

**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE CULTIVARES  
DE OLIVEIRA EM DIFERENTES TEMPOS DE  
IMERSÃO EM AIB**

**VERENA HELOISE HANEL INOCENTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Produção e Proteção de Plantas.

Passo Fundo, setembro de 2016

**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE CULTIVARES  
DE OLIVEIRA EM DIFERENTES TEMPOS DE  
IMERSÃO EM AIB**

**VERENA HELOISE HANEL INOCENTE**

**Orientador: Prof. Dr. Alexandre Augusto Nienow**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Produção e Proteção de Plantas.

Passo Fundo, setembro de 2016

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação.


**“ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE CULTIVARES DE OLIVEIRA EM DIFERENTES TEMPOS  
DE IMERSÃO EM AIB”**

Elaborada por


**Verena Heloise Hanel Inocente**

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestra em  
Agronomia – Produção e Proteção de Plantas

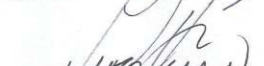
Aprovada em: 28/09/2016  
Pela Comissão Examinadora

  
**Dr. Alexandre Augusto Nienow**  
Presidente da Comissão Examinadora  
Orientador

  
**Dra. Eunice Oliveira Calvete**  
Coord. Prog. Pós-Graduação em Agronomia

  
**Dra. Eunice Oliveira Calvete**  
UPF

  
**Dr. Hélio Carlos Rocha**  
Diretor FAMV

  
**Dr. Cristiano Roberto Buzatto**  
UPF

---

CIP – Catalogação na Publicação

I58r      Inocente, Verena Heloise Hanel  
          Enraizamento de estacas de cultivares de oliveira em  
          diferentes tempo de imersão em AIB / Verena Heloie  
          Hanel Inocente . – 2016.  
          68 f. : il., color. ; 25 cm.

          Orientador: Prof. Alexandre Augusto Nienow.  
          Dissertação (Mestrado em Agronomia) –  
          Universidade de Passo Fundo, 2016.

          1. Olea europaea L. 2. Cultivos agrícolas –  
          Rendimento. 3. Cultivos de oliveiras. 4. Acido  
          indolbutírio. I. Nienow, Alexandre Augusto, orientador.  
          II. Título.

          CDU: 633.1/.8

---

Catálogo: Bibliotecária Marciéli de Oliveira - CRB 10/2113

## **BIOGRAFIA DA AUTORA**

**Verena Heloise Hanel Inocente** nasceu em 1º de setembro de 1990, no município de Tapejara, Rio Grande do Sul, filha de Marta Marlice Hanel. Engenheira Agrônoma, formada em 31 de agosto de 2013 pelo Instituto de Desenvolvimento Educacional do Alto Uruguai – Faculdade IDEAU. Em março de 2014 iniciou o curso de Mestrado no Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, área de concentração em Produção e Proteção de Plantas, sob orientação do professor Dr. Alexandre Augusto Nienow.

*Dedido à minha filha,  
Helena.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela força e por guiar meus passos até aqui.

À minha mãe, Marta, e aos meus irmãos, Crismael e Logann, pelo apoio e carinho incondicional.

Ao meu marido, Moises, pelo amor, incentivo e compreensão nos momentos difíceis.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Alexandre Augusto Nienow, pelo tempo e atenção empregados na orientação deste trabalho.

À minha amiga e colega, Laura Tres, pelo companheirismo e ajuda em todos os momentos que precisei.

Às colegas e amigas, Djulia e Sabrina, por tornarem essa caminhada mais prazerosa.

Aos professores do PPGAgro, pelos ensinamentos fundamentais para a formação profissional.

Aos colegas do PPGAgro, pelos momentos compartilhados.

À UPF e ao PPGAgro, pela oportunidade.

À Capes, pela concessão da bolsa de estudos.

E, a todos os demais amigos e familiares que contribuíram para a concretização desse sonho.

Muito obrigada!

**SUMÁRIO**

	<b>Página</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	vii
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	ix
<b>RESUMO</b> .....	1
<b>ABSTRACT</b> .....	2
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	4
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	6
2.1 A oliveira.....	6
2.2 Histórico e importância econômica.....	7
2.3 Propagação.....	11
2.3.1 Enxertia.....	11
2.3.2 Estaquia.....	13
2.3.2.1 Fatores endógenos.....	14
2.3.2.2 Fatores exógenos.....	21
2.4 Cultivares de oliveira.....	23
2.4.1 Arbequina.....	23
2.4.2 Arbosana.....	24
2.4.3 Frantoio.....	24
2.4.4 Koroneiki.....	25
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	26
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	30
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	59
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	60



**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela</b>		<b>Página</b>
1	Retenção foliar e sobrevivência de estacas de quatro cultivares de oliveira submetidas a diferentes tempos de imersão da base em 300 mg L <sup>-1</sup> de AIB. Passo Fundo, RS, 2016.....	31
2	Retenção foliar em estacas das cultivares de oliveira Koroneiki e Arbosana no decorrer de 70 dias de estaquia, submetidas a diferentes tempos de tratamento com 300 mg L <sup>-1</sup> de AIB. Passo Fundo, RS, 2016.....	32
3	Retenção foliar em estacas das cultivares de oliveira Frantoio e Arbequina no decorrer dos 70 dias de estaquia, submetidas a diferentes tempos de tratamento com 300 mg L <sup>-1</sup> de AIB. Passo Fundo, RS, 2016.....	33
4	Sobrevivência de estacas das cultivares de oliveira Koroneiki e Arbosana no decorrer dos 70 dias de estaquia, submetidas a diferentes tempos de tratamento com 300 mg L <sup>-1</sup> de AIB. Passo Fundo, RS, 2016.....	34
5	Sobrevivência de estacas das cultivares de oliveira Frantoio e Arbequina no decorrer dos 70 dias de estaquia, submetidas a diferentes tempos de tratamento com 300 mg L <sup>-1</sup> de AIB. Passo Fundo, RS, 2016.....	35
6	Enraizamento de estacas de quatro cultivares de oliveira submetidas a diferentes tempos de imersão da base em 300 mg L <sup>-1</sup> de AIB. Passo Fundo, RS, 2016.....	41
7	Presença de calo em estacas de quatro cultivares de oliveira submetidas a diferentes tempos de imersão da base em 300 mg L <sup>-1</sup> de AIB. Passo Fundo, RS, 2016.....	49

<b>Tabela</b>		<b>Página</b>
8	Número de raízes por estaca de quatro cultivares de oliveira submetidas a diferentes tempos de imersão da base em 300 mg L <sup>-1</sup> de AIB. Passo Fundo, RS, 2016.....	52
9	Comprimento médio das três maiores raízes em estacas de quatro cultivares de oliveira submetidas a diferentes tempos de imersão da base em 300 mg L <sup>-1</sup> de AIB. Passo Fundo, RS, 2016.....	55
10	Massa fresca de raízes por estaca de quatro cultivares de oliveira submetidas a diferentes tempos de imersão da base em 300 mg L <sup>-1</sup> de AIB. Passo Fundo, RS, 2016.....	57

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	Vista do interior da estufa com sombreamento utilizando tela tipo sombrite 70% (A); imersão da base das estacas de oliveira na solução de AIB (B); estacas padronizadas com 12 cm, mantidos dois pares de folhas (C); estaquia em tubetes de 140 cm <sup>3</sup> e substrato de casca de arroz carbonizada (D). Passo Fundo, RS, 2015.....	29
2	Mortalidade das estacas da cultivar de oliveira Arbequina. Passo Fundo, RS, 2015 .....	39
3	Enraizamento das estacas de oliveira cultivar Koroneiki tratadas por 1 h (A) em 300 mg L <sup>-1</sup> de AIB; Arbosana tratadas por 2 h (B); Arbequina tratadas por 4 h (C); e Frantoio tratadas por 8 h (D). Passo Fundo, RS, 2015.....	47
4	Enraizamento das estacas de oliveira cultivar Koroneiki (A), Arbequina (B), Arbosana (C) e Frantoio (D) sem tratamento de imersão em solução de AIB. Passo Fundo, RS, 2015.....	48
5	Estacas da cultivar de oliveira Arbosana tratadas por 1 h (A), 2 h (B), 4 h (C) e 8 h (D) em 300 mg L <sup>-1</sup> de AIB. Passo Fundo, RS, 2015.....	53
6	Estacas da cultivar Arbosana tratadas por 1 h em 300 mg L <sup>-1</sup> de AIB. Passo Fundo, RS, 2015.....	53
7	Estacas da cultivar de oliveira Frantoio tratadas por 1 h (A) e 4 h (B) em 300 mg L <sup>-1</sup> de AIB. Passo Fundo, RS, 2015.....	56

## **ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE CULTIVARES DE OLIVEIRA EM DIFERENTES TEMPOS DE IMERSÃO EM AIB**

**VERENA HELOISE HANEL INOCENTE<sup>1</sup>**

**RESUMO** – A propagação vegetativa por estaquia é o método mais utilizado na multiplicação de oliveiras, sendo que, a viabilidade técnica desse método, depende da capacidade do material vegetal utilizado formar raízes e da qualidade do sistema radicial formado. Os resultados podem variar conforme a dose de fitorregulador, a cultivar, a época de estaquia, o substrato e o tipo de estaca, dentre outros fatores. Fitorreguladores, como o ácido indolbutírico (AIB), têm sido empregados e pesquisados em oliveira, em geral na forma de soluções hidroalcoólicas concentradas. O objetivo desse estudo foi avaliar o enraizamento de estacas de quatro cultivares de oliveira (Arbequina, Arbosana, Frantoio e Koroneiki), imersas por diferentes tempos (1, 2, 4 e 8 horas) em solução com baixa concentração de AIB (300 mg L<sup>-1</sup>), diluída apenas com 10% de álcool 90 °GL e ausência de fitorregulador (testemunha). O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, arranjos no esquema fatorial 4 x 5, com quatro repetições e 12 estacas por parcela. A estaquia foi realizada em novembro, em estufa com sistema de nebulização intermitente, com molhamento em intervalos de oito minutos, por dez segundos. O plantio das estacas semilenhosas, com 12 cm e dois pares de folhas,

---

<sup>1</sup> Eng. Agr., mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGAgro) da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMV) da Universidade de Passo Fundo, Área de Concentração em Produção e Proteção de Plantas.

foi feito em tubetes de 140 cm<sup>3</sup> contendo casca de arroz carbonizada como substrato. O período crítico de queda de folhas ocorre a partir da terceira semana de estaquia, com início da mortalidade após quatro semanas, em taxas que variam conforme a cultivar e o tempo de tratamento com AIB. A retenção foliar, a sobrevivência e o enraizamento das estacas de oliveira foram afetados negativamente pelo aumento progressivo do tempo de imersão. O tratamento de 1 hora de imersão em AIB é eficiente no estímulo do enraizamento das estacas da cultivar Arbosana (66,7%). As cultivares Koroneiki e Arbequina apresentam baixo ou nulo enraizamento, independente do uso ou não de AIB.

**Palavras-chave:** *Olea europaea* L., propagação vegetativa, estaquia, ácido indolbutírico.

## **ROOTING OF OLIVE CULTIVAR CUTTINGS IN DIFFERENT INDOLE BUTYRIC ACID (IBA) IMMERSION PERIODS**

**ABSTRACT** – The vegetative propagation by cutting is the most commonly used method in olive trees multiplication and the technical viability of this method depends on the capacity of the vegetal material used to make rooting and the rooting quality grown. The results may vary according to the regulator dose, the cultivar specie, the cutting period, the substrate and the stem type, among other factors. Regulators, such as indole butyric acid (IBA) have been used and studied in olive trees, in general in hydroalcoholic

concentrated solutions. The objective of this study was to evaluate the rooting in cuttings of four olive cultivars (Arbequina, Arbosana, Frantoio e Koroneiki) immersed in different periods (1, 2, 4 and 8 hours) in low concentration of (IBA) solution ( $300 \text{ mg L}^{-1}$ ) diluted in only 10% of alcohol 90 °GL and absence of regulator (witness). The experimental lining used was in randomly selected blocks, arranged in factorial scheme 4 x 5 with four repetitions and 12 cuttings in each portion. The cuttings were placed in November, in a greenhouse with intermittent nebulization system, with irrigation every each minute, lasting for 10 seconds. The semi-hardwood cutting plantation, with 12 centimeters and two pairs of leafs was done in tubs of  $140 \text{ cm}^3$  with carbonized rice husk substrate. The critical leaf fall occurs after the third week of the cutting placement, beginning the death after four weeks, in rates that vary according to the cultivar and the time treatment with IBA. The leaf retention, the survival and the olives stem's rooting were negatively affected by the increasing immersion time. The 1-hour immersion treatment with IBA is effective in the cutting rooting stimulation of Arbosana (66,7%). The cultivars Koroneiki and Arbequina show low or no rooting either using IBA or not.

**Key words:** *Olea europaea* L., vegetative propagation, cutting, indole butyric acid.

## 1 INTRODUÇÃO

A oliveira (*Olea europaea* L.) é uma das espécies frutíferas mais antigas de interesse da humanidade, cultivada há séculos, principalmente em regiões mais áridas, com baixa umidade. No Brasil, embora tenha ocorrido no século passado algumas iniciativas de cultivo, foi mais recentemente, a partir de estudos desenvolvidos por órgãos de pesquisa como a Epamig (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais), a Epagri (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina) e a CPACT (Embrapa Clima Temperado), de Pelotas, que foi possível a expansão comercial.

Apesar do aumento da área de cultivo, o Brasil ainda se mantém como um dos maiores importadores de produtos de oliveira da América do Sul, sendo a Argentina um dos maiores fornecedores, além da Espanha e Portugal (VIEIRA NETO et al., 2008), situação que posiciona a cultura como de grande potencial para a contínua expansão. Além disso, as áreas tradicionais de cultivo no mundo estão limitadas aos plantios existentes, sem grandes perspectivas de ampliação (EMBRAPA, 2005).

