

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

PROPAGAÇÃO DE KIWIZEIROS POR ESTAQUIA

Leonardo Zucuni Guasso
Engenheiro-Agrônomo/UFRGS

Dissertação apresentada como um dos requisitos
à obtenção do Grau de Mestre em Fitotecnia
Área de Concentração Sistemas de Produção Vegetal

Porto Alegre (RS), Brasil
Março, 2018

CIP - Catalogação na Publicação

Guasso, Leonardo Zucuni
Propagação de kiwizeiros por estaquia / Leonardo
Zucuni Guasso. -- 2018.

82 f.

Orientador: Paulo Vitor Dutra de Souza.

Coorientador: Samar Velho da Silveira.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa
de Pós-Graduação em Fitotecnia, Porto Alegre, BR-RS,
2018.

1. Propagação vegetativa. 2. Actinidia deliciosa.
3. Ácido Indolbutírico. 4. Época de coleta. 5. Kiwi.
I. Souza, Paulo Vitor Dutra de, orient. II.
Silveira, Samar Velho da, coorient. III. Título.

LEONARDO ZUCUNI GUASSO
Engenheiro Agrônomo - UFRGS

DISSERTAÇÃO

Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

MESTRE EM FITOTECNIA

Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovado em: 02.03.2018
Pela Banca Examinadora

Homologado em: 28.08.2018
Por

PAULO VITOR DUTRA DE SOUZA
Orientador - PPG Fitotecnia
UFRGS

CHRISTIAN BREDEMEIER
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia

SAMAR VELHO DA SILVEIRA
COORIENTADOR - EMBRAPA Uva e Vinho
Bento Gonçalves/RS

GILMAR ARDUINO BETTIO MARODIN
PPG Fitotecnia - UFRGS

GILMAR SCHÄFER
PPG FITOTECNIA - UFRGS

HENRIQUE BELMONTE PETRY
EPAGRI - SC

CARLOS ALBERTO BISSANI
Diretor da Faculdade de
Agronomia

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por me dar proteção, saúde e força, iluminando meus passos nessa jornada, sendo Ele o maior mestre que alguém pode conhecer.

À minha mãe, Marisete Acorsi Zucuni, ao meu pai, João Valeri Guasso, e minhas irmãs, Laura Zucuni Guasso e Júlia Zucuni Guasso; vocês são o maior incentivo para continuar nesse caminho. Agradeço pelo amor incondicional e valores passados ao longo da vida. Sei que vocês nunca mediram esforços para me ajudar, sempre acreditando em mim. Não há palavras suficientes para expressar a minha gratidão.

Agradeço ao Professor Dr. Paulo Vitor Dutra de Souza pelo aceite da orientação, confiança, ensinamentos e auxílio imensurável despendido ao longo deste trabalho.

Ao coorientador, Dr. Samar Velho da Silveira, pelos conselhos, dedicação e contribuições sempre pertinentes, colaborando para que este se tornasse um trabalho melhor.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul e aos professores do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pelos conhecimentos transmitidos nas disciplinas, e por estarem sempre dispostos a colaborar para o crescimento acadêmico.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela bolsa de estudos concedida, a qual possibilitou a realização do mestrado.

À Embrapa Uva e Vinho, pelo envolvimento no projeto, apoio financeiro, e oportunidade de mostrar em cursos e palestras um pouco do trabalho desenvolvido.

Ao colega e amigo Francisco Antonello Marodin, pelas sugestões e ajuda ao longo do mestrado, meus sinceros agradecimentos. Aos demais colegas da pós-graduação, especialmente à Taís Altmann, Bibiana Perez Galarza, Albertina Wieth, Leise Heckler, Laís Miozzo, Milena Zambiasi, Manuela Sulzbach Rodrigues, Marina Martinello Back e Aline Mabel Rosa, pelo agradável convívio e troca de experiências. Vocês são amigos que levo para a vida.

Aos bolsistas de iniciação científica, Augusto Sassi, Jucimar Szutkoski e Luiz Felipe da Silva, pela ajuda prestada nas atividades de condução e avaliação dos experimentos.

Agradeço também aos queridos amigos que a vida me presenteou, e que tornam os dias mais leves e felizes. Laura e Alberto Maizonave, Rone Rohd, Rafaela Bronca e Fernando Bianchi, obrigado pelos momentos de lazer e descontração, risadas, e pelas infinitas histórias para contar que tenho ao lado de vocês.

A todos vocês, muito obrigado!

PROPAGAÇÃO DE KIWIZEIROS POR ESTAQUIA¹

Autor: Leonardo Zucuni Guasso
Orientador: Paulo Vitor Dutra de Souza
Coorientador: Samar Velho da Silveira

RESUMO

No Brasil, a propagação do kiwizeiro (*Actinidia* sp) é realizada através da enxertia, com porta-enxertos provenientes de sementes, que pode resultar na perda das características agronômicas de interesse, além de plantas morfofisiologicamente desuniformes no pomar. Uma possibilidade, tanto para obtenção da variedade copa, como de porta-enxerto clonal, é a estaquia. O presente estudo tem como objetivos identificar a época do ano mais favorável para realizar a estaquia, o potencial de enraizamento de diferentes genótipos de kiwizeiro, bem como determinar a concentração exógena de AIB mais eficiente neste processo. No primeiro estudo, foram realizadas coletas de material propagativo nos meses de maio, agosto e dezembro de 2016 e março de 2017 da cultivar ‘Bruno’ (*Actinidia deliciosa*). As estacas foram elaboradas deixando-se duas gemas e metade da área de uma folha madura, as quais foram submetidas, na sua base, ao tratamento com AIB, nas concentrações de zero, 1.000, 2.000 e 4.000 mg L⁻¹. Após 90 dias em ambiente protegido com sistema de nebulização intermitente, avaliou-se a percentagem de estacas enraizadas; percentagem de estacas mortas; percentagem de estacas brotadas; percentagem de estacas com retenção foliar; comprimento médio das três maiores raízes e número de raízes por estaca. Os tratamentos com AIB influenciam a percentagem de enraizamento das estacas de kiwizeiro ‘Bruno’ coletadas no mês de março com 36,07% de enraizamento na concentração de 2.320 mg L⁻¹, e em dezembro, com uma resposta linear, obtendo-se 57,59% de enraizamento na concentração de 4.000 mg L⁻¹ de AIB. No segundo estudo, durante a primavera, foi coletado material propagativo das cultivares ‘Bruno’, ‘Elmwood’ e ‘Matua’ (*A. deliciosa*) e ‘MG06’ (*A. chinensis*), cujas estacas foram submetidas ao tratamento com zero, 1.000, 2.000, 4.000, 6.000 e 8.000 mg L⁻¹ de AIB. Avaliou-se a percentagem de estacas enraizadas; percentagem de estacas com calos; percentagem de estacas com retenção foliar; comprimento das três maiores raízes; número e massa da matéria seca de raízes. Estacas herbáceas da cultivar ‘MG06’ e ‘Bruno’ foram as que apresentaram maior percentagem de enraizamento e, as da cultivar ‘Matua’, o menor. Em relação às concentrações de AIB, para as diferentes cultivares, observou-se saturação da resposta na dose de 4.640 mg L⁻¹, em que se pode obter 48,9% de enraizamento.

¹ Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (82f.) Março, 2018.

KIWIFRUIT PROPAGATION BY CUTTING¹

Author: Leonardo Zucuni Guasso
Adviser: Paulo Vitor Dutra de Souza
Co-adviser: Samar Velho da Silveira

ABSTRACT

In Brazil, the kiwifruit (*Actinidia* sp) propagation is usually done through grafting onto rootstocks obtained from seeds, it can results in the loss of desirable agronomic characteristics, as well as morphophysiological uneven plants in the orchard. One possibility, both to obtain the scion variety and the clonal rootstock, is by cutting. The present study aims to identify the most favorable time of the year for cutting, the rooting potential of different genotypes of kiwifruit, as well as to determine the exogenous concentration of IBA (indolbutyric acid) most efficient in this process. In the first experiment, propagation material of cultivar 'Bruno' (*Actinidia deliciosa*) was collected in May, August and December/2016 and March 2017. The cuttings were prepared by leaving two buds, keeping half of a leaf in the upper bud. A hydroalcoholic IBA solution at concentrations 0, 1.000, 2.000 and 4.000 mg L⁻¹ was applied at the base of the cuttings by dipping for seven seconds. The percentage of rooted cuttings; percentage of dead cuttings; percentage of sprouted cuttings; percentage of cuttings with leaf retention; medium-length of the three largest roots and number of roots by cuttings, were evaluated 90 days later. Spring was the season where the best response to rooting was observed, while summer was the worst. The IBA treatments positively influenced the rooting percentage in the March, with 36.07% of rooted cuttings at the dose of 2.320 mg L⁻¹, and in the December, obtained a linear response, with 57.59% rooting at the 4.000 mg L⁻¹ concentration of AIB. In the second experiment, propagating material of the cultivars 'Bruno', 'Elmwood' and 'Matua' (*A. deliciosa*), 'MG06' (*A. chinensis*) were harvested in December/2016, were submitted to treatment with zero, 1.000, 2.000, 4.000, 6.000 and 8.000 mg. L⁻¹ of IBA. Parameters of percentage of rooted cuttings; percentage of cuttings with calluses; percentage of cuttings with foliar retention; length of the three largest roots; number and mass of root dry matter were recorded. Herbaceous cuttings of the 'MG06' and 'Bruno' cultivar showed the highest percentage of rooting and the 'Matua' cultivar, the lowest. In relation to the IBA concentrations, for the different cultivars, saturation of the response was observed at the dose of 4.640 mg L⁻¹, where 48.94% of rooting was recorded.

¹ Master dissertation in Plant Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (82p.) March, 2018.

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 Origem e dispersão	4
2.2 Aspectos econômicos.....	8
2.3 Taxonomia	10
2.4 Morfologia	11
2.5 Cultivares	13
2.4 Propagação do kiwiziero.....	15
2.4.1 Propagação por estaquia: fatores que influenciam no enraizamento	17
2.4.2 Fitorreguladores	21
2.5 Referências.....	24
3 ARTIGO 1 - Propagação de kiwizeiro ‘Bruno’ por estaquia: efeito da época de coleta do material vegetativo e ácido indolbutírico no enraizamento.....	29
4 ARTIGO 2 - Enraizamento de estacas herbáceas de quatro genótipos de kiwizeiro submetidas a tratamento com ácido indolbutírico.....	48
5 CONCLUSÕES.....	68
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
7 APÊNDICES.....	71

RELAÇÃO DE TABELAS

Página

ARTIGO 1

1. Datas de instalação, avaliação e duração (dias) dos experimentos de coleta de estacas do kiwizeiro, em diferentes épocas do ano. Porto Alegre, 2018..... 34
2. Percentagem de estacas mortas (EM), que emitiram brotação (EB), retenção foliar (RF), comprimento médio das três maiores raízes (CMR), número médio de raízes primárias (NMR) em estacas de kiwizeiro 'Bruno' coletadas em diferentes épocas do ano e submetidas a tratamento com AIB. UFRGS, Porto Alegre, RS, 2018..... 40

ARTIGO 2

1. Percentagem de estacas enraizadas (PEE), com calos (PEC), estacas com retenção foliar (RF), comprimento médio das três maiores raízes (CMR) de diferentes genótipos de kiwizeiro. Porto Alegre, 2018..... 57

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	
1. Variação ao longo do ano da quantidade (ton^{-1}) e preço ($\text{R\$ kg}^{-1}$) do kiwi de procedência nacional, comercializado na CEASA/RS, entre 2012 a 2015. Porto Alegre, 2018. Fonte: CEASA/RS, 2017.....	9
2. Variação ao longo do ano da quantidade (ton^{-1}) e preço ($\text{R\$ kg}^{-1}$) do kiwi importado, comercializado na CEASA/RS, entre os anos de 2012 a 2015. Porto Alegre, 2018. Fonte: CEASA/RS, 2017.	10
ARTIGO 1	
1. Percentagem de enraizamento de estacas de kiwizeiro ‘Bruno’, coletadas em quatro épocas do ano e submetidas a tratamento com diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB). Porto Alegre, 2018.....	37
2. Percentagem de estacas mortas de kiwizeiro ‘Bruno’, coletadas em quatro épocas do ano e submetidos a tratamento com diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB). Porto Alegre, 2018.....	41
3. Número médio de raízes primárias em estacas de kiwizeiro ‘Bruno’, coletados em quatro épocas do ano e submetidos a tratamento com diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB). Porto Alegre, 2018.....	43
ARTIGO 2	
1. Dados diários de temperatura e umidade média do ar no interior da câmara de nebulização, no período entre 01 de dezembro de 2016 e 07 de março de 2017.....	54
2. Percentagem de enraizamento de estacas de kiwizeiro (média de quatro genótipos), submetidos a tratamento com diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB). Porto Alegre, 2018.....	58

	Página
3. Percentagem de formação de calo em estacas de kiwizeiro (média de quatro genótipos), submetidos a tratamento com diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB). Porto Alegre, 2018.....	59
4. Comprimento médio das três maiores raízes por estaca de kiwizeiro (média de quatro genótipos) , submetidos a tratamento com diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB). Porto Alegre, 2018.....	61
5. Número médio de raízes primárias por estaca, em quatro genótipos de kiwizeiro submetidos a tratamento com diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB). Porto Alegre, 2018.....	62
6. Massa da matéria seca média de raízes em quatro genótipos de kiwizeiro, submetidos a tratamento com diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB). Porto Alegre, 2018.....	64

1 INTRODUÇÃO

O gênero *Actinidia* abrange diversas espécies, dentre as quais *Actinidia deliciosa* (A. Chev) C. F. Liang & A. R. Ferguson e *Actinidia chinensis* Planch, conhecidas como kiwi, são as que possuem maior importância econômica. São frutíferas oriundas de regiões montanhosas, no sudeste da China. Embora há milhares de anos existam relatos mencionando os frutos deste gênero, apenas no início do século XX é que sementes foram levadas para a Nova Zelândia, onde foi realizado o processo de seleção e obtenção da maior parte das variedades comerciais. Devido a sua fácil adaptação, atualmente, a cultura do kiwizeiro está amplamente disseminada em diversos países (Cacioppo, 1989; Huang, 2016).

Na década de 1990, no Brasil, houve um grande interesse pela espécie, principalmente nos estados da região sul. Mostrou-se como uma alternativa às culturas tradicionais, apresentando alto potencial produtivo, baixos custos de produção, rusticidade e elevado preço de comercialização (Souza *et al.*, 1996), levando muitos produtores familiares, principalmente na região da Serra Gaúcha, a empreenderem nesta nova atividade.

Contudo, o recente surgimento da murcha-do-kiwizeiro (*Ceratocystis fimbriata*) (Sonego *et al.*, 2010), aliada à carência de informações sobre tecnologias de produção nas diversas fases do cultivo, como manejo fitotécnico, propagação, produção de mudas, ponto de colheita dos frutos, têm causado nos últimos anos, a redução da área

plantada e ameaçado, inclusive, a sobrevivência da cultura nas regiões produtoras (Silveira *et al.*, 2012). De acordo com dados não publicados da Emater/RS, somente no município de Farroupilha - RS, estima-se que a área cultivada passou de 130 ha em 2013 para 95 ha no ano de 2017, ou seja, uma redução maior que 25%.

Dentre as estratégias adotadas para o controle da referida doença, a seleção e multiplicação de material botânico tolerante à murcha-do-kiwizeiro e a produção de mudas livres de patógenos, estão entre os principais meios para que se possa estabelecer um novo sistema de produção de kiwi, possibilitando que a cultura alcance um nível tecnológico superior.

Em vista disso, há necessidade de modificar os métodos convencionais de propagação. No Brasil, a enxertia da copa em porta-enxertos oriundos de sementes monoembriônicas, provenientes da polinização cruzada, é o principal método de propagação de kiwizeiro (Souza *et al.*, 1996). Isso causa a variabilidade genética dos porta-enxertos, podendo originar indivíduos distintos da planta matriz, perda de características agrônômicas desejáveis, e, inclusive, resultar em diferenças morfológicas e fisiológicas entre plantas no pomar (Fachinello *et al.*, 2005).

Uma alternativa de propagação, tanto para obtenção da cultivar copa (enraizamento direto), quanto para a obtenção de porta-enxertos clonais, é a estaquia. Neste método, há indução do enraizamento adventício em segmentos destacados da planta matriz (Hartmann *et al.*, 2011). A estaquia é muito utilizada comercialmente em diversos países europeus para a propagação do kiwizeiro, uma vez que esta espécie não possui porta-enxerto específico (Cacioppo, 1989). Apresenta as vantagens de se obter uma grande quantidade de mudas a partir de uma única planta matriz, ser de fácil e rápida execução, além de conferir maior uniformidade às plantas, por ser um método exclusivamente clonal (Fachinello *et al.*, 2005).

Em relação a este método de propagação, é importante considerar que a resposta ao enraizamento adventício pode ser bastante variável, pois diversos fatores interagem entre si para que ocorra a emissão das raízes. Deve-se determinar a melhor época de coleta dos ramos e tipo de estaca, dado que a condição morfofisiológica da planta matriz é alterada por variações sazonais, principalmente temperatura e umidade (Hartmann *et al.*, 2011). Também o balanço de fitohormônios, sobretudo do grupo das auxinas, responsáveis por estimular a rizogênese, é modificado com o período do ano (Hinojosa, 2000).

A aplicação de auxinas exógenas na promoção do enraizamento em estacas de kiwizeiro, é citada por inúmeros autores, porém os resultados são bastante variáveis, divergindo entre si em relação às concentrações de ácido indolbutírico (AIB) mais efetivas, ao tipo de estaca usada, ao período em que são coletadas, bem como à cultivar utilizada (Schuck, 1992; Ferri *et al.*, 1996; Mattiuz & Fachinello, 1996; Manfroi *et al.*, 1997; Paes *et al.*, 2003; Pio *et al.*, 2010)

Considerando o interesse comercial que há pela cultura; que os materiais botânicos resistentes à doença, tanto para uso como porta-enxertos, como copa, necessitam serem propagados de forma vegetativa; e a divergência nos resultados existentes na literatura sobre o tema, é interessante ter o conhecimento quanto há possibilidade de produção de mudas de kiwizeiro pelo método da estaquia, sobretudo para as condições do sul do Brasil, que é a principal região produtora.

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivos principais identificar a época do ano mais aconselhável para realizar a estaquia, verificar o potencial de enraizamento de diferentes genótipos de kiwizeiros (*A. deliciosa* e *A. chinensis*), bem como determinar a concentração exógena mais eficiente de AIB neste processo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Origem e dispersão

Na história do cultivo de plantas, poucos foram os casos de espécies exóticas, que em um período de tempo relativamente curto, passaram de seu estado selvagem a cultivado nas mais diversas regiões no mundo e adquirindo o nível de expressão, como o kiwi possui.

