

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**EFEITO DO ÁCIDO INDOLBUTÍRICO, BORO E
ARMAZENAMENTO NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE
AZALEIA CULTIVADAS EM VASO**

Amanda Kelly Dias Bezerra

Engenheira Agrônoma

2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**EFEITO DO ÁCIDO INDOLBUTÍRICO, BORO E
ARMAZENAMENTO NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE
AZALEIA CULTIVADAS EM VASO**

Amanda Kelly Dias Bezerra

Orientadora: Profa. Dra. Kathia Fernandes Lopes Pivetta

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutora em Agronomia, Produção Vegetal.

2017

B574e Bezerra, Amanda Kelly Dias
Efeito de ácido indolbutírico, boro e armazenamento no enraizamento de estacas de azaléia cultivadas em vaso / Amanda Kelly Dias Bezerra. -- Jaboticabal, 2017
vii, 72 p. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017
Orientador: Kathia Fernandes Lopes Pivetta
Banca examinadora: Marcelo Vieira Ferraz, Maria Esmeralda Soares Payão Dematte, Gilberto Rostirolla Batista de Souza, Eduardo Custodio Gasparino
Bibliografia

1. Estaquia-azaleia. 2. Otto. 3. Terra Nova. 4. Regulador de crescimento. 5. Micronutriente. 6. Câmara fria. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 581.165.7:633.811

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: EFEITO DO ÁCIDO INDOLBUTÍRICO, BORO E ARMAZENAMENTO NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE AZALEIA CULTIVADAS EM VASO

AUTORA: AMANDA KELLY DIAS BEZERRA

ORIENTADORA: KATHIA FERNANDES LOPES PIVETTA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:

Kathia Pivetta

Profa. Dra. KATHIA FERNANDES LOPES PIVETTA
Departamento de Produção Vegetal / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Prof. Dr. MARCELO VIEIRA FERRAZ
Floricultura / UNESP / Registro/SP

Marcelo Vieira Ferraz

Profa. Dra. MARIA ESMERALDA SOARES PAYÃO DEMATTE
Departamento de Produção Vegetal / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Maria Esmeralda Soares Payão Dematte

Gilberto R.B. de Souza

Prof. Dr. GILBERTO ROSTIROLLA BATISTA DE SOUZA
Floricultura / IMESB / Bebedouro/SP

Prof. Dr. EDUARDO CUSTODIO GASPARINO
Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Eduardo Custodio Gasparino

Jaboticabal, 20 de dezembro de 2017

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Amanda Kelly Dias Bezerra, filha de Antonio Bezerra de Almeida e Regiane de Luna Dias Bezerra, nasceu no município de Esperança, Paraíba, no dia 22 de maio de 1988. Ingressou em Agronomia no primeiro semestre de 2007, pela Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia - PB, concluindo o curso em 2011, onde atuou como Bolsista de Iniciação Científica do CNPq durante dois anos na área de produção e tecnologia de sementes com ênfase principalmente em espécies nativas da Caatinga. Em 2012, ingressou no curso de Mestrado em Agricultura Tropical, pelo programa de Agronomia, pela Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia - PB, atuando na linha de pesquisa de Produção e Tecnologia de Sementes, com bolsa financiada pelo CNPq, que possibilitou a elaboração da dissertação “Qualidade fisiológica de sementes e diversidade genética em matrizes de *Aspidosperma pyrifolium* Mart”, a qual resultou no título de mestre no ano de 2014. No segundo semestre de 2014, ingressou no curso de Doutorado em Agronomia, pelo programa de Produção Vegetal da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, sendo bolsista do CNPq atuando na temática sobre a propagação vegetativa da cultura da azaleia com utilização de um micronutriente e auxina na planta matriz e na estaca. Tem experiência nas áreas de tecnologia de sementes e propagação vegetativa.

À Deus, pela sua infinita bondade.

Aos meus pais Antonio Bezerra de Almeida e Regiane de Luna Dias Bezerra e ao meu irmão Rogério Aleson Dias Bezerra, que não mediram esforços para me ajudar nessa etapa tão importante na minha vida.

Ao meu noivo Estevan Teodoro Santana Penha, que me impulsionou todos os dias com palavras de apoio.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a **Deus**, fonte de vida e libertação, por sempre me conceder sabedoria nas escolhas dos melhores caminhos, coragem para acreditar, força para não desistir e proteção para me amparar, que me preenche todos os dias no seu amor e me faz acreditar num mundo mais justo, mais humano e mais fraterno, crença essa que me mantém em pé todos os dias da minha vida.

Agradeço a **Minha Família**, em especial aos **Meus Pais (Antonio Bezerra e Regiane Dias)**, ao **Meu Irmão (Rogério Aleson Dias Bezerra)**, pelas conversas e momentos de distração, ajuda nos momentos mais difíceis e companhia em todas as horas. Aos meus avós paternos **Severino Freire de Almeida (in memorian)** e **Severina Bezerra de Almeida (in memorian)**, por todos os ensinamentos e aos meus avós maternos, **Aurélio Dias**, pelo seu exemplo de caráter, honestidade e dignidade e **Carmelita de Luna Dias (in memorian)**, que nos deixou a pouco tempo, mas fez tanto por mim ao longo de sua vida. As **Minhas Tias (Ninha, Zefinha e Luzinete)** pela dedicação e cuidados. Obrigada por acreditarem sempre em mim, nos meus sonhos e em tudo que faço e por todos os ensinamentos de vida, que sempre me ajudaram a crescer como pessoa e acima de tudo, pelo inestimável apoio familiar em todas as horas, e pela paciência e compreensão. Espero que esta etapa, que agora termino, possa de alguma forma, retribuir e compensar todo o carinho, apoio e dedicação que constantemente me oferecem. Ao meu noivo **Estevan Teodoro Santana Penha** que me incentivou, ajudou e apoiou durante toda essa etapa e compreendeu minha ausência pelo tempo dedicado aos estudos. Agradeço-lhe por compartilhar momentos difíceis e felizes durante esta caminhada.

A professora **Kathia Fernandes Lopes Pivetta** que foi muito mais que uma orientadora, foi um verdadeiro anjo, que vai fazer com que me recorde dessa etapa com alegria e muita saudade. Por ter me recebido como aluna, pela sua paciência, compreensão e pelo exemplo de profissional. Serei eternamente grata por toda a contribuição científica e pessoal.

A **Eddy Sleutjes**, proprietário da Sleutjes Azaléias, pela recepção, disponibilidade, ajuda e parceria. Meus mais sinceros agradecimentos foi gratificante e engrandecedor poder de alguma forma contribuir com os resultados desse estudo.

A todos os membros da banca **Dr. Marcelo Ferraz, Dra. Maria Esmeralda Dematte, Dr. Gilberto Souza e Dr. Eduardo Gasparino**, pela contribuição e colaboração com esse estudo.

A **Cosmo Rufino, Daniel Ferreira, Katiane da Rosa e Cibeles Ferrari**, que tanto contribuíram para a minha formação profissional e pessoal. Pela forma carinhosa que cada um tinha, pelo incentivo e palavras de apoio nas horas mais decisivas. Levarei sempre vocês no meu coração.

Aos meus amigos da turma de agronomia, **Aline Priscilla, Paulo Alexandre, Raphael Passaglia, Eduardo Henrique, George Guimarães, Glêvia Kamilla, Hélder Garrido e José Francisco**, que apesar de nossas noites de estudos e pizza não estarem mais acontecendo, vocês tem um lugar especial guardado. Agradeço pela ajuda, amizade e companheirismo.

Aos meus amigos de Areia-PB, em especial, **Ana Isaura**, que sempre esteve presente em todos os momentos, **Cynthia Emanuella, Eddy Souza, Emanuelle Ribeiro**, pela longa data de parceria, **Rossana Lima e Gersinho Paulino**, que compartilharam momentos prazerosos. A esses amigos que tanto me alegam e enchem de felicidade os meus dias.

Pela forma carinhosa, aberta e atenciosa que fui recebida no Laboratório de Sementes de Plantas Hortícolas, foi um prazer trabalhar com vocês, **Suzana Sajovic, Marina Nogueira, Carla Costa, Gilberto Souza, Matheus, Larissa, Renato, Milena, Carol Muniz, Águila Santos e Cibeles Mantovani**. Em especial a **Suzana Sajovic e Mariana Nogueira**, que certamente posso considerá-las amigas, pois sei que posso contar com elas em qualquer situação e também poderão contar comigo sempre. E a **Livia Praseres** que é uma pessoa iluminada que nos transmite muita paz.

A todos os que fazem parte do Departamento de Produção Vegetal, especialmente a **Wagner Tarina, Rosane Betioli, Sidnéia Ferreira** por todos esses anos de convivência e ajuda.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	iii
LISTA DE FIGURAS	iv
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
CAPÍTULO 1 – Considerações Gerais	1
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1. A ESPÉCIE	2
2.2. ENRAIZAMENTO DE ESTACAS.....	3
2.3. REGULADORES DE CRESCIMENTO	7
2.4. NUTRIÇÃO MINERAL	8
2.5. ARMAZENAMENTO DE ESTACAS	10
3. OBJETIVO GERAL.....	11
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11
CAPÍTULO 2 – Enraizamento de estacas de azaleia (<i>Rhododendron simsii</i> Planch.) cultivares Otto e Terra Nova tratadas com auxina e boro	18
RESUMO	18
ABSTRACT.....	19
1. INTRODUÇÃO	20
2. MATERIAL E MÉTODOS	22
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4. CONCLUSÃO.....	39
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
CAPÍTULO 3 – Armazenamento a frio de estacas herbáceas de azaleia (<i>Rhododendron simsii</i> Planch.) cultivares Otto e Terra Nova.....	43
RESUMO	43
ABSTRACT	44
1. INTRODUÇÃO	45

2. MATERIAL E MÉTODOS	47
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
4. CONCLUSÃO.....	55
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2 – Enraizamento de estacas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) cultivares Otto e Terra Nova tratadas com auxina e boro

- Tabela 1. Significância dos quadrados médios das variáveis estudadas para a influência de AIB e boro no enraizamento de estacas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) ‘Otto’ e ‘Terra Nova’. 24
- Tabela 2. Correlação entre variáveis estudadas para a influência de AIB e boro no enraizamento de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) cultivar Otto. Enraizamento (ENR); número de raízes (NR); comprimento de raízes (CR); quantidade de matéria seca de raiz (MS); volume das raízes (VOL); área superficial das raízes (AR); diâmetro médio da raiz (DIAM). 35
- Tabela 3. Correlação entre variáveis estudadas para a influência de AIB e boro no enraizamento de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) cultivar Terra Nova. Enraizamento (ENR); número de raízes (NR); comprimento médio de raízes (CR); quantidade de matéria seca de raiz (MS); volume das raízes (VOL); área superficial das raízes (AR); diâmetro médio da raiz (DIAM). 37

CAPÍTULO 3 – Armazenamento a frio de estacas herbáceas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) cultivares Otto e Terra Nova

- Tabela 1. Significância dos quadrados médios das variáveis estudadas para o enraizamento de estacas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) ‘Otto’ e ‘Terra Nova’ em diferentes períodos de armazenamento (0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias) em câmara fria. 49

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2 – Enraizamento de estacas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) cultivares Otto e Terra Nova tratadas com auxina e boro

- Figura 1. Número (A) e comprimento (B) de raízes de estaca de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) cultivar Otto, submetidas a diferentes concentrações de AIB e boro. 26
- Figura 2. Número (A) e comprimento (B) de raízes de estacas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) cultivar Terra Nova, submetidas a diferentes concentrações de AIB e boro. 30
- Figura 3. Matéria seca (A), área superficial (B) e volume (C) de raízes de estaca de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) cultivar Otto, submetidas a diferentes concentrações de AIB. 32
- Figura 4. Matéria seca de raiz submetida a diferentes concentrações de AIB (A) e boro (B) e área superficial de raízes de estacas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) cultivar Terra Nova, submetidas a diferentes concentrações de boro. 34
- Figura 5. Influência entre as variáveis estudadas no processo de enraizamento de estacas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) cultivar Otto, representada a partir da correlação simples entre as variáveis. Enraizamento (ENR); número de raízes (NR); comprimento médio de raízes (CR); quantidade de matéria seca de raiz (MS); volume das raízes (VOL); área superficial das raízes (AR); diâmetro médio da raiz (DIAM). 36
- Figura 6. Influência entre as variáveis estudadas no processo de enraizamento de estacas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) cultivar Terra Nova, elaborado a partir da correlação simples entre as variáveis. Enraizamento (ENR); número de raízes (NR); comprimento médio de raízes (CR); quantidade de matéria seca de raiz (MS); volume das raízes (VOL); área superficial das raízes (AR); diâmetro médio da raiz (DIAM). 38

CAPÍTULO 3 – Armazenamento a frio de estacas herbáceas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) cultivares Otto e Terra Nova

- Figura 1. Porcentagem de enraizamento (transformados em arco-seno $\sqrt{x/100}$) de estacas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) cultivar Otto, submetidas a diferentes períodos de armazenamento (0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias) em câmara fria. 50
- Figura 2. Número de raízes de estaca de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) cultivar Otto e Terra Nova, submetidas a diferentes períodos de armazenamento (0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias) em câmara fria 51
- Figura 3. Comprimento de raízes de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) cultivar Terra Nova, submetidas a diferentes períodos de armazenamento (0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias) em câmara fria. 52
- Figura 4. Matéria seca de raízes de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) cultivares Otto e Terra Nova, submetidas a diferentes períodos de armazenamento (0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias) em câmara fria. 53
- Figura 5. Área superficial (A), volume (B) e diâmetro (C) de raízes de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) cultivares Otto e Terra Nova, submetidas a diferentes períodos de armazenamento (0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias) em câmara fria. 54

Efeito do ácido indolbutírico, boro e armazenamento no enraizamento de estacas de azaleia cultivadas em vaso

RESUMO – A azaleia (*Rhododendron simsii*) é uma das principais plantas ornamentais cultivadas em vaso no Brasil; embora a propagação comercial seja realizada por estaquia, os produtores relatam que alguns cultivares, como a ‘Otto’, apresentam dificuldades no enraizamento. Devido a isto, os objetivos desta pesquisa foram: (i) avaliar o efeito do ácido indolbutírico (AIB) e do boro aplicados em estacas e (ii) determinar o período máximo de armazenamento de estacas a frio, mantendo alta porcentagem e qualidade do sistema radicular durante o processo de enraizamento de estacas dos cultivares de azaleia Otto e Terra Nova. Os estudos foram desenvolvidos no município de Holambra, SP, na propriedade comercial “Sleutjes Azaleias”, e as avaliações foram realizadas no Laboratório de Sementes de Plantas Hortícolas do Departamento de Produção Vegetal, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Em todos os estudos, foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado. No primeiro experimento, realizou-se o tratamento das estacas com AIB e boro; os tratamentos foram arranjados em esquema fatorial 4 x 4 (doses de AIB: 0, 1000, 2000 e 3000 mg L⁻¹ e boro: 0; 2,5; 5,0 e 7,5 mg L⁻¹); foram quatro repetições e 10 estacas por parcela. No segundo experimento, o armazenamento se deu com a coleta das estacas herbáceas de plantas cultivadas em vasos da área de produção apresentando 10 cm de comprimento; em seguida, foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas em câmara fria (10±1 °C) por diferentes períodos (0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias) com quatro repetições e 10 estacas por parcela. Os experimentos foram avaliados após 42 dias do estaqueamento, anotando-se: porcentagem de enraizamento, número de raízes; comprimento médio e total, quantidade de matéria seca, volume, área superficial e diâmetro médio das raízes e, no segundo experimento, foram acrescidos às análises já citadas a avaliação dos teores de boro na folha e no substrato. Concluiu-se que a porcentagem de enraizamento das estacas não foi influenciada pelo AIB e nem pelo boro, porém, as estacas tratadas com 2000 mg L⁻¹ de AIB, apresentaram melhor qualidade do sistema radicular; o armazenamento das estacas teve influencia negativa no enraizamento de estacas de ‘Otto’ e positiva em estacas de ‘Terra Nova’.

Palavras-chave: Otto; Terra Nova; Regulador de crescimento; Micronutriente; Câmara fria.

Effect of indolebutyric acid, boron and storage on rooting of potted azalea cuttings

ABSTRACT - Azalea (*Rhododendron simsii*) is one of the main ornamental plants cultivated in pots in Brazil; although the commercial propagation is carried out by cuttings, the producers report that some cultivars, like 'Otto', present difficulties in rooting. Due to this, the objectives of this research were: (i) to evaluate the effect of indolbutyric acid (IBA) and boron applied on cuttings and (ii) to determine the maximum period of cold storage of cuttings, maintaining high percentage and quality of the root system during the rooting process of cuttings of the azalea cultivars Otto and Terra Nova. The studies were developed in Holambra city, SP, in the commercial property "Sleutjes Azaleias" and the evaluations were carried out in the Laboratory of Seeds of Vegetable Plants of the Plant Production Department, São Paulo State University (Unesp), School of Agricultural and Veterinarian Sciences, Jaboticabal. In all the studies the experimental design was completely randomized. The treatments were arranged in a 4 x 4 factorial scheme (doses of IBA: 0, 1000, 2000 and 3000 mg L⁻¹ and boron: 0; 2,5 5,0 and 7,5 mg L⁻¹); were four replicates and 10 cuttings per plot. In the second experiment, storage was carried out by collecting the herbaceous cuttings of plants grown in pots at the production area, 10 cm long, then packed in polypropylene containers and stored in a cold room (10 ± 1 °C) for different periods (0, 7, 14, 21, 28 and 35 days) with four replications and 10 cuttings per plot. The experiments were evaluated after 42 days of cutting, recording: rooting percentage, number of roots; the mean and total length, dry mass, volume, surface area and mean root diameter, and in the second experiment, the evaluation of boron levels in the leaf and in the substrate was added to the already mentioned analyzes. It was concluded that the percentage of rooting of the cuttings was not influenced by the IBA and boron, but the cuttings treated with 2000 mg L⁻¹ of AIB showed better root system quality; the storage of cuttings had a negative influence on the rooting of 'Otto' cuttings and positive on 'Terra Nova' cuttings.

Keywords: Otto; Terra Nova; Growth regulator; Micronutrient; Cold Storage.

CAPÍTULO 1 – Considerações Gerais

1. INTRODUÇÃO GERAL

A azaleia (*Rhododendron simsii*) é uma importante planta ornamental, originária da China, que se adaptou bem ao Brasil; destaca-se pela grande diversidade de cores das flores e variadas formas das pétalas, resultado do melhoramento genético.

Embora o melhoramento nessa espécie tenha alcançado características de interesse comercial, tornando-as mais atrativas ao consumidor, alguns cultivares manifestaram certa dificuldade no enraizamento das estacas. Assim, estudos que venham solucionar esse problema são importantes já que a propagação comercial é vegetativa.