Para alcançar o sucesso na fruticultura, deve ser destacada a necessidade de disponibilidade de mudas de qualidade, sem problemas fitossanitários e com satisfatório desenvolvimento e produção após o plantio. Comercialmente, as técnicas de propagação empregadas pelos viveiristas são a enxertia e a estaquia. Essa última técnica possui as vantagens do menor custo e tempo para a obtenção da muda, exigindo mão-de-obra menos especializada. Mas para que a

técnica seja viável, torna-se exigência que a cultivar apresente elevada capacidade de formação de raízes, com satisfatória qualidade do sistema radicial formado e do desenvolvimento posterior da planta na área de produção (FACHINELLO et al., 2005).

A aplicação exógena de fitorreguladores é uma das técnicas mais estudadas para o favorecimento do balanço hormonal no enraizamento, sendo o ácido indol-3-butírico (AIB) a auxina mais utilizada. Diversas pesquisas desenvolvidas com a estaquia da oliveira tem utilizado soluções hidroalcoólicas concentradas de AIB (acima de  $1.000 \text{ mg L}^{-1}$ ), imersa a base das estacas por alguns segundos. Contudo, os resultados encontrados variam muito conforme a dose, a cultivar, a época de estaquia, o substrato e o tipo de estaca, dentre outros fatores. Apesar de toda a pesquisa já realizada sobre esse assunto, uma resposta científica concreta, capaz de explicar esse comportamento contrastante, ainda não está disponível (PORFIRIO et al., 2016a).

Assim, buscando agregar conhecimentos sobre a técnica de aplicação do AIB, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar o enraizamento de estacas de quatro cultivares de oliveira (Arbequina, Arbosana, Frantoio e Koroneiki), imersas por diferentes tempos (1, 2, 4 e 8 horas) em solução com baixa concentração de AIB ( $300 \text{ mg L}^{-1}$ ).



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A oliveira

A oliveira é uma planta perene, extremamente rústica, de longevidade excepcional. Foram encontrados exemplares com mais de cinco séculos, por isso é também qualificada por orientais como indestrutível e de vida eterna, devido a sua renovação em casos de corte do tronco, apodrecimento ou queima da planta (PEIXOTO, 1973).

A oliveira pertence à família Oleaceae (Hoffmannsegg & Link), que inclui cerca de trinta gêneros, entre eles *Fraxinus* L., *Ligustrum* L., *Olea* L. e *Syringa* L. (OLIVEIRA & ABRAHÃO, 2006).

No seu cultivo, a árvore atinge tamanho médio e formato de copa arredondado, apresentando duas fases distintas, a juvenil e a adulta, as quais se distinguem pela capacidade reprodutora, potencial de enraizamento de estacas e aparência de folhas e ramos. Durante a fase juvenil a oliveira não é capaz de produzir frutos, porém apresenta maior potencial de enraizamento de estacas (RAPOPORT, 2004).

Proveniente de regiões com clima caracterizado por invernos chuvosos e verões secos, pode ter seu desenvolvimento afetado quando introduzida fora deste habitat (LIVRAMENTO & OLIVEIRA, 2006).

O sistema radicial é caracterizado por uma raiz pivotante, quando a muda é proveniente de semente, e por raízes adventícias, quando provém de estaquia. O fruto, denominado azeitona, é um

drupóide de tamanho pequeno e formato elipsoidal, constituído de uma semente e três tecidos fundamentais: endocarpo (caroço), mesocarpo (polpa) e exocarpo (pele). O óleo (azeite) fica acumulado nos vacúolos das células do mesocarpo (RAPOPORT, 2004).

O azeite de oliva possui várias substâncias antioxidantes e é a principal fonte de ácido oleico na dieta humana, desempenhando funções relevantes no tratamento de doenças, como o diabetes, doenças cardíacas, câncer e outras, sendo muito consumido em diversas regiões do mundo (BARCELOS et al., 2006). O cultivo de oliveiras se tornou relevante em todo o mundo, pelo fato do azeite de oliva ser comprovadamente benéfico à saúde humana e também por ser muito utilizado na fabricação de produtos farmacêuticos (OLIVEIRA, 2001).

## **2.2 Histórico e importância econômica**

A oliveira é uma planta que adquiriu grande importância sócio-econômica ao longo dos séculos. Sua origem está perdida no tempo, coincidindo e misturando-se com o desenvolvimento de civilizações do Mediterrâneo (INTERNATIONAL OLIVE COUNCIL, 2016c).

Historicamente acredita-se que a oliveira seja originária do sul do Cáucaso, das planícies altas do Irã e do litoral mediterrâneo da Síria e da Palestina, e posteriormente foi se expandindo para o restante do Mediterrâneo. Foram os gregos e fenícios que atravessaram o mar Mediterrâneo com as oliveiras e o azeite de oliva, negociando com

países como a Itália, França Espanha e África (TERAMOTO et al., 2010).

A escassez de terra cultivável fez com que esses povos migrassem para outros pontos do Mediterrâneo, e a oliveira os acompanhou, adaptando-se facilmente às novas terras. Os múltiplos usos que o azeite tinha na Grécia se difundiram na gastronomia, na iluminação, na medicina, na massagem terapêutica, nos cultos aos mortos e outros rituais sagrados. A viagem da oliveira avançou pelo Mediterrâneo Ocidental atingindo a Península Ibérica, em áreas que viriam a ser Portugal. Após a conquista da Península Ibérica, no século II AC, os romanos também se tornaram grandes agentes do plantio e extração do azeite. Com a ocupação da região norte de Portugal, a olivicultura em moldes romanos se manteve, e posteriormente a circulação do azeite em Portugal não era mais restrita ao mercado interno, levado para troca no Norte Europeu, principalmente Inglaterra, Bélgica e Alemanha. A expansão nos séculos XV e XVI teve, entre outros significados, a abertura de mercados em latitudes em que a oliveira ainda não era cultivada, como a Índia e o Brasil (VEIGA, 2009).

Assim, a oliveira chegou ao Brasil trazida por imigrantes europeus. Devido ao seu simbolismo, era muito comum encontrar oliveiras próximas de igrejas e capelas durante o período do Brasil Colônia. Quando o país começou a apresentar uma pequena produção, a família real, com medo de que o produto da colônia concorresse com o da metrópole portuguesa, ordenou o corte das árvores existentes. Esse acontecimento impediu que a olivicultura tomasse impulso e os negociantes portugueses convenceram os brasileiros na

impossibilidade de ter bons olivais, mantendo-se como importador de azeites e azeitonas de Portugal (TERAMOTO et al., 2010).

No Rio Grande do Sul, o cultivo de oliveiras teve início em 1900, com cultivares trazidos por imigrantes portugueses. Existem registros de produção em 1907, nas cidades de Caxias do Sul, Veranópolis, Encruzilhada do Sul, Uruguaiana, Bagé, Pelotas e Rio Grande (OLIVEIRA, 2010b). Na década de 30 foram introduzidos novos plantios iniciados pelas imigrações italianas, portuguesas e francesas, mas como não havia tradição na cultura eram geralmente introduzidas apenas como plantas ornamentais e atendiam somente ao consumo doméstico (BERTONCINI et al., 2010).

A cultura foi introduzida oficialmente no estado do Rio Grande do Sul em 1948, por meio da criação do Serviço Oleícola, pela Secretaria da Agricultura do Estado, com o objetivo de orientar trabalhos de fomento e pesquisa. Houve incentivo ao cultivo por meio de premiações e isenção de impostos, porém, a falta de base técnica resultou na formação de olivais de baixa qualidade (COUTINHO, 2010). Ainda nesse período, o Embaixador Batista Luzardo plantou em Uruguaiana 72.000 mudas, vindas da Argentina, cultivo que se tornou, por determinado tempo, o maior olival do Brasil. Mesmo assim, o programa estadual não progrediu por falta de planejamento estratégico, e razões políticas e econômicas (BERTONCINI et al., 2010).

No Brasil, o cultivo de oliveiras ainda é uma atividade agrícola recente e em expansão (OLIVEIRA et al., 2009), mantendo-se como um dos maiores importadores de produtos de oliveira da América do Sul, sendo a Argentina um dos maiores fornecedores,

além da Espanha e Portugal (VIEIRA NETO et al., 2008). Analisando dados de 2009 a 2015, o país importou, em média, 65,3 mil toneladas de azeite de oliva e 98,9 mil toneladas de azeitona por ano, o que corresponde, respectivamente, a 8,4 % e 15,5 % da produção mundial destinada à exportação (INTERNATIONAL OLIVE COUNCIL, 2016a).

O incremento das importações desses produtos, e o aumento do consumo, tornam o mercado brasileiro promissor para essa atividade (MESQUITA et al., 2006). Além disso, as áreas tradicionais de cultivo no mundo estão limitadas aos plantios existentes, sem grandes perspectivas de ampliação. Isso faz com que as oliveiras ganhem cada vez mais espaço em países da América do Sul, a exemplo da Argentina, que cultiva mais de 60 mil hectares, e o Chile, com 10 mil hectares (EMBRAPA, 2005). Porém, mesmo com um mercado promissor, ainda não se conseguiu transformar a olivicultura brasileira em uma alternativa rentável e viável para os produtores, devido, principalmente, ao manejo inadequado, aos poucos conhecimentos técnicos e a falta de continuidade de ações de pesquisa com a cultura (OLIVEIRA, 2001; RIBEIRO, 2010; BERTONCINI et al., 2010).

O Brasil, a exemplo dos Estados Unidos, poderia deixar de ser um país totalmente importador e começar a produzir seu próprio azeite. Certamente muitos são os desafios, pois são necessários investimentos na área e corpo técnico especializado para que a cadeia da olivicultura possa ser conduzida com ensinamentos e técnicas de países tradicionais adaptados às nossas condições específicas (TERAMOTO et al., 2013).

## 2.3 Propagação

Na cultura da oliveira a propagação vegetativa tem sido recomendada para a obtenção de mudas, técnica que vem sendo amplamente estudada e aperfeiçoada nos últimos anos, principalmente por meio do enraizamento de estacas semilenhosas, e também pela técnica de enxertia. Apesar dos frutos possuírem sementes viáveis, a reprodução sexual não é desejada no estabelecimento de pomares comerciais em razão das plantas apresentarem alta variabilidade genética e longo período juvenil (RIBEIRO, 2010). A propagação vegetativa apresenta-se, portanto, como a técnica mais viável de formação de mudas, pois mantém as características genéticas das plantas-matrizes, a uniformidade fenológica, o porte reduzido e a precocidade de produção (FACHINELLO et al., 2005).

### 2.3.1 Enxertia

A enxertia é uma forma de propagação assexuada, em que se juntam partes de tecidos de duas plantas, de maneira que se unam e continuem seu crescimento como uma única planta (HARTMANN et al., 2002). O produto dessa técnica é uma planta constituída de duas partes, enxerto e porta-enxerto (FACHINELLO et al., 2005).

Os enxertos de variedades de oliveira em porta-enxertos de outras espécies do gênero *Olea*, apesar de nos primeiros meses após a enxertia apresentarem crescimento vigoroso do enxerto, não apresentam posteriormente resultados satisfatórios. Observa-se um crescimento excessivo no ponto de enxertia, além da produção de

numerosos frutos inaptos, seguido de amarelecimento, murcha e queda das folhas (OLIVEIRA, 2007).

No Brasil também são utilizados porta-enxertos de outros gêneros, tal como o ligustro (*Ligustrum* sp.), por ser facilmente encontrado e por apresentar grande facilidade de enraizamento, podendo-se dispor de grande quantidade de porta-enxertos em curto espaço de tempo (RIBEIRO, 2010). Também trabalhos de microenxertia e multiplicação *in vitro* têm sido pesquisados (FARAHANI et al., 2011).

Fernandes (1981), utilizando oliveiras das cultivares Alto D'Ouro e Penafiel, verificou que a enxertia da cultivar Penafiel sobre ligustro apresentou percentual de pegamento em torno de 60%. Estudando a enxertia de garfagem sobre ligustro, Ribeiro (2010) verificou que nem todos os enxertos brotados formam uma completa união com o porta-enxerto. Constatou que existem consideráveis variações entre enxertos vivos (enxertos que permanecem verdes, porém sem apresentar brotação), pegamento de enxertos (enxertos que apresentam brotações e união entre enxerto/porta-enxerto), número e comprimento médio das brotações.

Em outro trabalho, Ribeiro et al. (2012) testaram diferentes porta-enxertos e tipos de enxertia de garfagem, verificando que os porta-enxertos obtidos pela germinação de sementes de oliveira cultivar Arbequina apresentaram melhor pegamento que os obtidos de ligustro (61,2% e 4,1%, respectivamente), inferindo que a cultivar Arbequina apresenta baixa afinidade com porta-enxertos de espécies de gênero diverso.

Para evitar a murcha por *Verticillium* Wilt, Trapero et al. (2014) enxertaram a cultivar suscetível Picual sobre plantas resistentes da cultivar Frantoio, comparando com mudas autoenraizadas das duas cultivares. Enquanto que as plantas de Picual autoenraizadas mostraram uma reação muito suscetível à infecção, as plantas de Frantoio e Picual sobre Frantoio permaneceram livres dos sintomas, mesmo quantificado que o fungo estava presente.

Portanto, o uso da enxertia para a obtenção de mudas com resistência a doenças ou para resgatar materiais de difícil propagação se comporta como uma técnica potencial, não estando livre de aperfeiçoamento. Porém, quando empregada na produção comercial de mudas, mesmo com estudos indicando possível viabilidade, os resultados ainda são inconsistentes e controversos. Além disso, a enxertia ainda não gera quantidades expressivas de rendimento de mudas, como no caso da estaquia (RIBEIRO, 2010; RIBEIRO et al., 2012; TRAPERO et al., 2014).

### **2.3.2 Estaquia**

A estaquia é um método de propagação assexuada, cujos segmentos destacados da planta matriz são induzidos a formar raízes, originando uma nova planta com características idênticas e capacidade de alcançar a idade de produção num período mais curto de tempo, quando comparado a uma muda proveniente de semente (PASQUAL et al., 2001).

A propagação por estacas é o método mais utilizado na multiplicação de oliveiras em todos os países produtores. Mas a



viabilidade dessa técnica dependente da capacidade de formação de raízes, da qualidade do sistema radicular formado e do desenvolvimento posterior da planta já na área de produção (FACHINELLO et al., 2005).