Possui como centro de origem as regiões altas e úmidas no vale do rio Yangtzé, onde cresce naturalmente como uma liana, em bosques e montanhas (Cacioppo, 1989). Xin (1983) citado por Huang (2016), verificou que no livro *Shijing*, escrito entre 1000 e 500 a.C, já eram descritas plantas de *Actinidia* crescendo em pátios e jardins, sendo referidas como produtoras de frutos comestíveis e também com propriedades medicinais.

Entretanto, o processo de domesticação das cultivares comerciais kiwizeiro teve início apenas no ano de 1904, quando a missionária e professora neozelandesa Isabel Fraser, em visita à província de Hubei (China), levou sementes de *Actinidia* para seu país natal. Essas sementes foram entregues ao viveirista Alexander Alisson, que produziram os primeiros frutos no ano de 1910, sendo estes, na época, comparados ao tamanho de uma noz. Embora durante o século XIX diversos naturalistas e botânicos levaram sementes para a Europa e descreveram a planta, foi a partir dos cultivos

iniciados por Alisson que se originou a maioria das cultivares de kiwi atuais (Ferguson & Bollard, 1990; Ferguson, 2004).

Durante as décadas posteriores ocorreu um intenso processo de seleção, realizado principalmente por Hayward Wright e Bruno Just, buscando a obtenção de frutos grandes, com excelente “flavor” e longo período de conservação. As chamadas ‘groselhas chinesas’ tornaram-se cada vez mais populares nas décadas de 1930 e 1940, mas continuaram sendo uma cultura de novidade, plantada em jardins e comercializada em mercados locais da Nova Zelândia (Ferguson, 2013).

Durante a década de 1940, soldados americanos que estavam na Nova Zelândia, por ocasião da Segunda Guerra Mundial, se interessaram por esta fruta tão exótica. Em 1959 ocorreu a primeira exportação de Groselha Chinesa para os Estados Unidos. Nessa época, foi sugerida a mudança do nome para Kiwifruit, homenageando a ave nativa e símbolo da Nova Zelândia, o kiwi (*Apteryx* sp). A partir daí, houve um aumento constante da demanda, resultando em uma rápida expansão da cultura. Isto foi acompanhado de intensivo programa para avanços nas técnicas de manejo, controle de doenças, propagação e seleção genética; bem como o cultivo do kiwizeiro deixou de ser restrito à Nova Zelândia (Ferguson & Bollard, 1990; Huang, 2016).

No ano de 2010, uma doença, cujo agente causal é *Pseudomonas syringae* pv. *Actinidiae* (PSA), foi reportada em pomares da Nova Zelândia e rapidamente disseminada para os principais países produtores, resultando em uma drástica redução da área cultivada. Esta enfermidade bacteriana causa danos vasculares, obstruindo o movimento de água e nutrientes. As defesas da planta procuram expulsá-lo, sendo a formação de exsudados nos ramos e tronco um sintoma característico, além de formação de halo amarelo característico nas folhas, na área infectada pela bactéria. Com a evolução da doença, ocorre a morte da planta (Everett *et al.*, 2011).

Foi estimado que, nos anos de 2012/2013, houve redução na ordem de 55% no volume produzido de kiwi de polpa amarela, espécie que apresenta maior suscetibilidade (New Zealand Kiwifruit Book, 2016)

No entanto, diversas estratégias foram adotadas com o objetivo de minimizar os danos. Dentre estas, o desenvolvimento de cultivares resistentes ao PSA, formulação de protocolos para controle e manejo da doença, implantação de um esquema de certificação de mudas e programas sanitários baseados em cobre, elicitores, bactericidas naturais; têm conseguido atenuar o desenvolvimento desta enfermidade de forma bastante eficiente (Plant and Food Research, 2016).

No Brasil, a cultura foi introduzida a partir de 1971, com sementes oriundas da França e introduzidas pelo Instituto Agronômico de Campinas, e também, sementes e estacas enraizadas da Nova Zelândia. Durante o final da década de 1980, foram iniciados os primeiros cultivos no estado do Rio Grande do Sul, no município de Farroupilha (Souza *et al.*, 1996).

Nos anos seguintes, houve uma expansão da área cultivada, devido à boa adaptação às condições edafoclimáticas da região da Serra Gaúcha, levando o município de Farroupilha a ostentar o título de Capital Nacional do Kiwi. Esta cultura tornou-se uma opção rentável aos produtores familiares em relação aos cultivos tradicionais, sobretudo à videira, que na época enfrentava um momento de crise no setor. A kiwicultura mostrou ter forte apelo econômico, motivando os produtores pela elevada rusticidade à pragas e doenças, baixa necessidade de insumos agrícolas e elevados preços de comercialização (Souza *et al.*, 1996).

No entanto, este cenário promissor se modificou nos últimos anos com o surgimento da murcha-do-kiwizeiro (*Ceratocystis fimbriata*). Esta doença, que ocasiona necrose interna dos tecidos, deixando-os com coloração escura e causando obstrução

dos vasos condutores, afeta caule, ramos e raízes. A obstrução resulta na murcha da parte aérea e frutos, com posterior morte da planta (Sonego *et al.*, 2010). De acordo com levantamento realizado por Silveira *et al.* (2015), este fungo foi o agente causal da morte de 78% das plantas amostradas, sendo que, o mesmo foi encontrado na forma isolada em 88% dos casos, e apenas 12% associados a outros patógenos. Também foi verificado que praticamente a totalidade dos produtores de kiwi não estavam realizando o replantio das plantas que morreram, pois não havia material propagativo comprovadamente livre da doença.

O surgimento deste patógeno, aliado à carência de informações sobre tecnologias de produção nas diversas fases do cultivo, como implantação do pomar, poda e condução, manejo fitotécnico, nutrição, fitossanidade, propagação e produção de mudas, além do ponto de colheita equivocado, onde os frutos são colhidos quando ainda não atingiram a maturação; têm causado a redução da área plantada nos últimos anos e ameaçando, inclusive, a sobrevivência da cultura nas regiões produtoras (Silveira *et al.*, 2015).

A importância que a cultura possui para a região, a necessidade de manter a sustentabilidade dos pequenos produtores e o potencial de produção nacional de frutos de qualidade fez estimular a formação de uma rede de pesquisadores, buscando estabelecer um novo sistema de produção de kiwi, para que, dessa forma, a cultura atinja um novo patamar.

Esta rede, composta por diversas instituições públicas e privadas, e coordenadas pela Embrapa Uva e Vinho e Universidade Federal do Rio Grande do Sul, tem como atuação principal a produção de mudas livres do patógeno, o manejo adequado da murcha-do-kiwizeiro e seleção de material botânico tolerante.

2.2 Aspectos econômicos

O kiwi é a 15ª fruta mais produzida no mundo, perfazendo um total de 4,27 milhões de toneladas. Entre os anos de 2001 e 2013, foi observado um incremento médio anual da produção na ordem de 13,3% (FAO, 2018).

Portanto, embora não esteja entre as frutíferas mais cultivadas, é observado um forte e constante crescimento da sua produção, enquanto a maioria dos demais cultivos mostra declínio e/ou estabilidade.

Apenas cinco países são responsáveis quase 90% produção mundial, sendo eles: China (56%), Itália (12%), que é o maior exportador em nível mundial, Nova Zelândia (10%), Chile (5%) e Grécia (4%). Apesar de não constar como maior produtor ou exportador, a Nova Zelândia é país que apresenta maior produtividade e que mais recebe em termos de valor da exportação (FAO, 2018). Isso demonstra, portanto, o elevado nível técnico que este país possui no cultivo do kiwizeiro.

No ano de 2017, o Brasil gastou cerca de US\$ 39,5 milhões com a importação de kiwi, totalizando 26.406 toneladas (Brasil, 2018). Segundo dados não publicados da Emater, o estado do Rio Grande do Sul, principal produtor nacional, conta com uma área de aproximadamente 406 hectares e cerca de 350 produtores, principalmente familiares, concentrados na região da Serra Gaúcha. A produção registrada foi de 6.179 toneladas (Silveira *et al.*, 2015). Dessa forma, pode-se estimar que grande parte do kiwi consumido no Brasil é proveniente de importações, ainda mais que a mortandade de plantas ocasionada por *murcha-do-kiwizeiro* já reduziu significativamente essa área plantada.

Nas Centrais de Abastecimento do Estado do Rio Grande do Sul (CEASA/RS), principal mercado atacadista do estado, o preço e quantidade ofertada de kiwi nacional

é variável conforme o período do ano. Durante a safra, entre março e maio, e alguns meses posteriores, quando ainda há produto armazenado, os preços tendem a ser menores pela maior quantidade do produto, chegando a R\$ 2,69 kg⁻¹, enquanto que no período que antecede a safra, a média preço é de R\$ 3,47 kg⁻¹ (Figura 1).

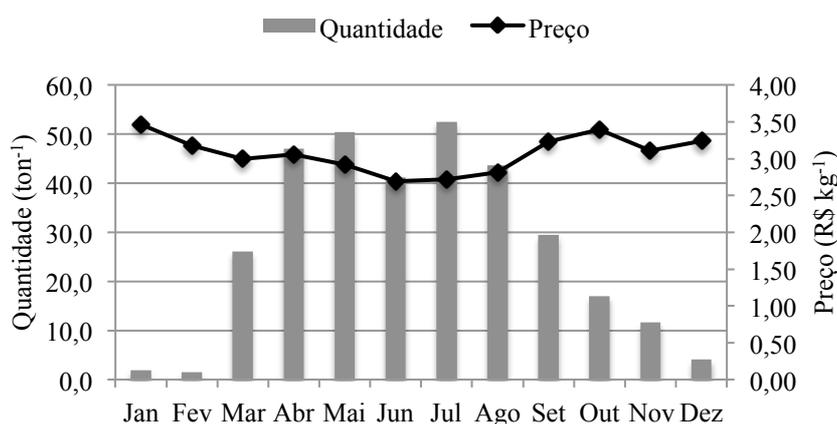


FIGURA 1. Variação, ao longo do ano, da quantidade (ton⁻¹) e preço (R\$ kg⁻¹) do kiwi de procedência nacional, comercializado na CEASA/RS, de 2012 a 2015. Porto Alegre, 2018. Fonte: CEASA/RS, 2017.

Em vista disso, muitos produtores optam por colher os frutos sem que ainda tenham atingido a maturidade fisiológica, com o intuito de inserir esses frutos mais cedo no mercado e alcançar maiores preços. Isso tem causado danos à cadeia produtiva do kiwi nacional, pois quando o mesmo é colhido com um conteúdo menor que 6% de sólidos solúveis totais, resulta em um fruto imaturo, com qualidade gustativa inferior, poucos açúcares e aromas, além de gosto amargo (Brasil, 1998; Silveira *et al.*, 2012)

Já o kiwi importado possui preços bastante superiores em relação ao nacional, variando entre R\$ 4,80 a R\$ 7,33 ao longo do ano, sendo que há uma menor quantidade comercializada nos períodos em que o mercado é abastecido pelo produto com origem nacional (Figura 2).

Para o brasileiro, o kiwi é uma fruta de consumo recente, considerada exótica, elegante e geralmente associadas a altos preços. O seu consumo é bastante variado,

definido principalmente pelo conhecimento da fruta, facilidade de acesso e poder de compra do consumidor. Nos mercados de Recife é registrado um consumo de 200 gramas per capita por ano, enquanto em São Paulo chega a 710 gramas e, em Porto Alegre, a 580 gramas (Cruzat, 2014).

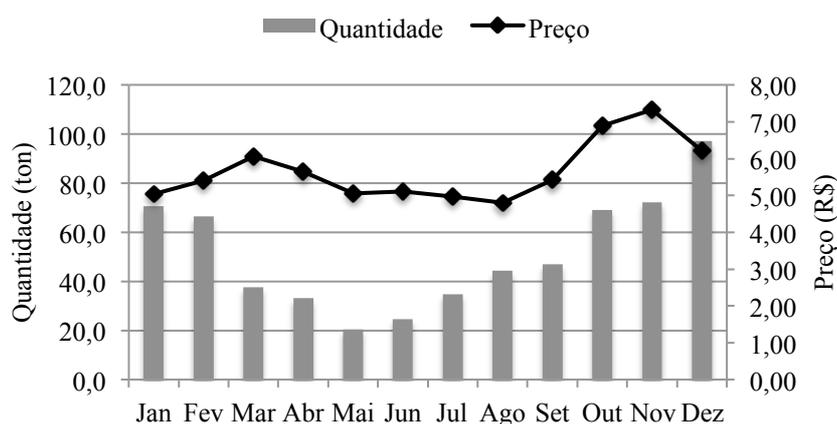


FIGURA 2. Variação, ao longo do ano, da quantidade (ton⁻¹) e preço (R\$ kg⁻¹), do kiwi importado comercializado na CEASA/RS entre os anos de 2012 a 2015. Porto Alegre, 2018. Fonte: CEASA/RS, 2017.

2.3 Taxonomia

O gênero *Actinidia* pertence à família Actinidiaceae, do grego Akis = raios, devido aos estiletos das flores femininas estarem dispostas em forma radial (Cacioppo, 1989).

A elevada variabilidade e diversidade dos caracteres vegetativos e reprodutivos do gênero *Actinidia*, aliadas ao número cada vez maior de supostas espécies pertencentes a este gênero, tem causado uma certa confusão taxonômica. De acordo com a revisão taxonômica mais recente de *Actinidia*, este gênero possui 55 espécies e 21 variedades (Li *et al.*, 2007). Estes autores citam que os dois genótipos que possuem importância comercial em nível mundial pertencem a mesma espécie, denominados de *A. chinensis* var. *chinensis* e de *A. chinensis* var. *deliciosa*, devido às estreitas relações observadas em estudos moleculares, além de elevado nível de interfertilidade. No entanto, em listas e índices de nomenclatura de plantas, bem como trabalhos científicos-acadêmicos

recentes, ainda é empregada atualmente a classificação de Liang & Ferguson (1984), classificando as variedades em espécies diferentes, chamadas *A. Deliciosa* [A. Chev] C. F. Liang & A. R. Ferguson e *A. chinensis* Planch (IPNI, 2018).

2.4 Morfologia

Caracteriza-se por ser uma planta com hábito de liana e sarmentosa e, quando não é realizada poda e condução, forma uma touceira de ramos que se retorcem entre si. Quando realizado o tutoramento, morfológicamente, se parece com a videira, porém apresenta maior robustez e longevidade (Souza *et al.*, 1996).

As raízes do kiwizeiro possuem elevada necessidade de oxigênio, desenvolvendo-se principalmente nas camadas mais superficiais, até uma profundidade de 40 cm. Porém, quando em solos férteis e bem drenados, podem aprofundar-se no perfil. As raízes são suculentas com grande quantidade de substâncias de reserva, espessas e ramificadas (Cacioppo, 1989; Zuccherelli & Zuccherelli, 1990).

O caule de plantas jovens inicialmente consiste de um sarmento flexível, necessitando de um tutor e, com o desenvolvimento da planta ao longo dos anos, forma um tronco lignificado e resistente. Caules de plantas adultas podem alcançar até 30 cm de diâmetro, mas sem condições de suportar os ramos que se prolongam por vários metros, fazendo-se necessária a utilização de estruturas de sustentação (Ferrão, 1999).

Os ramos são originários de gemas de sarmentos do ano anterior e também nos do mesmo ano. O kiwizeiro possui uma grande capacidade de emitir ramos de gemas adventícias localizadas em ramos velhos e no tronco principal, mas estes não produzem frutos. Por possuir elevado vigor, os ramos podem alcançar até 6 metros no período de um ano. Os frutos originam-se em ramos formados no ano, desenvolvidos sobre gemas localizadas em ramos do ano anterior (Zuccherelli & Zuccherelli, 1990). Segundo os

mesmos autores, as gemas podem ser de dois tipos: vegetativas, que originam ramos responsáveis pelo crescimento da planta; e gemas mistas, que originam sarmentos dotados de gemas vegetativas e reprodutivas, assegurando a floração e a frutificação.

É uma planta caducifólia, em que as folhas estão dispostas de forma alternada nos ramos, possuindo forma cordiforme e podendo superar os 20 cm de diâmetro quando adultas. O limbo é de coloração verde escuro na face adaxial, enquanto a face abaxial é verde-clara e revestida de pilosidades (Giordano, 1994). O grande tamanho dos estômatos resulta em uma elevada perda de água por transpiração, dificultando o seu cultivo em locais de clima seco, quente e com ventos, quando não utilizada irrigação (Souza *et al.*, 1996).

Aparentemente, as flores do kiwizeiro são hermafroditas, pois apresentam ovário e estigma. No entanto é caracterizada como dioica, já que as flores das plantas caracterizadas como masculinas apresentam ovário e estilos reduzidos e atrofiados que não originam frutos; enquanto que as flores de plantas caracterizadas como femininas os possuem bem desenvolvidos e apresentam estames que produzem pólen infértil. Apresentam coloração branco-palha e branco-creme, possuindo geralmente 5 sépalas e 6 pétalas, e quando abertas tem cerca de 5-6 cm de diâmetro. Geralmente estão inseridas nas axilas das 2^a a 8^a folha dos ramos mistos do ano, agrupadas em inflorescências de 3 ou mais flores, sendo este número variável de acordo com a cultivar (Zuccherelli & Zuccherelli, 1990).

O kiwi é fruto tipo baga, com diâmetro e peso também variáveis conforme a cultivar, com o ambiente e a polinização. Na espécie *A. deliciosa*, os frutos possuem formato ovoidal ou alongado e a epiderme possui coloração parda recoberta de pilosidade. A polpa é verde-clara, passando a verde-esmeralda com a evolução da maturação, devido à presença de clorofila no fruto maduro. Na polpa estão localizadas

as sementes, quase negras e elipsoidais (Cacioppo, 1989). No Rio Grande do Sul, o período de colheita ocorre no outono, entre os meses de março a maio, variando de acordo com cultivar e as condições edafoclimáticas (Schuck, 1992).

Comparativamente, os frutos de *A. chinensis* possuem folhas menores, mais macias e menos pontudas, com ramos mais lisos; as flores são menores e com menos estames do que os de polpa verde. Nessa espécie, a maioria dos frutos é esférica, geralmente menores que *A. deliciosa*, apresentando, na epiderme, pelos curtos e macios que caem cedo, deixando-a glabra. Sua polpa é amarela ou verde-amarelada, pois a clorofila é perdida durante a maturação. Caracteriza-se por ser mais doce e mais aromático em sabor (Montefiori *et al.*, 2004; Silveira *et al.*, 2012).