Na estaquia, as células da região do corte desdiferenciam-se, retomando a capacidade meristemática, necessária para o desenvolvimento de uma nova planta (KERBAUY, 2004); dessa forma, o enraizamento das estacas tem origem nesse grupo de células, convertendo-as em primórdios radiculares (HARTMANN et al., 2011).

No entanto, para que se tenha sucesso no enraizamento de estacas, principalmente para aquelas espécies que têm dificuldades para enraizar, o uso de reguladores de crescimento é interessante, pois, como atuam diretamente na indução radicular, conseqüentemente aumentam a porcentagem de enraizamento; como a indução é generalizada, uniformizam o enraizamento; antecipam a formação natural de primórdios radiculares adiantando o enraizamento e induzem a formação de vários primórdios aumentando o número de raízes por estaca.

Aliado a isto, pode-se utilizar o micronutriente boro com a finalidade de auxiliar na promoção do enraizamento, já que este elemento está ligado a eventos fisiológicos relacionados à rizogênese (GOLDBACH e WIMMER, 2007), atuando na fase da divisão celular e na regulação das auxinas endógenas (SOUZA e PEREIRA, 2007; XAVIER; WENDLING; SILVA 2009).

Mas esse enraizamento pode ser prejudicado quando as estacas são armazenadas antes do plantio, prática frequentemente utilizada em plantios comerciais de azaleia.

Dessa forma são necessários estudos que facilitem essa prática dos produtores, sem comprometer o vigor do enraizamento das estacas, bem como, doses adequadas de reguladores de crescimento e o micronutriente boro, para atuar no sucesso do enraizamento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A ESPÉCIE

O gênero *Rhododendron*, pertencente à família Ericaceae, com cerca de mais de 1000 espécies, está amplamente distribuído no hemisfério norte e é considerado um dos maiores gêneros com plantas que tem potencial medicinal e ornamental (POPESCU e KOPP, 2013); mais de 650 espécies são originárias da China, principalmente da região do Himalaia e do Sudeste Asiático (BHATTACHARYYA, 2011), que se classificam desde trepadeiras, arbustos e até árvores com mais de 30 metros de altura.

Devido ao gênero apresentar plantas com diferentes características funcionais, as espécies possuem ampla utilização, como lenha, chás, mel, geleias, madeira, inseticida e medicamentos (POPESCU e KOPP, 2013). Além dessas utilizações, há um grande número de espécies cultivadas para uso ornamental como planta envasada ou no paisagismo.

A azaleia (*Rhododendron simsii*) é originária da China Central e apresenta-se como uma importante planta ornamental desse gênero (CHRISTIAENS et al., 2014). Esta espécie é de polinização cruzada, principalmente por abelhas e suas sementes são pequenas, apresentando estruturas similares a asas, para que sejam dispersas pelo vento, e se distribuem numa distância de 30 a 80 metros (NG e CORLETT, 2000). No entanto, no Brasil não há comercialização de sementes de azaleia, pois, a propagação comercial é vegetativa, por meio de estaquia.

Em estudos realizados com azaleia (*Rhododendron simsii*) de jardim, Lone et al. (2010) relataram que o outono foi o período mais indicado para se realizar a propagação vegetativa desse cultivar.

Já em outro estudo avaliando o ácido naftlenoacético (ANA), as estacas de azaleia de jardim apresentaram maior porcentagem de enraizamento quando tratadas com a concentração de 5% do regulador de crescimento, utilizando como substrato a casca de arroz carbonizada, atribuindo-se esse resultado a menor densidade e maior arejamento desse substrato quando comparado a areia e húmus (MUAD et al., 2004).

Estudando o enraizamento de estacas de azaleia arbórea (*Rhododendron thomsonii*) coletadas na primavera e tratadas com diferentes concentrações de AIB, Ferriani et al. (2006) não observaram efeito positivo do regulador de crescimento no aumento do enraizamento

2.2.ENRAIZAMENTO DE ESTACAS

Durante o desenvolvimento de uma planta, de juvenil para adulta, ocorrem várias mudanças progressivas, umas das quais é a redução ou perda da capacidade de formar raízes quando propagada vegetativamente. Essa perda pode dificultar a produção de mudas de plantas frutíferas, ornamentais e florestais (ABU-ABIED et al., 2012).

A estaquia é a técnica dentre os métodos de propagação vegetativa que se apresenta mais viável economicamente, com menor custo, fácil execução e não necessita de pessoas especializadas para a sua realização, além de não apresentar problemas com incompatibilidade, como pode ocorrer com a enxertia (PAIVA e GOMES, 2000).

De acordo com Agustí (2004), a estaquia consiste na organização de indutores radiculares nas células do floema secundário do câmbio ou do parênquima do lenho, que se transformam nos primórdios radiculares; portanto, fatores internos e externos podem interferir no enraizamento.

A fisiologia, o potencial genético, a condição fitossanitária, o balanço hormonal, o estágio de desenvolvimento e o metabolismo secundário da planta

matriz, são alguns fatores que podem influenciar no processo de formação de raízes (GEISS; GUTIERREZ; BELLINI, 2009). A capacidade da estaca em formar raízes também é dependente da espécie e, dentre as espécies, há uma potencialidade diferente entre as variedades (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005).

A formação das raízes adventícias é um processo complexo, que envolve a diferenciação e regeneração a partir de tecidos não diferenciados (CASSON e LINDSEY, 2003; GEISS; GUTIERREZ; BELLINI, 2009), compreendendo as seguintes etapas: i) diferenciação celular; ii) indução da divisão celular, fase de modificações moleculares e bioquímicas; iii) desenvolvimento de raízes, multiplicação celular e estabelecimento dos meristemas, com iniciação dos primórdios radiculares; iv) emergência da raiz, crescimento dos primórdios radiculares (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2009; HARTMANN et al., 2011). A auxina é importante para o desempenho de cada uma dessas etapas (KLERK et al., 1999).

Conforme foi descrito por Fachinello, Hoffmann e Nachtigal (2005), a época adequada para a coleta das estacas é diferente para cada espécie. Assim, vários trabalhos têm sido desenvolvidos a fim de verificar o efeito sazonal na coleta das estacas sobre a resposta no enraizamento na propagação vegetativa.

Essa variação sazonal pode estar relacionada principalmente com a variação no acúmulo de inibidores e conteúdo de cofatores presentes no enraizamento, bem como, com a quantidade de carboidratos acumulados para promover a emissão das raízes (MUÑOZ e VALENZUELA, 1978).

A época da coleta das estacas pode ser um fator decisivo no sucesso da propagação vegetativa por estacas (SARZI e PIVETTA, 2005). Diante disso, torna-se imprescindível a determinação da melhor época para a coleta de material propagativo, visto que está diretamente relacionada com a condição fisiológica da planta matriz (HARTMANN et al., 2011).

No caso da espirradeira (*Nerium oleander*), a variedade de flores de coloração rosa apresentou maior número e comprimento de raízes no verão; no entanto, foi no inverno que obteve maiores porcentagens de enraizamento e quantidade de matéria seca de raízes (PIVETTA et al., 2012).

Em contrapartida, a primavera foi o período indicado para o enraizamento de hibiscos (*Hibiscus rosa-sinensis*) acrescidos de 1600 mg L⁻¹ de AIB (PIZZATTO et

al., 2011) e catiguá (*Trichilia catigua*) tanto com estacas medianas quanto apicais com a aplicação de 5000 mg L⁻¹ de AIB (VALMORBIDA et al., 2008). Já o outono foi indicado para a propagação de pessegueiro (*Prunus persica*) 'Okinawa' com estacas semilenhosas e casca de arroz carbonizada ou vermiculita como substratos (CARDOSO et al., 2011).

Sarzi e Pivetta (2005) mostraram uma dependência do enraizamento em função da estação do ano para as variedades de miniroseiras (*Rosa* spp.) estudadas, que no outono e inverno, não conseguiram enraizar. Esses mesmos autores também observaram que apenas a variedade de coloração rosa obteve um desempenho satisfatório com relação a aplicação do AIB, atingindo 99% de enraizamento com a concentração de 1000 mg kg⁻¹.

Assim como a época de coleta das estacas, o tipo de substrato utilizado é um aspecto importante que deve ser levado em consideração na propagação vegetativa e, dentre as características físicas, a aeração é uma das mais importantes, pois proporciona o crescimento das plantas em recipientes (HOFFMANN et al., 1996), já que o ar é tão imprescindível para o crescimento radicular quanto a água (VERDONCK; VLEESCHAUWER; BOODT, 1981).

Por outro lado, algumas espécies não têm problema com a sazonalidade, podendo ser propagadas em qualquer época sem danos na porcentagem de enraizamento, como é o caso da cactácea ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata*) quando utilizado o substrato comercial Plantmax[®] (ZEM; ZUFFELLATO-RIBAS; KOEHLER, 2016).

Desse modo, o substrato deve garantir uma boa retenção de água, contudo, precisa apresentar uma quantidade suficiente de espaços livres para garantir o fornecimento de oxigênio à estaca no momento da propagação (SMIDERLE e MINAMI, 2001).

O interesse pelo tipo de substrato para a propagação vem sendo destacado em alguns estudos, como foi o caso da azaleia, onde se observou melhor desempenho em casca de arroz carbonizada; os autores evidenciaram que este substrato proporcionou maior arejamento para o enraizamento das estacas (MUAD et al., 2004).

Segundo Vasconcelos, Innecco e Mattos (2012), na propagação de mosquitinho (*Gypsophila paniculata*) cv. Golan, a casa de arroz carbonizada e a mistura desta com pó de coco foram evidenciados como os mais indicados na promoção do enraizamento dessa ornamental. No entanto, o pó de coco sem misturas foi o mais adequado para propagação de alpínia (*Alpinia purpurata*) cv. Red ginger, garantindo melhores condições para o desenvolvimento do sistema radicular (MOREIRA et al., 2011).

Pio et al. (2005) recomendam a fibra de coco e o substrato comercial Plantmax® no enraizamento de estacas de figueira (*Ficus carica*), por apresentarem características físicas favoráveis à espécie, resultando em um enraizamento superior aos demais substratos (casca de pinus, vermiculita, solo + esterco e o substrato comercial tropstrato®) avaliados.

A areia foi registrada como um substrato que apresentou resultados mais eficientes na propagação vegetativa de algumas espécies, como hortênsia (*Hydrangea macrophylla*), utilizando estacas basais (LUZ; PAIVA; LANDGRAF, 2007), e pitaya (*Hylocereus undatus*) (SANTOS et al., 2010).

Estacas semilenhosas de camélia (*Camellia sinensis*) apresentaram maior porcentagem de enraizamento em vermiculita acidificada com sulfato de alumínio combinada com 1000 mg L⁻¹ de AIB (LIMA; MORAES; SILVA, 2016).

Além dessas características que o substrato deve apresentar outros fatores também são relevantes para que possa ser considerado eficiente na propagação vegetativa, como, ausência de patógenos e propágulos de plantas daninhas, apresentar boa textura e estrutura (ANTUNES et al., 2002; SILVA; PEIXOTO; JUNQUEIRA, 2001).

Dessa forma, percebe-se que, para cada espécie um substrato é mais adequado que outro, de acordo com as necessidades da planta e as características físicas dos substratos. Assim, o substrato deve ser eficiente para permitir que a espécie possa expressar a máxima qualidade de enraizamento, bem como proporcionar um desenvolvimento adequado do sistema radicular.

2.3. REGULADORES DE CRESCIMENTO

Os hormônios vegetais em conjunto com os fatores externos promovem o crescimento e a diferenciação, além de coordenar o desenvolvimento da planta com as mudanças sazonais do meio externo, regular a intensidade e orientação do crescimento, atividade metabólica, transporte, dentre outras funções (LARCHER, 2000).

Dentre os reguladores de crescimento, as auxinas são as utilizadas na propagação vegetativa, atuando no enraizamento das estacas (HARTMANN et al., 2011).

Dentre as auxinas sintéticas, o ácido indolbutírico (AIB) e o ácido naftalenoacético (ANA) são os mais utilizados na propagação de plantas para promover o enraizamento adventício.

Contudo, o AIB tem se destacado com relação ao ANA, pois não é tóxico para a maioria das espécies mesmo em altas concentrações (HARTMANN et al., 2011), além de apresentar maior estabilidade e eficiência para um grande número de espécies (PIRES e BIASI, 2003).

A concentração do regulador a ser aplicado nas plantas é de extrema importância, uma vez que, acima do nível ótimo, essa auxina pode provocar efeito contrário. Em estacas de nogueira do Japão (*Ginkgo biloba*) tratadas com diferentes concentrações de AIB, a dose de 2000 mg L⁻¹ promoveu um aumento na porcentagem de enraizamento das estacas; já a concentração acima dessa dose não diferiu estatisticamente do controle (VALMORBIDA e LESSA, 2008).

Para a propagação por estaquia de cerejeira do Japão (*Prunus serrulata*), a dose de 2700 mg L⁻¹ de AIB promove maior porcentagem de enraizamento (FRAGOSO et al., 2017), e para malvavisco (*Malvaviscus arboreus*) propagado por estacas lenhosas, 2000 mg L⁻¹ AIB (LOSS et al., 2009).

Em espécies que não apresentam dificuldade de enraizar, o AIB mostrou-se eficaz em melhorar o sistema radicular, como foi o caso do jasmim-amarelo (*Jasminum mesnyi*), em que esse regulador proporcionou maiores comprimentos de raiz nas estacas (CRUZ-SILVA; FANTI; ZUFFELLATO-RIBAS, 2013). O mesmo foi

observado em goiabeira (*Psidium guajava*) (VALE et al., 2008) e em erva cidreira (*Lippia alba*) (PINTO e FRANCO, 2009).

Segundo Hartmann et al. (2011), algumas espécies são consideradas de fácil enraizamento, pois não necessitam da aplicação de substâncias exógenas, visto que, possuem em seus tecidos substâncias endógenas necessárias para a iniciação das raízes nas estacas.

Nem sempre os reguladores de crescimento propiciam uma resposta favorável na formação de raízes, pois as raízes são bastante sensíveis a essas substâncias. Esse fato pode ser verificado com algumas espécies, como por exemplo, em estacas de pingo de ouro (*Duranta repens*) sendo eficazes apenas na velocidade do enraizamento (TAKATA; SILVA; BARDIVIESSO, 2012).

2.4. NUTRIÇÃO MINERAL

Alguns autores apontam que uma planta matriz bem nutrida é de extrema importância para o sucesso da propagação vegetativa, já que esta poderá determinar a quantidade de carboidratos, auxina e outros compostos metabólicos que são importantes nesse processo de iniciação radicular (MALAVASI, 1994; PIRES et al., 2015).

Dessa forma, é importante levar em consideração a nutrição das plantas doadoras dos propágulos vegetativos a fim de suprir as exigências das matrizes com o intuito de auxiliar no processo de enraizamento.

Uma planta bem nutrida deve dispor em quantidades satisfatórias de macro e micronutrientes, que são essenciais para o seu crescimento e desenvolvimento. Entretanto, alguns nutrientes estão mais intimamente ligados à formação de raízes, destacando-se, o nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, zinco e boro (CUNHA et al., 2009). O boro exerce papel fundamental, uma vez que, na sua ausência não ocorre enraizamento (JOSTEN e KUTSCHERA, 1999).

Em comparação com outros nutrientes, o boro tem uma alta permeabilidade pela membrana plasmática; pela raiz, esse micronutriente é absorvido por processos não metabólicos, sejam eles: i) gradiente de concentração do boro entre a solução do solo e as células radiculares; ii) transpiração da planta; iii) formação de

complexos dentro e fora das raízes; e iv) mobilidade do boro pelos vasos da planta quando esse micronutriente está em níveis adequados ou em excesso na solução do solo (BROWN et al., 2002).

Alguns estudos relatam que o boro está relacionado com a integridade da parede celular e outros eventos fisiológicos que vêm sendo investigados (GOLDBACH e WIMMER, 2007) mostram que esse elemento está relacionado diretamente com a rizogênese, uma vez que atua na fase de divisão celular e regula os níveis endógenos das auxinas. Por outro lado, a deficiência desse micronutriente acarreta prejuízo na fase de enraizamento das estacas e interrupção no crescimento da planta (SOUZA e PEREIRA, 2007; XAVIER; WENDLING; SILVA, 2009).

O modo de aplicação do boro também pode apresentar respostas diferentes com relação ao sistema radicular das estacas propagadas, como foi comprovado no trabalho realizado por Penha (2016), que mostra que a aplicação via foliar em matrizes de nespereira (*Eriobotrya japonica*) aumentou o volume de raízes em 37,8% em comparação com a aplicação direta no substrato. Ainda segundo o mesmo autor, o boro aplicado nas plantas matrizes conseguiu melhorar o sistema radicular das estacas, propiciando maiores comprimentos.

Contudo, algumas espécies não apresentam resposta ao incremento de boro, como visto em noqueira do Japão (*Ginkgo biloba*) (VALMORBIDA e LESSA, 2008), kiwi (*Actidina deliciosa*) cv.Tomuri (ONO; RODRIGUES; PINHO, 1998) e videira (*Vitis vinifera*) com estacas de porta-enxerto (LEONEL e RODRIGUES, 1993). Possivelmente, por essas espécies já terem o boro suficiente na estaca para promover o enraizamento juntamente com a auxina.

Em contrapartida, o plátano híbrido (*Platanus acerifolia*), uma espécie florestal, aumentou o número de raízes em 3 vezes com a aplicação de boro, de 5 para cerca de 20 raízes com a concentração de 250 mg dm⁻³ de ácido bórico (NICOLOSO; LAZZARI; FORTUNATO, 1999). Também exerceu uma influência positiva em alguns clones de eucaliptos (*Eucalyptus grandis* x desconhecido e *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*) segundo Cunha et al. (2009), enquanto os outros testados não apresentaram resposta quanto à aplicação de boro, demonstrando que existe uma faixa adequada para cada clone.

2.5. ARMAZENAMENTO DE ESTACAS

Em plantios comerciais de flores, os produtores necessitam de estacas disponíveis em todas as épocas do ano. No entanto, algumas plantas nem sempre estão no ponto de coleta ou alguma época é desfavorável para o enraizamento. Alguns produtores também são responsáveis pela confecção do seu próprio material propagativo; portanto, o dia da coleta das estacas pode não coincidir com o plantio, havendo a necessidade de acondicioná-las em local adequado a fim de não haver prejuízos no enraizamento, até o momento do plantio.

No caso de as plantas emitirem várias hastes na estação de crescimento vegetativo, não haveria limitação quanto à coleta de estacas (CAMPAGNOLO e PIO, 2012), caso contrário, comprometeria a propagação, pela escassez de material propagativo em uma época.

Desta forma, o armazenamento das estacas pode ser uma maneira de auxiliar os produtores a dispor de estacas no momento do plantio, bem como, alinhar as atividades na propriedade.

Estacas de amora-preta (*Rubus* spp.) armazenadas por 30 dias apresentaram sistema radicular com mais qualidade quando comparado com estacas recém-coletadas (CAMPAGNOLO e PIO, 2012). Isso também, foi observado em estacas de crisântemo (*Chrysanthemum morifolium*) por um período de 7 dias em temperaturas variando de 9 e 21 °C (VAN DE POL, 1988).