Existem diversos fatores que podem afetar a produção de mudas de oliveira por estaquia. Estes fatores podem ser classificados em endógenos, considerando as condições fisiológicas e idade da planta-matriz (juvenilidade), época de coleta da estaca, posição da estaca no ramo, potencial genético de enraizamento, balanço hormonal, oxidação de compostos fenólicos e sanidade; e fatores exógenos, como a temperatura, luz, umidade, substrato e tratamento com fitorreguladores (FACHINELLO et al., 2005).

### **2.3.2.1 Fatores endógenos**

Embora existam espécies que enraízam facilmente e apresentam uma capacidade de enraizamento uniforme, outras, como a oliveira, demonstram diferentes respostas ao enraizamento entre as cultivares (FOUAD et al., 1990). Apesar de toda a pesquisa já realizada sobre esse assunto, uma resposta científica concreta, capaz de explicar esse comportamento contrastante, ainda não está disponível (PORFIRIO et al., 2016a).

Duas vias podem dar origem às raízes adventícias: a) a organogênese direta, estabelecida a partir de células do câmbio, córtex, periciclo ou feixes vasculares, que envolve a rediferenciação vascular; e b) a formação indireta, estabelecida a partir de tecidos de calos, formados por danos mecânicos ocorridos durante a preparação

do material vegetal. Embora as duas vias possam ocorrer na mesma espécie, geralmente a via direta é visualizada em espécies de fácil enraizamento, enquanto que as espécies de difícil enraizamento são relacionadas com a via indireta (ALMATURA, 1996; HARTMANN et al., 2002).

Além disso, o enraizamento adventício está organizado numa sequência de três fases interdependentes: (a) indução, que corresponde ao período que antecede qualquer evento histológico visível, compreendendo os eventos moleculares e bioquímicos; (b) a iniciação, que começa quando os primeiros eventos histológicos são visíveis, como a organização dos primórdios da raiz, caracterizada pela ocorrência de pequenas células com núcleos grandes e citoplasma denso; (c) e a expressão, que envolve o desenvolvimento de estruturas típicas, crescimento intra-tronco e emergência do primórdio radicial (LI et al., 2009; PACURAR et al., 2014).

A regulação das fases de enraizamento é influenciada por diversos fatores, cuja interação permanece ainda mal compreendida e os mecanismos moleculares subjacentes ao processo continuam desconhecidos (LEGUE et al., 2014).

A condição fisiológica da planta matriz afeta o enraizamento e se refere ao conjunto das características internas da planta, como conteúdo de água e o teor de reservas e nutrientes, quando da coleta das estacas. A importância dos carboidratos está no fato de que a auxina requer uma fonte de carbono para a biossíntese dos ácidos nucleicos e proteínas para a formação das raízes (FACHINELLO et al., 2005). Reservas mais abundantes de carboidratos geralmente correlacionam-se com maiores porcentagens

de sobrevivência e enraizamento de estacas (FACHINELLO et al., 2005; STENVALL et al., 2009).

A época de coleta das estacas influencia a capacidade de enraizamento. No período de crescimento vegetativo (primavera/verão) as estacas apresentam-se mais herbáceas e, em geral, mostram maior capacidade de enraizamento. Estacas coletadas no período de outono/inverno apresentam-se mais lignificadas e tendem a enraizar menos. Por outro lado, estacas menos lignificadas (herbáceas e semilenhosas) são mais propícias à desidratação e à morte, requerendo um manejo adequado em relação ao ambiente (FACHINELLO et al., 2005).

Outro fator importante é a juvenilidade da planta matriz ou das estacas, que tende a enraizar mais facilmente quando mais jovens, especialmente em se tratando de espécies de difícil enraizamento. Possivelmente esse fato está relacionado com a redução no conteúdo de inibidores e com o aumento dos cofatores de enraizamento. Além disso, como a composição química do tecido varia ao longo do ramo, estacas provenientes de diferentes porções do mesmo tendem a diferir quanto ao enraizamento. Em ramos lenhosos, o uso da porção basal, geralmente, proporciona melhores resultados devido ao acúmulo de substâncias de reserva, menor teor de nitrogênio e presença de raízes pré-formadas. Já em ramos semilenhosos os maiores percentuais de enraizamento são obtidos com a porção mais apical, devido à maior concentração de promotores de enraizamento, proximidade dos sítios de síntese de auxinas e menor diferenciação dos tecidos (FACHINELLO et al., 2005).

Em algumas espécies, o forte escurecimento dos tecidos na região do corte na estaca, ocasionado pela oxidação de compostos fenólicos, pode dificultar a formação de raízes. Ao entrarem em contato com o oxigênio, os diferentes tipos de fenóis iniciam reações de oxidação, cujos produtos resultantes são tóxicos ao tecido. A oxidação desses compostos pode ser minimizada com o uso de substâncias antioxidantes. A condição fitossanitária também influencia no enraizamento das espécies frutíferas. O ataque de viroses, de fungos e de bactérias podem ocasionar a morte das estacas, antes ou após a formação das raízes, podendo afetar a sobrevivência ou a qualidade do sistema radicular (FACHINELLO et al. (2005).

A presença de folhas e gemas nas estacas também é importante para o estímulo do enraizamento, devido à produção de auxinas e fotoassimilados, garantindo o suprimento de energia (PAIVA & GOMES, 2005), e de cofatores de enraizamento (FACHINELLO et al., 2005).

Os fitohormônios (especialmente auxinas), as poliaminas e as enzimas oxidativas são algumas das substâncias e compostos que parecem influenciar e regular o processo de formação de raízes adventícias (LI et al., 2009). Ono & Rodrigues (1996) ressaltam, também, que a presença de carboidratos, proteínas, aminoácidos, vitaminas e compostos fenólicos contribuem para a iniciação de raízes adventícias, quando combinados em concentrações e proporções adequadas. Para Goulart (2006), as auxinas, citocininas, giberelinas, etileno, ácido abscísico, poliaminas, vitaminas e fenóis influenciam direta e indiretamente o enraizamento adventício, mas são as auxinas

que tem apresentado maiores e mais diretos efeitos no curso do processo de enraizamento.

As auxinas são uma classe de fitohormônios amplamente utilizadas na propagação de plantas, com a finalidade de indução e formação de raízes em estacas. A principal auxina endógena é o ácido indol-3-acético (AIA), mas existem outros como o ácido indol-3-butírico (AIB) e o ácido 1-naftalenoacético (ANA) (PORFIRIO et al., 2016a). Em plantas perenes temperadas, os níveis de auxina variam com as estações do ano, ocorrendo em maiores concentrações durante a primavera e o verão e em menores concentrações durante o outono e inverno (FLOSS, 2006).

Apesar das auxinas serem largamente utilizadas na indução do enraizamento, pouco se sabe sobre sua ação específica ou sua interação com outros compostos endógenos (PEIXES et al., 2011). Alterações na atividade de enzimas reguladoras de diferentes processos bioquímicos, bem como alterações nos níveis celulares de diferentes metabólitos durante o enraizamento têm sido investigadas e vários autores mostraram o envolvimento da peroxidase, AIA-oxidase e compostos fenólicos no processo de formação de raízes em estacas (MAYER, 1986; CABONI et al., 1997; SEBASTIANI et al., 2002; SEBASTIANI & TOGNETTI, 2004; PEIXES et al., 2011).

Os fitohormônios ocorrem nos tecidos vegetais em concentrações muito baixas, tornando a análise quantitativa e qualitativa muito difíceis (PORFIRIO et al., 2016b). A análise é ainda mais dificultada pela quantidade elevada de substâncias interferentes contidas nos extratos, necessitando de uma extensiva purificação antes da quantificação final (PEIXES et al., 2011; PORFIRIO et al., 2016b).

O AIA é estruturalmente relacionado ao aminoácido triptofano e ao precursor do triptofano, indol-3-glicerol, ambos utilizados como precursores na biossíntese de AIA (TAIZ & ZEIGER, 2009). Como o triptofano é o precursor do AIA, sob diferentes vias metabólicas, todos os fatores que influenciam na síntese desse aminoácido também influenciam no conteúdo de auxinas nas plantas. (FLOSS, 2006).

As auxinas são sintetizadas nas gemas apicais e folhas novas, de onde são translocadas para a base da planta por um mecanismo de transporte polar (FACHINELLO et al., 2005). Duas formas de auxinas são encontradas nas plantas, a livre e a ligada. As auxinas livres podem ser prontamente difundidas nos tecidos, extraídas facilmente com solventes apropriados e imediatamente utilizadas nos processos fisiológicos. Já as auxinas ligadas não estão prontamente utilizáveis pelo tecido vegetal e requerem uma reação de hidrólise para serem convertidas em substâncias ativas, servindo como reserva ou proteção contra a degradação oxidativa (FLOSS, 2006; TAIZ & ZEIGER, 2009).

Já, as poliaminas, apesar de estarem envolvidas em um grande número de processos do desenvolvimento vegetal, participando direta ou indiretamente de várias vias metabólicas essenciais para o funcionamento celular, são necessárias em concentrações maiores do que os hormônios convencionais para a produção de um mesmo efeito. Estão principalmente associadas às paredes celulares, nas formas livres ou conjugadas com ácidos fenólicos (KERBAUY, 2008). As principais poliaminas são a putrescina, a espermidina e a espermina, e a contribuição na formação de raízes adventícias tem

sido sugerida por vários autores que trabalham com espécies lenhosas (PORFIRIO et al., 2016a).

Dado o seu papel na replicação do DNA, as poliaminas, têm sido associadas a um grande número de processos no desenvolvimento das plantas, incluindo a divisão celular, organogênese, embriogênese, iniciação e desenvolvimento floral, desenvolvimento de frutos, crescimento de raízes, senescência e estresse abiótico (KAUR-SAWHNEY et al., 2003; ALCÁZAR et al., 2010; TAKAHASHI & KAKEHI, 2010).

As peroxidases também estão envolvidas no metabolismo de compostos fenólicos, atuando no processo de regulação da formação de raízes. O aumento na atividade da peroxidase é observado durante a fase inicial do processo de enraizamento, seguido de repente decréscimo na fase seguinte. Essa variação tem efeito sobre a rizogênese via metabolismo do AIA, pois as peroxidases funcionam como catalisadores na degradação do AIA (SIEGEL, 1993). A variação na atividade da peroxidase pode servir para se determinar as fases de indução e iniciação do enraizamento. A fase indutiva é caracterizada por um aumento na atividade da peroxidase em que não há modificações histológicas e citológicas aparentes (GASPAR et al., 1985).

Hausman (1993) observou um pico da atividade da peroxidase precedendo o enraizamento somente em brotações tratadas com o fitorregulador, correspondendo ao período em que houve o mais baixo nível de auxina endógena. Com isso, sugere-se que o aumento da atividade da peroxidase e decréscimos do nível de AIA podem estar associados com as primeiras divisões celulares da

organização e crescimento dos primórdios radiculares. Zanol et al. (2012) também observaram que, na presença de AIB ocorreu um aumento da atividade da peroxidase durante o enraizamento, não apresentando diferenças significativas entre as concentrações de AIB utilizadas.

### **2.3.2.2 Fatores exógenos**

Os fatores exógenos merecem atenção especial na propagação de plantas por estaquia, pois podem influenciar o enraizamento das estacas em dois momentos distintos, atuando no período de desenvolvimento dos ramos na planta matriz, bem como no enraizamento propriamente dito (OLIVEIRA, 2007).

No enraizamento das estacas, o substrato desempenha importante função, principalmente, para as espécies que possuem dificuldades em emitirem raízes (OLIVEIRA, 2007). Quando colocadas no substrato, além da aeração e sustentação da base, as estacas necessitam de água, pois ainda não possuem raízes e, portanto, não possuem a capacidade de absorver água suficiente para compensar a transpiração e o crescimento de novas brotações. Para haver divisão celular na estaca é necessário que as células se mantenham túrgidas (FACHINELLO et al., 2005).

A prevenção do murchamento é especialmente relevante em espécies que exigem um longo período de tempo para a formação de raízes e, também, nos casos em que são utilizadas estacas com folhas. O aumento da temperatura, que pode favorecer a divisão celular para a formação de raízes, também estimula a taxa de



transpiração, induzindo o murchamento das estacas. Além disso, o aumento da temperatura pode favorecer a brotação das gemas antes que o enraizamento tenha ocorrido, o que também é indesejável (FACHINELLO et al, 2005). Uma forma utilizada para reduzir a desidratação é a utilização de sistemas de nebulização, que periodicamente provocam a emissão de uma neblina de água capaz de manter as estacas constantemente molhadas (OLIVEIRA, 2007).

A importância da luz no enraizamento está associada ao processo de fotossíntese e à degradação de compostos fotolábeis, como as auxinas. Geralmente, a baixa intensidade luminosa sobre a planta-mãe, antes da coleta das estacas, tende a favorecer a formação de raízes, devido à preservação das auxinas e de outras substâncias endógenas, em detrimento aos compostos fenólicos. Já a presença de luz durante o enraizamento das estacas com folhas pode favorecer a emissão e o desenvolvimento radicial (FACHINELLO et al., 2005).

A aplicação exógena de um fitorregulador é fundamental para plantas que possuem um déficit de auxina endógena. Conforme Fachinello et al. (2005), o tratamento com uma auxina exógena provoca um aumento da concentração na base da estaca e, caso os demais requerimentos fisiológicos sejam atendidos, pode haver formação de calo e/ou de raízes adventícias, resultante da ativação das células do câmbio.

A aplicação exógena de fitorreguladores é umas das técnicas mais estudadas para o favorecimento do balanço hormonal no enraizamento, sendo o ácido indol-3-butírico (AIB) a auxina mais utilizada, seguido por ANA e AIA. O AIB é uma substância foto estável, de ação localizada e menos sensível à degradação biológica,

em comparação com outras auxinas sintéticas (HARTMANN et al., 2002). As concentrações mais usadas de AIB para o enraizamento de estacas são 2.000, 3.000, 3.500 e 4.000 mg L<sup>-1</sup>, utilizadas em vários estudos de enraizamento de estacas de diversas plantas (PIMENTEL, 2010).