2.5 Cultivares

As principais características de algumas cultivares são descritas a seguir, de acordo com Souza *et al.* (1996); Simonetto & Grellmann (1998) e Silveira *et al.*, 2012):

‘Hayward’ – é a cultivar mais plantado no mundo, respondendo por até 90% da quantidade total de kiwis produzida. Não é muito adaptada às condições do sul do Brasil, visto que apresenta alta exigência em frio hibernal, em torno de 700 a 1000 horas abaixo de 7,2° C. É tardia, brotando no final do mês de setembro e com maturação dos frutos entre 20/04 a 10/05. Possui vigor e produtividades médias, produzindo kiwis com excelente flavor, tamanho médio e longo período de armazenamento a frio (até 8 meses).

‘Bruno’ – é a cultivar feminina mais plantada no sul do Brasil, pois apresenta melhor adaptação nesta região, com requerimento em frio ao redor de 300 horas. É produtiva e precoce, brotando na metade do mês de setembro, e com os frutos

amadurecendo entre 25/03 a 15/04. Tem elevado vigor e produtividade, frutos cilíndricos e alongados, podendo serem armazenados até 4 meses, além de elevado teor de vitamina C.

‘Elmwood’ – é uma cultivar produtora de frutos bastante recomendada para a Serra Gaúcha, em vista de possuir requerimento em frio menor que 300 horas. As plantas são mais compactas comparativamente às demais cultivares; altamente produtiva, apresentando maturação tardia, praticamente junto com ‘Hayward’. Os frutos destacam-se pelo tamanho grande e sabor agradável, porém é uma cultivar que apresenta reduzido período de conservação.

‘Matua’ – cultivar polinizadora muito vigorosa e com abundante produção de flores, que se iniciam cedo, estendendo-se até o florescimento da maioria das cultivares femininas. Apresenta pólen de elevada qualidade

‘Tomuri’ – é polinizadora, apresentando menor produção de flores e pólen de menor qualidade em relação a ‘Matua’, havendo um sincronismo maior de época de floração com a produtora ‘Hayward’

‘Hort16A’ – primeira cultivar de polpa amarela protegida lançada no mercado mundial. É vigorosa e bastante produtiva, produzindo frutos alongados e com uma protuberância característica. É extremamente sensível ao PSA, tendo sua área decaído drasticamente após o aparecimento da doença.

‘MG06’ – cultivar que produz frutos de polpa amarela, apresentando baixa exigência em frio, com boa adaptação às condições da Serra Gaúcha. É precoce, com período de maturação entre metade de março e início de abril.

O kiwi é uma fruta com elevado valor nutricional, e alta quantidade de fibra dietética (3g/100g de polpa). Isto contribui para o seu efeito laxativo, já que a fibra é resistente à digestão e absorve água, reduzindo problemas digestivos. Em relação ao

teor de minerais, é rico em potássio, que possui efeito protetor no sistema cardiovascular, além de cálcio, ferro e magnésio. Tratando-se de vitaminas, o kiwi (sobretudo a cultivar Bruno) é extremamente rico em vitamina C (podendo alcançar a 150 mg por 100 g de polpa), além de possuir vitamina E e A, que em conjunto, possuem elevado poder antioxidante e reforçam o sistema imunológico (Saquet & Brackmann, 1995; Franco, 2008). Em vista de todos esses benefícios para a saúde, nota-se a importância nutracêutica deste fruto, devendo, portanto, estar cada vez mais presente em nossa dieta alimentar.

2.6 Propagação do kiwiziero

O termo propagação refere-se ao conjunto de práticas efetuadas com o objetivo de perpetuar uma determinada espécie de forma controlada, buscando aumentar o número de plantas e assegurando a manutenção das características agrônômicas (Fachinello *et al.*, 2005).

Na propagação via sementes ou sexuada, ocorre a fusão dos gametas masculinos e femininos para formar o zigoto. No kiwizeiro, que é uma planta funcionalmente dioica, até 80% das plantas oriundas de sementes são masculinas, ou seja, não produzirão frutos. Além disso, devido ao longo período de juvenilidade que a espécie apresenta, pode-se levar de 7 a 8 anos para que ocorra a primeira florada e identificação do sexo (Cacioppo, 1989). Dessa forma, propagação por sementes tem como finalidade principal a obtenção do porta-enxerto, tendo em vista que no Brasil a enxertia com porta-enxerto oriundo de sementes é o principal método utilizado para a produção de mudas. Também, é através deste método de propagação que são obtidas as novas cultivares, pois ocorre segregação genética, induzindo variabilidade (Souza *et al.*, 1996).

Na produção de mudas de kiwizeiro por enxertia, entre a variedade copa e o porta-enxerto originário de semente, há um longo período de tempo desde a germinação do porta-enxerto até a futura enxertia, necessitando de no mínimo dois anos para que as mudas estejam aptas a serem transplantadas ao local definitivo (Cacioppo, 1989; Schuck, 1992).

A propagação assexuada, vegetativa ou agâmica ocorre por mecanismos de divisão e diferenciação celular, através da regeneração de partes da planta matriz, baseando-se nos princípios de totipotência e desdiferenciação celular. A totipotência pode ser definida como a capacidade de uma única célula de se dividir e produzir células diferenciais no organismo, uma vez que ela contém a informação genética para o desenvolvimento de todos os órgãos da planta; já a desdiferenciação é quando células de um tecido já diferenciado retornam à atividade meristemática e originam um novo ponto de crescimento (Hartmann *et al.*, 2011).

No método de propagação por estaquia, ocorre a indução do enraizamento adventício em segmentos destacados da planta matriz (estaca), que, quando submetidos a condições favoráveis, originam um novo indivíduo (Fachinello *et al.*, 2005).

A propagação do kiwizeiro através da estaquia é de forma exclusivamente clonal, resultando em plantas com um maior nível de homogeneidade no campo, não ocorrendo variações entre as plantas quanto à performance de produção, como época de frutificação, produtividade e qualidade dos frutos. Também é uma alternativa em virtude de que ainda não há um porta-enxerto específico para a cultura que confira resistência a doenças, estresses abióticos ou alteração de vigor, como ocorre em diversas outras espécies frutíferas (Cacioppo, 1989; Fachinello *et al.*, 2005) Dessa forma, propagação do kiwizeiro através da estaquia, tanto do porta-enxerto, como para

cultivares copa (enraizamento direto), torna-se uma alternativa para obtenção de material homogêneo.

Estudos realizados por Ponce & Gardiazbal (1983), no Chile, constataram não haver diferença no sistema radicular entre mudas produzidas por enxertia e estaquia, assim como na produtividade e qualidade dos frutos, em pomares adultos. Díaz-Hernandez *et al.* (1997), na Espanha, verificaram que, na primeira safra, a produção de kiwis por plantas enxertadas foi maior, entretanto, nos anos posteriores, plantas propagadas por estaquia mostraram maior vigor e produção acumulada semelhante aos de plantas enxertadas, além de frutos com a mesma qualidade comercial.

A obtenção de material botânico resistente ou tolerante à murcha-do-kiwizeiro é um dos objetivos do projeto que visa o estabelecimento de um novo sistema de produção de kiwi. Desta forma, após realizado o processo de obtenção deste material, para que sejam preservadas as características genéticas de resistência à doença, o referido material deverá ser propagado vegetativamente. Assim, será possível o plantio, inclusive, em locais em onde o fungo já está presente no solo (podendo ser utilizado como porta-enxerto clonal), tendo em vista a baixa disponibilidade de áreas novas, sobretudo na principal região produtora, além dos altos custos de implantação de um novo pomar.

2.6.1 Propagação por estaquia: fatores que influenciam no enraizamento

O enraizamento sofre influência de fatores endógenos e exógenos. Dentre os fatores internos ou endógenos da planta estão: a condição fisiológica da planta matriz, a idade, o vigor, a época do ano em que é realizada a estaquia, o potencial genético da espécie e variedade, a sanidade, a presença de folhas na estaca, o balanço de fitorreguladores na planta matriz e a posição em que a estaca se encontra no ramo. Já os fatores exógenos ou externos estão ligados às condições do ambiente de cultivo, como: quantidade e

qualidade de luz, nutrição, umidade, temperatura e características do substrato (Couvillon, 1988; Fachinello *et al.*, 2005).

A época do ano em que é realizada a estaquia exerce forte influência sobre o enraizamento, portanto, é necessário determinar para cada espécie e cultivar qual é a melhor estação do ano para que seja feita a retirada do material propagativo para a produção de estacas, sendo este fator relacionado de forma direta com a condição fisiológica da planta matriz (Hartmann *et al.*, 2011). De maneira geral, em espécies que apresentam dificuldade para enraizar, o período de maior enraizamento é a estação de crescimento; já, em espécies que enraízam facilmente, as estacas podem ser coletadas durante qualquer época do ano (Fachinello *et al.*, 2005).

Segundo Hartmann *et al.* (2011), pode-se classificar as estacas caulinares em três grupos de acordo com a natureza do lenho: estacas herbáceas, que possuem tecidos tenros, suculentos e macios, coletadas durante o crescimento vegetativo; estacas lenhosas, que apresentam tecidos mais lignificados, coletados após a abscisão foliar e estacas semilenhosas, que é um estágio intermediário, sendo parcialmente lignificadas, com folhas, coletadas geralmente no final do verão ou início do outono. De acordo com Bauer *et al.* (1999) fatores anatômicos, como alto grau de esclerificação e uma camada de fibras envolvendo o floema primário também podem interferir na emergência do primórdio radicular.

Também a época do ano está relacionada com a atividade cambial e o nível de promotores e inibidores do enraizamento, tornando a sazonalidade determinante para que ocorra a rizogênese em propágulos vegetativos (Hartmann *et al.*, 2011). Segundo Roberts & Fuchigami (1973), mesmo a aplicação de auxinas exógenas pode não modificar a relação, tendo em vista que a efetividade das auxinas aplicadas é variável ao longo do ano, podendo ser estimuladora em uma época e inibidora ou tóxica em outras.

A habilidade de formação de raízes adventícias em estacas também é variável entre espécies, sendo que muitas não são propagadas por este método devido a sua inabilidade em formar raízes, mesmo com a aplicação de auxinas exógenas. Também a resposta ao tratamento é variável conforme a cultivar, sendo que a aplicação de fitorreguladores pode não ter efeito em cultivares diferentes dentro de uma mesma espécie (Couvillon, 1988).

A temperatura tem importante função regulatória no metabolismo de plantas e afeta o enraizamento de estacas (Xavier, 2002). Tem efeito direto no metabolismo da planta, e, quanto maior, mais acelerada serão as reações químicas, podendo favorecer o desenvolvimento radicular (Taiz & Zeiger, 2017). Em condições de elevada umidade e calor, o enraizamento de estacas é estimulado e atinge percentagens maiores (Hartmann *et al.*, 2011).

Para que ocorra a divisão celular, é necessário que as células dos tecidos estejam túrgidas, sendo que a perda de água é uma das principais causas de morte de estacas antes da formação de raízes. Brotações em desenvolvimento ou folhas, sem que as raízes estejam formadas, podem aumentar o potencial de perda de água da estaca, sem que haja absorção, causando desidratação, que pode ser acentuada quando se utilizam estacas de consistência herbácea e/ou que demandam longo tempo para formação de raízes (Norberto, 1999; Xavier, 2002). Com a utilização de sistema de nebulização intermitente é favorecida a manutenção da umidade em torno da estaca, reduzindo a perda de água. Isto é fundamental tratando-se de enraizamento em estacas herbáceas e semilenhosas, em que geralmente são mantidas as folhas (Frazon *et al.*, 2010).

A presença de folhas nas estacas pode influenciar significativamente a iniciação das raízes durante o processo de estaquia. Este órgão é o principal sítio de produção de auxinas, que posteriormente serão transportadas para diferentes partes na planta,

promovendo o desenvolvimento das raízes adventícias na base da estaca, havendo um efeito positivo de permanência. (Hartmann *et al*, 2011). Além disso, as folhas translocam substâncias de reserva para a estaca, e são responsáveis pela continuidade do processo da fotossíntese, com a síntese de carboidratos. Estes compostos são utilizados como fonte de energia para formação e crescimento das raízes durante o processo de estaquia (Davis, 1988). Entretanto, para Couvillon (1988) nem sempre a presença de folhas é necessária, já que muitas espécies enraízam no estágio de dormência, quando não apresentam folhas. Da mesma forma, espécies que possuem folhas grandes pode resultar em desidratação excessiva, o que prejudicaria o enraizamento.

Não é somente compostos do grupo das auxinas que influenciam o processo iniciação das raízes. Os denominados cofatores de enraizamento, como carboidratos, vitaminas, proteínas, aminoácidos, compostos fenólicos e outras substâncias não identificadas, agem na iniciação de raízes adventícias de estacas, em concentrações e proporções adequadas. Eles podem atuar sinergicamente com as auxinas, ou também inativando o sistema de oxidação deste composto. Estacas de espécies que respondem pouco à aplicação de auxinas para que ocorra o enraizamento, possivelmente há falta de um ou mais cofatores (Ono & Rodrigues, 1996).

A produção de mudas por estaquia possui como limitação a facilidade de transmissão patógenos, se a planta matriz ou pomar de onde foi realizada a coleta estiver contaminado. Embora algumas doenças não se manifestem nas fases de viveiro, estas são introduzidas e disseminadas principalmente através do material de propagação, além do substrato e água de irrigação. Em estaquia realizada sobre as mesmas condições, foi observado que clones livres de vírus e outras doenças tem maior facilidade de enraizamento do que contaminados. Estes patógenos podem ocasionar a morte da estaca, previamente ou após o enraizamento, afetando, também, a

sobrevivência e a qualidade do sistema radicular da futura muda (Fachinello *et al.* 2005). Este aspecto se torna ainda mais importante com a atual conjuntura, onde grande parte dos pomares de kiwi na Serra Gaúcha estão contaminados com doenças, sobretudo *Ceratocystis fimbriata*, podendo resultar em dificuldades para obtenção de material vegetativo livre de patógenos.

2.6.2 Fitorreguladores

Diversas classes de substâncias podem influenciar na capacidade de um caule em emitir primórdios radiculares, atuando de forma sinérgica. Tais substâncias podem promover este processo, como auxinas, giberelinas, citocininas, assim como inibirem, como, por exemplo, o ácido abscísico e o etileno. Por sua função, estes compostos são denominados reguladores de crescimento ou fitorreguladores. Além destes, também compostos fenólicos e nitrogenados, carboidratos e vitaminas, interagem e influenciam no processo de iniciação de raízes (Hartmann *et al.*, 2011).

Dentre as substâncias reguladoras de crescimento, as do grupo das auxinas estão entre as mais utilizadas para promover o enraizamento. O ácido indolacético (AIA) é a auxina encontrada de forma mais abundante endogenamente, principalmente em regiões meristemáticas da planta, como ápices caulinares, gemas, folhas e frutos jovens, flores e sementes, possuindo diversas outras funções na planta além da rizogênese em estacas (Mohr & Schopfer, 1995; Hinojosa, 2000). Este composto é de ocorrência natural nos vegetais, sintetizado a partir do aminoácido triptofano (Taiz & Zeiger, 2017).

Existem duas rotas principais de síntese de AIA: a rota TAM (triptamina) ocorre em numerosas espécies e se inicia com a descarboxilação do triptofano para formar triptamina (TAM). A triptamina é convertida em indol-3-acetoaldeído (AIAld), que é oxidado por uma desidrogenase específica e forma AIA. Já a rota do ácido

indolpirúvico (AIP) é encontrada em plantas que não têm a rota TAM. Inicialmente o triptofano é desaminado e forma o ácido indol 3-pirúvico (AIP), que é descarboxilado e forma AIA. Existe também a rota IAN, importante somente em três famílias botânicas (Brassicaceae, Poacea e Musaceae) e a rota bacteriana, utilizada por bactérias patogênicas, que estimulam alterações morfológicas em plantas hospedeiras (Taiz & Zeiger, 2017).

Após a síntese, este composto é transportado de duas formas. Quando há deslocamento em grandes distâncias, a principal via de transporte é pelo floema, onde pode-se mover em diversas direções. Entretanto, a forma mais comum de transporte é célula a célula, denominado polar basípeto, que causa o acúmulo de AIA na base da estaca, de forma que não é afetado pela orientação do tecido (Hartmann *et al*, 2011; Taiz & Zeiger, 2017).

A dinâmica de auxinas na planta é determinada por alguns processos que estão interconectados e a soma destes, em um dado local da planta, é que irá determinar a quantidade de AIA livre disponível para a célula. Sua inativação pode ocorrer através da degradação por oxidação ou descarboxilação; por conjugação, onde o AIA é ligado a outras moléculas, tornando-o inativo; compartimentalização no citoplasma e transporte para outros tecidos. Destes, provavelmente, o mais importante é a oxidação pela enzima AIA-oxidase, sendo o mais importante na regulação dos níveis de auxinas (Valio, 1985; Taiz & Zeiger, 2017).

Os níveis endógenos de auxinas também variam com a condição genética e fisiológica da planta, além de variações sazonais (Pizzato *et al*, 2011). Por este motivo, a prática de aplicação exógena de auxinas, como o ácido indolbutírico (AIB) e o ácido naftalenoacético (ANA) é recomendada, pois há um estímulo à rizogênese, aumentando

a percentagem, enraizamento, uniformidade e formando um sistema radicular mais estruturado na estaca (Wending & Xavier, 2005).

O ANA, mesmo em concentrações bastante reduzidas, pode ser tóxico e causar danos para a planta. Já o AIB é uma substância mais estável em relação ao AIA, onde sua molécula desloca-se rapidamente entre os diferentes tecidos da planta, evitando a oxidação pela AIA-oxidase, sendo menos solúvel e mais efetivo no estímulo à iniciação dos primórdios radiculares (Hinojosa, 2000; Salisbury & Ross, 1992).

A aplicação de auxinas pode ser veiculada por talco, onde a estaca é colocada em contato com um pó contendo o fitorregulador. No entanto, a quantidade de auxina que se adere na estaca é variável, podendo apresentar desuniformidade nos resultados. A utilização de soluções hidroalcoólicas apresenta maior uniformidade e praticidade, sendo a mais utilizada comercialmente (Hartmann *et al.*, 2011).

Morfologicamente, o processo de iniciação radicular começa com uma lesão, tanto dos tecidos do floema como do xilema, pelo corte efetuado no momento do preparo da estaca, que é seguida da morte das células mais externas e formação de uma capa de suberina, evitando a desidratação da área cortada. Posteriormente ocorre a formação de uma massa de células de parênquima, das quais outras células e tecidos diferenciados são derivados, formando o calo, que representa o início do processo de regeneração. As células meristemáticas dividem-se e originam os primórdios radiculares, em processo mediado por fitorreguladores. Raízes adventícias podem surgir em uma grande variedade de tecidos, a partir de agregados de células maduras que renovam sua atividade de divisão celular, como: câmbio, epiderme, xilema, floema e periciclo. A formação de calo e raízes adventícias é independente, e a ocorrência de ambos deve-se a condições favoráveis para ambos se desenvolverem (Ferri, 1997; Fachinello *et al.*, 2005; Hartmann *et al.*, 2011).