Em roseiras (*Rosa* spp.) cv. Versilia Pink, as estacas puderam ser armazenadas a frio por até 9 dias sem interferir no enraizamento; no entanto, para o cultivar Vega, o enraizamento sofreu interferência da estação do ano, sendo o inverno a época que não prejudicou o enraizamento (PEDRINHO et al., 2003).

Além de acondicionamento, o armazenamento a frio pode exercer funções específicas para algumas espécies, como ausentar o material propagativo de luz (estiolamento) ou suprir a necessidade pela espécie de frio (CAMPAGNOLO e PIO, 2012). Contribui para superar a endodormência das gemas aumentando a emissão de brotações nas estacas (CELANT et al., 2010; SALIBE et al., 2010). Já o estiolamento favorece a inibição do sistema enzimático AIA-oxidase, que, por sua vez, aumenta a ação da auxina natural AIA nas estacas (BIASI, 1996).

O armazenamento a frio também se mostrou favorável ao enraizamento de estacas de crisântemo (*Chrysanthemum morifolium*) a depender do cultivar estudado, como mostrou Schwab et al. (2013), que verificaram que o cultivar Stallion tem um potencial de armazenamento por um período de até 14 dias mantendo a qualidade inicial, enquanto o cultivar Toon Hermans teve o enraizamento prejudicado com o acondicionamento a frio das estacas.

3. OBJETIVO

Essa pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito do ácido indolbutírico (AIB) e do boro aplicados em estacas e determinar o período máximo de armazenamento de estacas a frio, mantendo alta porcentagem e qualidade do sistema radicular durante o processo de enraizamento de estacas dos cultivares de azaleia Otto e Terra Nova.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABU-ABIED, M.; SZWERDSZARF, D.; MORDEHAEV, I.; LEVY, A.; ROGOVOY, O.; BELAUSOV, E.; YANIV, Y.; ULIEL, S.; KATZENELLENBOGEN, M.; RIOV, J.; OPHIR, R.; SADOT, E. Microarray analysis revealed upregulation of nitrate reductase in juvenile cuttings of *Eucalyptus grandis*, which correlated with increased nitric oxide production and adventitious root formation. **The Plant Journal**, v. 71, n. 5, p. 787-799, 2012.

AGUSTÍ, M. **Fruticultura**. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa. 493p. 2004.

ANTUNES, L. E. C.; DUARTE FILHO, J.; BUENO, S. C. S.; MINAMI, K. Tratamento de substratos na produção de mudas de plantas frutíferas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 216, p. 16-20, 2002.

BHATTACHARYYA, D. Rhododendron species and their uses with special reference to Himalayas—a review. **Assam University Journal of Science and Technology**, v. 7, n. 1, p. 161-167, 2011.

BIASI, L. A. Emprego do estiolamento da propagação de plantas. **Ciência Rural**, v. 26, n. 2, p. 309-314, 1996.

BROWN, P. H.; BELLALLOUI, W. M. A.; BASSIL, E.; RUIZ, J.; HU, H.; PFEFFER, H.; DANNEL, F.; RÖMHELD, V. Boron in plant biology. **Plant biology**, v. 4, n. 02, p. 205-223, 2002.

CAMPAGNOLO, M. A.; PIO, R. Enraizamento de estacas caulinares e radiculares de cultivares de amoreira-preta coletadas em diferentes épocas, armazenadas a frio e tratadas com AIB. **Ciência Rural**, v. 42, n. 2, p. 232-237, 2012.

CARDOSO, C.; YAMAMOTO, L. Y.; PRETI, E. A.; ASSIS, A. M.; NEVES, C. S. V. J.; ROBERTO, S. R. AIB e substratos no enraizamento de estacas de pessegueiro 'Okinawa' coletadas no outono. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 4, p. 1307-1314, 2011.

CASSON, S. A.; LINDSEY, K. Genes and signalling in root development. **New Phytologist**, v. 158, n. 1, p. 11-38, 2003.

CELANT, V. M.; PIO, R.; CHAGAS, E. A.; ALVARENGA, Â. A.; DALASTRA, I. M.; CAMPAGNOLO, M. A. Armazenamento a frio de ramos porta-borbulhas e métodos de enxertia de cultivares de marmeleiro. **Ciência Rural**, v. 40, n. 1, p. 20-24, 2010.

CHRISTIAENS, A.; LOOTENS, P.; ROLDÀN-RUIZ, I.; PAUWELS, E.; GOBIN, B.; VAN LABEKE, M. C. Determining the minimum daily light integral for forcing of azalea (*Rhododendron simsii*). **Scientia Horticulturae**, v. 177, p. 1-9, 2014.

CRUZ-SILVA, C. T. A.; FANTI, F. P.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Propagação vegetativa de jasmim-amarelo (*Jasminum mesnyi* Hance) via estaquia. **Scientia Agraria**, v. 14, n. 2, 2013.

CUNHA, A. C. M. C. M.; PAIVA, H. N.; BARROS, N. F.; LEITE, H. G.; LEITE, F. P. Influência do estado nutricional de minicepas com enraizamento de miniestacas de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. P. 591-600. 2009.

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

FERRIANI, A. P.; BORTOLINI, M. F.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S. Propagação vegetativa de estaquia de azaléia arbórea (*Rhododendron Thomsonii* HOOK. f.). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 27, n. 1, p. 35-42, 2006.

FRAGOSO, R. O.; STUEPP, C. A.; RICKLI, H. C.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S. Maximum efficiency concentration of indole butyric acid in promoting the rooting of Japanese Flowering Cherry. **Ciência Rural**, v. 47, n. 1, 2017.

GEISS, G.; GUTIERREZ, L.; BELLINI, C. Adventitious root formation: new insights and perspectives. **Annual plant reviews**, v. 37, p. 127-156, 2009.

GOLDBACH, H. E.; WIMMER, M. A. Boron in plants and animals: Is there a role beyond cell-wall structure? **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 170, n. 1, p. 39-48, 2007.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; JUNIOR DAVIES, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 8th. ed. New Jersey: Englewood Clippis, 2011. 915 p.

HOFFMANN, A.; CHALFUN, N. N. J.; ANTUNES, L. E. C.; RAMOS, J. D.; PASQUAL, M.; SILVA, C. R. R. **Fruticultura comercial: propagação de plantas frutíferas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1996. 319 p.

JOSTEN, P., KUTSCHERA, U. The micronutrient boron causes the development of adventitious roots in sunflower cuttings. **Annals of Botany Company**. v.84, p.337-342, 1999.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 1 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 452 p.

KLERK, G. J.; VAN DER KRIEKEN, W.; JONG, J. C. Review the formation of adventitious roots: new concepts, new possibilities. **In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant**, v. 35, n. 3, p. 189-199, 1999.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RiMa Artes e Textos, 2000. 531p.

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**, p. 27-32, 1993.

LIMA, J. D.; MORAES, W. S.; SILVA, S. H. M-G. Enraizamento de estacas de genótipos de *Camellia sinensis* L. em meio ácido, presença de alumínio e ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.18, n.1, p.74-80, 2016.

LONE, A. B.; UNEMOTO, L. K.; YAMAMOTO, L. Y.; COSTA, L.; SCHNITZER, J. A.; SATO, A. J.; RICCE, W. S.; ASSIS, A. M.; ROBERTO, S. R. Enraizamento de estacas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) no outono em AIB e diferentes substratos. **Ciência Rural**, v. 40, n. 8, p. 1720-1725, 2010.

LOSS, A.; TEIXEIRA, M. B.; SANTOS, T. J.; GOMES, V. M.; QUEIROZ, L. H. Indução do enraizamento em estacas de *Malvaviscus arboreus* Cav. com diferentes

concentrações de ácido indol–butírico (AIB). **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 31, n. 2, p. 269-273, 2009.

LUZ, P. B. D.; PAIVA, P. D. D. O.; LANDGRAF, P. R. C. Influência de diferentes tipos de estacas e substratos na propagação assexuada de hortênsia [*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser.]. **Ciência e Agrotecnologia**, p. 699-703, 2007.

MALAVASI, U. C. Macropropagação vegetativa de coníferas - perspectivas biológicas e operacionais. **Floresta e Ambiente**, v. 1, n. 1, p. 131-35, 1994.

MOREIRA, M. A.; BIANCHINI, F. G.; CRUZ, C. C. R.; DANTAS, F. M.; SOUZA, I. M. Produção de mudas de *Alpinia purpurata* (Vieill.) Schum, cultivar Red Ginger, em diferentes substratos e estimulador de enraizamento. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 17, n. 2, 109-114, 2011.

MUAD, M.; FELTRAN, J. C.; CORRÊA, J. C.; DAINESE, R. C.; ONO, E. O.; REDRIGUES, J. D. Enraizamento de estacas de azaleia tratadas com concentrações de ANA em diferentes substratos. **Ciência e agrotecnologia**, v. 28, n. 4, p. 771-777, 2004.

MUNÓZ, H. I.; VALENZUELA, B. J. Enraizamento de la estacas herbáceas de três cultivares de videira: efecto de la ubicación em el sarmiento y época de recolección. **Agricultura Técnica**, v. 38, n.1, p. 14-17, 1978.

NG, S. C.; CORLETT, R. T. Comparative reproductive biology of the six species of *Rhododendron* (Ericaceae) in Hong Kong, South China. **Canadian Journal of Botany**, v. 78, n. 2, p. 221-229, 2000.

NICOLOSO, F. T.; LAZZARI, M.; FORTUNATO, R. P. Propagação Vegetativa de *Platanus Acerifolia* Ait:(li) Efeito da aplicação de zinco, boro e Ácido Indolbutírico no enraizamento de estacas. **Ciência Rural**, v. 29, n. 3, p. 487-492, 1999.

ONO, E. O.; 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**, v. 33, n. 2, p. 221-223, 1998.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Viveiros florestais**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2000.

PEDRINHO, D. R.; PIVETTA, K. F. L.; PIZETTA, P. U. C.; CASALLI, L. P.; SARZI, I. Efeito do armazenamento de estacas no enraizamento de roseiras para corte nas quatro estações do ano. **Ornamental Horticulture**, v. 9, n. 1, 2003.

PENHA, E. T. S. **Doses e modos de aplicação de boro na produção de mudas de nespereira**. 2016. 40p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, 2016.

PINTO, F. A.; FRANCO, E. T. H. Propagação vegetativa de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown, (Verbenaceae). **Caderno de Pesquisa Série Biológica**, v.21, n. 2, p. 61-75, 2009.

PIO, R.; ARAÚJO, J. P. C.; BASTOS, D. C.; ALVES, A. S. R.; ENTELMANN, F. A.; SCARPARE FILHO, J. A.; MOURÃO FILHO, F. A. A. Substratos no enraizamento de estacas herbáceas de figueira oriundas da desbrota. **Ciência e agrotecnologia**, v. 29, n. 3, p. 604-609, 2005.

PIRES, E. J. P.; BIASI, L. A. Propagação da videira. In: POMMER, C.V. **Uva: tecnologia da produção, pós-colheita e mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. p. 295-350.

PIRES, P. P.; WENDLING, I.; AUER, C.; BRONDANI, G. E. Sazonalidade e soluções nutritivas na miniestaquia de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. **Revista Árvore**, v. 39, n. 2, p. 283-293, 2015.

PIVETTA, K. F. L.; PEDRINHO, D. R.; FÁVERO, S.; BATISTA, G. S.; MAZZINI, R. B. Época de coleta e ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de espiroleira (*Nerium oleander* L.). **Revista Árvore**, v.36, n.1, p.17-23, 2012.

PIZZATTO, M.; WAGNER JÚNIOR, A.; LUCKMANN, D.; PIROLA, K.; CASSOL, D. A.; MAZARO, S. M. Influência do uso de AIB, época de coleta e tamanho de estaca na propagação vegetativa de hibisco por estaquia. **Revista Ceres**, v. 58, n.4, p. 487-492, 2011.

POPESCU, R.; KOPP, B. The genus *Rhododendron*: an ethnopharmacological and toxicological review. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 147, n. 1, p. 42-62, 2013.

SALIBE, A. B.; BRAGA, G. B.; PIO, R.; TSUTSUMI, C. Y.; JANDREY, P. E.; ROSSOL, C. D.; FRÉZ, J. R. S.; SILVA, T. P. Enraizamento de estacas do porta-enxerto de videira 'VR 043-43' submetidas a estratificação, ácido indolbutírico e ácido bórico. **Bragantia**, v. 69, n. 3, p. 617-622, 2010.

SANTOS, C. M. G.; CERQUEIRA, R. C.; FERNANDES, L. M. S.; RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O. Efeito de substratos e boro no enraizamento de estacas de pitaya. **Revista Ceres**, v. 57, p. 795-802, 2010.

SARZI, I.; PIVETTA, K. F. L. Efeito das estações do ano e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de variedades de miniroseira (*Rosa* spp.). **Científica**, v. 33, n. 1, p. 62-68, 2005.

SCHWAB, N. T.; NEUHAUS, M.; BELLÉ, R. A.; BACKES, F. A. A. L.; PEITER, M. X. Efeito do armazenamento a frio e desidratação sobre o enraizamento de estacas

herbáceas de *Dendranthema grandiflora*. **Ornamental Horticulture**, v. 19, n. 2, p. 117-120, 2013.

SILVA, R. P.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V. Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* DEG). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 377-381, 2001.

SMIDERLE, O. S.; MINAMI, K. Emergência e vigor de plântulas de goiabeira em diferentes substratos. **Revista Científica Rural**, v. 6, n. 1, p. 38-45, 2001.

SOUZA, A. V.; PEREIRA, A. M. S. Enraizamento de plantas cultivadas in vitro. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 9, n. 4, p. 103-117, 2007.

TAKATA, W. H. S.; SILVA, E. G.; BARDIVIESSO, D. M. Enraizamento de estacas de *Duranta repens* Linn “Aurea” em função de doses de IBA. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v.21, n. 1, p. 1-9, 2012.

VALE, M. R.; CHALFUN, N. N. J.; MENDONÇA, V.; MIRANDA, C. S.; COELHO, G. V. A. Ácido indolbutírico e sacarose no enraizamento de estacas de goiabeira cultivar Paluma. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 3, p. 69-74, 2008.

VALMORBIDA, J.; BOARO, C. S. F.; LESSA, A. O.; SALERNO, A. R. Enraizamento de estacas de *Trichilia catigua* A. Jus (Catiguá) em diferentes estações do ano. **Revista Árvore**, v. 32, n. 3, p. 435-442, 2008.

VALMORBIDA, J.; LESSA, A. O. Enraizamento de estacas de *Ginkgo biloba* tratadas com ácido indolbutírico e ácido bórico. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 398-401, 2008.

VAN DE POL, P. A. Partial replacement of the rooting procedure of *Chrysanthemum morifolium* cuttings by pre-rooting storage in the dark. **Acta Horticulturae**, v.226, p.519-524, 1988.

VASCONCELOS, A. A.; INNECCO, R.; MATTOS, S. H. Influência de diferentes composições de substratos na propagação vegetativa de *Gypsophila* no litoral cearense. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 4, p. 706-712, 2012.

VERDONCK, O.; VLEESCHAUWER, D.; BOODT, M. de. The influence of the substrate to plant growth. **Acta Horticulturae**, n. 126, p. 251-258, 1981.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal**: princípios e técnicas. Viçosa: Editora da UFV, 2009. 272 p.

ZEM, M. L.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S. Enraizamento de estacas semilenhosas de *Pereskia aculeata* nas quatro estações do ano em diferentes substratos. **Revista Eletrônica Científica da Uergs**, v.2, n.3, p.227–233, 2016.

CAPÍTULO 2 – Enraizamento de estacas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) cultivares Otto e Terra Nova tratadas com auxina e boro

RESUMO - A azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) é uma planta ornamental originária da China, propagada comercialmente por estacas e muito cultivada no Brasil pela beleza de suas flores; no entanto, alguns cultivares, como 'Otto', cultivado em vaso, com flores de coloração vermelha e grande valor de mercado, apresentam dificuldades no enraizamento o que pode provocar redução na produção comercial dessas mudas. É necessário aprimorar os estudos que possam maximizar o sucesso do enraizamento, como a aplicação de fitorreguladores, bem como a utilização de nutrientes que estejam envolvidos nos processos bioquímicos e fisiológicos das plantas, como é o caso do boro, que tem influência direta na formação de raízes de estacas devida à sua ação conjunta com a auxina no processo rizogênico. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do ácido indolbutírico (AIB) e do boro no enraizamento de estacas herbáceas de azaleia 'Otto' e 'Terra Nova'. Os experimentos foram realizados para cada cultivar e conduzidos no município de Holambra, SP, na propriedade comercial "Sleutjes Azaleias", e as avaliações foram realizadas no Laboratório de Sementes de Plantas Hortícolas do Departamento de Produção Vegetal, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Para ambos os cultivares, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Os tratamentos foram arranjos em esquema fatorial 4 x 4 (doses de AIB: 0, 1000, 2000 e 3000 mg L⁻¹ e boro: 0; 2,5; 5,0 e 7,5 mg L⁻¹); foram quatro repetições e 10 estacas por parcela. A avaliação foi realizada seis semanas após o estaqueamento. Concluiu-se que a auxina e o boro não influenciaram na porcentagem de enraizamento das estacas para ambos os cultivares; no entanto, para o cultivar Otto, o sistema radicular apresentou melhor qualidade quando as estacas foram tratadas com 2000 mg L⁻¹ de AIB na ausência de boro. Não se recomenda a aplicação de AIB e boro no momento da estaquia para o cultivar Terra Nova, pois, a quantidade de matéria seca e a área superficial foram prejudicadas com a adição de boro e a adição de 3000 mg L⁻¹ de AIB aumentou a quantidade de raiz, mas prejudicou o comprimento.

Palavras-chave: Micronutriente, Ácido Indolbutírico, Rizogênese.

CHAPTER 2 - Rooting of azalea cuttings (*Rhododendron simsii* Planch.) cultivars Otto and Terra Nova treated with auxin and boron

ABSTRACT - Azalea (*Rhododendron simsii* Planch.) is an ornamental plant native to China, propagated commercially by cuttings and cultivated in Brazil due to the beauty of its flowers, however, some cultivars, such as 'Otto', cultivated in pots, with flowers of red color and great market value, present difficulties in rooting which can cause reduction in the commercial production of these seedlings. Thus, it is necessary to improve the studies that can maximize the success of rooting, such as the application of phytohormones, as well as the use of nutrients that are involved in the biochemical and physiological processes of plants, such as boron, which has a direct influence on root formation of cuttings due to their joint action with auxin in the rhizogenic process. Thus, the present work had the objective of evaluating the influence of indolbutíric acid (IBA) and boron in the rooting of 'Otto' and 'Terra Nova' herbaceous cuttings. The experiments were performed separately for each cultivar and conducted in Holambra city, SP, in the commercial property "Sleutjes Azaleias" and the evaluations were carried out at the Vegetable Seed Laboratory of the Vegetable Production Department, São Paulo State University (Unesp), School of Agricultural and Veterinarian Sciences, Jaboticabal. For both cultivars, the experimental design was completely randomized. The treatments were arranged in a 4 x 4 factorial scheme (doses of AIB: 0, 1000, 2000 and 3000 mg L⁻¹ and boron: 0; 2,5; 5,0 and 7,5 mg L⁻¹); were four replicates and 10 cuttings per plot. The evaluation was performed six weeks after cutting. It was concluded that auxin and boron did not influence the rooting percentage of the cuttings for both cultivars, however, for the Otto cultivar, the root system presented better quality when the cuttings were treated with 2000 mg L⁻¹ of IBA in the absence of boron. The application of IBA and boron at the time of cutting to the cultivar Terra Nova was not recommended because the dry mass and surface area were impaired with the addition of boron and the addition of 3000 mg L⁻¹ of IBA increased the amount of root, but impaired the length.