Vários trabalhos, normalmente realizados com soluções concentradas de AIB, ao contrário da presente pesquisa, que se propôs a estudar o uso de soluções diluídas, têm demonstrado a contribuição positiva do tratamento das estacas com AIB (OLIVEIRA et al., 2003a; PIO et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2010).

## **2.4 Cultivares de oliveira**

### **2.4.1 Arbequina**

A cultivar Arbequina é originária da Espanha e apresenta produtividade precoce, alta e constante. Dentre as diversas cultivares de oliveira existentes, a Arbequina é considerada a mais plástica, ou seja, apresenta grande adaptabilidade a diferentes condições de clima e solo. Devido ao vigor reduzido, pode ser cultivada em espaçamentos reduzidos e a poda de inverno (frutificação) pode ser realizada anualmente ou a cada dois anos, dependendo do vigor das plantas. Por ser parcialmente autofértil, recomenda-se o uso de polinizadoras (Koroneiki ou Arbosana) na proporção de 3:1 (três filas de Arbequina para uma fila de polinizadora) (COUTINHO, 2012; ROSSINI, 2014).

A azeitona é pequena e simetricamente redonda, rica em óleo (20-22%), tem caráter distinto, com boas qualidades organolépticas.

#### **2.4.2 Arbosana**

A cultivar Arbosana é originária da Espanha, apresenta produtividade elevada e constante, entrada em produção precoce e vigor reduzido. É indicada para cultivos intensivos. É resistente ao frio, sua maturação é tardia e possui uma capacidade de enraizamento elevada. O fruto, de cor violeta na maturação, possui pequenas e abundantes lenticelas, de tamanho pequeno, esférico e ligeiramente assimétrico. Conteúdo de azeite médio (19-20%), é muito apreciada pelas suas características organolépticas (ROSSINI, 2014; OLINT, 2016).

#### **2.4.3 Frantoio**

A cultivar Frantoio é originária da Itália, apresenta estatura média, produtividade elevada e constante, sendo valorizada também por sua capacidade adaptativa. O período de florescimento é intermediário e as flores têm um baixo percentual de ovários abortados. Consistente, melhora a produtividade com a presença de polinizadores adequados. O tempo de maturação do fruto é escalar e tarde. As drupas de tamanho médio (1,5-2,5 g) são ricas em óleo (20-23%). Na Toscan, é utilizada para a produção de óleos particularmente

estáveis e frutados (ASSOCIAÇÃO DE VIVEIRISTAS DE PÉSCIA, 2010; INTERNATIONAL OLIVE COUNCIL, 2016b).

#### **2.4.4 Koroneiki**

A cultivar Koroneiki, nativa da Grécia, é a principal variedade plantada nesse país, ocupando 50-60% da superfície dos olivais. A árvore apresenta vigor médio e porte aberto, produtividade alta e entrada em produção precoce. Produz grandes quantidades de pólen, é resistente à seca, porém, não tolera frio muito intenso. O fruto, de forma oval e ligeiramente assimétrico é de maturação precoce. O rendimento de azeite é em média de 20%. A qualidade do azeite é excelente, estável e rico em ácido oleico (ROSSINI, 2014; OLINT, 2016).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMV) da Universidade de Passo Fundo (UPF), em Passo Fundo, RS, município situado na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul.

As estacas foram coletadas de plantas de oliveira localizadas no Setor Pomar do Centro de Extensão e Pesquisa Agronômica (Cepagro) da FAMV, situado no Campus I da UPF. O pomar, com 4 anos de idade, ainda em fase juvenil, foi implantado em setembro de 2012, no espaçamento de 7 x 7 m, sem irrigação.

A estaquia foi realizada em uma estufa agrícola (Figura 1A) revestida de polietileno de baixa densidade (PEBD) de 150 µm de espessura, dotado de aditivo antiultravioleta, com cortinas laterais do mesmo material e revestimento interno de tela (tipo sombrite) de 70% de sombreamento, disposta horizontalmente a 2,5 m de altura e nas laterais, para minimizar a insolação e a temperatura. O sistema de nebulização intermitente, com linhas de irrigação distanciadas de 1,5 m, com bicos nebulizadores dispostos a cada 1 m, foi controlado por um *timer* regulado para molhamento em intervalos de 8 minutos, com duração de 10 segundos.

As estacas das cultivares Arbequina, Arbosana, Frantoio e Koroneiki foram submetidas aos tratamentos de imersão da base por 1, 2, 4 e 8 horas em 300 mg L<sup>-1</sup> de AIB (Figura 1B) e ausência de fitorregulador (testemunha). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, arranjos no esquema fatorial 4 x 5, com quatro

repetições e 12 estacas por parcela. A estaquia foi realizada em 23 de novembro de 2015.

Na coleta das estacas semilenhosas, retiradas da parte superior dos ramos (ponteiros), foram deixadas em torno de 6 a 7 folhas, eliminando as demais para reduzir o volume e a transpiração. Em seguida foram umedecidas, acondicionadas em sacos de polietileno e em caixas de isopor com gelo, para transporte ao Laboratório de Virologia Vegetal da FAMV-UPF, onde foram submetidas à desinfestação por 5 minutos em solução de hipoclorito de sódio 0,5%, e lavadas em água corrente.

As estacas foram padronizadas com 12 cm de comprimento, com corte em bisel na base, mantendo dois pares de folhas inteiras na extremidade superior (Figura 1C). Na base das estacas, na extensão em torno de 1,5 cm, foram feitas lesões em lados opostos (raspagem da casca) para expor o câmbio e melhor absorção da solução de AIB. No preparo da solução de AIB, o produto puro da marca Sigma foi diluído em 10% de álcool etílico 70 ° GL, completando o volume de 90% com água destilada.

A estaquia foi realizada em tubetes plásticos de 46,5 mm x 46,5 mm x 140 mm (140 cm<sup>3</sup>), acondicionados em bandejas plásticas de 96 tubetes, contendo como substrato casca de arroz carbonizada. As estacas foram plantadas a uma profundidade média de 4 cm (Figura 1D).

Foram realizadas avaliações semanais da porcentagem de sobrevivência e de retenção foliar. A porcentagem de retenção foliar foi calculada considerando o número total de folhas por parcela (12 estacas x 4 folhas = 48 folhas). Após 70 dias, além das variáveis

citadas, foi avaliada a porcentagem de estacas enraizadas e com calo, o número de raízes por estaca, o comprimento das três maiores raízes e a massa fresca das raízes.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. A porcentagem de estacas vivas e de retenção de folhas no decorrer do período de estaquia foi analisada em separado para cada genótipo, assumindo o delineamento como em parcelas subdivididas repetidas no tempo, considerando os tempos de imersão em AIB como parcela principal e dias após a estaquia como subparcela.



Figura 1 – Vista do interior da estufa com sombreamento utilizando tela tipo sombrite 70% (A); imersão da base das estacas de oliveira na solução de AIB (B); estacas padronizadas com 12 cm, mantidos dois pares de folhas (C); estaquia em tubetes de 140 cm<sup>3</sup> e substrato de casca de arroz carbonizada (D). Passo Fundo, RS, 2015.



#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A porcentagem de retenção foliar e de sobrevivência das estacas, considerando os dados na avaliação final, aos 70 dias de estaquia (Tabela 1), revelou efeito independente de cultivares e do tempo de tratamento com AIB, não ocorrendo interação significativa. As cultivares Arbosana e Koroneiki apresentaram as maiores porcentagens de retenção foliar (50,3% e 49,8%, respectivamente) e de sobrevivência (62,1% e 60,4%) enquanto Arbequina apresentou a mais relevante queda de folhas e mortalidade, permanecendo apenas 5,4% das estacas vivas.

O aumento do tempo do tratamento com AIB afetou negativamente a retenção foliar e a sobrevivência (Tabela 1). Não houve diferença significativa entre as estacas testemunhas (sem AIB) e tratadas por 1 hora, porém, quando mantidas por 2, 4 ou 8 horas em contato com a solução de  $300 \text{ mg L}^{-1}$  de AIB houve aumento da queda de folhas e da mortalidade, não diferindo esses tempos entre si.

Avaliando semanalmente a estaquia das diferentes cultivares (Tabelas 2, 3, 4 e 5) foi possível constatar que houve interação significativa entre os tempos de tratamento com AIB e dias após a estaquia para a retenção foliar e a sobrevivência das estacas das cultivares Arbosana e Koroneiki, e para a sobrevivência das estacas de Arbequina. Para a retenção foliar nas estacas de Arbequina houve apenas efeito significativo entre dias após a estaquia, bem como para a retenção foliar e a sobrevivência na cultivar Frantoio.

Tabela 1 – Retenção foliar e sobrevivência de estacas de quatro cultivares de oliveira submetidas a diferentes tempos de imersão da base em 300 mg L<sup>-1</sup> de AIB. Passo Fundo, RS, 2016

<b>Cultivares</b>	<b>Retenção foliar (%)</b>	<b>Sobrevivência (%)</b>
Koroneiki	49,8 a	60,4 a
Arbosana	50,3 a	62,1 a
Frantoio	37,3 b	50,8 b
Arbequina	6,0 c	5,4 c
<b>Tempos de tratamento com AIB</b>		
Testemunha	47,8 a	57,3 a
1 h	43,4 a	52,1 a
2 h	32,2 b	39,6 b
4 h	31,1 b	39,6 b
8 h	24,9 b	34,9 b
CV (%)	34,96	27,84

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Nas duas primeiras semanas (14 dias), independentemente do tempo de imersão em AIB, todas as cultivares mantiveram alta retenção foliar, entre 96,4% e 100% (Tabelas 2, 3, 4 e 5). Após esse período, variando com a cultivar e o tempo de tratamento com AIB, ocorreu significativa queda de folhas, provavelmente responsável pela mortalidade das primeiras estacas a partir de 28 dias após a estaquia, em porcentagens variadas. De maneira geral, houve mortalidade mais significativa nas duas últimas semanas de estaquia, ou seja, após os 56 dias, exceto para a cultivar Arbequina, que apresentou taxas de mortalidade expressivas mais precocemente em todos os tratamentos, em especial com maior tempo de imersão em AIB (8 h).

Tabela 2 - Retenção foliar em estacas das cultivares de oliveira Koroneiki e Arbosana no decorrer de 70 dias de estadia, submetidas a diferentes tempos de tratamento com 300 mg L<sup>-1</sup> de AIB. Passo Fundo, RS, 2016

		Retenção foliar (%)									
		KORONEIKI									
		Dias após a estadia									
Tempo de tratamento com AIB		7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
Testemunha	100 Aa	100 Aa	100 Aa	95,8 Aa	94,3 Aa	89,6 Aa	88,0 Aa	84,4 Ba	78,6 Ba	76,0 Ba	72,4 Ba
1 h	100 Aa	100 Aa	100 Aa	92,2 Aa	88,5 Ba	84,9 Ba	83,9 Ba	82,3 Ba	78,6 Ba	62,5 Cb	52,1 Cb
2 h	100 Aa	99,0 Aa	88,5 Ba	84,4 Ba	80,2 Bb	77,1 Cb	74,0 Ca	71,9 Ca	59,9 Db	52,6 Db	
4 h	100 Aa	100 Aa	84,9 Ba	79,7 Ba	75,0 Cb	70,8 Ca	68,2 Ca	53,6 Db	44,8 Db		
8 h	100 Aa	100 Aa	91,7 Aa	86,5 Ba	71,4 Bb	67,2 Bb	55,2 Cb	50,0 Cb	37,0 Dc	29,7 Dc	
Média	100	99,8	90,6	86,7	80,2	78,2	73,3	69,5	57,8	50,3	
CV1 (%) <sup>1</sup>		31,96									
CV2 (%)		11,18									
		ARBOSANA									
Testemunha	100 Aa	99,0 Aa	97,9 Aa	96,9 Aa	95,3 Aa	94,3 Aa	88,0 Aa	80,7 Ba	74,0 Ba	56,8 Cb	
1 h	100 Aa	99,0 Aa	93,8 Ba	91,7 Ba	90,1 Ba	89,1 Ba	86,5 Ba	85,9 Ba	70,8 Ca	68,2 Ca	
2 h	100 Aa	99,0 Aa	95,3 Aa	92,7 Aa	89,6 Aa	84,9 Bb	76,6 Bb	69,8 Cb	55,2 Db	39,6 Ec	
4 h	100 Aa	96,4 Aa	83,9 Bb	80,2 Bb	79,2 Bb	76,0 Bb	66,7 Cb	64,1 Cb	51,0 Cb	42,2 Dc	
8 h	100 Aa	100 Aa	89,1 Bb	83,9 Cb	81,8 Cb	80,7 Cb	75,0 Db	71,4 Db	47,9 Eb	37,0 Fc	
Média	100	98,6	92,0	89,1	87,2	85,0	78,5	74,4	59,8	48,8	
CV1 (%)		18,68									
CV2 (%)		8,31									

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, e de mesma letra minúscula na coluna, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. <sup>1</sup> CV1 (parcela principal): cultivares; CV2 (subparcela): tempos de tratamento com AIB.