Geralmente, em estacas herbáceas, onde não há câmbio desenvolvido, o local de surgimento dos primórdios radiculares é entre os feixes vasculares e para fora deles, com as raízes surgindo em filas; e, também, a partir da epiderme e do periciclo. Já, em estacas lenhosas, o mais comum é surgirem no floema secundário, no câmbio e na medula (Fachinello *et al.*, 2005; Hartmann *et al.*, 2011).

Os resultados da pesquisa utilizando concentrações de AIB para o enraizamento de estacas de kiwizeiro, bem como o percentual de estacas enraizadas, são muito variáveis. Há divergências entre concentrações, época de coleta de estacas e entre cultivares.

Para Manfroi *et al.* (1997), ao estudar o efeito do AIB nas doses entre 0 e 8.000 mg L⁻¹ no enraizamento e desenvolvimento de estacas lenhosas de kiwizeiro ‘Monty’, concluíram que este não influenciou na porcentagem de enraizamento das estacas, obtendo em média 86,28% de enraizamento. Já, Pio *et al.* (2010) não obteve enraizamento utilizando a dose de 8.000 mg L⁻¹ de AIB, para a mesma cultivar e tipo de estaca. Mattiuz & Fachinello (1996) verificaram que a coleta realizada em janeiro e abril foram as melhores épocas para coleta de estacas de ‘Bruno’ e ‘Tomuri’, enquanto Ono, Rodrigues & Pinho (1995b), estudando o efeito de auxinas e boro sobre o enraizamento de estacas caulinares de kiwizeiro ‘Abbott’, concluíram que o outono e o inverno foram as melhores épocas de coleta das estacas.

2.7 Referências bibliográficas

BAUER, L.; JOHNSTON, M. E.; WILLIAMS, R. R. Plant genotype, juvenility and mechanisms of inhibition of rooting *Persea virgata* R. Br. Cuttings. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, n.39, p. 1029-1034, jan. 1999.

BRASIL. Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Balança Comercial Brasileira**. 2017. Disponível em: <<http://aliceweb.mdic.gov.br>>. Acesso em: 19 jan. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Portaria nº 34 de 16 de Janeiro de 1998. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 19/01/1998.

CACIOPPO, O. **O cultivo do quiwi**. Lisboa: Presença, 1989. 123p.

CEASA- RS - CENTRAIS DE ABASTECIMENTO RIO GRANDE DO SUL.
Cotação 2016. [2017]. Disponível em: <<http://www.ceasa.rs.gov.br/cotacao.php>>.
Acesso em: 28 dez. 2017.

COUVILLON, G. A. Rooting responses to different treatments. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 227, p. 187-196, 1988.

CRUZAT, C. The kiwifruit in Chile and in the world. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 112-123, mar. 2014.

DIAZ HERNANDEZ, M. B. et al. Performance of kiwifruit plant material propagated by different methods. **Acta Horticulturae**. Wageningen, v. 404, n 1, p. 155-160, 1997.

EVERETT, K. R. et al. First report of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* causing kiwifruit bacterial canker in New Zealand. **Australasian Plant Disease Notes**, Collingwood, v. 6, n. 1, p. 67-71, set. 2011.

FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa, 2005. 221p.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAOSTAT [Base de dados]. Agricultural production. 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 21 jan. 2018.

FERGUSON, A. R. 1904 - the year that kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) came to New Zealand. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, Wellington, v. 32, n. 1, p. 3-27, mar. 2004.

FERGUSON, A. R.. Kiwifruit: the wild and the cultivated plants. In: NUTRITIONAL Benefits of Kiwifruit. Academic Press, 2013. p. 15-32. (Advances in food and nutrition research, v.68).

FERGUSON, A.R.; BOLLARD, E.G. Domestication of the kiwifruit. In: WARRINGTON, I. J.; WESTON, G. C. (Ed.). **Kiwifruit: science and management**. Auckland: Richards Publisher in association with the New Zealand Soc. Hort. Sci., 1990. p.165-246

FERRI, C.P. Enraizamento de estacas de citrus. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 19, n. 1, p. 113-121, 1997.

FERRI, V. C.; KERSTEN, E.; MACHADO, A. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas semilenhosas de kiwi (*Actinidia deliciosa*, A. Chev.) cultivar Hayward. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 2, n. 1, jan. 1996.

FRANCO, J.; Informações dietéticas. In: ANTUNES, M. D. et al (Ed.). **Kiwi: Da produção à comercialização**. Algarve: Gráfica Comercial, 2008. p. 20-23

- FRAZON, R. C. et al. **Produção de mudas:** principais técnicas utilizadas propagação de fruteiras. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2010. (Documentos, 283).
- FERRÃO, J.E.M. **Fruticultura Tropical:** espécies com frutos comestíveis. Lisboa: Instituto de Investigação Científica Tropical, 1999. 621p.
- GIORDANO, L. **O quivi:** variedades, cultura, produção. Portugal: Publicações Europa-América, 1994. 83p.
- HARTMANN, H.T. et al. **Plant propagation:** principles and practices. 8. ed. New Jersey: Englewood, 2011. 900p.
- HINOJOSA G. F.; Auxinas. In: CID L. P. B. (Ed) **Introdução aos hormônios vegetais.** Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2000. p.15-54.
- HUANG, H. **Kiwifruit:** The Genus *Actinidia*. Beijing: Academic Press, 2016. 350p.
- THE INTERNATIONAL PLANT NAMES INDEX. **Plant Name Details.** Disponível em: <<http://www.ipni.org/ipni/idPlantNameSearch.do?id=828396-1>>. Acesso em: 23 dez. 2017.
- LI, J. Q.; LI, X. W.; SOEJARTO, D. D. A revision of the genus *Actinidia* from China. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 753, p. 41-44, 2007.
- MANFROI, V. et al. Efeito do AIB sobre o enraizamento e desenvolvimento de estacas de quivi (*Actinidia deliciosa*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 1, 1997.
- MATTIUZ, B.H.; FACHINELLO, J. C.; Enraizamento de estacas de kiwi *Actinidia deliciosa* (A. Chev) C. F. Liang & A. R. Ferguson var. *Deliciosa*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n.7, p. 503-508, jul. 1996.
- MOHR, H.; SCHOPFER, P. **Plant physiology.** Berlin: Springer-Verlag, 1995. 629p.
- MONTEFIORI, M. et al. Indagini sul colore della polpa dei frutti di alcune specie di *Actinidia*. **Rivista di Frutticoltura e di Orto orioltura**, Bologna, v. 66, n. 10, p. 43-48, Out. 2004.
- NZKGI - New Zealand Kiwifruit Growers). **Kiwifruit Book.** Mount Maunganui, 2016. 93p. Disponível em: <<http://nzkgi.org.nz/wp-content/uploads/2016/12/2016-Kiwifruit-Book.pdf>> . Acesso em : 04 jan. 2018.
- NORBERTO, P. M. **Efeitos da época de poda, cianamida hidrogenada, irrigação a ácido indolbutírico na colheita antecipada e enraizamento de estacas de figueira (*Ficus carica* L.).** 1999. 89 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.
- ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; PINHO, S. Z. Enraizamento de estacas de kiwi (*Actinidia chinensis* Planch cv. Abbott) tratadas com auxinas e boro. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 53, n. 3. P. 462-468, dez. 1995.

- ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. **Aspectos da fisiologia do enraizamento de estacas caulinares**. Jaboticabal: Funep, 1996. 81p.
- PAES, E. G. B. et al. Enraizamento de estacas de kiwizeiro (*Actinidia deliciosa* Lang et Ferguson cv. Bruno) nas quatro estações do ano. **Scientia Agraria**, Piracicaba, v. 4, n. 1-2, 2003.
- PIO, R. et al. Enraizamento de estacas lenhosas de cultivares de kiwizeiro. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.11, p.271-274, mai/jun. 2010.
- PIZZATTO, M. et al. Influência do uso de AIB, época de coleta e tamanho de estaca na propagação vegetativa de hibisco por estaquia. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 4, jul./ago. 2011.
- PONCE, A.; GARDIAZABAL, F. Propagacion del kiwi por estacas. **Revista Frutícola**, Curico, ano 4, n.1, p.17-20, 1983.
- ROBERTS, A. N.; FUCHIGAMI, L. H. Seasonal changes in auxin effects on rooting of Douglas-fir stem cuttings as related to bud activity. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 38, n. 2, p. 215-221, 1973
- SALISBURY, F. B; ROSS; C. W. **Fisiología Vegetal**. México: Iberoamericana, 1992. 682p.
- SAQUET, A. A.; BRACKMANN, A. A cultura do kiwi. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 177-182, 1995. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84781995000100034>>. Acesso em: 01 dez. 2017.
- SCHUCK, E. Quivi: cultivares e propagação. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 5, n. 4, p. 9-18, 1992.
- SILVEIRA, S. V. et al. **Aspectos técnicos da produção de kiwi**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2012. 82 p. (Documentos, 79).
- SILVEIRA, S. V. et al. **Diagnóstico do Sistema de Produção do Quivi em Pomares de Farroupilha/RS**: principais demandas. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2015. 49 p. (Documentos, 93).
- SIMONETTO, P. R.; GRELLMANN, E. O. **Cultivares de kiwi com potencial de produção na região da Serra do Nordeste do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: FEPAGRO, 1998. 19 p. (FEPAGRO Boletim, 7).
- SÔNEGO, O. R. et al. Primeiro relato da murcha-de-*ceratocystis* em kiwi. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 35, p. S233, ago. 2010.
- SOUZA, P. V. D.; MARODIN, G. A. B.; BARRADAS, C. I. N. **Cultura do quivi**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 1996. 104p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 918p.

VALIO, I. F. M. Auxinas. In: FERRI. M. G. (Coord.). **Fisiologia vegetal**. 2 ed. São Paulo: EPU, 1985. v. 2, p,39-72.

WENDLING I.; XAVIER A. Influência do ácido indolbutírico e da miniestaquia seriada no enraizamento e vigor de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, p. 921-930, 2005.

XAVIER, A. **Silvicultura clonal I**: princípios e técnicas de propagação vegetativa. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 64 p. (Caderno Didático, 92).

ZUCCHERELLI, G.; ZUCCHERELLI, G. **La Actinidia (Kiwi)**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1990. 234 p.

3 ARTIGO 1

Propagação de kiwizeiro ‘Bruno’ por estaquia: efeito da época de coleta do material vegetativo e ácido indolbutírico no enraizamento*

* Artigo formatado conforme as normas da Revista Brasileira de Fruticultura.

Propagação de kiwizeiro 'Bruno' por estaquia: efeito da época de coleta do material vegetativo e ácido indolbutírico no enraizamento

RESUMO

No Brasil, o kiwizeiro (*Actinidia* sp) é propagado através da enxertia, com porta-enxertos oriundos de sementes, que pode resultar na perda de características agronômicas de interesse. Uma alternativa é a estaquia, visto ser um método exclusivamente clonal. Dentre os fatores que influenciam neste método de propagação, pode-se citar o estado fisiológico da planta matriz, tipo de estaca, época de coleta e concentração endógena de auxinas. O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito do ácido indolbutírico (AIB) sobre o enraizamento de estacas de kiwizeiro 'Bruno' (*Actinidia deliciosa* [A. Chev] C. F. Liang & A. R. Ferguson), coletadas em quatro épocas do ano. O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em Porto Alegre-RS, com estacas coletadas nos meses de maio, agosto e dezembro de 2016 e março de 2017. Para elaboração das estacas, deixou-se duas gemas, e a metade de uma folha na gema superior. Na base das estacas foram aplicados, durante sete segundos, as seguintes concentrações de AIB: zero, 1.000, 2.000 e 4.000 mg.L⁻¹; na forma de solução hidroalcoólica. Posteriormente, as estacas foram inseridas em caixas de poliestireno expandido, e colocadas em ambiente protegido com sistema de nebulização intermitente. Após 90 dias, avaliou-se a percentagem de estacas enraizadas; percentagem de estacas mortas; percentagem de estacas brotadas; percentagem de estacas com retenção foliar; comprimento médio das três maiores raízes e número de raízes por estaca. Os tratamentos com AIB influenciaram positivamente a percentagem de enraizamento na coleta de maio, com 36,07% de estacas enraizadas na dose de 2.320 mg L⁻¹, e na coleta de dezembro, com uma resposta linear, atingindo 57,59% de enraizamento na concentração de 4.000 mg L⁻¹ de AIB, sendo esta a época de coleta de material vegetativo que se pode obter maior percentagem de estacas enraizadas.

Termos para indexação: *Actinidia deliciosa*; auxinas; AIB; época de coleta.

Propagation of 'Bruno' kiwifruit by cutting: effect of the harvest time and the indolebutyric acid on rooting.

ABSTRACT

In Brazil, the kiwifruit is propagated by grafting, the scion variety onto rootstocks obtained from the seeds. This causes loss of desirable agronomic traits and plants that differ from their mother plants. Propagation by cutting an exclusively clonal method.. However, cuttings may be influenced by factors such as the physiologic condition of the mother plant, type of tissue, harvest time and auxin concentration on rooting of cuttings. The goal of this study was to evaluate the effect of indolebutyric acid (IBA) on rooting of cuttings of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* [A. Chev] C. F. Liang & A. R. Ferguson) cv. 'Bruno' collected in the four seasons of the year. The experiment was carried out at Universidade Federal do Rio Grande do Sul in Porto Alegre, from May 2016 through June 2017. Cuttings were prepared by leaving two buds, keeping half of a leaf in the upper bud, and treated at their base by dipping them in an alcoholic solution of IBA at concentrations 0, 1.000, 2.000 and 4.000 mg L⁻¹ for seven seconds. Treated cuttings were planted in an expanded polystyrene box and placed in an environment with intermittent nebulization system. The percentage of rooted cuttings; percentage of dead cuttings; percentage of sprouted cuttings; percentage of cuttings with leaf retaining; medium-length of the three largest roots and number of roots by cuttings, were evaluated 90 days later treatment. The treatments with IBA influenced positively the percentage of rooting in May, with 36,07% of rooted cutting in a dose at 2.320 mg L⁻¹ and in December, with 57,59% in a concentration of 4.000 mg L⁻¹ of IBA, which is the most appropriate time for collecting the kiwifruit cuttings.

Index terms: *Actinidia deliciosa*; auxin; IBA; cutting time.

INTRODUÇÃO

O kiwizeiro (*Actinidia deliciosa* [A. Chev] C. F. Liang & A. R. Ferguson) é uma frutífera de clima temperado, originária das zonas montanhosas e úmidas do vale do rio Yangtzé, região sudeste da China (HUANG, 2016). Este país, juntamente com Itália, Nova Zelândia e Chile, respondem por mais de 80% da produção mundial de kiwis (FAO, 2018).

No Brasil, a produção concentra-se nos estados da região sul, local onde existem condições edafoclimáticas favoráveis ao seu cultivo (SAQUET & BRACKMANN, 1995). Entretanto, a produção não é suficiente para abastecer o mercado nacional, tendo em vista que o Brasil importa cerca de 26.406 toneladas de kiwis, representando um gasto de aproximadamente 39,5 milhões de dólares (BRASIL, 2018).

Esta situação tende a se acentuar nos próximos anos, pois o recente surgimento da murcha-do-kiwizeiro, causada pelo fungo *Ceratocystis fimbriata* (SONEGO et al., 2010) na principal região produtora, vem causando a redução da produção e área plantada de kiwis (SILVEIRA et al., 2015). Dentre as estratégias adotadas para o controle da referida doença, a seleção e multiplicação de material botânico tolerante à murcha e produção de mudas livres de patógenos, estão entre os principais meios para que se possa estabelecer um novo sistema de produção de kiwi.

Dessa forma, torna-se necessário modificar os métodos convencionais de propagação desta frutífera. No Brasil, o kiwizeiro é multiplicado através da enxertia, com porta-enxertos provenientes de sementes monoembriônicas, oriundas da polinização cruzada, onde a segregação genética origina indivíduos diferentes da planta matriz (SOUZA, MARODIN & BARRADAS, 1996).

A propagação por estaquia, no entanto, possibilita a multiplicação de progênie idêntica à planta matriz, visto ser um método exclusivamente clonal e, portanto, uma forma de perpetuar as características agrônômicas desejáveis (HARTMANN et al., 2011). Dessa forma, através da estaquia se pode propagar material vegetativo resistente a doenças, com possibilidade de ser utilizado tanto

como porta-enxerto em áreas já contaminadas, como no enraizamento direto da copa.

Neste método de propagação, diversos fatores interagem entre si para que ocorra a emissão das raízes. Deve-se determinar a melhor época de coleta e tipo de estaca, dado que a condição morfofisiológica da planta matriz é alterada por variações sazonais (HARTMANN et al, 2011). Também, o balanço de fitohormônios, sobretudo do grupo das auxinas, que são as responsáveis por promover a rizogênese, é modificado ao longo do ano. O enraizamento em estacas pode ser estimulado com a adição exógena de auxinas, principalmente o ácido indol-3-butírico (AIB), que é o mais utilizado, devido a sua estabilidade e efetividade na iniciação dos primórdios radiculares, porém a concentração mais eficiente é variável com a cultivar e o manejo adotados (HINOJOSA, 2000).

‘Bruno’ é a cultivar feminina mais plantada no sul do Brasil. É considerada como tendo elevado vigor e boa adaptação às condições climáticas desta região, com requerimento em frio ao redor de 300 horas. É bastante produtiva, apresentando frutos cilíndricos e alongados, com boas características organolépticas e alto teor de vitamina C, podendo serem armazenados por até 4 meses (SIMONETTO e GRELLMANN, 1998)

Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito do ácido indolbutírico (AIB) sobre o enraizamento de estacas de kiwizeiro ‘Bruno’ (*Actinidia deliciosa* [A. Chev] C. F. Liang & A. R. Ferguson) coletadas em quatro épocas do ano.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em ambiente protegido, no Departamento de Horticultura e Silvicultura da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, localizada em Porto Alegre, RS.

O referido local possui bancadas de alvenaria e cobertura com telhas plásticas transparentes (70% de interceptação luminosa), equipada com sistema de nebulização intermitente, dotada de aspersores do tipo Fogger com quatro saídas, localizados a uma altura de 120 cm das estacas.