Keywords: Micronutrient, Indolebutyric Acid, Rhizogenesis.

1. INTRODUÇÃO

A azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.), pertencente à família Ericaceae, é uma planta ornamental originária da China, porém muito usada no Brasil (LORENZI e SOUZA, 1995), tanto no paisagismo, onde se utilizam cultivares mais antigos, como na condição de planta envasada, com cultivares selecionados periodicamente.

A azaleia é uma das principais flores envasadas comercializadas no Brasil (PAIVA et al., 2016). Este segmento de flores e plantas envasadas apresenta significativa importância no mercado global de flores. Numa análise recente feita pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – Sebrae (SEBRAE, 2015), observou-se o crescimento deste segmento no Brasil, de 20% para 24% no período de 2008 a 2013.

Nesta mesma análise, ressalta-se que este crescimento também reflete o comportamento da clientela no mercado internacional, que aponta para a crescente importância das flores e plantas envasadas na pauta de consumo, dada a melhor relação custo x benefício quando comparada com as cortadas, devendo-se tanto aos menores custos relativos quanto à maior durabilidade e praticidade das flores e das plantas envasadas.

Para o consumidor contemporâneo, essas mercadorias mostram-se mais adequadas à conjuntura econômica mais restritiva do mercado internacional, além de serem mais adaptadas ao estilo de vida atual, marcado pelas habitações menores e menor presença de acessórios, como vasos para flores cortadas e arranjos florais, entre outros fatores.

A propagação comercial da azaleia é vegetativa por estaquia. Entretanto, Chalfun et al. (1997) ressaltaram que, muitas vezes, a porcentagem de enraizamento dessa planta é baixa, interferindo negativamente na produção de mudas, como observado na área de produção comercial para alguns cultivares, incluindo ‘Otto’.

Esta dificuldade de enraizamento verificada para algumas espécies e até entre variedades da mesma espécie possivelmente deve-se à presença de inibidores ou ausência de substâncias promotoras da rizogênese (FACHINELLO et al., 2005).

São vários os fatores que afetam a iniciação e o desenvolvimento de raízes, tanto de natureza endógena como exógena; entre esses, o balanço hormonal no tecido é apontado como de grande importância para o enraizamento (OLIVEIRA et al., 2003). Também o boro pode apresentar efeito positivo, visto que atua na síntese de proteínas e ácidos nucleicos (CUNHA et al., 2009).

O hormônio vegetal que atua diretamente na indução radicular é a auxina, oriunda de regiões meristemáticas da planta. O tratamento com auxina sintética é realizado em várias plantas, visando a indução radicular, e consequentemente, o aumento da porcentagem de estacas enraizadas e do número de raízes e a redução do tempo de enraizamento, resultando em raízes maiores quando comparado com estacas que não foram tratadas; todos estes processos refletem diretamente na qualidade do sistema radicular formado e na uniformidade do enraizamento. O ácido indolbutírico (AIB) é a auxina sintética mais utilizada, por apresentar maior estabilidade (FACHINELLO et al., 2005; FIGUEIREDO et al., 2009).

O boro é um micronutriente de elevada importância no enraizamento adventício, pois desempenha funções no alongamento celular (TAIZ e ZEIGER, 2013), sendo imprescindível nas fases de indução e desenvolvimento dos primórdios radiculares e posterior crescimento das raízes (CUNHA et al., 2009). É considerado cofator do enraizamento, por seu papel no processo rizogênico em conjunto com a auxina, facilitando o transporte pelas membranas e sua manutenção da integridade (HERRERA; ONNO; LEAL, 2004), e no controle das enzimas envolvidas no metabolismo de carboidratos, polifenóis, lignina, auxinas e dos ácidos nucleicos (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Diante do exposto, tornam-se necessários estudos que visem maximizar o enraizamento em estacas de cultivares de azaleia consideradas importantes economicamente e de difícil enraizamento.

Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a influência do ácido indolbutírico (AIB) e do boro no enraizamento de estacas herbáceas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) 'Otto' e 'Terra Nova'.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na propriedade comercial “Sleutjes Azaleias”, especializada na produção de azaleia envasada, localizada no município de Holambra, SP, no período de 10 de junho a 22 de julho de 2016.

Os experimentos foram instalados separadamente para os cultivares Otto e Terra Nova e as avaliações foram realizadas no Laboratório de Sementes de Plantas Hortícolas do Departamento de Produção Vegetal, FCAV/Unesp.

O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado. Foram 16 tratamentos dispostos em esquema fatorial 4 x 4 (doses de AIB: 0, 1000, 2000 e 3000 mg L⁻¹ e de boro: 0; 2,5; 5,0 e 7,5 mg L⁻¹), com quatro repetições e 10 estacas por parcela.

As estacas herbáceas dos cultivares Otto e Terra Nova, padronizadas com 10 ± 1 cm de comprimento, foram coletadas de plantas em cultivo em vasos da área de produção. As estacas foram mantidas com cerca de 7 a 10 pares as folhas e foram retiradas as folhas basais, seguindo os procedimentos da empresa. As bases das estacas (1/3 do comprimento) foram imersas por 10s em solução hidro alcoólica (50% álcool etílico) nas diferentes concentrações de AIB e, posteriormente, foram tratadas com soluções de diferentes concentrações de boro, cuja fonte foi o ácido bórico (17% B), de acordo com o tratamento, onde as estacas ficaram imersas por período semelhante a auxina.

Após tratadas, foi realizado o estaqueamento em bandejas plásticas (41,5 x 29,5 x 7,5 cm) com capacidade para 7 litros, contendo uma mistura de 80% de casca de pinus e 20% de turfa como substrato, sendo 40 estacas por bandeja. Posteriormente, foi aplicada uma solução de 1,6 ml L⁻¹ de Bravonil® + 0,2 ml L⁻¹ de Actara® com auxílio de um regador manual e logo após, as bandejas foram cobertas com um plástico transparente e mantidas em casa de vegetação por um período de seis semanas, tempo que o produtor considera adequada para que ocorra o enraizamento.

Foram realizadas as seguintes avaliações: porcentagem de enraizamento, número de raízes, comprimento (cm), volume (cm³), área superficial (cm²), diâmetro médio (cm) e quantidade de matéria seca das raízes (mg).

Após contabilizar o número de estacas enraizadas, as raízes foram retiradas das estacas para as demais análises. Número de raízes, comprimento médio e total, volume, área superficial e diâmetro médio das raízes foram analisados por meio de foto-interpretação utilizando o Software Safira (JORGE e RODRIGUES, 2008), sendo as raízes fotografadas junto com uma referência de comprimento, e as imagens, submetidas a análise no software. Em seguida as raízes foram colocadas em estufa com circulação forçada de ar por 48 horas a 65 °C e, posteriormente, pesadas em balança analítica.

Foram realizadas análises de variância a fim de verificar a significância dos fatores estudados e da interação entre estes fatores e, também, análises de regressão polinomial a fim de verificar o comportamento das variáveis em função do aumento das doses de AIB ou boro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de raízes e comprimento do sistema radicular foram influenciados pelo AIB e pela associação de AIB com boro; já a quantidade de matéria seca, área superficial e volume de raízes foram influenciados apenas pelas diferentes concentrações de AIB estudadas (Tabela 1). Contudo, não houve diferença significativa entre os fatores para 'Otto', nem para a interação entre os fatores, para a porcentagem de enraizamento e diâmetro das raízes (Tabela 1).

Da mesma forma como ocorreu para o cv. Otto, 'Terra Nova', o número de raízes foi influenciado pelo AIB e pelo boro e pela interação entre estes fatores (Tabela 1), no entanto, também não mostrou diferença significativa para a porcentagem de enraizamento e diâmetro das raízes. A associação do regulador de crescimento e do boro também foi capaz de influenciar o comprimento das raízes do cv. Terra Nova. Essas variáveis, em conjunto com o número de raízes, são características importantes que indicam a qualidade do sistema radicular.

Já a quantidade de matéria seca das raízes desse mesmo cultivar foi significativa para os dois fatores separadamente, enquanto a área superficial e o volume apresentam diferença apenas quando as estacas foram tratadas com diferentes concentrações de boro (Tabela 1).

Tabela 1. Significância dos quadrados médios das variáveis estudadas para a influência de AIB e boro no enraizamento de estacas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) ‘Otto’ e ‘Terra Nova’.

<i>Rhododendron simsii</i> cv. Otto				
Variáveis	Variação			CV (%)
	AIB	Boro	AIB x Boro	
Enraizamento (%)	126,7 ^{ns}	130,21 ^{ns}	67,18 ^{ns}	13,90
Número de raízes	3005,53**	149,27 ^{ns}	968,82**	23,07
Comprimento (cm/raiz)	15,41**	0,27 ^{ns}	6,06**	19,07
Matéria seca (mg/estaca)	0,000968**	0,000013 ^{ns}	0,000146 ^{ns}	20,58
Área superficial (cm ²)	838,13**	105,62 ^{ns}	218,6 ^{ns}	25,91
Volume (cm ³)	296,29*	68,79 ^{ns}	87,76 ^{ns}	33,57
Diâmetro (cm)	0,062 ^{ns}	0,024 ^{ns}	0,059 ^{ns}	21,64
<i>Rhododendron simsii</i> cv. Terra Nova				
Variáveis	Variação			CV (%)
	AIB	Boro	AIB x Boro	
Enraizamento (%)	9,89 ^{ns}	9,89 ^{ns}	8,51 ^{ns}	2,52
Número de raízes	5911,54**	5285,32**	1368,35**	16,40
Comprimento (cm/raiz)	0,05 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,13*	18,68
Matéria seca (mg)	1,88**	2,74**	0,45 ^{ns}	25,92
Área superficial (cm ²)	1,64 ^{ns}	5,77**	3,23 ^{ns}	22,02
Volume (cm ³)	0,12 ^{ns}	1,84**	0,38 ^{ns}	45,59
Diâmetro (cm)	0,003 ^{ns}	0,009 ^{ns}	0,004 ^{ns}	19,87

^{ns} não significativo; ** significativo a 1%; * significativo a 5%.

A não significância observada para porcentagem de enraizamento (Tabela 1) para ambos os cultivares pode ser devida ao fato de as estacas já possuírem auxinas endógenas suficientes para enraizarem (PAES et al., 2006), bem como o boro em quantidades suficientes (JOSTEN e KUTSCHERA, 1999), uma vez que, na ausência de ambos, já houve formação de raízes.

A época de coleta das estacas pode ter favorecido este resultado, já que as matrizes ainda não tinham passado por condições de baixas temperaturas, que

naturalmente diminuem o metabolismo das plantas conforme explicam Hartmann et al. (2011). Os mesmos autores também respaldam outro fator que pode ter favorecido este resultado, que é a presença das folhas remanescentes nas estacas, já que continuam o processo de produção e fornecimento de carboidratos utilizados no processo rizogênico.

Resultados semelhantes foram encontrados por Valmorbida e Lessa (2008), que também observaram que não houve efeito do AIB e do boro na porcentagem de enraizamento de estacas de noqueira do Japão (*Ginkgo biloba*).

Estudando outra espécie de azaleia, porém, mesmo gênero, Salvador, Jadoski e Resende (2005) também observaram que não houve efeito do AIB na porcentagem de enraizamento de estacas de *Rhododendron indicum*.

Já para a mesma espécie do presente trabalho, resultados semelhantes foram observados por outros pesquisadores. Chalfun et al. (1997), utilizando AIB em concentrações de 0, 100 e 200 mg L⁻¹, durante 24 horas, com avaliação aos 120 dias, observaram que não houve diferença significativa na porcentagem de enraizamento; igualmente Lone et al. (2010), utilizando estacas tratadas ou não com 1000 mg L⁻¹ de AIB, em diferentes substratos, também observaram que não houve efeito do AIB na porcentagem de enraizamento. No entanto, em ambos os estudos, os autores não citam o cultivar utilizado, provavelmente um antigo de uso em jardins, que pode ser considerado de fácil enraizamento. A época de coleta das estacas também pode ter favorecido já que, nas duas pesquisas, a estaquia foi realizada no início do outono.

Estudando também o enraizamento de estacas de azaleia, porém, estacas semilenhosas, de uso em jardim, coletadas no final do inverno ou início de primavera e utilizando como auxina exógena o ácido naftalenoacético (ANA), Carvalho, Silva e Zuffellato-Ribas (2002), semelhantemente, verificaram que aplicação de ANA não alterou a porcentagem de sobrevivência, brotação e enraizamento de estacas. Os autores sugeriram que o fato de as estacas de azaleia enraizarem sem a presença de AIB, pode ser atribuído às folhas presentes nas estacas.

Verificou-se interação significativa da associação de AIB e boro para o número de raízes formadas em estacas de azaleia 'Otto' (Tabela 1). Maiores médias foram verificadas na ausência de boro ou 5,0 mg L⁻¹ combinadas com 2000 mg L⁻¹

de AIB. Quando não houve a adição de AIB, as estacas tratadas com boro nas concentrações de 2,5; 5,0 e 7,5 mg L⁻¹ apresentaram maior número de raízes quando comparado com 0 mg L⁻¹ de boro (Figura 1A).

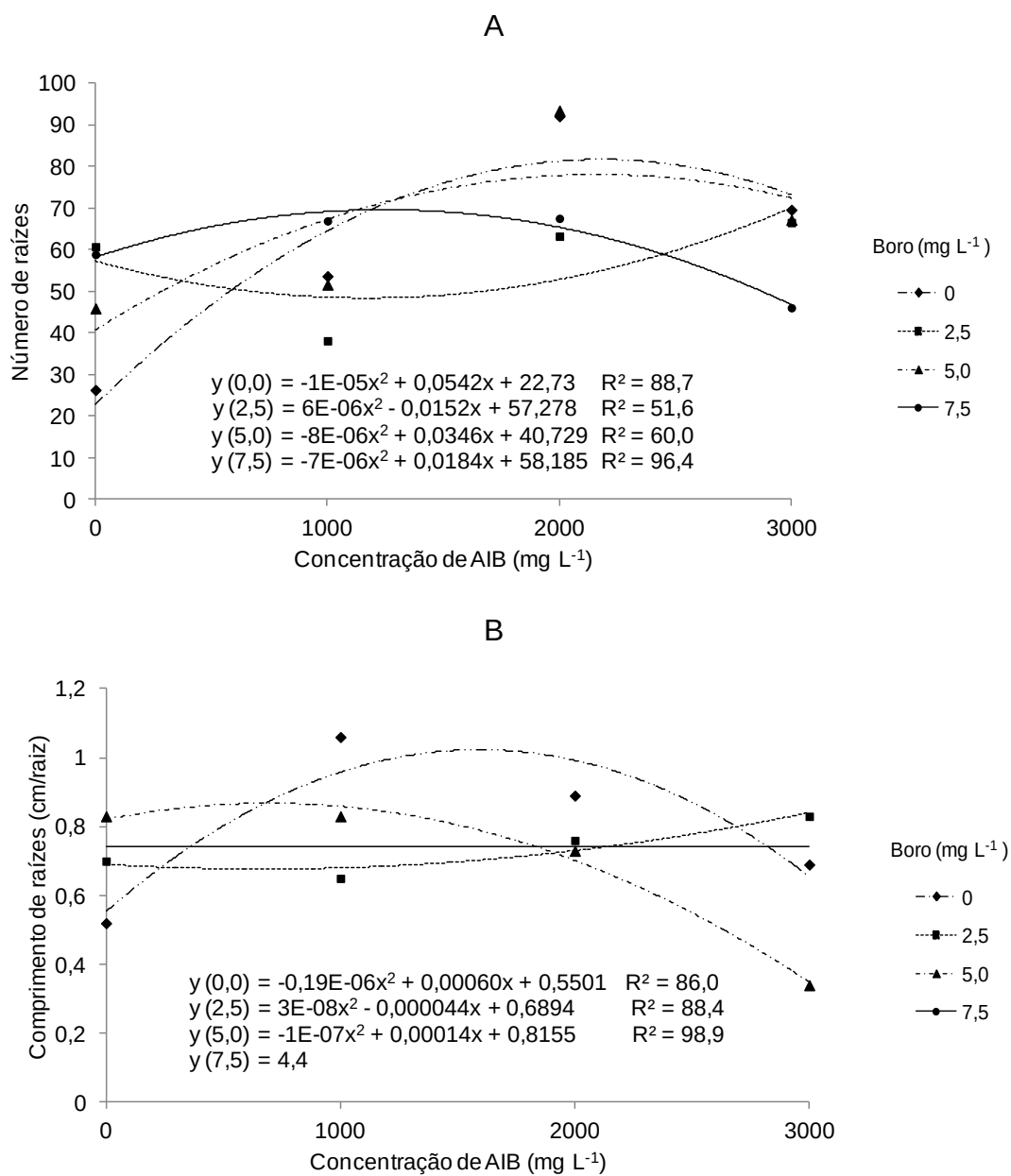


FIGURA 1. Número (A) e comprimento (B) de raízes de estaca de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) cultivar Otto, submetidas a diferentes concentrações de AIB e boro.

Quando se observam as estacas de 'Otto' não tratadas com boro, o número de raízes aumentam até a dose de 2000 mg L⁻¹ de AIB (Figura 1A), demonstrando a ação da auxina exógena estimulando a formação de raízes e número de raízes formadas e consequente uniformidade no enraizamento (FIGUEIREDO et al., 2009; TAIZ e ZEIGER, 2013). No entanto, a partir desta concentração, observa-se uma tendência a redução do número de raízes, indicando fitotoxidez quando aumenta a concentração (Figura 1A).

Um fator a ser considerado é a capacidade que algumas plantas possuem em mobilizar o boro de folhas maduras para os tecidos jovens, assim como ocorre em alguns genótipos de eucalipto (*Eucalyptus* spp.) (MATTIELLO et al., 2009), podendo influir no processo de enraizamento, já que tal fato ocorre principalmente nas plantas deficientes em boro. Neste sentido, cogita-se que em uma estaca onde o boro pode ser mobilizado, este será levado de um tecido mais velho para a região onde será demandado, ou seja, para o desenvolvimento das raízes adventícias.