Tabela 3 - Retenção foliar em estacas das cultivares de oliveira Frantoio e Arbequina no decorrer dos 70 dias de estadia, submetidas a diferentes tempos de tratamento com 300 mg L<sup>-1</sup> de AIB. Passo Fundo, RS, 2016

		Retenção foliar (%)									
		FRANTOIO									
		Dias após a estadia									
Tempo de tratamento com AIB		7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
Testemunha	100 <sup>ns</sup>	96,9 <sup>ns</sup>	89,1 <sup>ns</sup>	85,4 <sup>ns</sup>	81,8 <sup>ns</sup>	81,3 <sup>ns</sup>	78,1 <sup>ns</sup>	76,0 <sup>ns</sup>	62,0 <sup>ns</sup>	46,4 <sup>ns</sup>	
1 h	100	98,4	83,9	81,3	79,2	77,1	71,4	67,2	54,2	49,0	
2 h	100	96,9	86,5	80,2	76,0	72,4	66,7	61,5	42,2	30,7	
4 h	100	99,0	90,1	83,9	76,6	72,4	63,0	59,4	48,4	28,6	
8 h	100	97,9	87,5	82,3	79,7	76,6	64,1	59,4	41,1	32,8	
Média	100 A	97,8 A	87,4 B	82,6 B	78,6 C	75,9 C	68,6 D	64,7 D	49,6 E	37,5 F	
CV1 (%) <sup>1</sup>	38,05										
CV2 (%)	11,53										
		ARBEQUINA									
Testemunha	100 <sup>ns</sup>	100 <sup>ns</sup>	98,4 <sup>ns</sup>	94,8 <sup>ns</sup>	70,3 <sup>ns</sup>	54,7 <sup>ns</sup>	32,3 <sup>ns</sup>	26,6 <sup>ns</sup>	19,3 <sup>ns</sup>	16,1 <sup>ns</sup>	
1 h	100	99,0	98,4	94,3	79,2	51,0	21,4	16,1	11,5	6,3	
2 h	100	99,0	92,7	89,1	77,6	47,9	21,9	14,6	4,7	0,0	
4 h	100	100	97,9	93,8	69,8	53,1	30,2	33,3	25,0	18,2	
8 h	100	100	83,9	67,7	47,4	35,4	14,6	6,8	0,0	0,0	
Média	100 A	99,6 A	94,3 B	87,9 B	68,9 C	48,4 D	24,1 E	19,5 E	12,1 F	8,1 F	
CV1 (%)	47,95										
CV2 (%)	18,69										

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.  
<sup>ns</sup> – não significativo pelo teste F. <sup>1</sup> CV1 (parcela principal); cultivares; CV2 (subparcela): tempos de tratamento com AIB.

Tabela 4 – Sobrevivência de estacas das cultivares de oliveira Koroneiki e Arbosana no decorrer dos 70 dias de estaquia, submetidas a diferentes tempos de tratamento com 300 mg L<sup>-1</sup> de AIB. Passo Fundo, RS, 2016

		Sobrevivência (%)									
		KORONEIKI									
		Dias após a estaquia									
Tempo de tratamento com AIB		7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
Testemunha		100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	97,9 Aa	95,8 Aa	89,6 Ba	85,4 Ba	85,4 Ba	83,3 Ba
1 h		100 Aa	100 Aa	100 Aa	97,9 Aa	95,8 Aa	93,8 Aa	93,8 Aa	93,8 Aa	68,8 Bb	60,4 Bb
2 h		100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	89,6 Aa	85,4 Ba	83,3 Ba	83,3 Ba	75,0 Ba	60,4 Cb
4 h		100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	87,5 Ba	87,5 Ba	87,5 Ba	87,5 Ba	66,7 Cb	56,3 Cb
8 h		100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	91,7 Ba	91,7 Ba	83,3 Ba	56,3 Cc	41,7 Dc
Média		100	100	100	99,6	94,2	90,8	89,2	86,7	70,4	60,4
CV1 (%) <sup>1</sup>		19,98									
CV2 (%)		8,62									
		ARBOSANA									
Testemunha		100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	97,9 Aa	97,9 Aa	97,9 Aa	91,7 Aa	72,9 Ba
1 h		100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	95,8 Aa	95,8 Aa	95,8 Aa	95,8 Aa	87,5 Aa	81,3 Ba
2 h		100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	97,9 Aa	95,8 Aa	91,7 Aa	66,7 Bb	47,9 Cb
4 h		100 Aa	100 Aa	100 Aa	97,9 Aa	89,6 Ba	87,5 Bb	85,4 Bb	83,3 Bb	58,3 Cc	47,9 Db
8 h		100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	97,9 Aa	97,9 Aa	97,9 Aa	93,8 Aa	70,8 Bb	56,3 Cb
Média		100	100	100	99,6	96,7	95,4	94,6	92,5	75	61,3
CV1 (%)		11,03									
CV2 (%)		6,61									

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. <sup>1</sup> CV1 (parcela principal): cultivares; CV2 (subparcela): tempos de tratamento com AIB.

Tabela 5 – Sobrevivência de estacas das cultivares de oliveira Frantoio e Arbequina no decorrer dos 70 dias de estaquia, submetidas a diferentes tempos de tratamento com 300 mg L<sup>-1</sup> de AIB. Passo Fundo, RS, 2016

<b>Sobrevivência (%)</b>										
<b>FRANTOIO</b>										
Dias após a estaquia										
<b>Tempo de tratamento com AIB</b>	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
Testemunha	100 <sup>ns</sup>	100 <sup>ns</sup>	100 <sup>ns</sup>	97,9 <sup>ns</sup>	93,8 <sup>ns</sup>	91,7 <sup>ns</sup>	91,7 <sup>ns</sup>	87,5 <sup>ns</sup>	75 <sup>ns</sup>	54,2 <sup>ns</sup>
1 h	100	100	100	97,9	87,5	83,3	83,3	75,0	70,8	60,4
2 h	100	100	100	95,8	87,5	87,5	85,4	81,3	62,5	45,8
4 h	100	100	100	97,9	95,8	95,8	93,8	93,8	72,9	52,1
8 h	100	100	100	97,9	91,7	89,6	87,5	79,2	54,2	41,2
Média	100 A	100 A	100 A	97,5 A	91,3 B	89,6 B	88,3 B	88,3 C	67,1 D	50,8 E
CV1 (%) <sup>1</sup>	27,19									
CV2 (%)	10,27									
<b>ARBEQUINA</b>										
Testemunha	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	89,6 Ba	77,1 Ba	52,1 Cb	37,5 Ca	25,0 Da	18,8 Da
1 h	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	91,7 Aa	91,7 Aa	72,9 Ba	22,9 Cb	8,3 Cb	6,3 Cb
2 h	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	91,7 Aa	81,3 Aa	41,7 Bb	25,0 Bb	4,2 Cb	0,0 Cb
4 h	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	87,5 Aa	83,3 Aa	54,2 Bb	37,5 Ca	27,1 Ca	20,8 Ca
8 h	100 Aa	100 Aa	100 Aa	83,3 Aa	52,1 Bb	50,0 Bb	16,7 Cc	10,4 Cb	0,0 Cb	0,0 Cb
Média	100	100	100	96,7	82,5	76,7	47,5	26,7	12,9	9,2
CV1 (%)	37,88									
CV2 (%)	10,27									

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. <sup>ns</sup> – não significativo pelo teste F. <sup>1</sup> CV1 (parcela principal): cultivares; CV2 (subparcela): tempos de tratamento com AIB.

Na análise mais detalhada das cultivares verifica-se que, nas estacas sem AIB de Arbosana (Tabela 2), houve redução significativa da retenção de folhas apenas após 49 dias, e mais acentuadamente na última semana, ou seja, mais tardiamente que quando tratadas com AIB. Porém, com o fitorregulador, foi verificada a primeira queda significativa de folhas já após 14 dias, nos tratamentos de 1 h, 4 h e 8 h, e após 35 dias, com 2 h de imersão. Na continuidade do processo de estaquia a queda de folhas foi mais intensa nas estacas tratadas por mais tempo com AIB (2 h, 4 h e 8 h), principalmente após 42 dias. Esses tratamentos proporcionaram menor retenção foliar, entre 37,0% e 42,2%, não diferindo entre si, enquanto a imersão por 1 h manteve maior retenção foliar (68,2%).

A sobrevivência das estacas da cultivar Arbosana foi maior nos tratamentos que propiciaram maior retenção foliar, ou seja, sem o uso de AIB e tratamento por 1 hora, não diferindo entre si ao final da estaquia, com 72,9% e 81,3%, respectivamente (Tabela 4). Registro de mortalidade significativa nesses tratamentos foi verificado somente no último intervalo de avaliação. No tempo de imersão por 4 horas em AIB houve significativa mortalidade das estacas já no intervalo entre 28 e 35 dias, e mais acentuadamente após os 56 dias, enquanto os tratamentos por 2 h e 8 h registraram redução da sobrevivência mais tarde, após 56 dias. Porém, aos 70 dias, esses tratamentos não diferiram entre si, com 47,9% a 56,3% de sobrevivência.

Semelhante ao ocorrido na cultivar Arbosana, na Koroneiki foi observado que, sem AIB, houve significativa redução da retenção de folhas apenas após 42 dias (Tabela 2), ou seja, mais

tardamente que quando empregado o AIB, cujos tratamentos revelaram significativa queda aos 21 dias (2 h e 4 h) e aos 28 dias (1 h e 8 h). Tratadas com AIB, de maneira geral a queda de folhas prosseguiu mais acentuadamente que nas estacas testemunha, principalmente após os 56 dias, destacando-se o tratamento de 8 h como o mais prejudicial.

Na cultivar Koroneiki também ficou evidente a influência direta da retenção foliar na capacidade de sobrevivência das estacas. Diferenças significativas entre os tempos de tratamento com AIB foram verificadas apenas aos 63 dias (Tabela 4), sendo a porcentagem de sobrevivência final maior sem AIB (83,3%) e menor quando tratadas as estacas por 8 h (41,7%), não diferindo os demais tratamentos entre si. Os maiores tempos de imersão, de 2 h, 4 h e 8 h, registraram redução da sobrevivência nas avaliações aos 35 e 42 dias, ou seja, mais precocemente, enquanto sem AIB ocorreu aos 49 dias e com 1 h de imersão aos 63 dias.

A retenção foliar das cultivares Frantoio e Arbequina (Tabela 3), em cada época de avaliação, não diferiu significativamente em função dos tratamentos de imersão ou não em AIB, mas decresceu no decorrer do período de estaquia. As duas cultivares registraram a primeira queda significativa após os 14 dias. Posteriormente houve continua redução da retenção foliar, mais destacadamente após os 56 dias para a cultivar Frantoio, mantendo ao final 37,5% das folhas. Na cultivar Arbequina a queda de folhas foi mais expressiva já aos 28 dias, apresentando aos 70 dias apenas média de 8,1% das folhas iniciais.



A porcentagem média de sobrevivência das estacas da cultivar Frantoio foi de 50,8%, não diferindo, por ocasião de cada avaliação semanal, os tratamentos de AIB entre si (Tabela 5). A sobrevivência se manteve estável até os 28 dias após a estaquia, acima de 97,5%. Na avaliação aos 56 dias novamente foi registrada redução significativa da sobrevivência, alcançando 83,4%, que se acentuou no decorrer das duas semanas seguintes.

A cultivar Arbequina foi a que apresentou menor retenção foliar e sobrevivência entre as cultivares estudadas (Figura 2). Diferentemente do que foi observado para as cultivares Koroneiki e Arbosana, cujas estacas testemunhas apresentaram maior e satisfatória sobrevivência sem AIB, no caso da Arbequina houve registro de redução significativa da sobrevivência após as primeiras quatro semanas de estaquia (28 dias) (Tabela 5), restando apenas 18,8% estacas vivas aos 70 dias. Os tempos de 1h, 2 h e 4 h de tratamento com AIB proporcionaram redução significativa da sobrevivência no intervalo entre 42 e 49 dias, prosseguindo nas semanas seguintes, alcançando ao final da estaquia nula ou muito baixa sobrevivência nos tratamentos de 1 h (6,3%) e 2 h (0,0%). O tratamento de 4 h (20,8%) não diferiu da testemunha.

O tempo mais elevado de tratamento com AIB (8 h) acelerou a mortalidade das estacas de Arbequina após a terceira semana de estaquia (21 dias), reduzindo a porcentagem de sobrevivência para apenas 52,1% na semana seguinte (35 dias) (Tabela 5). O segundo pico de mortalidade ocorreu entre 42 e 49 dias, caindo para 16,7% de estacas vivas. Por fim, aos 63 dias, todas as estacas encontravam-se mortas.



Figura 2 – Mortalidade das estacas da cultivar de oliveira Arbequina. Passo Fundo, RS, 2015.

A relação entre a capacidade de retenção de folhas e a sobrevivência das estacas deve ser destacada, pois as folhas auxiliam no suprimento de fotoassimilados e energia para a manutenção do metabolismo, além de serem fontes produtoras de auxinas e cofatores, fundamentais para que ocorra o enraizamento.

As estacas de oliveira são muito sensíveis à perda de umidade, fator que causa elevado estresse na multiplicação por estaquia, observado após algumas semanas da preparação do material por sintomas como a perda das folhas e a morte das estacas da região basal. Essa condição exige cuidados especiais em relação a umidade do substrato e da estufa, aeração correta das raízes e nebulização. A presença das folhas como condição essencial para a sobrevivência e o

enraizamento da oliveira foi confirmada em trabalho conduzido com estacas herbáceas e semilenhosas com dois pares de folhas, mantidas em mini estufa com substrato aquecido (vermiculita e perlita), tratadas com  $3.000 \text{ mg L}^{-1}$  de AIB (DONATTI, 2008).

Oliveira et al. (2009) verificaram, após 65 dias de estaquia da cv. Ascolano 315, que das quatro folhas mantidas em cada estaca restou, em média, uma folha, o que determinou em torno de 60% de mortalidade, afirmando que a mortalidade poderia chegar a 100% não fosse o efeito da câmara úmida utilizada para reduzir a desidratação das folhas, ressaltando a importância da nebulização intermitente.

A redução da retenção foliar e da sobrevivência das estacas pelo tratamento com AIB revelam que, possivelmente, há um efeito de fitotoxicidade ou de estresse provocado nas mesmas. Hettwer (2016), estudando o efeito de diferentes doses de AIB na estaquia de genótipos de erva-mate, constataram alterações da peroxidase em folhas e hastes nas primeiras semanas (18 dias), evidenciando que, dependendo do genótipo e dose, o uso do AIB pode propiciar maior estresse ou efeito fitotóxico, e que as primeiras quatro ou cinco semanas se caracterizam como um período crítico, podendo ser determinante na sobrevivência, retenção foliar e posterior enraizamento das estacas.

De acordo com Pisa et al. (2003), a enzima peroxidase apresenta relação com processos de crescimento, diferenciação celular e mudanças morfogenéticas, em resposta ao estresse, seja químico, físico ou biológico, e que o aumento da atividade da peroxidase pode ser determinante na capacidade de adaptação das plantas.