A programação da irrigação consistiu em ciclos diferenciados de microaspersão, variando conforme o período do dia e também com a época do ano. Nos meses de novembro a março, no horário das 7 às 19 horas, a irrigação ocorreu durante 15 segundos, em intervalos de 4 minutos; e das 19 até as 7 horas ocorreu durante 15 segundos, em intervalos de 15 minutos. Já, nos meses de abril a outubro, no horário entre as 7 até as 19 horas, o período de irrigação ocorreu durante 15 segundos, em intervalos de 8 minutos; e das 19 horas até as 7 horas, ocorreu durante 15 segundos a cada 25 minutos, de forma a manter a umidade relativa entre 90 a 100%.

O material vegetativo foi obtido de ramos de kiwizeiro da cultivar 'Bruno', provenientes de plantas matrizes pertencentes ao pomar da Estação Experimental Agronômica da UFRGS, localizado em Eldorado do Sul, RS (30°06'31.33" S e 51°40'08.40" O). O referido pomar foi instalado no ano 2000, sendo conduzido em sistema de sustentação em 'T', com espaçamento de 3 metros entre plantas e 5 metros entre linhas. As plantas matrizes receberam adubações e práticas culturais segundo as recomendações para a cultura do kiwizeiro (SOUZA, MARODIN & BARRADAS, 1996). As coletas dos ramos foram realizadas em diferentes períodos, conforme a Tabela 1.

TABELA 1. Datas de instalação, avaliação e duração (dias) dos experimentos de coleta de estacas do kiwizeiro, em diferentes épocas do ano. Porto Alegre, 2018.

	ÉPOCA DO ANO			
	Mai/16	Ago/16	Dez/16	Mar/17
Instalação	13/05/16	15/08/16	16/12/16	13/03/17
Avaliação	15/08/16	16/11/16	16/03/16	05/06/17
Duração (Dias)	94	92	89	92

Nas coletas, realizadas no início da manhã, ramos de no máximo um ano e aproximadamente um metro de comprimento foram removidos das plantas matrizes. Tesouras e demais equipamentos utilizados na operação foram desinfestados previamente com solução de hipoclorito de sódio a 2% de cloro

ativo, quando utilizados em plantas diferentes, para evitar a disseminação de doenças. Após, os ramos foram envoltos com jornal umedecido, imediatamente acondicionados em sacos plásticos com capacidade de 100 L e prontamente transportados para o local de realização do experimento.

Os ramos foram seccionados, e, para confecção das estacas, deixaram-se duas gemas, uma apical e uma basal, medindo cada estaca entre 0,8 a 1 cm de diâmetro e 10 a 15 cm de comprimento. Na parte superior da estaca foi realizado um corte em bisel, a uma distância de aproximadamente 1 cm da gema apical, enquanto que o corte basal foi efetuado a 0,5 cm da gema inferior e de forma transversal à estaca. Também preservou-se a metade da área da folha superior, exceto na coleta realizada no inverno, em que a planta matriz não apresentava folhas, sendo as estacas preparadas sem as mesmas.

O ácido indolbutírico (AIB) foi utilizado na forma de solução hidroalcoólica concentrada. As concentrações variaram de acordo com os tratamentos, sendo obtidas através da dissolução de ácido indol-3-butírico ($C_{12}H_{13}NO_2$) p.a., pureza maior que 98% (NEON[®]), em solvente composto por 52% de álcool etílico (96% v/v), e o restante do volume completado com água deionizada.

Confeccionadas as estacas, o segmento da base de aproximadamente 2 cm de cada uma foi imersa em diferentes concentrações de AIB, por um período de 10 segundos (imersão rápida). Foram testadas as concentrações: zero (água deionizada); 1.000 mg L⁻¹; 2.000 mg L⁻¹ e 4.000 mg L⁻¹ de AIB.

Após a aplicação dos tratamentos, as estacas foram inseridas em bandejas de poliestireno expandido (EPS), contendo 72 células em formato piramidal invertido, com 120 cm³/célula de volume, preenchidas com o substrato casca de arroz carbonizada (CAC) previamente umedecido.

Transcorrido o período de estaquia, de aproximadamente 90 dias, foram realizadas as seguintes avaliações: percentagem de estacas enraizadas; percentagem de estacas mortas (com presença de tecidos necrosados); percentagem de estacas brotadas; percentagem de estacas com retenção foliar (que mantiveram a folha madura inicial); comprimento médio das três maiores

raízes e número médio de raízes primárias por estaca.

O experimento foi conduzido em um delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 4, sendo composto por dois fatores: épocas de coleta (maio, agosto e dezembro de 2016 e março de 2017) e concentrações de AIB (0, 1.000, 2.000, 4.000 mg L⁻¹). O experimento foi constituído de quatro blocos, com doze estacas por parcela, perfazendo um total de 48 estacas por tratamento. Os resultados foram submetidos à análise de variância e, quando apresentaram diferenças significativas pelo teste F, tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Para as concentrações de AIB foram realizadas análises de regressão. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa Assistat 7.7.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que houve interação significativa entre os fatores época de coleta e concentração de AIB para a variável percentagem de estacas enraizadas (Figura 2). As estacas coletadas em dezembro apresentaram índices significativamente superiores, enquanto março foi a época com menor enraizamento. Nas coletas realizadas nos meses de maio e agosto foi verificado enraizamento intermediário. Houve efeito das concentrações de AIB apenas para as coletas realizadas nos meses de maio e dezembro. Em maio, esta variável apresentou um comportamento quadrático positivo, saturando a resposta na concentração de 2.320 mg L⁻¹, com 36,07% de enraizamento; enquanto que em dezembro, foi observada uma resposta linear, atingindo 57,59% de estacas enraizadas na máxima concentração testada (Figura 2).

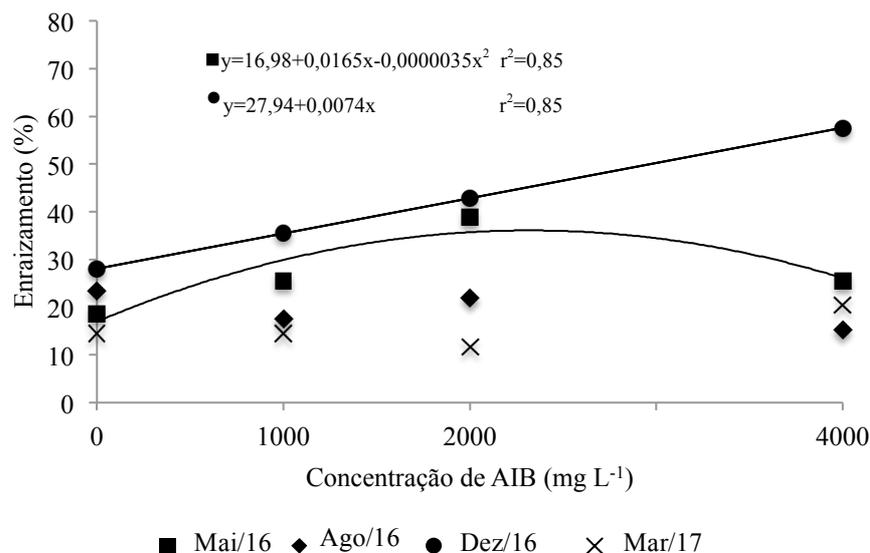


Figura 1. Percentagem de enraizamento de estacas de kiwizeiro 'Bruno', coletadas em quatro épocas do ano e submetidas a tratamento com diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB). Porto Alegre, 2018.

De acordo com Hartmann et al. (2011), para a maioria das espécies caducifólias a resposta ao enraizamento tende a ser maior quando estas são coletadas no período da dormência, no inverno. Entretanto, no presente estudo, esta afirmação não foi constatada, denotando a importância de avaliar qual é a época mais favorável de coleta das estacas para cada genótipo, com a finalidade de se obter maior enraizamento.

Mattiuz & Fachinello (1996) observaram maior enraizamento em estacas de kiwizeiro 'Bruno' e 'Tomuri' coletadas em janeiro, comparativamente com as coletas em abril e junho, semelhante ao verificado neste trabalho. Em contraste, Ono, Rodrigues & Pinho (1996a, 1996b, 1998) obtiveram melhores resultados em estacas coletadas no outono e inverno para as cultivares 'Alisson', 'Hayward' e 'Tomuri', possivelmente por haver sido realizado no estado de São Paulo, onde há menor quantidade de frio hibernal. Segundo Ono & Rodrigues (1996), a importância da época do ano, e conseqüentemente, do estado fisiológico da planta matriz, sobre o processo de indução de raízes adventícias em estacas vem sendo bastante explorada, com resultados muito variáveis. O período do ano altera a resposta ao enraizamento através de mudanças na atividade cambial e no

estado morfofisiológico da planta matriz, modificando os níveis de reguladores de crescimento endógenos e nutricionais, principalmente de carboidratos.

Alguns fatores que podem haver prejudicado o enraizamento nas estacas coletadas em maio, comparativamente às coletadas em dezembro. As baixas temperaturas observadas no período após a instalação do experimento, condição que é característica do sul do Brasil, local onde foi realizado estudo, podem haver inibido a iniciação e desenvolvimento radicular. Além da temperatura, nesse período as plantas caducifólias, como o kiwizeiro, se preparam para entrada em dormência, acumulando maior quantidade de fenóis e inibidores, além de menor atividade de tecidos jovens do floema secundário, raios vasculares e câmbio, resultando em uma menor resposta ao enraizamento (HARTMANN et al., 2011).

Durante o mês de agosto, a planta já está em dormência, com reduzida atividade fisiológica e ramos mais lignificados. Segundo Passardi et al. (2005) o maior grau de lignificação pode estar negativamente correlacionado com as auxinas, pois algumas enzimas, como as peroxidases, atuam tanto na síntese de lignina, como na degradação das auxinas.

Para as concentrações de AIB, é citado na literatura que estacas lenhosas de kiwizeiro nem sempre apresentam bons resultados no que se refere ao enraizamento, mesmo com o emprego de fitorreguladores, sendo os resultados encontrados extremamente variáveis (BASCUÑANA, 1989; CACIOPPO, 1989). Corroboram os resultados do presente estudo, os obtidos Manfroi et al. (1996), que, estudando o efeito das concentrações de 0 a 8.000 mg L⁻¹ de AIB no enraizamento de estacas de kiwizeiro ‘Monty’, coletadas em agosto, também não constataram diferenças significativas entre os tratamentos. Em contraste, Ercisli et al. (2003) e Erturk et al. (2010), em experimentos conduzidos na Turquia, com estacas de ‘Hayward’, coletadas em janeiro e fevereiro, verificaram que concentrações de 4.000 e 6.000 mg L⁻¹ foram as mais efetivas no enraizamento em relação às demais concentrações testadas.

Em relação às estacas coletadas em dezembro, diversos fatores podem haver interagido para uma maior resposta ao enraizamento. Anatomicamente,

quando as estacas são retiradas da planta matriz em períodos de intenso crescimento vegetativo e com a presença de tecidos menos lignificados, as células possuem membrana mais tenra, facilitando a iniciação e emissão de raízes (COUVILLON, 1988).

O maior enraizamento das estacas coletadas em dezembro, também se deve às condições favoráveis de temperatura que foram observadas durante o período de estaquia, para a formação de raízes. Diversos processos bioquímicos são alterados pela temperatura, onde as elevadas aceleram a velocidade das reações e conseqüentemente, o metabolismo, enquanto as baixas as reduzem (BERGAMASCHI & BERGONCI, 2017). De acordo com Hartmann et al. (2011), quando as estacas são submetidas a ambientes com elevada umidade e calor, a emissão de raízes é promovida e atinge maiores percentagens.

Fisiologicamente, na região sul do Brasil, durante a primavera e verão, as plantas apresentam elevada atividade nos tecidos meristemáticos, além de maior número de folhas jovens; locais que são sítios naturais de produção de auxinas e cofatores de enraizamento (FACHINELLO et al., 2005). Este fato é confirmado por Rossal et al. (1997), que, observando os níveis de triptofano durante o ano, em ameixeiras, verificaram que a primavera foi época com máxima concentração deste aminoácido, que posteriormente é convertido em ácido indolacético (AIA), principal auxina endógena presente nos vegetais. Sobre as concentrações de AIB, embora a coleta de dezembro tenha sido a época com melhor resposta ao enraizamento, é imprescindível a aplicação de auxinas, pois o seu uso aumentou em 51,48% a percentagem de estacas herbáceas de kiwizeiro enraizadas em relação ao tratamento sem AIB. Ferri et al. (1996), utilizando estacas coletadas em novembro no sul do Brasil, da cultivar 'Hayward', observaram máximo enraizamento com as doses entre 4.000 e 8.000 mg L⁻¹ de AIB. Também Erturk et al. (2010), em estudo realizado no hemisfério norte e utilizando estacas de 'Hayward', coletadas em junho, obtiveram melhor enraizamento na dose de 4.000 mg L⁻¹, comparativamente às doses de zero e 2.000 mg L⁻¹ de AIB.

A baixa resposta ao enraizamento obtida nas estacas coletadas no mês de março, com média de 15,23%, pode estar relacionada com a elevada carga de

frutos observada na colheita, já que no inverno anterior foram supridas as exigências de horas de frio para a cultivar ‘Bruno’ na região sul do Brasil. Gonzaga Neto et al. (1989), trabalhando com estacas de umbuzeiro, observaram que quando a planta está em frutificação, ocorre uma alteração no teor de reservas do ramo, prejudicando o enraizamento.

Houve efeito da época de coleta das estacas sobre a percentagem de estacas mortas, bem como das doses de AIB, não ocorrendo interação entre os fatores. A coleta realizada no mês de março foi a que apresentou maior mortalidade, e as demais não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 2).

TABELA 2. Percentagem de estacas mortas (EM), que emitiram brotação (EB), retenção foliar (RF), comprimento médio das 3 maiores raízes (CMR), número médio de raízes primárias (NMR) em estacas de kiwizeiro ‘Bruno’ coletadas em diferentes épocas do ano e submetidas a tratamento com AIB. UFRGS, Porto Alegre, RS, 2018.

ÉPOCA DE COLETA	VARIÁVEL ANALISADA				
	EM (%)	EB (%)	RF (%)	CMR	NMR
Mai/16	19,29 b	0 c	20,84 b	3,47 a	2,05 ab
Ago/16	21,55 b	63,52 a	-----	3,48 a	2,22 a
Dez/16	21,86 b	44,09 b	42,77 a	4,03 a	2,27 a
Mar/17	26,66 a	0,0 c	35,87 a	1,92 b	1,68 b

¹Médias seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade;

Como já comentando, durante o mês de março as plantas apresentavam elevada carga de frutos, podendo ocorrer uma competição por fotoassimilados entre os ramos e frutos. Assim, a coleta de estacas nessa época do ano pode resultar em baixo enraizamento e na morte da estaca, estando esses fatores inversamente correlacionados.

Em relação às concentrações de auxinas, a percentagem de estacas mortas aumentou linearmente com o incremento das doses de AIB (Figura 3). Este resultado pode estar relacionado a uma possível toxidez provocada pela absorção

de AIB, como foi observado por diversos autores em várias espécies (LEONEL e RODRIGUES, 1995; BIASI et al., 1997).

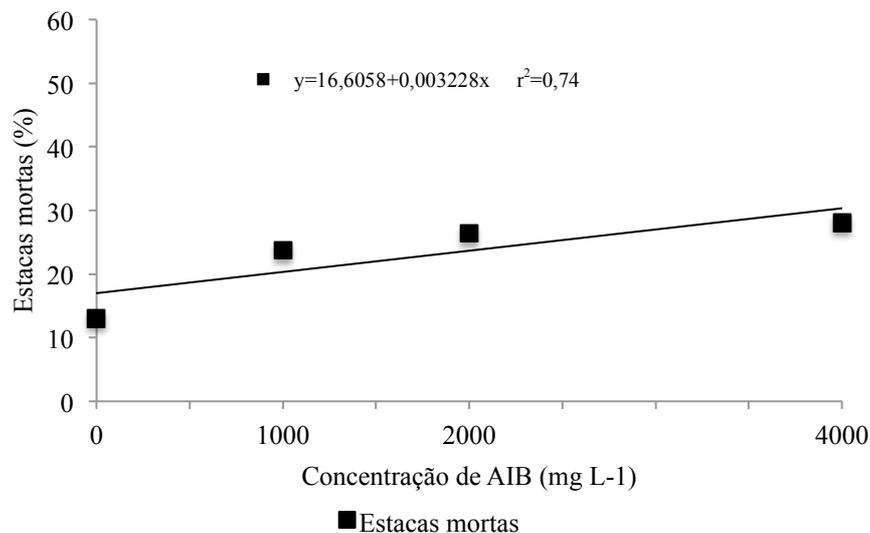


Figura 2. Percentagem de estacas mortas de kiwizeiro 'Bruno', coletadas em quatro épocas do ano e submetidos a tratamento com diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB). Porto Alegre, 2018.

Em relação à brotação, houve diferenças significativas somente para as épocas de coletas, não havendo interação entre os fatores épocas e doses de auxinas. As estacas coletadas em agosto apresentaram maior percentagem de estacas brotadas, enquanto que estacas coletadas nos meses de março e maio não emitiram brotação. Estacas coletadas em dezembro apresentaram valores intermediários (Tabela 2).

Os resultados evidenciam como as condições ambientais, sobretudo a temperatura, exercem efeito sobre a emissão de brotos. A elevação da temperatura após o período de coleta das estacas dormentes em agosto foi favorável ao desenvolvimento da parte aérea das estacas de kiwizeiro. Alley e Christensen (1971), trabalhando com estaquia em videiras, verificaram que quando esta é realizada no final do inverno, resultam em maior enraizamento e brotação, possivelmente porque estes são locais de produção de auxinas endógenas, contribuindo para um maior enraizamento. Isto não foi verificado no presente estudo, pois as estacas que apresentaram maior percentagem de brotação, não tiveram o mesmo desempenho em relação ao enraizamento,

evidenciando um comportamento diferenciado entre as espécies. Possivelmente, quando há emissão de brotação, os carboidratos e reservas presentes na estaca foram translocados para o desenvolvimento da parte aérea em detrimento das raízes, prejudicando sua emissão e formação. Os resultados, assemelham-se ao encontrado por Pio et al. (2010), onde verificaram 100% de brotação em estacas lenhosas de kiwizeiro 'Bruno', mas com o percentagem de enraizamento bastante inferior (46,7%).

Para as estacas que mantiveram as folhas aderidas após o período de estaquia (retenção foliar), houve efeito apenas das épocas de coletas, não ocorrendo interação entre os fatores épocas e concentrações de AIB. Nesta análise, não foi considerada a coleta realizada na estação hiberna, em virtude do kiwizeiro ser uma planta caducifolia.