De acordo com a figura 1A, pode-se dizer que todos os tratamentos foram superiores à testemunha (0 mg L⁻¹ de AIB e 0 mg L⁻¹ de boro). O maior número de raízes para as estacas de azaleia cv. Otto foi observado na concentração de 2000 mg L⁻¹ de AIB sem adição de boro. No entanto, as combinações de 7,5 mg L⁻¹ de boro com 0 ou 1000 mg L⁻¹ de AIB, 0 ou 5,0 mg L⁻¹ de boro acrescidos de 2000 mg L⁻¹ de AIB e 2,5 mg L⁻¹ de boro com 3000 mg L⁻¹ de AIB também foram os arranjos que mostraram resultados satisfatórios para essa variável, sugerindo que, para fins práticos, pode-se optar pela combinação que resulta em maior economia destes insumos para o produtor de mudas.

Semelhantemente, para comprimento de raízes, maiores médias foram observadas na concentrações de 1000 e 2000 mg L⁻¹ de AIB e na ausência de boro ainda para o cv. Otto (Figura 1B).

Contrariamente, estudando a mesma espécie, porém, outro cultivar, Lone et al. (2010), não observaram diferença significativa para a variável comprimento da maior raiz em estacas tratadas ou não com 1000 mg L⁻¹ de AIB.

Já Pizzatto et al. (2011), estudando concentrações de AIB, tamanho da estaca e época na propagação vegetativa de hibisco (*Hibiscus rosa-sinensis*),

observaram que a utilização de AIB influenciou no comprimento médio de raízes dessa espécie.

O comprimento de raízes de 'Otto' (Figura 1B) com exceção da dose de 7,5 mg L⁻¹ de boro não foi significativa para a associação com nenhuma das doses de AIB estudadas, ou seja, independentemente da adição ou não de AIB na estaca, não vai influenciar o resultado do comprimento de raízes de azaleia com estacas tratadas com 7,5 mg L⁻¹ de boro.

Embora as maiores médias do número de raízes tenham sido verificadas na ausência de boro com 2000 mg L⁻¹ de AIB, qualquer das concentrações de boro testadas acrescidas de 2000 mg L⁻¹ de AIB (Figura 1B) mostrou resultado superior à testemunha (0 mg L⁻¹ de AIB e 0 mg L⁻¹ de boro).

Assim, de modo geral, a combinação do boro com a auxina beneficiou o aumento do comprimento das raízes das estacas da azaleia 'Otto'; no entanto, foi na ausência desse micronutriente que houve as maiores médias de comprimento de raiz.

Salibe et al. (2010), verificaram que o ácido bórico causou poucos efeitos sobre as variáveis relacionadas ao enraizamento de videira, sendo observado que apenas a aplicação do AIB induziu incrementos no enraizamento. Resultados semelhantes ocorreram em orquídea bambu (*Arundina bambusifolia*) tratadas ou não com boro e diferentes concentrações de AIB; os tratamentos com aplicação de ácido bórico não foram eficientes, sendo a utilização de 400 mg mL⁻¹ de AIB o tratamento que induziu maior porcentagem de brotações e maior porcentagem de brotos enraizados (MENGARDA et al., 2013).

No entanto, o boro tem se mostrado importante na fase de iniciação radicular, bem como, nos processos de crescimento e desenvolvimento do sistema radicular como a formação da parede celular, lignificação e alongamento celular, além de ser necessário no desenvolvimento dos primórdios radiculares e o seu posterior crescimento das raízes (CUNHA et al., 2009). Villa et al. (2009) estudando o enraizamento de estacas do porta-enxerto de videira (*Vitis vinifera*) 'Kobber' micropropagados, observaram resposta positiva à adição de 4,0 mg dm⁻³ de ácido bórico ao meio de cultura, aumentando tanto o número de folhas quanto o comprimento do sistema radicular.

O AIB também influenciou no comprimento de raiz em estacas de jasmim-amarelo (*Jasminum mesnyi*) (CRUZ-SILVA; FANTI; ZUFFELLATO-RIBAS, 2013). Já para estacas semilenhosas de mirtilo (*Vaccinium ashei*) dos cultivares Delite e Bluebelle, tratados com diferentes concentrações de AIB, houve comportamento distinto; enquanto o cultivar Delite não obteve resposta positiva ao uso do AIB, 'Bluebelle' mostrou incremento positivo nessa variável para a dose de 1000 mg L⁻¹, e a partir da qual, passa a haver um efeito inibitório (FISCHER et al., 2008).

Entretanto, em outro trabalho com mirtilo (*V. ashei*) cv. Climax, não foi verificado efeito significativo para estacas medianas submetidas a tratamentos com AIB (SCHUCH et al., 2007).

De modo geral, para a azaleia 'Terra Nova', o número de raízes aumentou com o acréscimo de qualquer concentração de AIB (Figura 2A). Mas pode-se observar que, quando as estacas não foram tratadas com AIB nem boro (0 mg L⁻¹ de AIB e 0 mg L⁻¹ de boro), apresentavam 115 raízes, número superior em comparação à adição de 2,5; 5,0 e 7,5 mg L⁻¹ de boro, que resultaram em 86, 74 e 75 respectivamente.

A dose de 3000 mg L⁻¹ de AIB sem o boro foi a relação que apresentou maior quantidade de raízes formada por estaca. Assim, pode-se afirmar que a 'Terra Nova' é mais resistente a altas concentrações de AIB e boro quando comparada a 'Otto', pois a partir da dose de 3000 mg L⁻¹ de AIB com 0 mg L⁻¹ boro o cv. Terra Nova apresentou uma tendência crescente para a variável número de raízes (Figura 2A).

O comportamento do comprimento das raízes não seguiu a mesma tendência crescente que o número de raízes apresentou, sugerindo que foram formadas raízes pequenas, só que em maior quantidade (Figura 2B).

Ainda observa-se que as estacas do cv. Terra Nova que não apresentaram boro no tratamento e foram acrescidas apenas de diferentes concentrações de AIB mostraram uma sutil redução no comprimento das raízes (Figura 2B), de 1,4 cm para 1,3 cm com a adição de 3000 mg L⁻¹ de AIB. A diferença mais expressiva se deu com 2,5 mg L⁻¹ de boro com as doses de AIB; enquanto inicialmente as raízes formadas mediam 1,5 cm de comprimento, ao final da maior concentração do regulador de crescimento, estas estavam com 1,2 cm, resultando em 20% na redução do comprimento (Figura 2B).

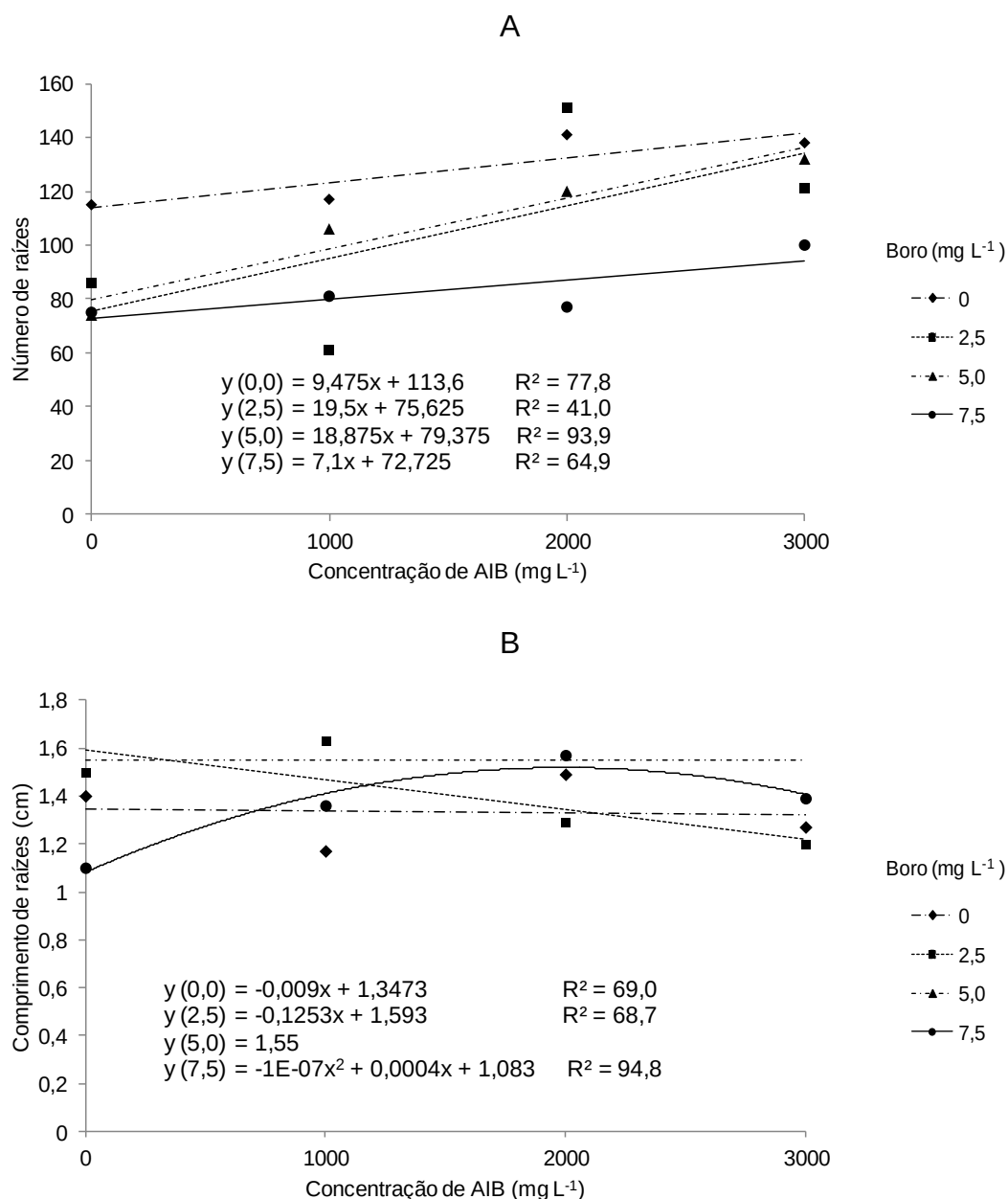


FIGURA 2. Número (A) e comprimento (B) de raízes de estacas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) cultivar Terra Nova, submetidas a diferentes concentrações de AIB e boro.

Já a maior concentração de boro comportou-se diferentemente das demais doses testadas, com um incremento no comprimento das raízes na associação de 7,5 mg L⁻¹ de boro a 2000 mg L⁻¹ de AIB; a partir dessa concentração do regulador de crescimento, a variável teve uma tendência a redução (Figura 2B).

A associação do boro com a auxina pode ter um efeito sinérgico, pois influenciou positivamente o desenvolvimento de raízes em estacas de videira (*Vitis vinifera*) (JARVIS; ALI; SHAHEED, 1983). O boro pode ser considerado um cofator do enraizamento, relacionando-se sinergicamente com o AIB, aumentando o sucesso da emissão de raízes (HIRSCH e TORREY, 1980; ROTH-BEJERANO e ITAI, 1981).

Para a quantidade de matéria seca das raízes de azaleia 'Otto' (Figura 3A), houve significância apenas para AIB, uma vez que a utilização do boro não afetou os resultados dessas variáveis, não sendo observada interação entre a concentração de AIB e a utilização de boro. De forma semelhante ao observado para número e comprimento de raízes (Figura 1), maiores médias foram verificadas quando se utilizou com 2000 mg L⁻¹ de AIB (Figura 3A).

Para algumas espécies, tem sido observado o efeito do boro na quantidade de matéria seca de raízes. Pavinato et al. (2009) verificaram que houve redução da matéria seca, fresca e volume de raízes com o incremento das doses de boro em sistema radicular de arroz (*Oryza sativa*), o que sugere que há uma estreita faixa de aproveitamento pela cultura, tornando-se tóxico em altas concentrações. Neste trabalho notou-se ainda que a toxicidade de boro pode aumentar o diâmetro médio das raízes e reduzir o comprimento médio e total, limitando a absorção de água e nutrientes; no entanto, neste estudo com estacas de azaleia, as doses de boro não foram significativas, indicando assim, que, neste caso, as doses estudadas não foram suficientes para expressar alguma toxicidade. Contudo, foi observado aumento 72 % da matéria seca de raízes em pitaya (*Hylocereus undatus*) com a utilização de boro no substrato (SANTOS et al., 2010), o que não foi observado neste trabalho com a adição de boro no tratamento das estacas.

A quantidade de matéria seca das raízes das estacas de azaleia 'Otto' submetidas a concentrações crescentes de AIB aumentou significativamente até 2000 mg L⁻¹ (Figura 3A), com incremento de 43,44% da menor para a maior concentração estudada do fitorregulador.

Na análise de regressão para as variáveis área superficial da raiz e volume do sistema radicular desse mesmo cultivar, também se observou que maiores médias foram verificadas quando se utilizou 2000 mg L⁻¹ de AIB (Figura 3B e C).

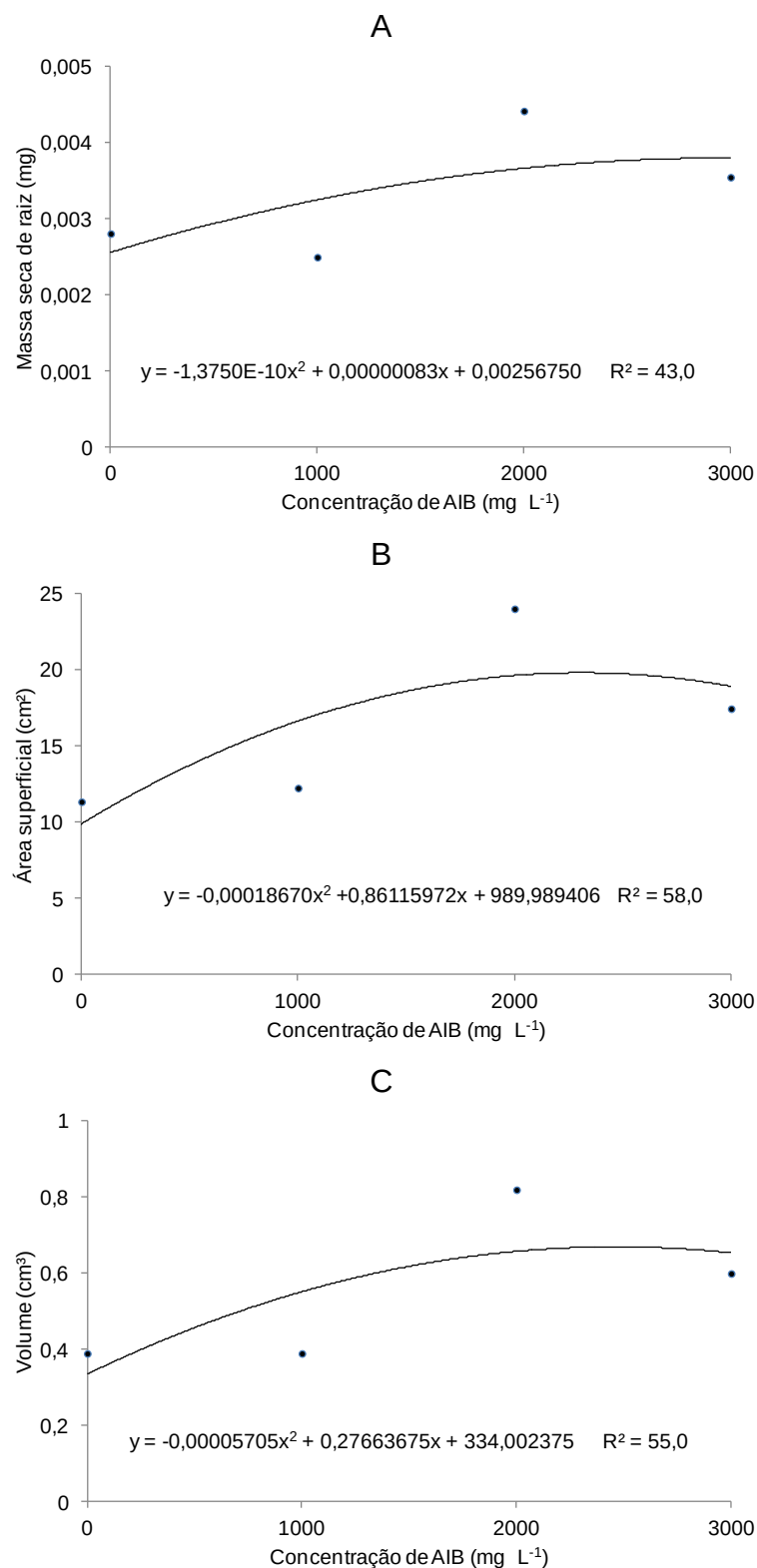


FIGURA 3. Matéria seca (A), área superficial (B) e volume (C) de raízes de raízes de estaca de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) cultivar Otto, submetidas a diferentes concentrações de AIB.

Fazendo uma análise geral, observa-se que, na concentração de 2000 mg L⁻¹ de AIB, foram verificadas as maiores médias para número, comprimento médio e total, quantidade de matéria seca, área superficial da raiz e volume de raízes, indicando melhor qualidade do sistema radicular da azaleia 'Otto', o que possibilita melhoria da sustentação da planta, aumenta a chance de sobrevivência, resultando, assim, em uma muda mais vigorosa e de melhor qualidade.

A quantidade de matéria seca das raízes de 'Terra Nova' não foi influenciada pela interação do AIB com o boro (Figura 4). A adição de diferentes concentrações de AIB foi benéfica às estacas, representado pela regressão linear crescente um aumento de 48,9%, ou seja, quanto maior a concentração de AIB, maior a quantidade de matéria seca das raízes formadas pelas estacas de azaleia 'Terra Nova' (Figura 4A).

Por outro lado, o boro prejudicou a matéria seca das raízes, reduzindo 45,6% do peso inicial das raízes em que as estacas não foram tratadas com o micronutriente (Figura 4B).

Os resultados da área superficial das raízes desse mesmo cultivar foram significativos apenas para as diferentes concentrações de boro, ou seja, apenas o micronutriente boro afetou os resultados dessa variável (Figura 4C). O incremento de qualquer concentração já foi suficiente para reduzir a área superficial, mas com a dose de 7,5 mg L⁻¹ de boro, houve um decréscimo de 39,2% em relação à não aplicação de boro nas estacas.

De acordo com os resultados obtidos verifica-se que a azaleia 'Terra Nova' possui quantidade de boro suficiente na estaca para auxiliar no enraizamento e que o acréscimo desse micronutriente pode prejudicar o sistema radicular desse cultivar.