O tratamento das estacas com uma solução de baixa concentração de AIB ( $300 \text{ mg L}^{-1}$ ), por diferentes tempos, até 8 h, se mostrou eficiente no estímulo do enraizamento apenas para a cultivar Arbosana (66,7%), quando tratadas as estacas por 1 h (Tabela 6). Nos tratamentos por mais tempo houve redução do enraizamento, que se manteve entre 14,6% e 31,2%, não diferindo da testemunha (22,9%). A cultivar Frantoio, sem o uso de AIB, não diferiu de Arbosana, com os mesmos 22,9% de estacas enraizadas. Tratadas por 1 h (33,3%) não diferiu da testemunha, mas foi inferior à Arbosana, e nos tratamentos por mais tempo houve prejuízo ao enraizamento (4,2% a 16,7%). As cultivares Koroneiki e Arbequina apresentaram baixo ou nulo enraizamento, independente do uso ou não de AIB, variando de 0,0% a 14,6%, sendo que no caso da cultivar Arbequina foi reflexo da baixa taxa de sobrevivência.

Tabela 6 - Enraizamento de estacas de quatro cultivares de oliveira submetidas a diferentes tempos de imersão da base em  $300 \text{ mg L}^{-1}$  de AIB. Passo Fundo, RS, 2016

Cultivares	Enraizamento (%)				
	Testemunha	Tempo de imersão em AIB			
		1 h	2 h	4 h	8 h
Arbosana	22,9 Ba	66,7 Aa	31,2 Ba	31,2 Ba	14,6 Ba
Frantoio	22,9 Aa	33,3 Ab	4,2 Bb	16,7 Bb	10,4 Ba
Koroneiki	2,1 Ab	4,2 Ac	14,6 Ab	14,6 Ab	4,2 Aa
Arbequina	12,5 Ab	2,1 Ac	0,0 Ab	4,2 Ab	0,0 Aa
CV (%)	67,49				

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Diferentemente da proposta da presente pesquisa, a quase totalidade dos estudos desenvolvidos de estaquia da oliveira tem utilizado soluções hidroalcoólicas concentradas de AIB, com variados resultados dependendo da dose, da cultivar, da época de estaquia, do substrato, do tipo de estaca, dentre outros fatores.

Oliveira et al. (2009), em Minas Gerais, avaliaram o enraizamento de estacas da cv. Ascolano 315 testando doses de AIB (0, 1.000, 2.000 e 3.000 mg L<sup>-1</sup> por 5 seg), o veículo de diluição (NaOH 0,5 N e álcool 98%), substratos (perlita agrícola e perlita agrícola + vermiculita, v/v) e a época de estaquia (abril, maio, junho, julho e agosto), mantendo quatro folhas nas estacas. Após 65 dias em câmara úmida, com aquecimento do leito de enraizamento, concluíram que o veículo de diluição e os substratos não influenciaram os resultados, obtendo maior taxa de enraizamento com a estaquia em abril, tratadas com 3.000 mg L<sup>-1</sup> (31,0%), resultado 50% inferior ao alcançado na pesquisa com Arbosana tratada por 1 h, mas similar aos demais resultados, inferiores a 25% de enraizamento

A reduzida sobrevivência das estacas da cultivar Arbequina, e conseqüente baixo enraizamento, foi constatado por outros autores. Oliveira et al. (2003a), ao avaliar o enraizamento de estacas semilenhosas de Arbequina e Picual com diferente número de nós e folhas, sob condições de nebulização e tratamento com 3.000 mg L<sup>-1</sup> de AIB, observaram que Picual alcançou 38,0% de enraizamento e Arbequina 27,5%, sendo o resultado em Arbequina pouco superior ao obtido no presente trabalho, no tratamento testemunha (12,5%). Ribeiro (2010) também não obteve enraizamento superior a 18,6% na estaquia de estacas semilenhosas de Arbequina

com dois pares de folhas, em substrato de vermiculita, tratadas por cinco segundos com 2.000 e 4.000 mg L<sup>-1</sup> de AIB, e ácido naftalenoacético (ANA) nas doses de 250 e 500 mg L<sup>-1</sup>.

Barranco et al. (2000), por sua vez, consideram a cultivar Arbequina como de alta capacidade de enraizamento. Isso foi verificado por Denaxa et al. (2012), em estacas subapicais mantendo quatro folhas, tratadas por 5 segundos com 2.000 mg L<sup>-1</sup> de AIB e mantidas sob nebulização. Além disso, a porcentagem de enraizamento foi mais elevada no verão (76%), seguida pela estaquia de outono (40%), enquanto na primavera foi menor (37%). Essa variação sazonal do enraizamento foi associada às mudanças nas concentrações de carboidratos na base das estacas, enfatizando a importância do estado nutricional da planta matriz no potencial de enraizamentos. Considerando que no presente estudo a estaquia foi realizada no final do mês de novembro (primavera), é possível inferir que o baixo enraizamento possa estar relacionado com a condição fisiológica da planta matriz e da estaca.

Sebastiani et al. (2002), ao avaliarem os efeitos do peróxido de hidrogênio e da aplicação de AIB no enraizamento das cultivares Frantoio e Gentile di Larino, observaram que a porcentagem de estacas semilenhosas enraizadas foi superior a 50% na maioria dos tratamentos para a cultivar Frantoio, enquanto para a cultivar Gentile di Larino as porcentagens não superaram 20%. Mesmo sendo considerada como uma cultivar de fácil enraizamento, Frantoio não apresentou no presente estudo índices de enraizamento superiores a 33,3%.

A redução do enraizamento nas cvs. Arbosana e Frantoio, com os tratamentos de AIB por período mais prolongado ( 2 a 8 h), permitem levantar a hipótese de que o fitorregulador tenha provocado efeito fitotóxico, discutido anteriormente ao avaliar a retenção foliar e sobrevivência. O possível efeito negativo do AIB foi apontado por Hausman (1993), estudando o enraizamento *in vitro* de álamo, ao verificar aumentos significativos na atividade da peroxidase na presença de auxina exógena. Zanol et al. (2012), ao estudarem no escuro o uso do AIB no enraizamento *in vitro* do porta-enxerto de macieira ‘Marubakaido’, verificaram que a ausência de AIB mostrou pequeno aumento na atividade da enzima, mas na presença os valores foram mais elevados.

Peixes et al. (2011) testaram doses de AIB e, posteriormente, avaliaram os níveis de atividade enzimática oxidativa das polifenoloxidades, das peroxidases e AIA-oxidase, em estacas de duas cultivares de oliveira. Enquanto a cv. Galega Vulgar se apresentou como de difícil enraizamento, com taxas de enraizamento que não ultrapassaram a média de 10%, a cv. Cobrançosa demonstrou facilidade de enraizamento, apresentando taxas médias de 70%. Os resultados identificaram maiores concentrações de AIA livre nos tecidos da cultivar com facilidade de enraizamento (Cobrançosa). Também foi constatado que, após o tratamento com AIB por imersão de 20 segundos em solução de 3.500 ppm mg L<sup>-1</sup>, os níveis de AIA diminuíram após 2 horas para a cv. Galega Vulgar, de difícil enraizamento, e a partir de 6 horas para a cultivar Cobrançosa, de fácil enraizamento.

Nos resultados apresentados por Peixes et al. (2011), a atividade das peroxidases não demonstrou diferenças significativas entre as cultivares estudadas. Diferenças evidentes foram constatadas na atividade das polifenoloxidasas e AIA-oxidase. A atividade enzimática da polifenoxidase foi mais alta na fase inicial (até 2 horas) para a cultivar Cobrançosa, e a partir das 4 horas, até 144 horas, para a cv. Galega Vulgar. Já a atividade da AIA-oxidase foi mais elevada em Galega Vulgar do que em Cobrançosa. Essa atividade alta de AIA-oxidase na Galega Vulgar se manteve relativamente constante até 144 horas após o tratamento, e na Cobrançosa foi relativamente alta entre 0 e 6 horas, atingindo o valor mínimo 48 horas após o tratamento.

Assim se justificaria sugerir um aumento nas concentrações de auxina nos tratamentos efetuados em cultivares de difícil enraizamento, porém, muitas vezes essa elevação na concentração de AIB, por exemplo, não proporciona melhores resultados no enraizamento, pois, possivelmente, essas concentrações mais elevadas de auxina se tornariam tóxicas às plantas (PEIXES et al., 2011). Fachinello et al. (2005) observaram que o aumento da concentração da auxina exógena aplicada na estaca provoca efeito estimulador de raízes até um valor máximo, a partir do qual qualquer acréscimo de auxinas pode ter efeito inibitório. O teor adequado de auxina exógena depende da espécie ou cultivar, e da concentração de auxina existente no tecido.

Dessa forma, o tratamento com uma solução de baixa concentração por um tempo muito superior ao usado nos protocolos de enraizamento de estacas semilenhosas, pode ter ocasionado oscilações nos índices de AIA e AIB endógenos, bem como nas interações dessas



substâncias com outros compostos envolvidos no processo de enraizamento, atuando nesse experimento de forma negativa no processo de rizogênese de algumas cultivares, em determinados tempos de tratamento.

Outro fator importante, para algumas espécies, são os cortes laterais na base da estaca, que favorecem o enraizamento, especialmente naquelas em que o esclerênquima se constitui numa barreira física à emissão de raízes. A exposição do câmbio, proporcionada pelos cortes, pode facilitar a absorção de substâncias promotoras do enraizamento (FACHINELLO et al., 2005).

Porém, analisando o enraizamento e cicatrização dos cortes nos tratamentos de imersão da base das estacas em solução de AIB  $300 \text{ mg L}^{-1}$  (Figura 3), observa-se que o processo de rizogênese ocorreu acima do ponto da lesão imposta. Nas estacas testemunhas (Figura 4) ocorreu cicatrização da lesão e, quando o enraizamento foi evidente, o mesmo não iniciou acima da lesão, como nos demais tratamentos, e sim na base da estaca.

As necroses observadas na base das estacas poderiam, talvez, serem atribuídas ao tempo que permaneceram imersas nas soluções de AIB (1 a 8 h). Oliveira et al. (2009) ressaltam que as substâncias utilizadas para a diluição do regulador de crescimento, quando em baixa concentração, não permitem a total diluição do AIB, mas em alta concentração, dependendo da espécie, pode ocorrer necrose do tecido da base das estacas, prejudicando o processo de enraizamento. Na presente pesquisa foi utilizado álcool etílico 70 °GL para a diluição do AIB, porém, a proporção de álcool:água (v:v) da solução final foi reduzida de 50%, como comumente é feito em

soluções concentradas, para 10% de álcool, não sendo observado, ao complementar o volume com água destilada, a precipitação do AIB, possivelmente porque a concentração do fitorregulador era baixa ( $300 \text{ mg L}^{-1}$ ). Apesar dessa precaução em reduzir o teor alcoólico da solução, não pode ser descartada a possibilidade de ter ocorrido prejuízos ao processo de cicatrização da lesão enraizamento das estacas.



Figura 3 – Enraizamento das estacas de oliveira cultivar Koroneiki tratadas por 1 h (A) em  $300 \text{ mg L}^{-1}$  de AIB; Arbosana tratadas por 2 h (B); Arbequina tratadas por 4 h (C); e Frantoio tratadas por 8 h (D). Passo Fundo, RS, 2015.



Figura 4 – Enraizamento das estacas de oliveira cultivar Koroneiki (A), Arbequina (B), Arbosana (C) e Frantoio (D) sem tratamento de imersão em solução de AIB. Passo Fundo, RS, 2015.

A porcentagem média de estacas com apenas formação de calo foi baixa (0,0 % a 25,0 %), inclusive nas cultivares com baixo enraizamento (Tabela 7). Sem AIB, a formação de calo foi nula ou praticamente nula para todas as cultivares. As mais reduzidas taxas foram reveladas por Arbosana (4,2 % a 8,3 %) e Arbequina (0,0 % a 2,1 %), nos diferentes tempos de tratamento com AIB, porém para esta cultivar deve ser destacado que a sobrevivência também foi extremamente baixa. Na cultivar Koroneiki, com 1 h de tratamento em AIB, ocorreu um acréscimo na calogênese, resultando em 16,7 % de estacas calejadas, mas não diferiu entre os demais tratamentos com

AIB realizados na cultivar. Na cultivar Frantoio as maiores porcentagens de formação de calo ocorreram nos tratamentos de 2 h e 4 h com AIB, não diferindo entre si (25,0 % e 18,7 %, respectivamente).

Tabela 7 – Presença de calo em estacas de quatro cultivares de oliveira submetidas a diferentes tempos de imersão da base em 300 mg L<sup>-1</sup> de AIB. Passo Fundo, RS, 2016

Cultivares	Formação de calo (%)				
	Tempo de imersão em AIB				
	Testemunha	1 h	2 h	4 h	8 h
Arbosana	6,4 Aa	8,3 Ab	6,2 Ac	6,2 Ab	4,2 Ab
Frantoio	0,0 Ca	10,4 Bb	25,0 Aa	18,7 Aa	10,4 Ba
Koroneiki	0,0 Ba	16,7 Aa	12,5 Ab	8,3 Ab	12,5 Aa
Arbequina	0,0 Aa	2,1 Ab	0,0 Ac	2,1 Ab	0,0 Ab
CV (%)	84,81				

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

As raízes formadas são uma resposta ao traumatismo produzido pelo corte quando do preparo da estaca. No corte ocorre a formação de uma capa de suberina que reduz a desidratação e, geralmente, nessa área ocorre a formação de uma massa de células parenquimatosas, que constituem um tecido cicatricial pouco diferenciado, denominado de calo. O calo pode surgir a partir do câmbio vascular, do córtex ou da medula. As células que se tornam meristemáticas dividem-se e originam primórdios radiciais. Posteriormente, células adjacentes ao câmbio e ao floema iniciam a formação de raízes adventícias (FACHINELLO et al., 2005).

A formação de calo em estacas pode ser interpretada, para determinada espécie, como detentora de um elevado potencial de divisão celular e, por conseguinte, de formação de raízes. Por outro lado, dependendo do tamanho e lignificação, o calo pode se tornar uma barreira física à formação de raízes. Hartmann et al. (2002) destacam que, frequentemente, as raízes emergem de calos, levando a acreditar que sua formação é essencial para o enraizamento. Porém, em espécies de fácil enraizamento, a formação de raízes é independente da formação do calo, embora ambos envolvam a divisão celular. No entanto, para espécies de difícil enraizamento, a origem das raízes adventícias tem sido normalmente associada com a formação de calos.