A coleta realizada nos meses de dezembro e março apresentaram maior percentagem de retenção foliar, comparativamente as que foram coletadas em maio (Tabela 2). Da mesma forma, em dezembro foi observada maior resposta ao enraizamento, denotando que estes fatores estão positivamente correlacionados.

As folhas em estacas são fontes de auxinas e fotoassimilados, sendo estes compostos translocados para a base da estaca, estimulando a rizogênese (COUVILLON, 1988; HARTMANN et al., 2011). Dessa forma, a ausência de folhas pode também haver colaborado para um menor enraizamento das estacas coletadas no inverno, comparativamente com as coletadas na primavera.

Para a variável comprimento médio das 3 maiores raízes, houve efeito apenas da época de coleta de estacas, onde a coleta realizada em março apresentou raízes mais curtas frente às demais (Tabela 2).

O número médio de raízes primárias por estaca sofreu influência tanto da época de coleta, como das concentrações de auxinas, sem apresentar, no entanto, interação entre estes fatores. Na coleta realizada em março foi observada a menor quantidade de raízes por estacas, enquanto as demais épocas estudadas foram superiores, conforme mostrado na Tabela 2.

Observou-se um comportamento linear positivo entre o número médio de raízes primárias e concentrações de AIB testadas, independente da época (Figura 4).

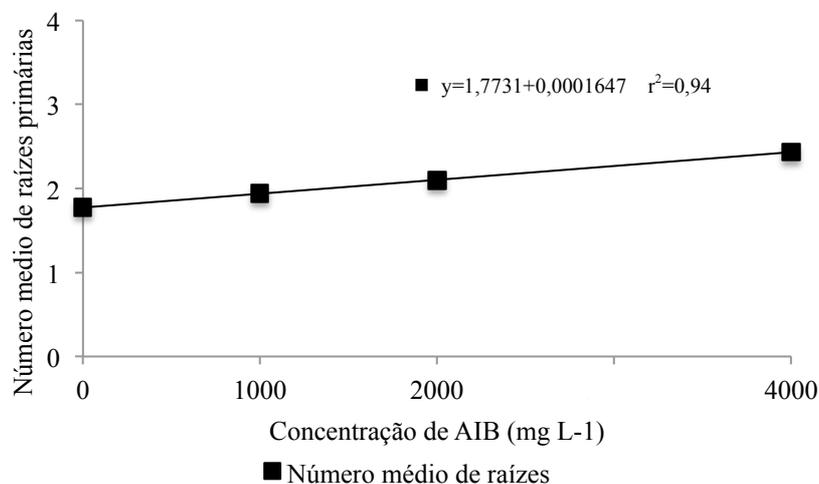


Figura 3. Número médio de raízes primárias em estacas de kiwizeiro ‘Bruno’, coletados em quatro épocas do ano e submetidos a tratamento com diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB). Porto Alegre, 2018.

Mattiuz e Fachinello (1996), obtiveram 3,45 raízes por estaca, quando a coleta foi realizada em janeiro; 3,16 na coleta de abril; e 2,01 raízes por estaca, quando o material vegetativo de kiwizeiro ‘Bruno’ foi retirado em julho, não diferindo estatisticamente entre as épocas, diferentemente do encontrado neste estudo. Para estes autores o AIB aumentou linearmente o número médio de raízes, alcançando cerca de 2,5 raízes por estaca na dose de 8.000 mg L¹. Reduzido número de raízes primárias emitidas em estacas é observado em estacas de kiwizeiro, indicando, talvez, a baixa habilidade desta frutífera em relação à esta variável, podendo resultar em problemas quanto à sobrevivência da muda após o transplante. De acordo com Zietemann e Roberto (2007), a emissão de raízes em maior número pela estaca é de fundamental importância no processo de estaquia. Esta variável é essencial para a formação de um pomar, pois um sistema radicular bem formado aumenta a área de solo a ser explorada, favorecendo a absorção de nutrientes e água, e proporciona um melhor desenvolvimento da muda quando transplantada a campo (FRACARO e

PEREIRA, 2004; CARVALHO JUNIOR, 2009). No entanto, isso pode variar com a espécie, sendo que para kiwiziero, não é relatado na literatura o número mínimo de raízes para a formação de uma muda de qualidade.

Dessa forma, a coleta de estacas na época mais favorável ao enraizamento, associada a utilização de auxinas na dose correta, pode tornar a estaquia um método válido na produção de mudas de kiwizeiro.

CONCLUSÃO

Os tratamentos com AIB influenciam a percentagem de enraizamento das estacas de kiwizeiro ‘Bruno’ coletadas no mês de março, com 36,07% de enraizamento na concentração de 2.320 mg L⁻¹, e, na coleta realizada em dezembro, com uma resposta linear, obtendo-se 57,59% de enraizamento na concentração de 4.000 mg L⁻¹ de AIB.

AGRADECIMENTOS

À Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de mestrado e à Embrapa Uva e Vinho pelo apoio financeiro ao projeto.

REFERÊNCIAS

- ALLEY, C.J.; CHRISTENSEN, L.P. Rooting of maripson seedless cuttings. **Horticultural Abstracts**; East malling, v.41, n.2, p.438, 1971.
- BASCUÑANA CASASÚS, M. **Cultivo de la actinidia-kiwi**. México: Aedos. 1989. 223p.
- BIASI, L. A.; POMMER, C. V.; PINO, P. A. G. S. Propagação de porta-enxertos de videira mediante estaquia semilenhosa. **Bragantia**, Campinas, v. 56, n. 2, p. 367-376, 1997.
- BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J. I. As plantas e o clima: princípios e aplicações. Guaíba: Agrolivros, 2017. 352p.
- BRASIL. Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Balança Comercial Brasileira**. 2017. Disponível em: <<http://aliceweb.mdic.gov.br>>. Acesso em: 19 jan. 2018.

CACIOPPO, O. **O cultivo do quivi**. Lisboa: Presença, 1989. 123p.

CARVALHO JUNIOR, W.G.O.; MELLO, M. T. P.; MARTINS, E. R. Comprimento da estaca no desenvolvimento de mudas de alecrim-pimenta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.7, p.2199-2202, 2009

COUVILLON, G. A. Rooting responses to different treatments. In: **International Symposium on Vegetative Propagation of Woody Species**, 227, 1987. Pisa.

ERCISLI, S., ESITKEN, A., CANGI, R., SAHIN, F. Adventitious root formation of kiwifruit in relation to sampling date, IBA and *Agrobacterium rubi* inoculation. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 41, n. 2, p. 133-137, 2003.

ERTURK, Y., ERCISLI, S., HAZNEDAR, A., CAKMAKCI, R. Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on rooting and root growth of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) stem cuttings. **Biological Research**, Santiago, v. 43, n. 1, p. 91-98, 2010.

FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa, 2005. 221p.

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS) FAOSTAT. **Agricultural production**. 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 21 jan. 2018.

FERRI, V. C.; KERSTEN, E.; MACHADO, A. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas semilenhosas de kiwi (*Actinidia deliciosa*, A. Chev.) cultivar Hayward. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 2, n. 1, 1996.

FRACARO, A.A.; PEREIRA, F.M. Distribuição do sistema radicular da goiabeira 'Rica' produzida a partir de estaquia herbácea. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.183-185, 2004.

GONZAGA NETO, L.; LEDERMAN, I. E.; BEZERRA, J. E. F. Estudo de enraizamento de estacas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 11, n. 1, p. 31-33, 1989.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JUNIOR, F.T.; GENIVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices**. 8. ed. New Jersey: Englewood, 2011. 900p.

HINOJOSA G. F.; Auxinas. In: CID L. P. B. (Ed) **Introdução aos hormônios vegetais**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2000. p.15-54.

HUANG, H. **Kiwifruit: The Genus Actinidia.** Beijing: Academic Press, 2016. 350p

LEONEL, S. & RODRIGUES, J.D. Efeito da época de estaquia, fitorreguladores e ácido bórico no enraizamento de estacas de porta-enxertos de videira. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 50 n. 1, p. 27-32, 1993.

MACHADO, M. P., BIASI, L. A., RITTER, M., RIBAS, L. L. F., KOEHLER, H. S. Multiplicação *in vitro* do porta-enxerto de videira'VR043-43' (*Vitis vinifera* x *Vitis rotundifolia*). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 4, p. 648-655, 2006.

MANFROI, V.; FRANCISCONI, A. H. D.; BARRADAS, C. I. N.; SEIBERT, E. Efeito do AIB sobre o enraizamento e desenvolvimento de estacas de quiwi (*Actinidia deliciosa*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 1, 1997.

MATTIUZ, B.H.; FACHINELLO, J. C.; Enraizamento de estacas de kiwi *Actinidia deliciosa* (A. Chev) C. F. Liang & A. R. Ferguson var. *Deliciosa*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n.7, p. 503-508, 1996.

ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. **Aspectos da fisiologia do enraizamento de estacas caulinares**. Jaboticabal: Funep, 1996. 81p.

ONO, E.; RODRIGUES, J. D.; PINHO, S. Z. Efeito de reguladores vegetais sobre o enraizamento de estacas de kiwi (*Actinidia chinensis* Planch. cv Alisson). **Semina: Ciencia Agrária**. Londrina, v.17, n.1, p.65-71, 1996a.

ONO, E.; RODRIGUES, J. D.; PINHO, S. Z. Efeito da interação de boro e auxinas sintéticas no enraizamento de estacas caulinares de kiwi (*Actinidia chinensis* Planch. cv. Hayward). **Biotemas**, Florianópolis, v.9, n.1, p.65-80, 1996b.

ONO, E.; RODRIGUES, J. D.; PINHO, S.; Z. Efeito de auxinas e boro no enraizamento de estacas caulinares de kiwi retiradas em diferentes épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 2, p. 213-219, 1998.

PASSARDI, F.; COSIO, C.; PENEL, C.; DUNAND, D. Peroxidases have more functions than a Swiss army knife. **Plant Cell Reports**, Berlin, v. 24, n. 5, p.255-265, 2005.

PIO, R.; COSTA, F.C.; CURI, P.N.; MOURA, P.H.M. Enraizamento de estacas lenhosas de cultivares de kiwizeiro. **Scientia Agraria**, v.11, p.271-274, 2010.

ROSSAL, P. A. L.; KERSTEN, E.; CONTER, P. F. Estudo comparativo da evolução do nível de triptofano em ramos de ameixeira (*Prunus salicina* Lindl.). **Scientia Agricola**, v. 54, n. 3, p. 174-177, 1997.

SAQUET, A. A.; BRACKMANN, A.; A cultura do kiwi. **Ciência. Rural**, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 177-182, 1995. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84781995000100034>>. Acesso em: 01 de dez. 2017.

SILVEIRA, S. V.; GARRIDO, L. R.; GAVA, R.; SANTOS, R. S. S.; GIRARDI, C. L.; NICKEL, O.; LAZZAROTTO, J. J.; FIORAVANÇO, J. C. **Diagnóstico do Sistema de Produção do Quivi em Pomares de Farroupilha/RS: Principais Demandas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2015. 49 p. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 93).

SIMONETTO, P. R.; GRELLMANN, E. O. **Cultivares de kiwi com potencial de produção na região da Serra do Nordeste do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: FEPAGRO, 1998. 19 p. (FEPAGRO Boletim, 7).

SÔNEGO, O. R.; FERREIRA, M. A.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M.; GAVA, R.; GARRIDO, L. da R.; ALFENAS, A. C. Primeiro relato da murcha-de-ceratocystis em kiwi. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 35, p. S233, 2010.

SOUZA, P. V. D.; MARODIN, G. A. B.; BARRADAS, C. I. N. **Cultura do quivi**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 1996. 104p.

ZIETEMANN; C.; ROBERTO, S. R. Efeito de diferentes substratos e épocas de coleta no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira, cvs. Paluma e Século XXI. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 1, p. 031-036, 2007.

4 ARTIGO 2

Enraizamento de estacas herbáceas de quatro genótipos de kiwizeiro submetidas a tratamento com ácido indolbutírico*

* Artigo formatado conforme as normas da revista Bragantia.

Enraizamento de estacas herbáceas de quatro genótipos de kiwizeiro submetidas a tratamento com ácido indolbutírico

RESUMO

A estaquia é uma alternativa para a propagação de kiwizeiro, seja para obtenção de porta enxerto, como para enraizamento direto da variedade copa. Por ser um método exclusivamente clonal, resulta em plantas mais homogêneas no pomar. O estudo teve como objetivo avaliar o enraizamento de estacas herbáceas de quatro genótipos de kiwizeiro (*Actinidia deliciosa* [A. Chev] C. F. Liang & A. R. Ferguson e *Actinidia chinensis* Planch) submetidas a tratamento com diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB). Foi utilizado material vegetativo das cultivares ‘Bruno’, ‘Elmwood’ e ‘Matua’ provenientes do município de Eldorado do Sul – RS e ‘MG06’, proveniente de Farroupilha – RS, coletadas em dezembro de 2016. Para confecção das estacas, deixou-se duas gemas e metade da área de uma folha madura. Posteriormente, a base das mesmas foram imergidas em solução hidroalcoólica, nas concentrações de zero, 1.000, 2.000, 4.000, 6.000 e 8.000 mg L⁻¹ de AIB e, após, foram inseridas em bandejas de poliestireno expandido e colocadas em casa de vegetação com sistema de nebulização intermitente. Transcorridos 90 dias, realizou-se as seguintes avaliações: percentagem de estacas enraizadas; percentagem de estacas com calos; percentagem de estacas com folhas retidas; comprimento médio das três maiores raízes; número médio de raízes e massa da matéria seca de raízes. O potencial de enraizamento é dependente do genótipo, sendo superior em ‘MG06’ e ‘Bruno’. O AIB permite incrementar o enraizamento, sendo que com a concentração de 4.640 mg L⁻¹ pode-se obter até 48,9% de estacas herbáceas enraizadas, além de aumentar a qualidade das mudas de kiwizeiros produzidas por estaquia.

Palavras chave: *Actinidia deliciosa*, *Actinidia chinensis*, kiwi, propagação vegetativa, estaquia.

**Rooting of herbaceous cuttings of four kiwifruit genotypes submitted to
indolebutyric acid treatment**

ABSTRACT

Kiwifruit is usually propagated by cuttings to obtain rootstocks or directly rooting of scions. Clonal propagation methods avoid loss of desirable agronomic characteristics and ascertain more homogeneous plants in the orchard. This study was set up was to evaluate the rooting of herbaceous cuttings of four kiwifruit genotypes ((*Actinidia deliciosa* [A. Chev] C. F. Liang & A. R. Ferguson and *Actinidia chinensis* Planch) treated with different concentrations of indolebutyric acid (IBA). Vegetative material of cvs. 'Bruno', 'Elmwood' and 'Matua' cultivars from Eldorado do Sul - RS and 'MG06' from Farroupilha - RS, collected in December 2016 were used. Cuttings were left with two buds and half the area of a mature leaf, and treated at their base by dipping them in an alcoholic solution of IBA at concentrations 0, 1000, 2000, 4000, 6000 and 8000 mg.L⁻¹ for seven seconds.. Treated cuttings were planted in an expanded polystyrene box containing as substrate of carbonized rice hull, and placed in a greenhouse with intermittent nebulization. After 90 days, the following variables were evaluate: percentage of rooted cuttings; percentage of calluses; percentage of leaf retention per cutting; average length of the three largest roots; average number of roots and dry matter mass of roots. Cuttings of 'MG06' and 'Bruno' had the highest percentage of rooting and, 'Matua', the lowest. In relation to IBA concentrations, saturation of the response was observed at 4.640 mg L⁻¹, whit 48.94% of rooting recorded.

Key Words: *Actinidia deliciosa*, *Actinidia chinensis*, kiwifruit, IBA, vegetative propagation, cuttings.

INTRODUÇÃO

O gênero *Actinidia* tem como centro de origem o vale do rio Yangtzé, no sudeste da China, abrangendo diversas espécies, dentre as quais *Actinidia deliciosa* [A. Chev] C. F. Liang & A. R. Ferguson e *Actinidia chinensis* Planch, conhecidas como kiwi (Ferguson, 2013).

São espécies consideradas funcionalmente dioicas, apresentando plantas que atuam como femininas, devido a produção de pólen estéril, e plantas que se comportam como masculinas, pois os ovários das flores são atrofiados (Cacioppo, 1989).

No Brasil, durante a década de 1990 houve um grande interesse pelo gênero, principalmente nos estados da região sul. Mostrou-se como uma alternativa às culturas tradicionais, apresentando alto potencial produtivo, baixos custos de produção, rusticidade e elevado preço de comercialização (Souza et al., 1996).

Contudo, o recente surgimento da murcha-do-kiwizeiro (*Ceratocystis fimbriata*) (Sonego et al., 2010), aliada à carência de informações sobre tecnologias de produção nas diversas fases do cultivo, como manejo fitotécnico, propagação e produção de mudas; têm causado a redução da área plantada e ameaçado, inclusive, a sobrevivência da cultura nas regiões produtoras (Silveira et al., 2012).

Dentre as estratégias adotadas para o controle da referida doença, a seleção e multiplicação de material botânico tolerante à murcha, além da produção de mudas livres de patógenos, estão entre os principais meios para que se possa estabelecer um novo sistema de produção de kiwi, possibilitando que a cultura alcance um nível tecnológico superior.

No Brasil, a enxertia da copa em porta-enxertos oriundos de sementes monoembriônicas, provenientes da polinização cruzada, é o principal método de

propagação do kiwizeiro, fato que resulta na variabilidade genética dos porta-enxertos, podendo, inclusive, resultar em diferenças morfológicas e fisiológicas entre plantas no pomar (Souza et al, 1996).

A estaquia pode ser uma alternativa viável, pois apresenta as vantagens se obter uma grande quantidade de mudas a partir de uma única planta matriz, ser de fácil e rápida execução, além de conferir maior uniformidade às plantas, por ser um método exclusivamente clonal, onde não ocorre perda das características agronômicas desejáveis (Fachinello et al., 2005). Dessa forma, a estaquia pode ser uma alternativa viável para propagação de material tolerante à murcha-do-kiwizeiro, com a possibilidade de ser utilizado tanto como porta-enxerto, como no enraizamento direto da copa.

Diversos fatores atuam para que ocorra sucesso ou fracasso no enraizamento em estacas. Dentre eles, o fator genético, um dos mais significativos, já que a capacidade de uma estaca em emitir raízes é variável com a espécie e mesmo entre cultivares da mesma espécie (Loach, 1988; Couvillon, 1988; Hartmann et al., 2011).

A aplicação exógena de fitorreguladores, sobretudo do grupo das auxinas, é uma forma de estimular a formação de raízes adventícias em estacas. O ácido indolbutírico (AIB) é a auxina mais utilizada, sendo que a concentração ideal para aplicação é dependente do genótipo (Couvillon, 1988; Hinojosa, 2000).