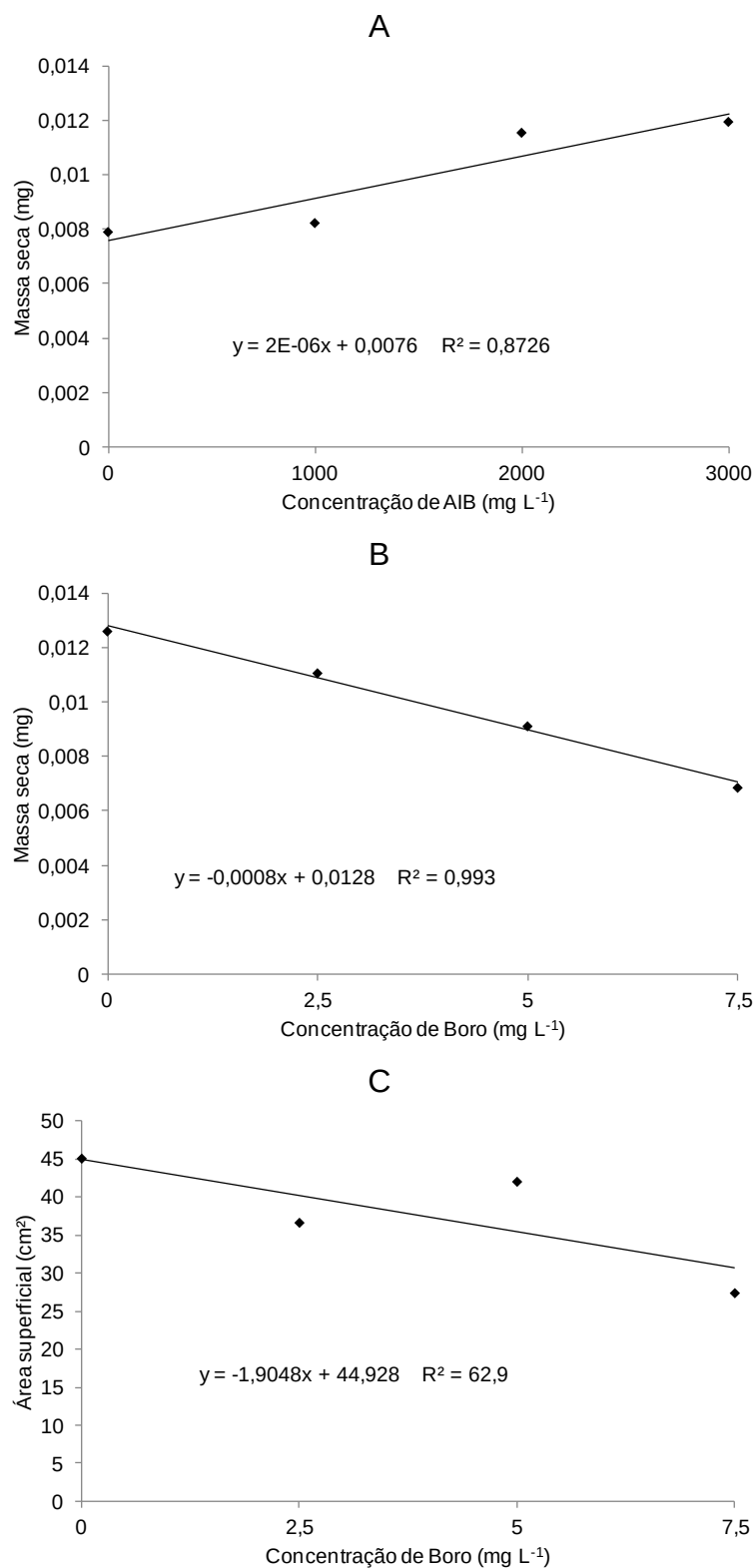


FIGURA 4. Matéria seca de raiz submetida a diferentes concentrações de AIB (A) e boro (B) e área superficial de raízes de estacas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) cultivar Terra Nova, submetidas a diferentes concentrações de boro.

No processo de enraizamento, há uma sequência de eventos que acontecem concomitantemente e interligados. A correlação entre as variáveis evidenciam este processo no enraizamento (Tabela 2 e 3). Sabe-se que a auxina e o boro estão intimamente ligados na rizogênese, a auxina pela indução de raízes e o boro pela atuação no alongamento celular, síntese dos ácidos nucleicos e funcionamento da membranas (TAIZ; ZEIGER, 2013).

TABELA 2. Correlação entre variáveis estudadas para a influência de AIB e boro no enraizamento de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) cultivar Otto. Enraizamento (ENR); número de raízes (NR); comprimento de raízes (CR); quantidade de matéria seca de raiz (MS); volume das raízes (VOL); área superficial das raízes (AR); diâmetro médio da raiz (DIAM).

	ENR	NR	CR	MS	VOL	AR	DIAM
ENR	1	0,29*	-0,09 ^{ns}	0,33**	0,13 ^{ns}	0,20 ^{ns}	-0,03 ^{ns}
NR		1	-0,01 ^{ns}	0,76**	0,62**	0,75**	0,20 ^{ns}
CR			1	0,18 ^{ns}	0,37**	0,33**	0,40**
MS				1	0,55**	0,65**	0,21 ^{ns}
VOL					1	0,97**	0,53**
AR						1	0,48**
DIAM							1

^{ns} não significativo; ** significativo a 1%; * significativo a 5%.

Neste experimento, o boro não teve ação efetiva na formação das raízes das estacas de azaleia cv. Otto, certamente por já haver quantidades suficientes nas estacas. No entanto a auxina exógena foi capaz de influenciar diretamente o número, comprimento médio e total, quantidade de matéria seca, área superficial da raiz e volume do sistema radicular.

Na Figura 5, é possível compreender como uma variável afeta a outra em um efeito em cascata, como por exemplo, 2000 mg L⁻¹ de AIB é capaz de aumentar o número de raízes; desta forma, o número de raízes possui correlação direta com o volume e a área do sistema radicular, ou seja, se há o aumento do número de

raízes, também aumentam o volume e a área do sistema radicular nas estacas de 'Otto'.

Por sua vez, o aumento do volume e da área do sistema radicular irá aumentar o diâmetro médio das raízes, que aumentará o comprimento médio e total das raízes, que acrescerá a matéria seca. O aumento da matéria seca possui correlação direta com o número de raízes e este com o enraizamento. Nota-se que o AIB não foi capaz de aumentar diretamente o enraizamento, mas que, por um efeito em cascata, influenciou indiretamente o sucesso do enraizamento das estacas de azaleia 'Otto'.

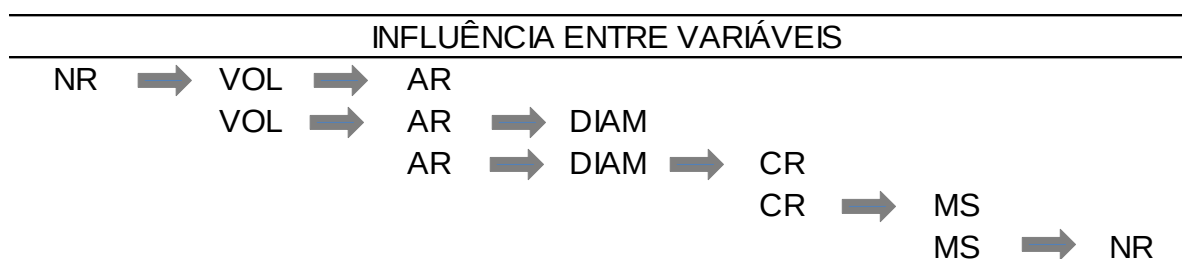


FIGURA 5. Influência entre as variáveis estudadas no processo de enraizamento de estacas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) cultivar Otto, representada a partir da correlação simples entre as variáveis. Enraizamento (ENR); número de raízes (NR); comprimento médio de raízes (CR); quantidade de matéria seca de raiz (MS); volume das raízes (VOL); área superficial das raízes (AR); diâmetro médio da raiz (DIAM).

Castro, Santos e Stipp (2012) relatam que o boro forma reações com açúcares para formar um complexo borato-açúcar ionizável, capaz de passar pelas membranas celulares mais rapidamente do que moléculas de açúcar não ionizadas, sem o borato, sendo translocado com maior agilidade para células de crescimento, neste caso as raízes em desenvolvimento. Como não houve resposta à adição de boro, pressupõe-se que já havia quantidades necessárias à formação de raízes.

Dessa forma, no que se refere à melhoria na qualidade das mudas de azaleia do cv. Otto, a utilização de 2000 mg L⁻¹ de AIB já favorece o desenvolvimento de um sistema radicular das estacas com maior número, comprimento médio e total, quantidade de matéria seca, área superficial da raiz e volume do sistema radicular,

uma vez que mudas com raízes bem desenvolvidas têm maior capacidade de explorar o substrato, garantindo o desenvolvimento de uma planta com maior vigor, reduzindo o ciclo de produção, possibilitando maior sobrevivência.

Os valores dos coeficientes de correlação entre as variáveis analisadas para a azaleia cv. Terra Nova estão apresentados Tabela 3. Correlações positivas foram observadas entre a porcentagem de enraizamento e a matéria seca de raiz. O número de raízes correlacionou-se com comprimento total, matéria seca, volume, área superficial e diâmetro das raízes.

TABELA 3. Correlação entre variáveis estudadas para a influência de AIB e boro no enraizamento de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) cultivar Terra Nova. Enraizamento (ENR); número de raízes (NR); comprimento médio de raízes (CR); quantidade de matéria seca de raiz (MS); volume das raízes (VOL); área superficial das raízes (AR); diâmetro médio da raiz (DIAM).

	ENR	NRAIZ	CR	MS	VOL	AR	DIAM
ENR	1	0,23 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,31*	0,13 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,18 ^{ns}
NRAIZ		1	-0,06 ^{ns}	0,67**	0,43**	0,31*	0,55**
CR			1	0,02 ^{ns}	0,11 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,12 ^{ns}
MS				1	0,33**	0,24 ^{ns}	0,52**
VOL					1	0,23 ^{ns}	0,60**
AR						1	0,12 ^{ns}
DIAM							1

** significativo a 1% ($p < 0,01$); * significativo 5% ($0,01 \leq p < 0,05$); ^{ns} não significativo ($p \geq 0,05$).

A alta correlação observada entre número e diâmetro de raiz ($r = 0,55$) no cv. Terra Nova permite afirmar que quanto mais raízes formadas por estaca, maior foi o diâmetro; assim sendo, maior volume, respondendo pelo maior conteúdo de matéria seca. Portanto, a matéria seca pode ser utilizada na avaliação do sistema radicular desse cultivar, já que obteve alta correlação com o número de raízes ($r = 0,67$), uma

vez que, quanto mais raízes formadas por estaca, maior a chance do sucesso da formação da mudas de azaleia 'Terra Nova' (Tabela 3).

A adição de AIB e boro na base da estaca não teve efeito na porcentagem de enraizamento; no entanto, modificou o sistema radicular formado. Podemos perceber ainda que o AIB mostrou-se benéfico à quantidade de matéria seca de raiz enquanto, o boro teve uma ação prejudicial na matéria seca e área superficial das raízes.

Isso permite observar que os resultados do número e comprimento de raízes com o acréscimo apenas de diferentes concentrações de AIB foram superiores a todas as outras combinações, reforçando que esse cultivar já tem boro suficiente e seu acréscimo pode acarretar em um número reduzido de raízes, bem como, raízes de menor comprimento, resultando assim em menores quantidades de matéria seca e área superficial.

Nota-se na Figura 6 que a aplicação de AIB, embora não tenha influenciado o enraizamento diretamente, melhora o sistema radicular formado, por uma reação em cadeia, onde há um aumento do número de raízes, que, por sua vez, aumenta o comprimento médio e total das raízes.

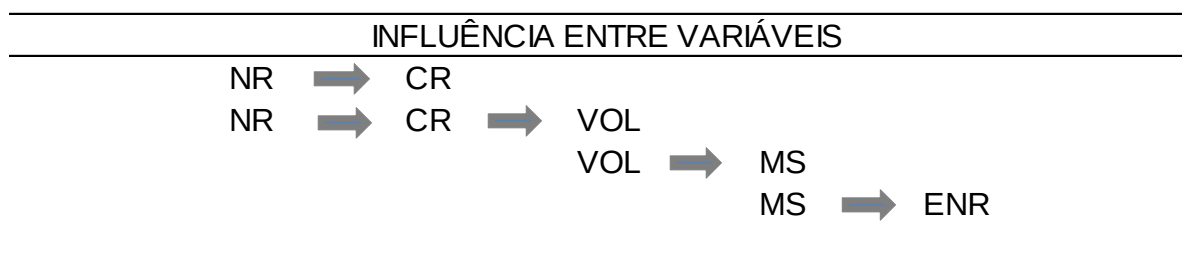


FIGURA 6. Influência entre as variáveis estudadas no processo de enraizamento de estacas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) cultivar Terra Nova, elaborado a partir da correlação simples entre as variáveis. Enraizamento (ENR); número de raízes (NR); comprimento médio de raízes (CR); quantidade de matéria seca de raiz (MS); volume das raízes (VOL); área superficial das raízes (AR); diâmetro médio da raiz (DIAM).

O aumento do comprimento total das raízes aumenta o volume do sistema radicular, que aumenta diretamente a quantidade de matéria seca de raízes,

contribuindo para o sucesso do enraizamento, garantindo assim a formação de mudas com sistema radicular mais vigoroso.

4. CONCLUSÃO

Para os cultivares Otto e Terra Nova as concentrações de AIB e boro, não influenciaram na porcentagem de enraizamento.

O número, comprimento total e médio, quantidade de matéria seca, área superficial e volume da raiz responderam positivamente à utilização de 2000 mg L⁻¹ de AIB sem adição de boro para as estacas de azaleia 'Otto'.

A quantidade de matéria seca e área superficial das raízes foram prejudicadas com o acréscimo de boro, mas houve maior quantidade de raiz com o incremento de 3000 mg L⁻¹ de AIB; porém, essa quantidade prejudicou o comprimento das raízes do cv. Terra Nova.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, D. B.; SILVA, L. M.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Indução de raízes em estacas semilenhosas de azaleia através da aplicação de ácido naftaleno-acético em solução. **Scientia Agraria**, v. 3, n. 1, p. 97-101, 2002.

CASTRO, P. R. C.; SANTOS, C. V. M.; STIPP, S. R. Nutrição vegetal e biorregulação no desenvolvimento das plantas. **Informações Agronômicas**, n. 139, 2012.

CHALFUN, N. N. J.; HOFFMANN, A.; CHALFUN, A. J.; JESUS, A. M. S. Efeito da auxina e do anelamento no enraizamento de estacas semilenhosas de azaleias. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 21, n. 4, p. 516-520, 1997.

CRUZ-SILVA, C. T. A.; FANTI, F. P.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Propagação vegetativa de jasmim-amarelo (*Jasminum mesnyi* Hance) via estaquia. **Scientia Agraria**, v. 14, n. 2, 2013.

CUNHA, A. C. M. C. M.; PAIVA, H.N.; XAVIER, A.; OTONI, W.C. Papel da nutrição mineral na formação de raízes adventícias em plantas lenhosas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 58, p. 35-49, 2009.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, E. **Propagação vegetativa por estaquia**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2005. 221p. In: FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C. Propagação de plantas frutíferas. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2005. p.69-109.

FIGUEIREDO, L. S.; BONFIM, F. P. G.; FERRAZ, E. O.; CASTRO, C. E.; SOUZA, M. F.; MARTINS, E. R. Influência do ácido indolbutírico no enraizamento de alecrim-pimenta (*Lippia sidoides* Cham.) em leito com umidade controlada. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 11, p. 33-36, 2009.

FISCHER, D. L. O.; FACHINELLO, J.C.; ANTUNES, L.E.C.; TIMM, C.R.F.; GIACOBBO, C.L. Enraizamento de estacas semilenhosas de mirtilo sob efeito de diferentes concentrações de ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 557-559, 2008.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 8. Ed. New Jersey: Prentice Hall, 2011. 915p.

HERRERA, T. I.; ONO, E. O.; LEAL, F. P. Efeitos de auxina e boro no enraizamento adventício de estacas caulinares de louro (*Laurus nobilis* L.) **Biotemas**, v. 17, n. 1, p. 65-77, 2004.

HIRSCH, A.M.; TORREY, J.G. Ultrastructural changes in sunflower root cells in relation to boron deficiency and added auxin. **Canadian Journal of Botany**, v.58, p.856-866, 1980

JARVIS, B.C.; ALI, A.H.N.; SHAHEED, A.I. Auxin and boron in relation to the rooting response and ageing of mung bean cuttings. **New phytologist**, v. 95, n. 4, p. 509-518, 1983.

JORGE, L. D. C., RODRIGUES, A. D. O. Safira: sistema de análise de fibras e raízes. Embrapa Instrumentação Agropecuária. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** 24. 2008.

JOSTEN, P.; KUTSCHERA, U. The micronutrient boron causes the development of adventitious roots in sunflower cuttings. **Annals of Botany**, v. 85, n. 3, p. 337-342, 1999.

LONE, A. B.; UNEMOTO, L. K.; YAMAMOTO, L. Y.; COSTA, L.; SCHNITZER, J. A.; SATO, A. J.; RICCE, W. S.; ASSIS, A. M.; ROBERTO, S. R. Enraizamento de estacas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) no outono em AIB e diferentes substratos. **Ciência Rural**, v. 40, n. 8, p. 1720-1725, 2010.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. Nova Odessa/SP: Plantarum, 1995. 720p.

MATTIELLO, E. M.; RUIZ, H. A.; SILVA, I. R. D.; SARKIS, J. E. S.; NEVES, J. C. L.; PUCCI, M. M. Phloem mobility of boron in two eucalypt clones. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 1695-1704, 2009.

MENGARDA, L. H. G.; LOPES, J. C.; SOUZA, F. B. C.; FREITAS, A. R. Efeito do AIB e do ácido bórico na formação e enraizamento de brotos laterais em estacas de orquídeas. **Nucleus**, v. 10, n. 2, p. 139-149, 2013.

OLIVEIRA, A. D.; PASQUAL, M.; CHALFUN, N. N. J.; REGINA, M. D. A.; RINCÓN, C. D. R. Enraizamento de estacas semilenhosas de oliveira sob efeito de diferentes épocas, substratos e concentrações de ácido indolbutírico. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 1, p. 117-125, 2003.

PAES, E. G. B.; HÖGER FILHO, G.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; BRITO, F. P. Estaquia de *Abelia x grandiflora* Hort. Ex L. H. Bailey. **Cultura agronômica**, v.15, n.1, p.26-36, 2006.

PAIVA, P. D.; LANDGRAF, P. R. C.; JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S.; BOLDRIN, K. V. F. Floricultura no Brasil. **Revista da Associação Portuguesa de Horticultura**, n.121, p. 30-33, 2016.

PAVINATO, P. S.; AGUIAR, A.; CASTRO, G. S. A.; CRUSCIOL, C. A. C. Boro em arroz de terras altas cultivado em solução nutritiva. **Bragantia**, v. 68, p. 743-751, 2009.

PIZZATTO, M.; WAGNER JÚNIOR, A.; LUCKMANN, D.; PIROLA, K.; CASSOL, D. A.; MAZARO, S. M. Influência do uso de AIB, época de coleta e tamanho de estaca na propagação vegetativa de hibisco por estaquia. **Revista Ceres**, v. 58, n. 4, p. 487-492, 2011.