A formação de calos na base das estacas pode estar relacionada com a formação de raízes, mas o fato é que ambos os eventos ocorrem de maneira independente, apesar de necessitarem das mesmas condições para sua ocorrência (HAN et al., 2009). Ismaili & Çakalli (2014), avaliando a influência do AIB na calogênese e rizogênese de oliveira, constataram que a variabilidade na formação de calos é relacionada com a capacidade individual dos genótipos, e que a formação de raízes tem proporções específicas com a calogênese.

Silva et al. (2012), estudando o enraizamento de estacas provenientes de 35 cultivares de oliveira, colhidas em duas épocas do ano (abril e agosto), encontrou valores expressivos para a calogênese da cultivar Galega (85%), na estaquia em abril, e para a cultivar Mission (86%), em agosto. Esses altos índices de estacas calejadas, no entanto, não resultaram em percentuais significativos de

enraizamento, pois a cultivar Galega apresentou apenas 4 % de estacas enraizadas e Mission enraizamento nulo, 70 dias após a estaquia. Os autores acrescentam, porém, que algumas cultivares de oliveira necessitam de um tempo maior para que ocorra a diferenciação celular e, conseqüentemente, a formação de raízes adventícias, após o processo de formação de calos.

Iljazi et al. (2014), ao contrário de Silva et al. (2012), estudando concentrações de AIB no enraizamento de oliveira, constatou forte correlação entre a fase inicial de calogênese e a de rizogênese.

Ribeiro (2010) observou, para a cultivar Arbequina, que os tratamentos com ANA (250 mg L<sup>-1</sup> e 500 mg L<sup>-1</sup>) apresentaram maior percentual de estacas com calo (34% e 46%, respectivamente), porém não houve diferença significativa entre ambos, sendo que ANA 250 mg L<sup>-1</sup> se equivaleu aos tratamentos com AIB (2.000 mg L<sup>-1</sup> e 5.000 mg L<sup>-1</sup>), diferindo apenas da testemunha. Esses percentuais de calogênese são bem superiores aos encontrados no presente estudo para a cultivar Arbequina, que com elevada mortalidade (Tabela 1) apresentou no máximo 2,1% de estacas com calo (Tabela 7). Silva et al. (2012) também obtiveram valores superiores para a formação de calo na Arbequina, com 32% na estaquia em abril e 37% em agosto.

Sebastiani & Tognetti (2004) registraram resultados de formação de calo na ordem de 32% para a cultivar Frantoio, próximo do obtido com tratamento de AIB por 2 h (25%), e de 52% para a cultivar Gentile de Larino, em estacas coletadas em outubro e tratadas com 4.000 mg L<sup>-1</sup> de AIB.

Esses resultados indicam que, as cultivares de oliveira reagem de forma diferente ao enraizamento e formação de calos. Com isso, pode-se afirmar que o fator genético é um ponto de grande importância na expressão rizogênica e calogênica, independente da dose, período, combinações e tipo de tratamento fitohormonal empregado no estímulo dessas variáveis (ILJAZI et al., 2014).

O número médio de raízes por estaca sem o tratamento com AIB foi baixo (0,8 a 6,8 raízes por estaca) e não diferiu entre as cultivares (Tabela 8). A cultivar Arbosana, em todos os tempos de imersão em AIB, apresentou estacas com maior número de raízes (Figura 5 e 6), entre 21,2 e 25,7, não diferindo apenas da Frantoio quando tratadas por 1 h (18,1 raízes) e por 4 h (16,5 raízes). As cultivares Koroneiki e Arbequina, mesmo tratadas com AIB, apresentaram baixa formação de raízes (0,0 a 5,9 raízes por estaca), não diferindo de Frantoio nos tratamentos de 2 h e 8 h (9,3 raízes).

Tabela 8 – Número de raízes por estaca de quatro cultivares de oliveira submetidas a diferentes tempos de imersão da base em 300 mg L<sup>-1</sup> de AIB. Passo Fundo, RS, 2016

Cultivares	Número de raízes por estaca				
	Tempo de imersão em AIB				
	Testemunha	1 h	2 h	4 h	8 h
Arbosana	4,0 Ba	24,1 Aa	25,7 Aa	24,6 Aa	21,2 Aa
Frantoio	6,8 Ba	18,1 Aa	9,3 Bb	16,5 Aa	9,3 Bb
Koroneiki	0,8 Aa	2,8 Ab	3,0 Ab	5,9 Ab	3,0 Ab
Arbequina	4,0 Aa	3,5 Ab	0,0 Ab	2,3 Ab	0,0 Ab
CV (%)	68,09				

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.



Figura 5 – Estacas da cultivar de oliveira Arbosana tratadas por 1 h (A), 2 h (B), 4 h (C) e 8 h (D) em  $300 \text{ mg L}^{-1}$  de AIB. Passo Fundo, RS, 2015.



Figura 6 – Estacas da cultivar de oliveira Arbosana tratadas por 1 h em  $300 \text{ mg L}^{-1}$  de AIB. Passo Fundo, RS, 2015.



O estímulo do AIB na formação de maior número de raízes verificado para Arbosana e Frantoio também foi constatado por Pio et al. (2005), comparando o potencial de enraizamento de estacas de oliveira 'Grapollo' com diferente número de folhas e concentrações de AIB, verificaram incremento no número de raízes emitidas por estaca com o aumento da concentração de AIB, sendo que 3.000 mg L<sup>-1</sup> favoreceu o maior número de raízes emitidas por estaca, com média de 7,4 raízes em estacas com dois pares de folhas; 5,5 raízes em estacas com um par de folhas e sem folhas. Esses resultados são inferiores ao encontrados nesse estudo para as cultivares Arbosana e Frantoio, quando tratadas com AIB, porém superiores às cultivares Arbequina e Koroneiki.

Oliveira et al. (2009) também verificaram, para a cv. Ascolano 315, aumento do número de raízes com a elevação da dose de AIB (0, 1.000, 2.000 e 3.000 mg L<sup>-1</sup> por 5 seg). Oliveira et al. (2010a), avaliando a rizogênese de estacas semilenhosas das cultivares Arbequina e Ascolano 315, submetidas à aplicação de diferentes fertilizantes orgânicos no substrato de enraizamento, obtiveram como melhores resultados médias de 4,2 e 4,5 raízes por estaca, inferior ao obtido para Arbosana e Frantoio quando tratadas com AIB.

Silva et al. (2012), avaliando o enraizamento de estacas provenientes de 35 cultivares de oliveira, obteve como melhores resultados 9,6 a 11,0 raízes por estaca, sendo que para Arbequina houve a formação de 6,0 raízes por estaca (estaquia em abril) e 2,4 raízes (estaquia em agosto).

O comprimento médio das três maiores raízes por estaca sem tratamento com AIB foi baixo (0,6 a 2,4 cm) e não diferiu entre

as cultivares (Tabela 9). Raízes de maior comprimento formaram-se na cultivar Arbosana, com o tratamento de 4 h de imersão em AIB (7,7 cm), não diferindo os demais tratamentos entre si (Figura 5). Raízes de maior comprimento na cultivar Frantoio foram obtidas nos tratamentos de 1 h e 4 h (Figura 7). Koroneiki e Arbequina foram as cultivares que apresentaram os valores mais baixos de comprimentos de raiz, não diferindo entre si e com as raízes obtidas nos tratamentos por 2 h e 8 h da cv. Frantoio.

Tabela 9 – Comprimento médio das três maiores raízes em estacas de quatro cultivares de oliveira submetidas a diferentes tempos de imersão da base em 300 mg L<sup>-1</sup> de AIB. Passo Fundo, RS, 2016

Cultivares	Comprimento das três maiores raízes (cm)				
	Testemunha	Tempo de imersão em AIB			
		1 h	2 h	4 h	8 h
Arbosana	2,4 Ba	5,4 Ba	4,6 Ba	7,7 Aa	3,8 Ba
Frantoio	2,4 Ba	4,9 Aa	1,2 Bb	3,7 Ab	2,5 Ba
Koroneiki	0,6 Aa	1,0 Ab	1,2 Ab	2,5 Ab	0,9 Ab
Arbequina	0,9 Aa	0,6 Ab	0,0 Ab	0,3 Ac	0,0 Ab
CV (%)	64,67				

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Portanto, no presente trabalho, apenas as cultivares Arbosana e Frantoio, com determinados tempos de tratamento, revelaram maior crescimento de raízes utilizando 300 mg L<sup>-1</sup> de AIB. Por sua vez, com soluções concentradas, pesquisas realizadas, como a de Oliveira et al. (2003a), avaliando o enraizamento de estacas semilenhosas da cultivar Ascolano 315 em diferentes substratos (areia,

vermiculita, areia/terra 1:1 e terra) e concentrações de AIB (0, 1.000, 3.000 e 5.000 mg L<sup>-1</sup>), em duas épocas (fevereiro e abril), observaram que o maior comprimento de raízes foi obtido com o uso de 3.000 mg L<sup>-1</sup> de AIB (9,6 cm) em fevereiro, e o mais baixo sem AIB (0,6 cm), em abril.



Figura 7 – Estacas da cultivar de oliveira Frantoio tratadas por 1 h (A) e 4 h (B) em 300 mg L<sup>-1</sup> de AIB. Passo Fundo, RS, 2015.

Pio et al. (2005), testando a estaquia da cultivar de oliveira Grapollo com diferente número de folhas e concentrações de AIB (0, 1.000, 2.000 e 3.000 mg L<sup>-1</sup>), obtiveram melhores resultados, também, com 3.000 mg L<sup>-1</sup> de AIB. Raízes de 6,3 cm de comprimento foram

obtidas utilizando estacas sem e com um par de folhas, e de 12,1 cm com dois pares de folhas, demonstrando a importante contribuição da presença de maior número de folhas.

A massa fresca média de raízes por estaca (Tabela 10) apresentou resultados que refletiram os obtidos para número de raízes por estaca (Tabela 8). Sem o tratamento com AIB todas as cultivares apresentaram baixa formação de raízes e de massa fresca (0,029 g a 0,228 g). Tratadas as estacas com AIB, a cultivar Arbosana se destacou em todos os tempos de imersão pela maior massa fresca formada, entre 0,458 g e 0,763 g, apenas não diferindo de estacas da Frantoio quando tratadas por 1 h (0,442 g). As cultivares Koroneiki e Arbequina, mesmo tratadas com AIB, apresentaram baixa formação de raízes (0,000 g 0,222 g), não diferindo de Frantoio nos tratamentos de 2 h, 4 h e 8 h.

Tabela 10 – Massa fresca de raízes por estaca de quatro cultivares de oliveira submetidas a diferentes tempos de imersão da base em 300 mg L<sup>-1</sup> de AIB. Passo Fundo, RS, 2016

Cultivares	Massa fresca de raízes (g)				
	Tempo de imersão em AIB				
	Testemunha	1 h	2 h	4 h	8 h
Arbosana	0,181 Ba	0,609 Aa	0,598 Aa	0,763 Aa	0,458 Aa
Frantoio	0,228 Ba	0,442 Aa	0,108 Bb	0,317 Ab	0,222 Bb
Koroneiki	0,029 Aa	0,085 Ab	0,069 Ab	0,222 Ab	0,076 Ab
Arbequina	0,056 Aa	0,045 Ab	0,000 Ab	0,027 Ac	0,000 Ab
CV (%)	81,22				

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Os resultados obtidos neste trabalho demonstraram, portanto, que mesmo em baixas concentrações, o uso do fitorregulador AIB pode proporcionar efeito de provável fitotoxidez ou estresse às estacas, dependendo da cultivar e do tempo de tratamento, mas também estimular o enraizamento, conforme verificado na cv. Arbosana. Com base nesses comportamentos, se evidencia a necessidade de testar outras doses, inferiores ou superiores, em períodos de tempo menores que 1 hora de imersão. Também, testar outros métodos de aplicação, como em pasta e talco, comparando com o uso das tradicionais soluções hidroalcoólicas concentradas. Outros fatores que interferem no sucesso da estaquia, e que não foram objetivo do presente trabalho, necessitam ser paralelamente estudados, como a época de estaquia e o tipo de substrato.

## 5 CONCLUSÕES

1) A retenção foliar, sobrevivência e enraizamento das estacas de oliveira são afetados negativamente pelo aumento progressivo do tempo de imersão (2, 4 e 8h) em solução com baixa concentração de AIB ( $300 \text{ mg L}^{-1}$ ).

2) O tratamento de 1 hora de imersão em solução de baixa concentração de AIB ( $300 \text{ mg L}^{-1}$ ) é eficiente no estímulo do enraizamento das estacas da cultivar Arbosana.

3) O período crítico de queda de folhas ocorre a partir da terceira semana de estaquia, com início da mortalidade após quatro semanas, em taxas que variam conforme a cultivar e o tempo de tratamento com AIB.

## REFERÊNCIAS

ALCÁZAR, R.; ALTABELLA, T.; MARCO, F.; BORTOLOTTI, C.; REYMOND, M.; KONCZ, C.; CARRASCO, P.; TIBURCIO, A. F. Polyamines: molecules with regulatory functions in plant abiotic stress tolerance. *Planta*, v. 231, n. 6, p. 1237-1249, 2010.

ALTAMURA, M. Root histogenesis in herbaceous and woody explants cultured in vitro. A critical review. *Agronomie*, v. 16, n. 10, p. 589-602, 1996.

ASSOCIAÇÃO DE VIVEIRISTAS DE PÉSCIA. *A cultivar: Frantoio*. 2010. Disponível em: <[http://www.delministro.com/Le\\_Cultivar/Voci/2010/3/3\\_Frantoio.html](http://www.delministro.com/Le_Cultivar/Voci/2010/3/3_Frantoio.html)>. Acesso em: 10 out. 2016.

BARCELOS, M. F. P.; ANGELIS-PEREIRA, M. C.; OLIVEIRA, A. F. Aspectos nutricionais do azeite de oliva e sua influência na dieta humana. *Informe Agropecuário*, v. 27, n. 231, p. 98-104, 2006.

BARRANCO, D.; CIMATO, A.; FIORINO, P.; RALLO, L.; TOUZANI, A.; CASTAÑEDA, C.; SERAFINI, F. TRUJILLO, I. *Catálogo mundial de variedades de olivo*. Madrid: Internacional Olive Council, 2000. 360 p.