Entre as cultivares produzidas no sul do Brasil, 'Bruno' é a mais plantada, apresentando elevada rusticidade e produzindo frutos com alto teor de vitamina C. A cultivar 'Elmwood' destaca-se pela produtividade e frutos de elevado tamanho, com médio requerimento em frio hibernal. A cultivar 'MG06' (*A. chinensis* Planch), diferentemente das anteriores, produz frutos de polpa amarelada, bastante doces e aromáticos, sendo descrita como tendo boa adaptação, devido à reduzida exigência em

frio hibernal. 'Matua' é uma cultivar polinizadora, cuja floração começa precocemente, estendendo-se até o florescimento da maioria das cultivares produtoras (Simonetto e Grellmann, 1998; Silveira et al., 2012).

O presente estudo teve como objetivo avaliar o enraizamento de estacas herbáceas de quatro genótipos de kiwizeiro (*Actinidia deliciosa* [A. Chev] C. F. Liang & A. R. Ferguson e *Actinidia chinensis* Planch) submetidas a diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB).

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido entre dezembro de 2016 e março de 2017, em ambiente protegido, nas dependências do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS.

O material propagativo utilizado no estudo foi coletado no início do mês de dezembro de 2016. Foram utilizados ramos oriundos de brotações herbáceas do ano das cultivares femininas 'Bruno', 'Elmwood' e da cultivar polinizadora 'Matua', obtidas da coleção de kiwizeiros da Estação Experimental Agronômica da UFRGS, localizada em Eldorado do Sul - RS (30°06'31.33" S e 51°40' 08.40" W). Também foi avaliada a cultivar feminina 'MG06', proveniente de pomar comercial localizado no município de Farroupilha - RS (29° 08' 58'' S e 51° 24' 46.8'' W). No momento da coleta, as plantas matrizes estavam em estágio de pleno crescimento vegetativo, com ramos apresentando elevada atividade fisiológica.

Coletou-se ramos de aproximadamente 1 m de comprimento, que foram envoltos em jornal umedecido, colocados dentro de sacos plásticos de 100 L e rapidamente transportadas para o ambiente protegido.

Este local constitui-se de uma estrutura coberta com telhas plásticas transparentes (70% de interceptação luminosa) e equipada com sistema de nebulização intermitente, dotado de aspersores do tipo Fogger, com quatro saídas, localizados a uma distância de 120 centímetros acima das estacas. Os ciclos de irrigação constaram de 15 segundos, em intervalos de 4 minutos, durante o período diurno (7 às 19 horas), e de 15 segundos, em intervalos de 15 minutos, para o período noturno (19 às 7horas), de forma a manter uma fina película de água sobre a superfície das folhas. A temperatura e umidade foram monitoradas durante todo o experimento, com dados obtidos através de termo-higrômetro digital AKSO® (Figura 1).

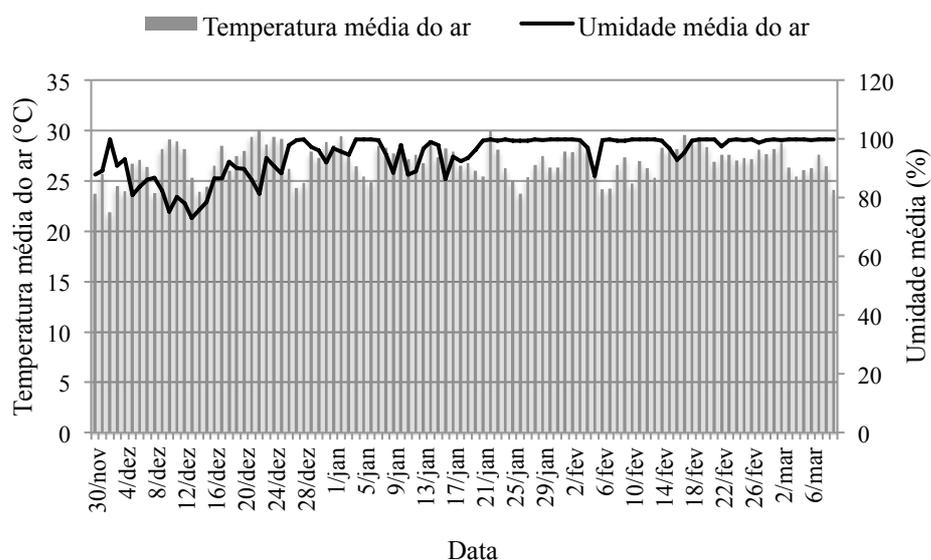


Figura 1. Dados diários de temperatura e umidade média do ar no interior da câmara de nebulização, no período entre 01 de dezembro de 2016 e 07 de março de 2017. Porto Alegre, 2018.

As estacas herbáceas foram retiradas da parte mediana dos ramos e preparadas deixando-se duas gemas e metade da área de uma folha madura. O comprimento médio de cada uma foi de 12 cm e diâmetro de aproximadamente 0,8 cm. Na parte superior da estaca foi realizado um corte em bisel, assim como um corte transversal na base da

mesma, logo abaixo da gema.

Em seguida, imergiu-se aproximadamente 2 cm da base de cada estaca em diferentes concentrações de AIB (ácido indolbutírico), por um período de 7 segundos. O fitorregulador foi utilizado na forma de solução hidroalcoólica, com concentrações variando conforme os tratamentos: zero; 1000 mg L⁻¹; 2000 mg L⁻¹; 4000 mg L⁻¹; 6000 mg L⁻¹ e 8000 mg L⁻¹ de AIB, as quais foram obtidas através da dissolução de ácido indol-3-butírico (C₃ H₁₃ NO₂) p.a, com 98% de pureza, produzido pela NEON[®], em solvente composto por 52% de álcool etílico (p.a. de 96% de pureza), e posteriormente, completado o restante do volume desejado com água deionizada.

Imediatamente após a aplicação dos fitorreguladores, as estacas tiveram 1/3 do seu comprimento, a partir da base, inseridas em bandejas de poliestireno expandido (EPS), com 72 células, e volume de 120cm³ por célula, contendo como substrato casca de arroz carbonizada (CAC).

Transcorridos 90 dias da instalação do experimento, foi verificado o efeito da auxina sobre o processo de formação das raízes adventícias. Para tanto, foram realizadas as seguintes avaliações: - percentagem de estacas enraizadas (estacas com pelo menos um primórdio radicial de, no mínimo, 1 mm de comprimento, podendo ou não apresentar calos); - percentagem de estacas com calos (estacas que apresentavam tecidos com massa celular indiferenciada); - percentagem de estacas com folhas (estacas que mantiveram a folha aderida após o período de estaquia);- comprimento médio das três maiores raízes (média do comprimento das três raízes mais longas por estaca enraizada); - número médio de raízes (média do número total de raízes por estaca enraizada).

Posteriormente, foi avaliada a massa seca das raízes. Para tanto, foi realizada lavagem das raízes com água corrente, para retirada de substrato aderidos às mesmas, e

o seu destacamento do ramo com auxílio de estilete. Após, as raízes foram acondicionadas em embalagens de papel e colocadas para secagem em estufa com circulação forçada de ar, regulada a uma temperatura de 65°C, até peso constante.

Os dados foram analisados segundo delineamento de blocos ao acaso, com arranjo fatorial (4 x 6), sendo 4 genótipos e 6 concentrações de AIB, 4 blocos por combinação, e as unidades experimentais formadas por 12 estacas. Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando apresentaram diferenças significativas pelo teste F, tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro. Para a verificação do efeito das concentrações de AIB, foi realizada análise de regressão. Os dados originais das variáveis expressas em porcentagem foram transformados pela fórmula $\arcsen\sqrt{x/100}$; e as oriundas de contagem pela $\sqrt{x+1}$. Para a variável massa seca de raízes não foi realizada transformação. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa computacional Assisat 7.7.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O enraizamento das estacas sofreu influência dos genótipos e das concentrações de AIB, não havendo interação entre os fatores. Estacas da cultivar ‘MG06’ e ‘Bruno’ foram as que apresentaram maior porcentagem de enraizamento e, as da cultivar ‘Matua’, a menor. Estacas de ‘Elmwood’ apresentaram um enraizamento intermediário às anteriores (Tabela 1).

Zengİnbal e Özcan (2013), em estudos realizados na Turquia com estacas lenhosas da cultivar ‘Matua’, obtiveram 48% de enraizamento na concentração de 4000 mg L⁻¹, e 83% com 6000 mg L⁻¹ de AIB. Já Paes et al. (2003), citando Ono et al. (1995a), relatam baixa porcentagem de enraizamento na cultivar ‘Matua’ com estacas retiradas na estação primaveril, havendo um enraizamento máximo de 10% utilizando

ANA (ácido naftaleno acético) veiculado na forma de talco. Essa variabilidade nos resultados são um indicativo da importância da seleção do tipo de ramo para confecção de estacas.

Tabela 1. Percentagem de estacas enraizadas (PEE), com calos (PEC), estacas com retenção foliar (RF), comprimento médio das três maiores raízes (CMR) de diferentes genótipos de kiwizeiro. Porto Alegre, 2018.

GENÓTIPO	VARIÁVEL ANALISADA*			
	PEE (%) ¹	PEC (%) ¹	RF (%) ¹	CMR ²
‘MG06’	35,85 a*	26,00 ^{ns}	42,66 a	2,78 c
‘Bruno’	32,97 ab	19,63	35,34 ab	3,82 b
‘Elmwood’	25,77 bc	17,01	29,50 b	4,76 a
‘Matua’	20,54 c	18,12	14,53 c	3,83 b

^{ns} não significativo; * Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. ¹Dados transformados pelo $\arcsen\sqrt{x/100}$; ²Dados transformados pela $\sqrt{x+1}$.

O efeito das auxinas na rizogênese em estacas é altamente dependente do genótipo, pois este processo é direta ou indiretamente controlado por genes (Haissig e Reimenschneider, 1988; Mudge, 1988). No entanto, os aspectos genéticos que influenciam na formação de raízes adventícias ainda são pouco estudados. A capacidade de uma estaca em emitir raízes é variável com a espécie e a cultivar, podendo ser classificadas de fácil, médio ou difícil enraizamento; ainda que a rizogênese seja modificada pela interação de diversos fatores, e não somente o potencial genético (Fachinello et al., 2005). Outro fator que pode haver contribuído para as diferenças encontradas entre os genótipos, é a presença ou não de cofatores de enraizamento nos tecidos, que também é variável com a espécie e dentro da espécie (Wang & Anderson, 1989).

Observou-se um padrão de comportamento quadrático para o percentual de

enraizamento em relação às doses de AIB (Figura 2), onde uma máxima eficiência foi obtida com as concentrações de 4.640 mg L⁻¹ de AIB e, após, passou a ser prejudicial.

Verifica-se, ainda, que o enraizamento médio das estacas herbáceas em ausência de AIB foi de apenas 16,41%, enquanto que com a utilização de auxinas atingiu 48,94%. Isso demonstra a importância da correta escolha da dose de auxina exógena, pois significa maior eficiência e economicidade.

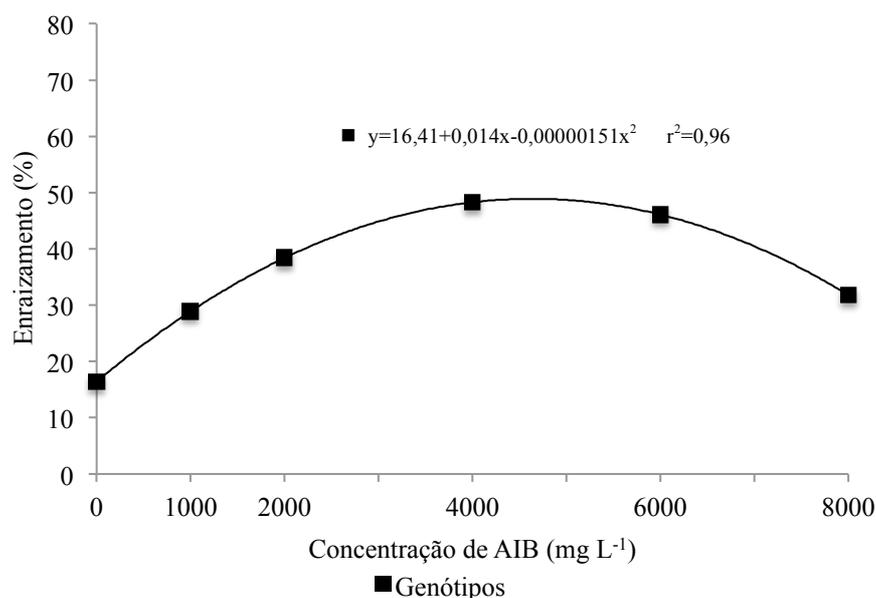


Figura 2. Percentagem de enraizamento de estacas de kiwizeiro (média de quatro genótipos), submetidas a tratamento com diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB). Porto Alegre, 2018.

Rathore (1984), avaliando o enraizamento de estacas da cultivar ‘Alisson’, constatou que a concentração mais efetiva foi de 5.000 mg L⁻¹ de AIB, obtendo resultados semelhantes ao presente estudo, portanto.

De acordo com Fachinello et al. (2005), quando são utilizadas auxinas exógenas, há um aumento no enraizamento até um valor máximo, a partir do qual, qualquer incremento tem efeito inibitório. Da mesma forma, Jarvis (1986), comenta que altas concentrações de auxinas podem resultar em inibição no enraizamento, corroborando

com o presente estudo.

Embora ‘Matua’ tenha apresentado baixo enraizamento, esta é uma cultivar polinizadora, recomendando-se o seu plantio na proporção entre 1:5 (masculina:femininas) a 1:8 no pomar (Souza et al, 1996), sendo, portanto, muito importante sua oferta pelos viveiristas, pois são imprescindíveis para viabilizar pomares altamente produtivos.

A formação de calo na base das estacas apresentou um modelo linear decrescente em relação às concentrações de AIB aplicadas (Figura 3). A presença de calo foi semelhante entre os diferentes genótipos (Tabela 1).

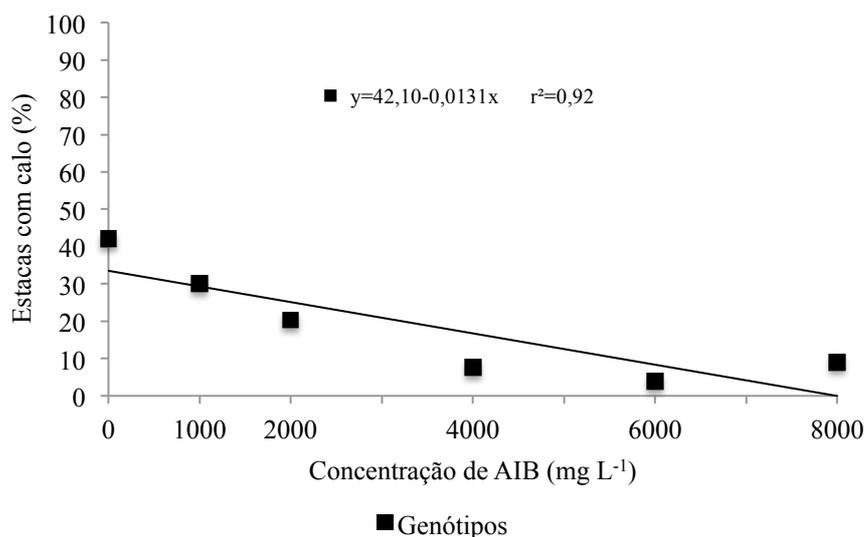


Figura 3. Percentagem de formação de calo em estacas de kiwizeiro (média de quatro genótipos), submetidas a tratamento com diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB). Porto Alegre, 2018.

Mattiuz e Fachinello (1996), da mesma forma, não encontraram diferenças significativas em percentagem de formação de calos entre cultivares ‘Bruno’ e ‘Tomuri’ coletadas em diferentes épocas, verificando uma relação inversa entre enraizamento e formação de calos.

O corte realizado na base da estaca provoca um dano nos feixes vasculares, ocorrendo, posteriormente, a formação de uma massa celular de parênquima para constituir o tecido de cicatrização (calo). A formação de calo e raízes podem ser processos totalmente independentes, podendo o calo ser um indício da formação de raízes ou ser um processo anterior (Hartmann et al, 2011). No presente estudo verificou-se que as raízes surgiram predominantemente nos locais onde foram realizados os cortes ou logo acima deles, mas nunca nos calos (Apêndice 2).

As concentrações de AIB não influenciaram o percentual de estacas que mantiveram as folhas retidas após o período de estaquia. Em relação aos genótipos, ‘Matua’ foi o que apresentou maior percentagem de estacas que perderam as folhas, enquanto que para ‘MG06’ foi observado o contrário (Tabela 1). A retenção foliar correlacionou-se estreita e positivamente com o percentual de enraizamento, denotando a importância da presença de folhas maduras na estaquia herbácea. Auxinas, como o AIB, sobretudo quando utilizadas em altas concentrações, podem induzir a abscisão foliar pela produção de etileno (Trueman e Adkins, 2013), entretanto, esse comportamento não foi observado no presente estudo.

As folhas da cultivar ‘Matua’, no momento da coleta, apresentavam características morfofisiológicas, como turgor, idade e sanidade, semelhante às demais cultivares avaliadas. Entretanto, nos dias iniciais da instalação do experimento, apresentaram murcha, com posterior necrose e abscisão da estaca. Este comportamento não foi observado com a mesma intensidade nos demais genótipos avaliados. Possivelmente, fatores genéticos estão ligados à retenção foliar, tendo em vista que a cultivar ‘MG06’ é da espécie *A. chinensis*, enquanto ‘Matua’ é uma cultivar polinizadora, da espécie *A. deliciosa*, podendo, talvez, haver sofrido um processo de seleção menos intenso em relação às demais. De acordo com Ono & Rodrigues (1996),

a folha pode servir como fonte de amido, que é translocado até a base da estaca. Da mesma forma, a presença de folhas nas estacas torna-se indispensável para a formação de raízes, pois é um sítio de produção de auxinas e outros reguladores de crescimento (Hartmann et al., 2011).

Em relação ao comprimento médio das 3 maiores raízes por estaca, observou-se diferenças significativas entre as doses de AIB e entre genótipos, porém não houve interação entre os fatores. A cultivar ‘Elmwood’ foi a que apresentou raízes mais longas, enquanto ‘MG06’ mais curtas, sendo observado comprimento intermediário nas demais cultivares (Tabela 1).

Esta variável apresentou um comportamento quadrático positivo em relação às doses de auxinas, saturando a resposta na concentração 4.515 mg L⁻¹ de AIB (Figura 5).