ROTH-BEJERANO, N.; ITAI, C. Effect of boron on stomatal opening in epidermal strips of *Commelina communis*. **Physiologia Plantarum**, v.52, p.302-304, 1981.

SALIBE, A. B.; BRAGA, G. C.; PIO, R.; TSUTSUMI, C. Y.; JANDREY, P. E.; ROSSOL, C. D.; FRÉZ, J. R. S.; SILVA, T. P. Enraizamento de estacas do porta-enxerto de videira 'vr 043-43' submetidas a estratificação, ácido indolbutírico e ácido bórico. **Bragantia**, v. 69, n. 3, p. 617-622, 2010.

SALVADOR, E. D.; JADOSKI, S. O.; RESENDE, J. T. V. Enraizamento de estacas de azaleia *Rhododendron indicum*: cultivar terra nova tratadas com ácido indolbutírico, com o uso ou não de fixador. **Ambiência**, v. 1, n. 1, p. 21-24, 2005.

SANTOS, C. M. G.; CERQUEIRA, R. C.; FERNANDES, L. M. S.; RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O. Efeito de substratos e boro no enraizamento de estacas de pitaya. **Revista Ceres**, v. 57, p. 795-802, 2010.

SCHUCH, M. W.; DE ROSSI, A.; DAMIANI, C. R.; SOARES, G. C. Aib e substrato na produção de mudas de mirtilo cv. "Climax" através de microestaquia. **Ciência Rural**, v. 37, n. 5, 2007.

SEBRAE. **Flores e plantas ornamentais do brasil**. Brasília: SEBRAE, v.1, 2015, 44 p. (Série Estudos Mercadológicos).

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5ª ed. Porto Alegre, Artmed. 954p. 2013.

VALMORBIDA, J.; LESSA, A. O. Enraizamento de estacas de *Ginkgo biloba* tratadas com ácido indolbutírico e ácido bórico. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 398-401, 2008.

VILLA, F.; PASQUAL, M.; ASSIS, F. A. D.; ASSIS, G. A. D.; ZÁRRAGA, D. Z. A. Micropropagação de duas espécies frutíferas, em meio de cultura DSD1, modificado com fontes de boro e zinco. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 398-401, 2009.

CAPÍTULO 3 – Armazenamento a frio de estacas herbáceas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) cultivares Otto e Terra Nova

RESUMO - A azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) é uma das principais plantas ornamentais cultivadas em vaso no Brasil. A propagação é feita por meio de estacas retiradas por ocasião da poda de plantas em cultivo; em razão desta prática, muitas vezes há excedente de estacas ou falta por não coincidir a poda com o momento de estaquia. Assim, o produtor necessita armazenar as estacas, porém, não há relatos na literatura sobre o enraizamento de estacas de azaleia que foram armazenadas. Tornam-se necessários estudos que viabilizem a conservação das estacas dos cultivares de azaleia que proporcionem a manutenção da qualidade no enraizamento. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho do enraizamento de estacas herbáceas de azaleia 'Otto' e 'Terra Nova' armazenadas em ambiente de câmara fria. O experimento foi conduzido na "Sleutjes Azaleias" uma propriedade especializada na produção de azaleia envasada, localizada no município de Holambra, SP, e as avaliações foram realizadas no Laboratório de Sementes de Plantas Hortícolas do Departamento de Produção Vegetal, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. As estacas herbáceas foram coletadas de plantas em cultivo em vasos da área de produção apresentando 10 cm de comprimento, em seguida, foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas em câmara fria ($10\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$), por diferentes períodos (0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias), com quatro repetições e 10 estacas por parcela. A avaliação foi realizada seis semanas após o estaqueamento. Concluiu-se que não houve influência na porcentagem de enraizamento de estacas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch), porém houve prejuízo na qualidade do sistema radicular da 'Otto'; já na 'Terra Nova', o armazenamento teve influência positiva na qualidade do enraizamento.

Palavras-chave: Câmara fria, Polipropileno, Enraizamento, Estaquia

CHAPTER 3 - Cold storage of herbaceous azalea cuttings (*Rhododendron simsii* Planch.) cultivars Otto and Terra Nova

ABSTRACT - Azalea (*Rhododendron simsii* Planch.) is one of the main ornamental potted plants in Brazil. The propagation is done by cuttings removed when pruning plants in cultivation; because of this practice, there is often a surplus of cuttings or shortage due to not coincide the pruning with the moment of cutting. Thus, the producer needs to store the cuttings, however, there are no reports in the literature about the rooting of the cuttings of azalea that were stored. Studies are necessary to enable the conservation of the cuttings of the azalea cultivars and to provide quality maintenance in rooting. The objective of this work was to evaluate the rooting performance of 'Otto' and 'Terra Nova' herbaceous cuttings stored in a cold chamber environment. The experiment was conducted at the "Sleutjes Azaleias", a specialized property in the production of potted azalea, located in Holambra city, SP and the evaluations were carried out at the Plant Seed Laboratory of the Vegetable Production Department, São Paulo State University (Unesp), School of Agricultural and Veterinarian Sciences, Jaboticabal. The experimental design was completely randomized. The herbaceous cuttings were collected from growing plants in pots at the production area, 10 cm long, then packed in polypropylene containers and stored in a cold room ($10\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$) for different periods (0, 7, 14, 21, 28 and 35 days) with four replicates and 10 cuttings per plot. The evaluation was performed six weeks after cutting. It was concluded that there was no influence on the percentage of rooting azalea cuttings (*Rhododendron simsii* Planch), but there was an impairment in the quality of the 'Otto' root system, however in 'Terra Nova', the storage had a positive influence on rooting quality.

Keywords: Cold Storage, Polypropylene, Rooting.

1. INTRODUÇÃO

A azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) é uma planta ornamental originária da China, muito cultivada no Brasil, tanto em jardins como em interiores, pelo o efeito decorativo de suas flores e sua propagação comercial é por meio de estacas (LORENZI e SOUZA, 1995).

Alguns cultivares apresentam sistema radicular pouco desenvolvido, como é o caso do 'Otto', o que é um fator determinante na obtenção de uma muda vigorosa, podendo comprometer sua produção.

Aliado a isto, os produtores têm a necessidade de ter estacas disponíveis no momento do plantio; no entanto, nem sempre as matrizes estão no ponto de coleta. Assim, o armazenamento a frio das estacas pode ser uma maneira eficiente de sempre dispor das estacas no momento do plantio.

A qualidade da estaca é fator de extrema importância para que se obtenha um enraizamento satisfatório. Assim, o armazenamento bem feito é uma prática fundamental para a manutenção da qualidade, sendo um método por meio do qual deve-se conservar a viabilidade das mesmas e mantendo o seu vigor até futuro plantio.

Com a finalidade de aumentar a emissão de raízes em estacas, uma das técnicas que pode ser empregada é o armazenamento desse material em ambiente refrigerado e úmido (PATTO et al., 2014; TIBERTI et al., 2015). De acordo com algumas pesquisas, o armazenamento propicia o incremento na emissão de brotações nas estacas, bem como, facilita a superação da endodormência das gemas (CELANT et al., 2010).

Um fator importante a ser considerado é a temperatura, pois conserva as qualidades tanto físicas quanto químicas, além de diminuir os processos metabólicos em frutos quando armazenados em baixas temperaturas (KADER, 1986; LYONS, 1975). Isso pode acontecer de forma semelhante em estacas acondicionadas a frio.

A temperatura e a umidade relativa desempenham um importante papel no enraizamento das estacas. O metabolismo das estacas pode ser diminuído em baixas temperaturas, resultando num maior tempo para o enraizamento ou não

proporcionando condições adequadas para que ocorra a indução, diferenciação e crescimento radicular (XAVIER, 2002; BERTOLOTI e GONÇALVES, 1980).

O excesso de umidade no substrato afeta o processo de enraizamento, pois pode favorecer o desenvolvimento de doenças, dificulta as trocas de gases, atrapalha enraizamento e pode levar até à morte dos tecidos; no entanto, a umidade atmosférica tem grande efeito no estado hídrico das estacas, visto que estas ainda não possuem raízes para absorver água e nutrientes do substrato (XAVIER, 2002; BERTOLOTI e GONÇALVES, 1980).

Esse armazenamento é interessante, pois proporciona uma programação desta operação (PEDRINHO et al., 2003), já que a empresa “Sleutjes Azaleias”, local onde foi conduzido o experimento, utiliza a própria poda dos vasos comerciais como material de propagação. No entanto, não há relatos na literatura sobre o enraizamento de estacas de azaleia que foram armazenadas.

A utilização de algumas técnicas torna-se imprescindível para o sucesso do armazenamento para o produtor de mudas. A perda da umidade é um dos grandes problemas que podem comprometer o enraizamento; desse modo, embalagens que impeçam a perda de água e permitam a troca dos gases, ou possibilitem esse acondicionamento em ambientes com umidade relativa elevada, são alguns fatores que podem contribuir para a manutenção da qualidade das estacas (SCHWAB et al., 2013).

Uma vez que na literatura já existem vários estudos a respeito da preservação da qualidade em frutos e hortaliças, mas, informações com relação a conservação de estacas de plantas ornamentais ainda são incipientes.

Tornam-se necessários estudos que viabilizem a conservação das estacas e proporcionem a manutenção da qualidade no enraizamento ao longo do tempo dos cultivares de azaleia ‘Otto’ e ‘Terra Nova’, de grande interesse e importância comercial.

Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho do enraizamento de estacas herbáceas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) ‘Otto’ e ‘Terra Nova’ armazenadas em ambiente de câmara fria.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na “Sleutjes Azaleias” uma propriedade especializada na produção de azaleia envasada localizada no município de Holambra, SP, no período de 20 de março a 05 de junho de 2017.

Os experimentos foram instalados separadamente e no mesmo período para os cultivares Otto e Terra Nova, e as avaliações foram realizadas no Laboratório de Sementes de Plantas Hortícolas do Departamento de Produção Vegetal, FCAV/Unesp.

O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado. Foram 6 tratamentos compostos pelos períodos de armazenamento 0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias, em câmara fria ($10\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$), quatro repetições e 10 estacas por parcela.

Os cultivares utilizadas foram ‘Otto’ que, segundo o produtor, apresenta dificuldade de enraizamento e, ‘Terra Nova, cultivar com facilidade de enraizamento.

Estacas herbáceas, padronizadas com 10 ± 1 cm de comprimento, foram coletadas semanalmente no outono, a partir de plantas em cultivo em vasos da área de produção, onde foram retiradas as folhas basais, mantendo cerca de 7 a 10 pares de folhas, seguindo os procedimentos da empresa. Em seguida, as estacas foram acondicionadas em embalagens transparentes de polipropileno e posteriormente, armazenadas em câmara fria nos períodos pré-estabelecidos.

Após o período de armazenamento, foi realizado o estaqueamento em bandejas plásticas ($41,5 \times 29,5 \times 7,5$ cm) com capacidade para 7 litros, contendo uma mistura de 80 % de casca de pinus e 20% de turfa, como substrato, sendo 40 estacas por bandeja.

Posteriormente, foi aplicada uma solução de $1,6\text{ ml L}^{-1}$ de Bravonil[®] + $0,2\text{ ml L}^{-1}$ de Actara[®] com auxílio de um regador manual e, logo após, as bandejas foram cobertas com um plástico transparente e mantidas em casa de vegetação por um período de seis semanas, tempo que o produtor considera adequado para que ocorra o enraizamento.

Foram realizadas as seguintes avaliações: porcentagem de enraizamento, número, comprimento (cm), volume (cm^3), área superficial (cm^2), diâmetro médio (cm) e quantidade de matéria seca das raízes (mg).

Após contabilizar o número de estacas enraizadas, as raízes foram retiradas das estacas para as demais análises. Número de raízes, comprimento médio e total, volume, área superficial e diâmetro médio das raízes foram analisados por meio de foto-interpretação utilizando o Software Safira (JORGE e RODRIGUES, 2008), sendo as raízes fotografadas junto com uma referência de comprimento, e as imagens, submetidas a análise no software. Em seguida, as raízes foram colocadas em estufa com circulação forçada de ar por 48 horas a 65 °C e, posteriormente, pesadas em balança analítica.

Foram realizadas análises de variância a fim de verificar a significância dos fatores estudados e a regressão polinomial a fim de verificar o comportamento dos tratamentos ao longo do período de armazenamento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao avaliar o armazenamento das estacas de azaleia individualmente, pode-se observar que há um comportamento distinto para cada um dos cultivares estudados.

De acordo com a Tabela 1, verifica-se que a regressão linear foi a que mais se ajustou para as variáveis avaliadas durante os diferentes períodos de armazenamento do cv. 'Otto', com exceção do comprimento médio de raiz, em que o modelo não se ajustou a nenhuma das curvas propostas.

Já com relação a 'Terra Nova', o modelo quadrático foi o que mais se adequou aos modelos das variáveis analisadas durante os períodos de 0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias de armazenamento das estacas em câmara fria (Tabela 1).

Não houve ajuste das curvas de regressão para enraizamento das estacas de 'Terra Nova' (Tabela 1); de acordo com os dados coletados durante a avaliação dessa variável, pôde-se perceber que não houve variação na porcentagem de enraizamento das estacas recém-coletadas com as estacas depois de armazenadas em câmara fria até 35 dias; no entanto, houve uma variação na qualidade das raízes formadas, quando analisadas as outras variáveis.

Tabela 1. Significância dos quadrados médios das variáveis estudadas para o enraizamento de estacas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch) ‘Otto’ e ‘Terra Nova’ em diferentes períodos de armazenamento (0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias) em câmara fria.

<i>Rhododendron simsii</i> cv. Otto			
Variáveis	Regressão		
	Linear	Quadrática	Cúbica
Enraizamento (%) ¹	174,43**	83,00**	31,08 ^{ns}
Número de raízes	3022,86**	14,17 ^{ns}	112,81 ^{ns}
Comprimento (cm/raiz)	0,00229 ^{ns}	0,00035 ^{ns}	0,00000 ^{ns}
Matéria seca (mg/estaca)	0,00009**	0,00000 ^{ns}	0,00000 ^{ns}
Área superficial (cm ²)	1797,63**	11,90 ^{ns}	26,07 ^{ns}
Volume (cm ³)	1,53*	0,00540 ^{ns}	0,72 ^{ns}
Diâmetro (cm)	0,00077**	0,00003 ^{ns}	0,00012 ^{ns}
<i>Rhododendron simsii</i> cv. Terra Nova			
Variáveis	Regressão		
	Linear	Quadrática	Cúbica
Enraizamento (%) ¹	10,92 ^{ns}	81,93 ^{ns}	23,13 ^{ns}
Número de raízes	3512,63**	1149,90**	592,34*
Comprimento (cm/raiz)	0,00407*	0,00086 ^{ns}	0,00000 ^{ns}
Matéria seca (mg/estaca)	0,00005 ^{ns}	0,00009*	0,00001 ^{ns}
Área superficial (cm ²)	600,53*	1240,65**	142,89 ^{ns}
Volume (cm ³)	0,79*	1,30**	0,02 ^{ns}
Diâmetro (cm)	0,00042 ^{ns}	0,00028 ^{ns}	0,00001 ^{ns}

^{ns} não significativo; ** significativo a 1%; * significativo a 5%

¹ Valores transformados em em arcseno $\sqrt{x/100}$)

As estacas de azaleia do cv. Otto coletadas e logo plantadas apresentaram 100% de enraizamento (Figura 1), havendo um ajuste da regressão quadrática. Também houve redução na porcentagem de enraizamento de estacas de cravo (*Dianthus caryophyllus*) que foram armazenadas em câmara fria. Oliveros-Valenzuela et al. (2008) atribuíram esse fato aos compostos de flavonóides, que,

nesse caso, foram sugeridos como reguladores negativos no enraizamento das estacas armazenadas a frio.

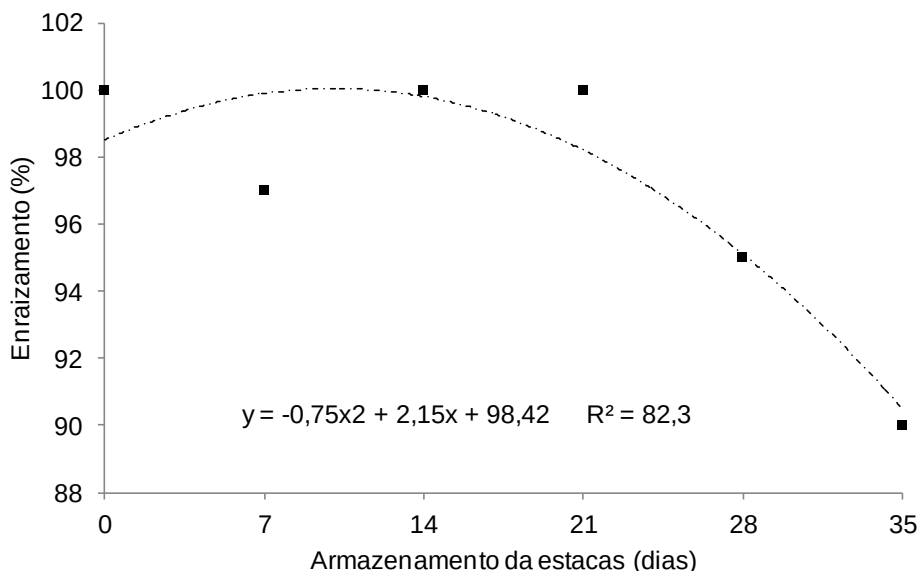


Figura 1. Porcentagem de enraizamento (transformados em arco-seno $\sqrt{x/100}$) de estacas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) cultivar Otto, submetidas a diferentes períodos de armazenamento (0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias) em câmara fria.

A Figura 2 aponta o comportamento dos cultivares de azaleia estudada com relação ao número de raízes durante o período de armazenamento. Cada um dos dois cultivares presentes nesse estudo obteve comportamento distinto com relação a essa variável.

O cv. Otto mostrou-se mais sensível ao armazenamento a frio, uma vez que, apresentou seu máximo potencial nas estacas recém-coletadas, com cerca de 63 raízes por estaca. Quando estas foram acondicionadas em câmara fria, houve uma redução nesse número para 33 raízes, ocasionando assim um decréscimo de cerca 48% na formação de raízes (Figura 2).

Essa redução na qualidade do sistema radicular pode ser devida à perda de água dos tecidos com o avançar dos dias de armazenamento das estacas, já que o ácido abscísico produzido é potencializado pelo etileno e sua ação se manifesta quando as estacas são levadas ao enraizamento; em consequência deste processo,

ocorre a senescência dos tecidos levando a grandes danos à rizogênese, sobretudo relacionados à qualidade (TAIZ e ZEIGER, 2013), resultando na redução do número de raízes formadas.