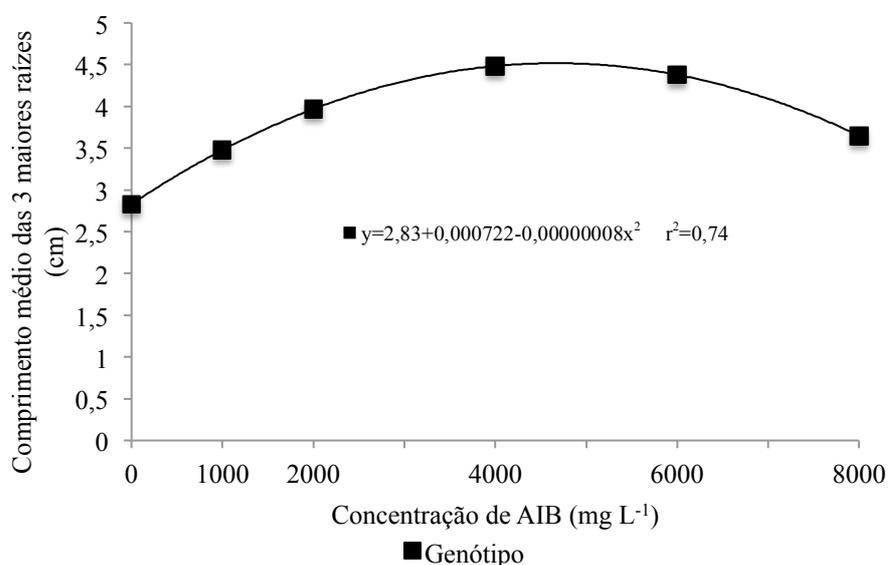


Figura 4. Comprimento médio das três maiores raízes por estaca (média de quatro genótipos) de kiwizeiro, submetidas a tratamento com diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB). Porto Alegre, 2018.

Os resultados do presente estudo corroboram com os obtidos por Biasi et al. (1990) e Üçler et al (2004), que, utilizando estacas da cultivar ‘Hayward’ em ambos

trabalhos, coletadas no verão, encontraram o maior comprimento da raiz nas estacas tratadas com 6.000 mg L^{-1} de AIB.

No que concerne ao número médio de raízes primárias emitidas por estaca, verificou-se efeitos significativos entre as concentrações de auxinas e genótipos, havendo interação entre os fatores (Figura 5). Esta variável incrementou linearmente com as concentrações de AIB nas cultivares ‘Bruno’, ‘MG06’ e ‘Matua’. Para ‘Elmwood’, foi observado um comportamento quadrático, onde o número de raízes foi crescente até a dose de 4.308 mg L^{-1} , a partir da qual, reduziu (Figura 5).

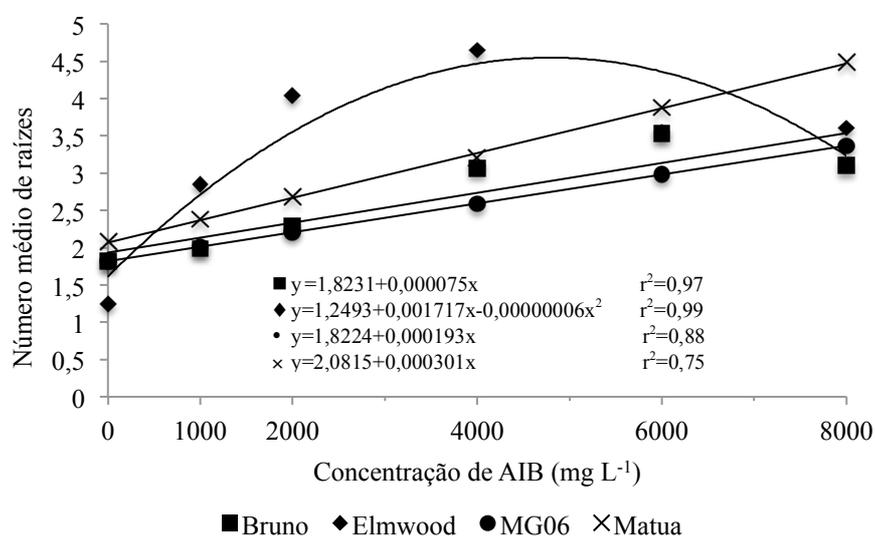


Figura 5. Número médio de raízes primárias por estaca, em quatro genótipos de kiwizeiro, submetidas a tratamento com diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB). Porto Alegre, 2018.

Observa-se que ‘Elmwood’ e ‘Matua’ chegaram a apresentar 4,5 raízes por estaca na dose mais efetiva, enquanto que ‘Bruno’ e ‘MG06’ apresentaram até 3,5 raízes por estaca.

Biasi et al. (1990), trabalhando com estacas de ‘Hayward’, coletadas no início de do mês de julho, na Itália, obtiveram resultados semelhantes aos do presente estudo, com efeito mais pronunciado para esta variável nas estacas tratadas com 6.000 mg L^{-1}

de AIB. Um reduzido número de raízes primárias emitidas em estacas é verificado nos diferentes genótipos de kiwi, indicando a baixa habilidade desta frutífera em relação à esta variável. Por exemplo, Pio et al. (2010) observaram que a cultivar ‘Alisson’ emitiu 3,3 raízes por estaca lenhosa (enraizamento 72,5%), enquanto que ‘Tomuri’ e ‘Bruno’ apresentaram 2,0 raízes (35% e 46,7% de enraizamento, respectivamente), mesmo com a utilização de auxina. Mattiuz e Fachinello (1996), observaram um efeito positivo da aplicação de AIB para o número de raízes por estacas de ‘Bruno’, obtendo aproximadamente 3 raízes por estaca na concentração mais efetiva de auxina. Na literatura, não há trabalhos que especifiquem comprimento e número de raízes em estacas de kiwizeiro necessários para a formação de uma muda de qualidade. Para frutíferas em geral, durante o período de enraizamento, a qualidade do sistema radicular esta indiretamente relacionada com número de raízes emitidas por estaca, sendo um indicativo da capacidade da muda ter um melhor desenvolvimento inicial quando é transplantada para o pomar, e, resultando em maior produtividade (Fachinello, 2005).

Verificou-se uma interação significativa entre os genótipos e as concentrações de auxinas para o fator massa seca média de raízes. Nas estacas das cultivares ‘Bruno’ e ‘Elmwood’ houve um comportamento quadrático em relação aos incrementos nas doses de AIB, enquanto para as demais cultivares não houve efeito significativo da aplicação de auxinas (Figura 6). Entre os genótipos, ‘MG06’ apresentou menor massa de matéria seca de raízes, comparativamente aos demais (Figura 6). Manfroi et al. (1997) encontraram um aumento linear na massa seca de raízes em estacas semilenhosas da cultivar ‘Monty’, com o incremento das doses de AIB até 8000 mg L⁻¹. Rathore (1984), no entanto, obteve resultados semelhantes para a cultivar ‘Abbott’ aos verificados neste estudo para ‘Bruno’ e ‘Elmwood’, onde relatou aumento da matéria seca de raízes até a concentração de 5.000 mg L⁻¹, e redução nas concentrações mais elevadas.

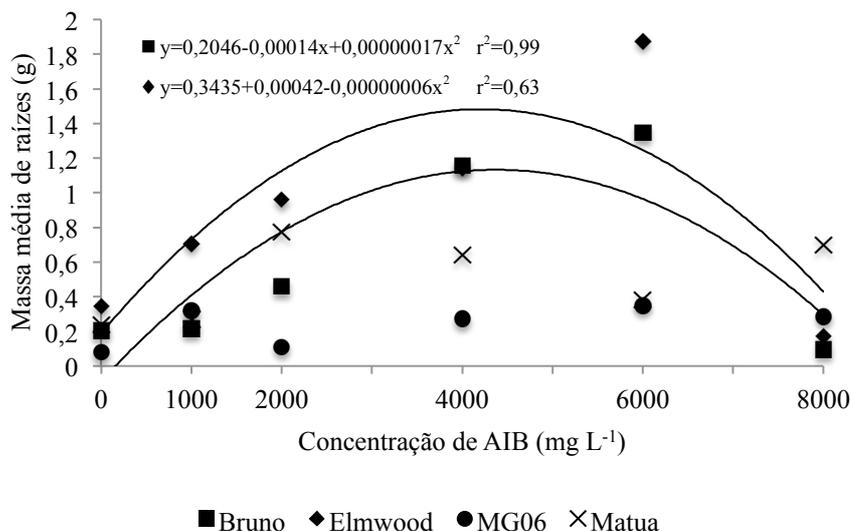


Figura 6. Massa da matéria seca média de raízes, em quatro genótipos de kiwizeiro, submetidos a tratamento com diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB). Porto Alegre, 2018.

Entre os genótipos, ‘MG06’ apresentou menor massa de matéria seca de raízes, comparativamente aos demais (Figura 6). Manfroi et al. (1997) encontraram um aumento linear na massa seca de raízes em estacas semilenhosas da cultivar ‘Monty’, com o incremento das doses de AIB até 8000 mg L⁻¹. Rathore (1984), no entanto, obteve resultados semelhantes para a cultivar ‘Abbott’ aos verificados neste estudo para ‘Bruno’ e ‘Elmwood’, onde relatou aumento da matéria seca de raízes até a concentração de 5.000 mg L⁻¹, e redução nas concentrações mais elevadas.

Nos tratamentos sem o emprego de auxinas ou em baixas concentrações, foi verificado menor percentual de estacas enraizadas e, quando estas enraizaram, o sistema radicular era bastante reduzido, podendo resultar em baixa sobrevivência quando transplantadas para o pomar. De maneira geral, os resultados demonstraram que o uso do AIB interferiu de forma quantitativa, expresso pelo percentual de estacas enraizadas, e também qualitativamente, formando um sistema radicular com maior comprimento,

número e massa da matéria seca de raízes, permitindo aumentar a qualidade da muda produzida.

CONCLUSÃO

O potencial de enraizamento é dependente do genótipo, sendo superior em ‘MG06’ e ‘Bruno’. O AIB permite incrementar o enraizamento, sendo que com a concentração de 4.640 mg L^{-1} pode-se obter até 48,9% de estacas herbáceas enraizadas, além de aumentar a qualidade das mudas de kiwizeiros produzidas por estaquia.

AGRADECIMENTOS

À Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de mestrado e à Embrapa Uva e Vinho pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- BIASI, R., MARINO, G., COSTA, G. (1990) Propagation of Hayward (*Actinidia deliciosa*) from soft and semi-hardwood cuttings. *Acta Horticulturae*. Wageningen, 282, 243-250.
- CACIOPPO, O. (1989). O cultivo do quivi. Lisboa: Presença.
- COUVILLON, G. A. (1987) Rooting responses to different treatments. In: International Symposium on Vegetative Propagation of Woody Species, 227. Pisa.
- FACHINELLO, J.C., HOFFMANN, A., NACHTIGAL, J.C. (2005). Propagação de plantas frutíferas. Brasília: Embrapa.
- FERGUSON, A. R. (2013). Kiwifruit: the wild and the cultivated plants. In: Advances in food and nutrition research. Academic Press, 15-32.
- HAISSIG, B.E., REIMENSCHNEIDER, E.D. (1988). Genetic effects on adventitious rooting. In: DAVIS, T. D.; HAISSIG, B. E., SANKLHA, N. (Ed.). Adventitious root formation in cuttings. Portland: Discorides Press. 47-60.
- HARTMANN, H.T., KESTER, D.E., DAVIES JUNIOR, F.T., GENEVE, R.L. (2011) Plant propagation: principles and practices. 7.ed. New Jersey: Englewood.

HINOJOSA G. F. (2000). Auxinas. In: CID L. P. B. (Ed). Introdução aos hormônios vegetais. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 15-54.

JARVIS, B.C. (1986) Endogenous control of adventitious rooting in nonwoody cuttings. In: JACKSON, M.B. New root formation in plants and cutting. Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers.191- 222.

LOACH, K. (1988). Controlling environmental conditions to improve adventitious rooting. In: DAVIS, T. D., HAISSIG, B. E. & SANKHLA, N. (eds) Adventitious root formation in cuttings. Dioscorides Press, Portland. 248-273.

MATTIUZ, B.H., FACHINELLO, J. C. (1996). Enraizamento de estacas de kiwi *Actinidia deliciosa* (A. Chev) C. F. Liang & A. R. Ferguson var. *Deliciosa*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 31, 7, 503-508.

MANFROI, V.; FRANCISCONI, A. H. D.; BARRADAS, C. I. N.; SEIBERT, E. (1996). Efeito do AIB sobre o enraizamento e desenvolvimento de estacas de quivi (*Actinidia deliciosa*). Ciência Rural, Santa Maria, 27, 1.

MUDGE, K. W. (1988). Effect of ethylene on Rooting. In: DAVIS, T. D., HAISSIG, B. E. & SANKHLA, N. (eds) Adventitious root formation in Cuttings. Dioscoredes Press, Portland, Oregon.150-161.

ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. (1996) Aspectos da fisiologia do enraizamento de estacas caulinares. Jaboticabal: FUNEP (FCAV – UNESP).

PAES, E. G. B. et al. (2003) Enraizamento de estacas de kiwizeiro (*Actinidia deliciosa* Lang et Ferguson cv. Bruno) nas quatro estações do ano. Scientia Agraria, 4, 1-2.

PIO, R.; COSTA, F.C.; CURI, P.N.; MOURA, P.H.M. (2010) Enraizamento de estacas lenhosas de cultivares de kiwizeiro. Scientia Agraria, 11, 271-274.

RATHORE, D. S. (1984) Propagation of chinese gooseberry from stem cuttings. Indian Journal of Horticulture, Bangalore, 41, 3/4, 237-239.

SILVEIRA, S. V.; GARRIDO, L. R.; GAVA, R.; SANTOS, R. S. S.; GIRARDI, C. L.; NICKEL, O.; LAZZAROTTO, J. J.; FIORAVANÇO, J. C (2012) Aspectos técnicos da produção de kiwi. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 82. (Documentos, 79).

SIMONETTO, P. R.; GRELLMANN, E. O. (1998) Cultivares de kiwi com potencial de produção na região da Serra do Nordeste do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: FEPAGRO, 1998. 19. (FEPAGRO Boletim, 7)

SÔNIGO, O. R., FERREIRA, M. A., VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M., GAVA, R., GARRIDO, L. da R., ALFENAS, A. C. (2010) Primeiro relato da murcha-de-*ceratocystis* em kiwi. Tropical Plant Pathology, Brasília, 35, S233.

SOUZA, P. V. D., MARODIN, G. A. B., BARRADAS, C. I. N. (1996) Cultura do quivi. Porto Alegre: Cinco Continentes.

TRUEMAN, S.J.; ADKINS, M.F. (2013) Effect of aminoethoxyvinylglycine and 1-methylcyclopropene on leaf abscission and root formation in *Corymbia* and *Eucalyptus* cuttings. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, 161, 1-7. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423813003476>. Acesso em: 23 nov. 2017.

ÜÇLER A. O., PARLAK, S., YUCESAN, Z. (2004). Effects of IBA and Cutting Dates on the Rooting Ability of Semi-Hardwood Kiwifruit (*Actinidia deliciosa* A.Chev.) Cuttings. *Turk J Agric For*, 28, 195-201.

WANG, Q.; ANDERSEN, A.S. (1989). Propagation of *Hibiscus rosa-sinensis*: relations between stock plant cultivar, age, environment and growth regulator treatments. *Acta Horticulturae*. 251, 289-309.

ZENGİNBAL, H., ÖZCAN, M., (2013). The effects of different treatments on propagation by hardwood cuttings in Hayward and Matua kiwifruit cultivars. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*. 28, 3, 115-125.

5 CONCLUSÕES GERAIS

De acordo com as condições que o estudo foi realizado, a resposta ao enraizamento de estacas de kiwizeiro é dependente da época em que o material vegetativo é coletado, de fatores genéticos e também da aplicação de auxinas exógenas

A estaquia com a utilização de estacas herbáceas, obtidas durante a primavera, é a forma mais promissora para se obter um maior enraizamento.

Estacas da cultivar 'MG06', apresentaram maior enraizamento, entretanto com menor número e massa seca de raízes, podendo resultar em uma baixa sobrevivência da muda quando transplantada para o campo

A utilização do AIB mostra-se fundamental para que haja uma melhor resposta ao enraizamento, independentemente da cultivar avaliada. A concentração de 4.000 mg L⁻¹ resultou ser a mais eficiente nesse processo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estaquia como método de propagação, tanto para obtenção de porta-enxerto clonal, como enraizamento direto da copa, demonstra ser possível para adoção. Entretanto, sobretudo na estaquia herbácea, sabe-se que é imprescindível a utilização de sistema de nebulização intermitente. Dessa forma, este método requer um maior investimento por parte do viveirista, comparativamente à enxertia a campo.

Ainda que tenham sido realizadas coletas nas quatro estações do ano, a condição morfofisiológica da planta matriz também é variável entre os anos, e não somente dentro do ano. Portanto, é importante dar continuidade nas avaliações, juntamente com estudos anatômicos e fisiológicos aprofundados, como o acompanhamento dos níveis endógenos de auxinas e nutricionais, sobretudo carboidratos, visando entender os mecanismos que atuam na rizogênese, e, conseqüentemente, melhorar a resposta ao enraizamento.

A manutenção de plantas em um jardim clonal de kiwizeiro seria uma possibilidade para melhorar a produção de mudas. Neste sistema, existiriam plantas matrizes manejadas exclusivamente para fornecimento de material propagativo, em condições controladas de temperatura e umidade dentro de ambiente protegido. Dessa forma, haveria a produção de estacas herbáceas durante todo o ano, com maior qualidade fisiológica e fitossanitária, além de material vegetativo mais uniforme, pelo controle das

condições ambientais em que a planta matriz estará submetida, tornando a produção de mudas mais eficiente.

Para que possa se viabilizar a adoção da estaquia, são necessários estudos com o objetivo de verificar a adaptabilidade e desenvolvimento das mudas oriundas de estacas no campo, bem como a produtividade e qualidade de frutos advindos dessa forma de propagação.

7 APÊNDICES

APÊNDICE 1. Tipo de estacas de kiwizeiro 'Bruno': a) lenhosa b) semilenhosa c) herbácea.



APÊNDICE 2. Imagem de estacas de kiwizeiro 'Bruno', coletadas na primavera e submetidas ao tratamento com: a) zero, b) 4.000 mg L⁻¹, c) 6.000 mg L⁻¹ e d) 8.000 mg L⁻¹ de AIB, após 90 dias sob nebulização intermitente. Porto Alegre, 2018.



APÊNDICE 3. Detalhe do ponto de emissão das raízes adventícias em estacas de kiwizeiro 'Bruno', coletadas na primavera, após 90 dias sob nebulização intermitente. Porto Alegre, 2018.