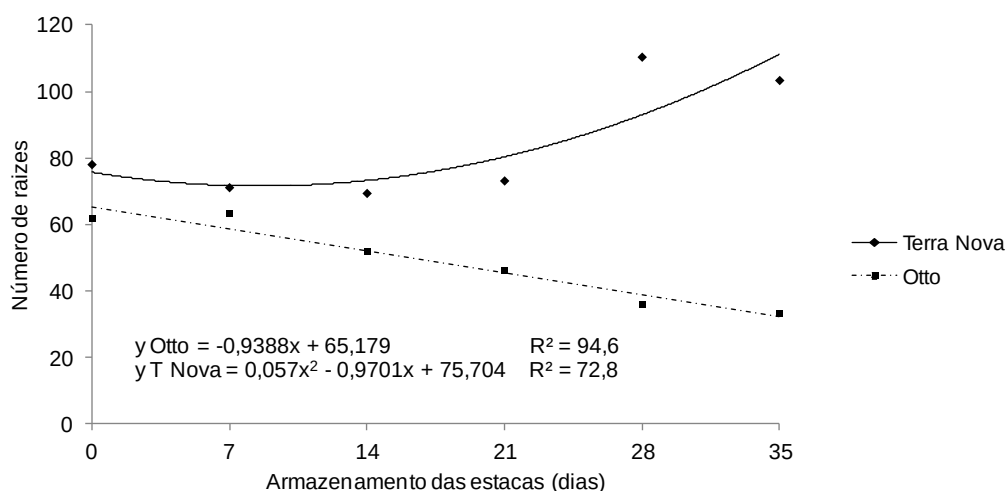


Figura 2. Número de raízes de estaca de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) cultivar Otto e Terra Nova, submetidas a diferentes períodos de armazenamento (0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias) em câmara fria.

Já as estacas de 'Terra Nova' armazenadas revelaram comportamento diferente para a variável número de raízes (Figura 2). Neste cultivar, no período 0 dias, as estacas apresentavam em média 78 raízes e, ao final de 35 dias após o armazenamento em câmara fria, as estacas conseguiram alcançar cerca de 110 raízes por estaca, havendo uma promoção no número de raízes durante o armazenamento.

A qualidade do sistema radicular de estacas de amora-preta (*Rubus* spp.) também foi influenciada de forma positiva pelo armazenamento a frio por 30 dias, em que houve maior quantidade na emissão das raízes em estacas nessas condições, quando comparadas às recém-coletadas (CAMPAGNOLO e PIO, 2012).

O acúmulo da auxina natural presente nas folhas maduras das estacas pode ter contribuído para induzir a formação de raízes adventícias (OLIVEROS-VALENZUELA et al., 2008), pois sua presença pode proporcionar melhor enraizamento, já que são fontes de auxina e fotoassimilados (HARTMANN et al., 2011).

O acondicionamento das estacas em baixas temperaturas pode auxiliar na superação da endodormência das gemas e aumento da emissão de brotações nas estacas (CELANT et al., 2010; SALIBE et al., 2010); assim, pode aumentar a ação da auxina natural, favorecendo o enraizamento e proporcionando o aumento da emissão e quantidade de raízes (DANELUZ et al., 2009; PIO et al. 2007).

O comprimento médio de cada raiz (Figura 3) foi significativo apenas para 'Terra Nova', ajustando-se à regressão linear, enquanto para 'Otto', não se ajustou a nenhum dos modelos propostos. No entanto, em estacas de crisântemo (*Chrysanthemum morifolium*) armazenadas por 7 dias no escuro a temperaturas entre 9 e 21 °C, foi observado crescimento radicular (VAN DE POL, 1988).

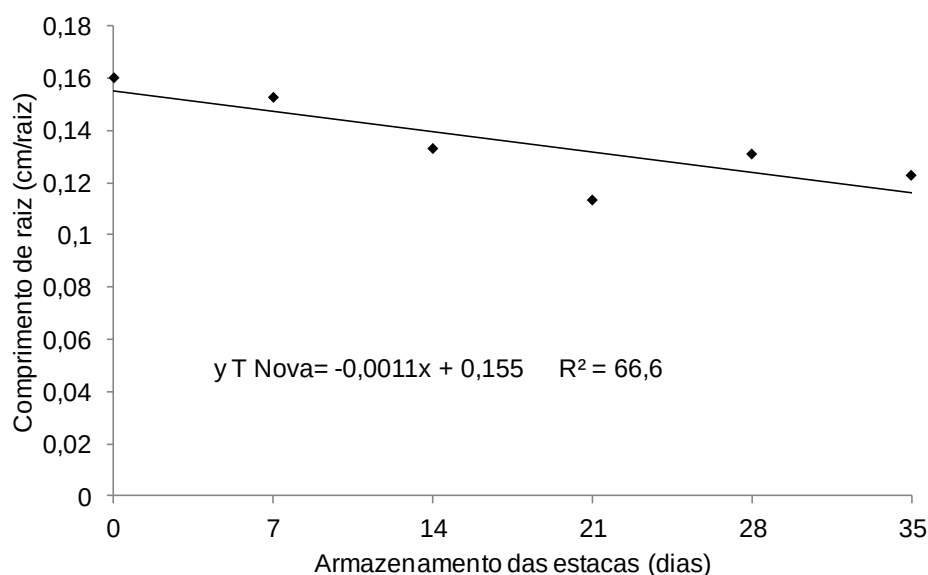


Figura 3. Comprimento de raízes de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) cultivar Terra Nova, submetidas a diferentes períodos de armazenamento (0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias) em câmara fria.

A quantidade de matéria seca de raiz (Figura 4) também seguiu mesma tendência do número de raízes, ou seja, para o cv. Otto ajustou-se à regressão linear decrescente, já que seu maior peso foi registrado no período 0 de armazenamento e reduziu com os períodos estudados. Para 'Terra Nova', ajustou-se o modelo quadrático, com tendência crescente ao final de 35 dias em que as estacas permaneceram armazenada em câmara fria.

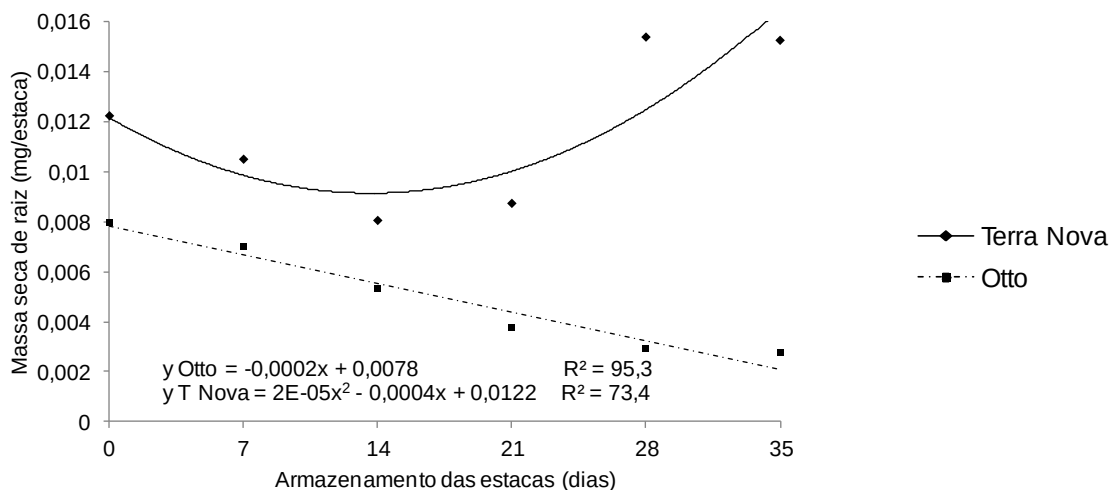


Figura 4. Matéria seca de raízes de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) cultivares Otto e Terra Nova, submetidas a diferentes períodos de armazenamento (0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias) em câmara fria.

O acondicionamento das estacas de azaleia em câmara fria resultou em respostas distintas para os cultivares avaliados, de modo geral, analisando outras características que também definem a qualidade do sistema radicular, quantidade de matéria seca, área superficial, volume e diâmetro de raiz. Pode-se perceber que o armazenamento influenciou de maneira diferente a qualidade das estacas de azaleia ‘Otto’ e ‘Terra Nova’ (Figura 5).

A regressão linear foi a que melhor representou os resultados das variáveis analisadas durante o armazenamento das estacas de azaleia ‘Otto’, quantidade de matéria seca, área superficial, volume e diâmetro (Figura 5). No entanto, em todos os parâmetros analisados, percebeu-se que o armazenamento nessas condições realizadas não foi capaz de manter as qualidades da estaca, uma vez que ocorreu um decréscimo com o passar do tempo em relação às estacas avaliadas no período de 0 dias de armazenamento em câmara fria.

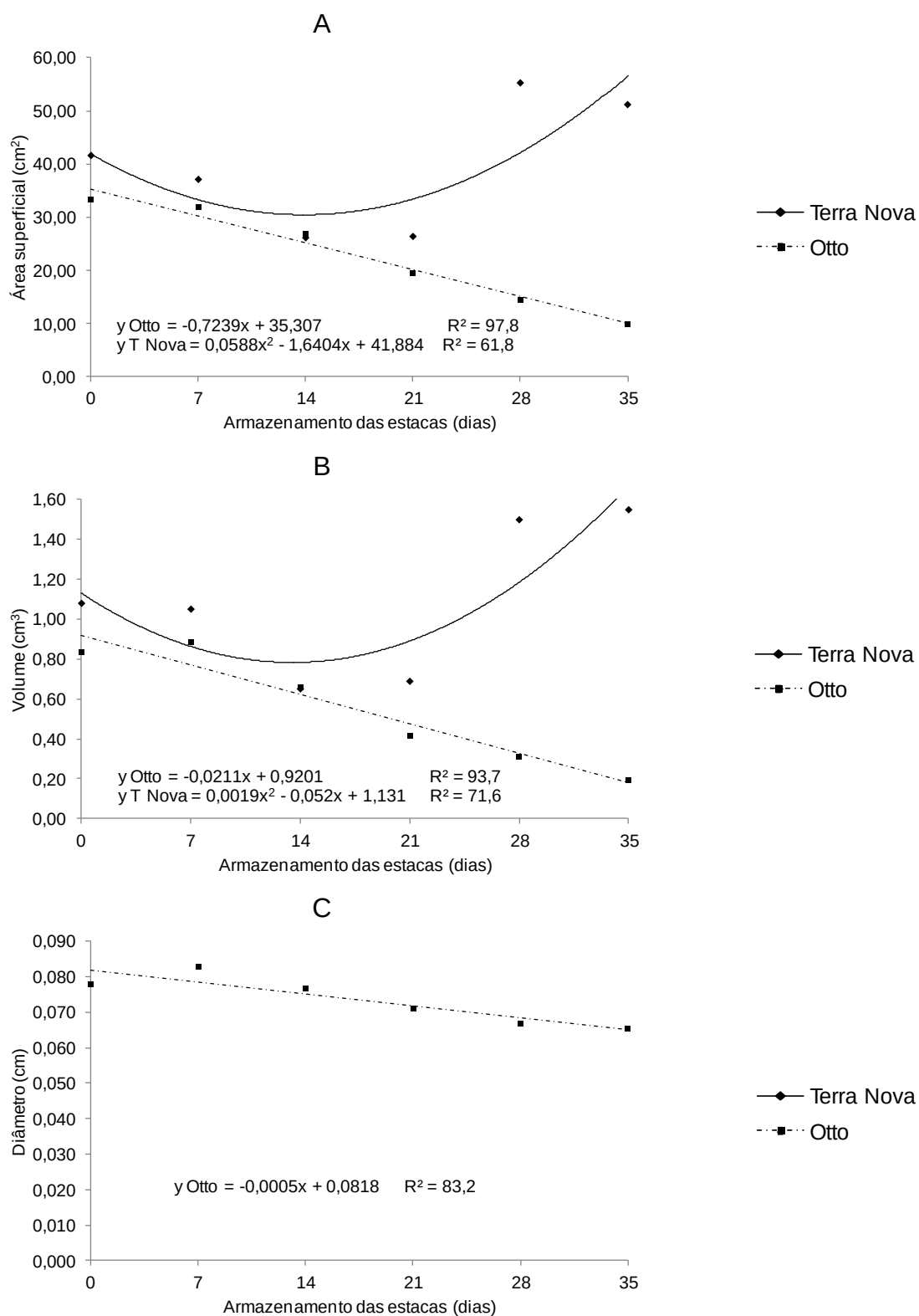


Figura 5. Área superficial (A), volume (B) e diâmetro (C) de raízes de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) cultivares Otto e Terra Nova, submetidas a diferentes períodos de armazenamento (0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias) em câmara fria.

A temperatura e a umidade relativa do ambiente do armazenamento podem ter influenciado diretamente para que tenha ocorrido esse decréscimo nessas características, uma vez que o cultivar em questão já se mostra com certas dificuldades para a produção de mudas, pois pode-se perceber que, a partir desse estudo, constatou-se que 'Otto' apresenta menor qualidade do sistema radicular quando comparado com 'Terra Nova'. Assim, há necessidade de mais estudos visando maximizar o armazenamento das estacas do cv. Otto sem que haja redução na sua qualidade, como o uso de embalagens mais eficientes que reduzam a atividade metabólica que pode possibilitar a manutenção da qualidade dessas estacas por um período mais prolongado.

Num primeiro momento, o intuito do experimento era comparar as embalagens de polipropileno e polietileno; contudo, após o período de 35 dias de armazenagem das estacas nestas embalagens, foi visualmente possível identificar a completa desidratação e oxidação dos tecidos das estacas que foram armazenadas em polietileno. As estacas não possuíam nenhuma possibilidade em resultar mudas de qualidade, já sendo classificado como impróprio para este fim.

Durante todos os períodos de armazenamento, os parâmetros de qualidade de sistema radicular, com exceção do diâmetro de raiz, em que não houve ajuste às curvas de regressão, verificou-se uma diferença após os 28 dias em que as estacas estiveram acondicionadas em câmara fria. As estacas recém-coletadas tiveram, em todos os fatores avaliados, menor desempenho em relação ao tempo de armazenamento de 28 dias, o que permite inferir que o período entre a coleta das estacas e o plantio exerce influência na qualidade do enraizamento das estacas de azaleia da 'Terra Nova'.

4. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados do enraizamento de estacas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) cultivar Otto, submetidas a diferentes períodos de armazenamento, conclui-se que, não houve influência na porcentagem de enraizamento, porém houve prejuízo na qualidade do sistema radicular.

Os resultados evidenciam que o tempo de armazenamento utilizado nas estacas de azaleia cultivar Terra Nova teve influência positiva na qualidade do enraizamento, assim, ele respondeu mais eficientemente ao enraizamento quando foram realizadas a coleta e o acondicionamento das estacas por 35 dias para então proceder ao plantio.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTOLOTI, G.; GONÇALVES, A. N. **Enraizamento de estacas: especificações para construção do módulo de propagação**. Piracicaba, SP: IPEF, 1980. 7 p. (Circular Técnica, 94).

CAMPAGNOLO, M. A.; PIO, R. Enraizamento de estacas caulinares e radiculares de cultivares de amoreira-preta coletadas em diferentes épocas, armazenadas a frio e tratadas com AIB. **Ciência Rural**, v. 42, n. 2, p. 232-237, 2012.

CELANT, V. M.; PIO, R.; CHAGAS, E. A.; ALVARENGA, Â. A.; DALASTRA, I. M.; CAMPAGNOLO, M. A. Armazenamento a frio de ramos porta-borbulhas e métodos de enxertia de cultivares de marmeleiro. **Ciência Rural**, v. 40, n. 1, p. 20-24, 2010.

DANELUZ, S.; PIO, R.; CHAGAS, E. A.; BARBOSA, W.; OHLAND, T.; KOTZ, T. E. Propagação da figueira 'Roxo-de-Valinhos' por alporquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 1, p. 285-290, 2009.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 8. Ed. New Jersey: Prentice Hall, 2011. 915p.

JORGE, L. D. C., RODRIGUES, A. D. O. Safira: sistema de análise de fibras e raízes. Embrapa Instrumentação Agropecuária. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 24**. 2008.

KADER, A. A. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. **Food Technology**, v.40, n.5, p.99-104, 1986.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. Nova Odessa/SP: Plantarum, 1995. 720p.

LYONS, J. M. The influence of temperature on fruit ripening . **Colloques Internationaux Du Centre National de la Recherche Scientifique**, n. 238, p. 17-21, 1975.

OLIVEROS-VALENZUELA, M. D. R.; REYES, D.; SÁNCHEZ-BRAVO, J.; ACOSTA, M.; NICOLÁS, C. Isolation and characterization of a cDNA clone encoding an auxin influx carrier in carnation cuttings. Expression in different organs and cultivars and its relationship with cold storage. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 46, n. 12, p. 1071-1076, 2008.

PATTO, L. S.; FERREIRA, A. F.; PIO, R.; MOURA, P. H. A.; DE ASSIS, C. N.; PASQUAL, M. Vegetative propagation of redberry using refrigeration, IBA and BAP. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 56, n. Suple, p. 140-144, 2014.

PEDRINHO, D. R.; PIVETTA, K. F. L.; PIZETTA, P. U. C.; CASALLI, L. P.; SARZI, I. Efeito do armazenamento de estacas no enraizamento de roseiras para corte nas quatro estações do ano. **Ornamental Horticulture**, v. 9, n. 1, 2003.

PIO, R.; CAMPO DALL'ORTO, F. A.; ALVARENGA, A. A.; ABRAHÃO, E.; SIGNORINI, G.; CHAGAS, E. A. Enraizamento de estacas juvenis do marmeleiro 'Japonês' estratificadas a frio e tratadas com AIB. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 1, p. 71-74, jan./fev. 2007.

SALIBE, A. B.; BRAGA, G. B.; PIO, R.; TSUTSUMI, C. Y.; JANDREY, P. E.; ROSSOL, C. D.; FRÉZ, J. R. S.; SILVA, T. P. Enraizamento de estacas do porta-enxerto de videira 'VR 043-43' submetidas a estratificação, ácido indolbutírico e ácido bórico. **Bragantia**, v. 69, n. 3, p. 617-622, 2010.

SCHWAB, N. T.; NEUHAUS, M.; BELLÉ, R. A.; BACKES, F. A. A. L.; PEITER, M. X. Efeito do armazenamento a frio e desidratação sobre o enraizamento de estacas herbáceas de *Dendranthema grandiflora*. **Ornamental Horticulture**, v. 19, n. 2, p. 117-120, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954p.

TIBERTI, A. S.; BIANCHINI, F. G.; PIO, R.; CURI, P. N.; MOURA, P. H. A.; TADEU, M. H.. Armazenamento a frio e aplicação de reguladores vegetais no enraizamento de estacas radiculares e caulinares de framboeseira. **Ciência Rural**, v. 45, n. 8, p. 1445-1450, 2015.

VAN DE POL, P. A. Partial replacement of the rooting procedure of *Chrysanthemum morifolium* cuttings by pre-rooting storage in the dark. **Acta Horticulturae**, v.226, p.519-524, 1988.

XAVIER, A. **Silvicultura Clonal I: princípios e técnicas de propagação vegetativa**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 64p. (Caderno Didático, 92).