BERTONCINI, E. I.; TERAMOTO, J. R. S; PRELAPANTANO. *Desafios para produção de azeite no Brasil*. 2010. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2010\\_4/DesafioOliva/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2010_4/DesafioOliva/index.htm)>. Acesso em: 2 mar. 2016.

CABONI, E.; TONELLI, M.G.; LAURI, P.; IACOVACCI, P.; KEVERS, C.; DAMIANO, C.; GASPAR, T. Biochemical aspects of almond microcuttings related to in vitro rooting ability. *Biologia Plantarum*, v. 39, n.1, p. 91-97, 1997.

COUTINHO, E. F. *Arbequina: Cultivar de oliveira de ciclo precoce destinada à produção de azeite, na região Sul do Brasil*. 2012. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/>>

[/publicacao/928170/arbequina-cultivar-de-oliveira-de-ciclo-precoce-destinada-a-producao-de-azeite-na-regiao-sul-do-brasil](#)> Acesso em: 19 set. 2016.

COUTINHO, E. F. *Situação e resultados de pesquisa com oliveira no estado do Rio Grande do Sul*. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE OLIVICULTURA, 1., Itajubá, MG, 2010. *Resumos...* Itajubá, EPAMIG, 2010.1 CD-ROM.

DENAXA, N. K.; VEMMOS, S. N.; ROUSSOS, P. A. The role of endogenous carbohydrates and seasonal variation in rooting ability of cuttings of an easy and a hard to root olive cultivars (*Olea europaea* L.). *Scientia Horticulturae*, v. 143, p. 19-28, 2012.

DONATTI, F. T. *Enraizamento de estacas de oliveiras*. 2008. 71 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Agrônômica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

EMBRAPA. *Embrapa Semi-Árido e Codevasf avaliam oliveiras para produção de azeitona e azeite*. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.paginarural.com.br/noticia/11363/embrapa-semi-Arido-e-codevasf-avaliam-oliveiras-para-producao-de-azeitona-e-azeite>>. Acesso em: 30 jan. 2016.

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

FARAHANI, Z. F.; RAZEGHI, S.; PEYVANDI, M.; ATTAII, S.; MAZINANI, M. H. Micrografting and micropropagation of olive (*Olea europaea* L.) Iranian cultivar: Zard. *African Journal of Plant Science*, v. 5, n. 11, p. 671-675, 2011.

FERNANDES, E. A. *Enxertia da oliveira (*Olea europaea* L.) sobre *ligustrum* (*Ligustrum ovalifolium*, Hassk.): estudo de época*. 1981. 45 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1981.

FLOSS, E. L. *Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo do que está por trás do que se vê*. 3 ed. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2006, 751 p.



FOUAD, M.; FAYEK, M.; SELIM, H.; EL-SAYED, M. Rooting of eight olive cultivars under mist. *Acta Horticulturae*, v. 286, p. 57–60, 1990.

GASPAR, T.; PENEL, C.; CASTILLO, C.; GREPPIN, H. A two-step control of basic and acidic peroxidases and its significance for growth and development. *Physiologia plantarum*, v. 64, n. 3, p. 418-423, 1985.

GOULART, P. B. *Influência do acondicionamento, antioxidantes, auxinas e seus cofatores no enraizamento de miniestacas de clones de Eucalyptus grandis x E. urophylla*. 2006. 125 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

HAN, H.; ZHANG, S.; SUN, X. A review on the molecular mechanism of plants rooting modulated by auxin. *African Journal of Biotechnology*, v. 8, n. 3, p. 348-353, 2009.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES, F. T.; GENEVE, R. L. *Plant propagation: principles and practices*. 6. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 770 p.

HAUSMAN, J. F. Changes in peroxidase activity, auxin level and level and ethylene production during root formation by poplar shoots raised in vitro. *Plant Growth Regulation*, v. 13, n. 3, p. 263-268, 1993.

HETTWER, V. F. J. M. *Propagação de erva-mate por estaquia: enraizamento, respostas metabólicas ao ácido indolbutírico (AIB) e desenvolvimento de mudas após o plantio*. 2016. 136 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2016.

INTERNATIONAL OLIVE COUNCIL. *Economia: dados estatísticos de produção, exportação e importação*. 2016a. Disponível em: <<http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/131-world-olive-oil-figures>>. Acesso em: 2 abr. 2016.

INTERNATIONAL OLIVE COUNCIL. *Catálogo Mundial das variedades de azeitona: Frantoio*. 2016b. Disponível em:

<<http://www.frantoio-bo.it/cultivar.aspx?id=50>>. Acesso em: 10 out. 2016.

INTERNATIONAL OLIVE COUNCIL. A oliveira. 2016c. Disponível em: <<http://www.internationaloliveoil.org/web/aa-spanish/oliveWorld/olivo.html>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

ILJAZI, R.; ISMAILI, H.; SALILLARI, A. Study on some doses of IBA concentration in the rooting of olive (*Olea europaea* L.). *International Journal of Green and Herbal Chemistry*, v. 3, n. 3, p. 1232-1237, 2014.

ISMAILI, H.; ÇAKALLI, A. Callogenesis and the influence of IBA on rhizogenesis of green parts of. *Albanian Journal of Agricultural Sciences*, v. 13, p 75-79, 2014.

KAUR-SAWHNEY, R.; TIBURCIO, A. F.; ALTABELLA, T.; GALSTON, A. W. Polyamines in plants: an overview. *Journal of Cell and Molecular Biology*, v. 2, p. 1-12, 2003.

KERBAUY, G. B. *Fisiologia Vegetal*. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 431 p.

LEGUE, V.; RIGAL, A.; BHALERAO, R. P. Adventitious root formation in tree species: involvement of transcription factors. *Physiologia Plantarum*, v. 151, n. 2, p. 192–198, 2014.

LI, S.-W.; XUE, L.; XU, S.; FENG, H.; AN, L. Mediators, genes and signaling in adventitious rooting. *The Botanical Review*, v. 75, n. 2, p. 230–247, 2009.

LIVRAMENTO, D. E. do; OLIVEIRA, A. F. de. Ecofisiologia da oliveira, alguns aspectos de fotossíntese, temperatura e radiação solar. *Informe Agropecuário*, v. 27, n. 231, p.27-32, 2006.

MAYER, A. M. Polyphenol oxidases in plants: recente progress. *Phytochemistry*, v. 26, n. 1, p. 11-20, 1986.

MESQUITA, D. L.; OLIVEIRA, A. F.; MESQUITA, H. A. Aspectos econômicos da produção e comercialização do azeite de oliva e azeitona. *Informe Agropecuário*, v. 27, n. 231, p. 7-12, 2006.

OLINT. *Varietades*. 2016. Disponível em: <<http://www.olint.com/pt-br/oliva-cultivo-variedades/koroneiki>> Acesso em: 9 set. 2016.

OLIVEIRA, A. F. de. *Enraizamento de estacas semilenhosas e cultura de embriões in vitro de oliveira (Olea europaea L.)*. 2001. 122 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

OLIVEIRA, A. F. de; ABRAHÃO, E. Botânica e morfologia da oliveira (*Olea europaea L.*). *Informe Agropecuário*, v. 27, n. 231, p. 13-17, 2006.

OLIVEIRA, A. F. de; CHALFUN, N. N. J.; ALVARENGA, A. A.; VIEIRA NETO, J.; PIO, R.; OLIVEIRA, D. L. Estaquia de oliveira em diferentes épocas, substratos e doses de AIB diluído em NaOH e álcool. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 33, p. 79-85, 2009.

OLIVEIRA, A. F. de; PASQUAL, M.; CHALFUN, N. N. J.; REGINA, M. de A.; RINCÓN, C. del 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, 2003a.

OLIVEIRA, A. F. de; PASQUAL, M.; CHALFUN, N. N. J.; REGINA, M. de A.; RINCÓN, C. del R. Influência do número de nós em estacas semilenhosas de oliveira (*Olea europaea L.*) no enraizamento sob câmara de nebulização. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 27, n. 2, p. 332-338, 2003b.

OLIVEIRA, D. L. *Multiplicação da oliveira através da enxertia, estaquia e ácido indolbutírico*. 2007. 58 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

OLIVEIRA, G. J. *Área plantada e organização dos produtores de oliveira no Rio Grande do Sul*. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE

OLIVICULTURA, 1., Itajubá, MG. *Resumos...* Itajubá, EPAMIG, 2010. 1 CD-ROM.

OLIVEIRA, M. C. de; NETO, J. V.; PIO, R.; OLIVEIRA, A. F. de; RAMOS, J. D.; Enraizamento de estacas de oliveira submetidos a aplicação de fertilizantes orgânicos e AIB. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 34, n. 2, p. 337-344, 2010a.

OLIVEIRA, M. C. de; NETO, J. V.; OLIVEIRA, R. de S.; PIO, R.; OLIVEIRA, N. C. de; RAMOS, J. D. Enraizamento de estacas de duas cultivares de oliveira submetidas à aplicação de diferentes fertilizantes. *Bragantia*, Campinas, v. 69, n. 1, p. 99-103, 2010b.

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

PACURAR, D. I.; PERRONE, I.; BELLINI, C. Auxin is a central player in the hormone cross-talks that control adventitious rooting. *Physiologia Plantarum*, v. 151, n. 1, p. 83–96, 2014.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. *Propagação vegetativa de espécies florestais*. Viçosa: UFV, 1995. 40 p. (Boletim, 332).

PASQUAL, M.; CHALFUN, N. N. J.; RAMOS, J. D.; VALE, M. R. do; SILVA, C. R. de R. *Fruticultura comercial: propagação de plantas frutíferas*. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 137 p.

PEIXES, A.; ANTUNES, A.; HEGEWALD, H.; COSTA, C.; PINTO, A. P. Resultados preliminares relativos à quantificação dos níveis endógenos de auxinas e à actividade das enzimas oxidativas, durante o enraizamento de dois cultivares de oliveira (*Olea europaea* L.) ‘Galega vulgar’ e ‘Cobrançosa’. *Actas Portuguesas de Horticultura*, n. 14, 2011.

PEIXOTO, A. R. *Plantas oleaginosas arbóreas*. São Paulo: Nobel, 1973. 284 p.

PIMENTEL, A. S. A. *Capacidade de enraizamento de estacas semi-lenhosas de oliveira das variedades Cobrançosa, Verdeal, Negrinha e Santulhana*. 2010. 97 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos

Florestais) – Escola Superior Agrária de Bragança, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2010.

PIO, R.; BASTOS, D. C.; BERTI, A. J.; SCARPARE FILHO, J. A.; MOURÃO FILHO, F. A. A.; ENTELMANN, F. A.; ALVES, A. S. R.; BETTIOL NETO, J. E. Enraizamento de diferentes tipos de estacas de oliveira (*Olea europaea* L.) utilizando-se ácido indolbutírico. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 29, n. 3, p. 562-567, 2005.

PISA, I. M. T.; LIMA, G. P. P.; BRASIL, O. G. Atividade de peroxidase e níveis de proteínas em plantas de abacaxizeiro micropropagadas em meio salino. *Revista Brasileira de Agrociência*, v. 9, n. 4, p. 361-366, 2003.

PORFIRIO, S.; SILVA, M. D. R. G. da; CABRITA, M. J.; AZADI, P.; PEIXE, A. Reviewing current knowledge on olive (*Olea europaea* L.) adventitious root formation. *Scientia Horticulturae*, v. 198, p. 207–226, 2016a.

PORFIRIO, S.; SILVA, M. D. R. G. da; PEIXE, A.; CABRITA, M. J.; AZADI, P. Current analytical methods for plant auxin quantification – A review. *Analytica Chimica Acta*, v. 902, p. 8-21, 2016b.

RAPOPORT, H. F. Botánica y morfología. In: BARRANCO, D.; FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R.; RALLO, L. (Orgs.). *El cultivo de olivo*. 5. ed. Madrid. Mundi-Prensa, 2004. p. 37-62.

RIBEIRO, F. C. *Estaquia e enxertia de garfagem em oliveira*. 2010. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2010.

RIBEIRO, F. C.; FARIA, M. A. R. de; COUTINHO, E. F.; FACHINELLO, J. C. Propagação de oliveira cv. Grappolo utilizando diferentes porta-enxertos e tipos de enxertia de garfagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22., Bento Gonçalves, RS, 2012. *Anais...* Bento Gonçalves: SBF/Embrapa Uva e Vinho, 2012. p. 5703-5707.

ROSSINI, L. *Variedades de azeitonas que cultivamos*. 2014. Disponível em: <<https://azeiterossini.com.br/2014/04/27/azeitonas/>> Acesso em: 20 set. 2016.

SEBASTIANI, L.; TOGNETTI, R. Growing season and hydrogen peroxide effects on root induction and development in *Olea europaea* L. (cvs 'Frantoio' and 'Gentile di Larino') cuttings. *Scientia Horticulturae*, v. 100, n. 1, p. 75-82, 2004.

SEBASTIANI, L.; TOGNETTI, R.; DI PAOLO, C. P.; VITAGLIANO, C. Hydrogen peroxide and indole-3-butyric acid effects on root induction and development in cuttings of *Olea europaea* L. (cv. Frantoio and Gentile di Larino). *Advances in Horticultural Science*, v. 16, n. 1, p. 7-12, 2002.

SIEGEL, B. Z. Plant peroxidases - an organismic perspective - review. *Plant Growth Regulation*, v. 12, n. 3, p. 303-312, 1993.

SILVA, L. F. de O. da; OLIVEIRA, A. F. de; PIO, R.; ZAMBON, C. R.; OLIVEIRA, D. L. Enraizamento de estacas semilenhosas de cultivares de oliveira. *Bragantia*, v. 71, n. 4, p. 488-492, 2012.

STENVALL, N.; PIISILÄ, M.; PULKKINEN, P. Seasonal fluctuation of root carbohydrates in hybrid aspen clones and its relationship to the sprouting efficiency of root cuttings. *Canadian Journal of Forest Research*, v. 39, n. 8, p. 1531-1537, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 4 ed. Porto Alegre: Arned, 2009. 848 p.

TAKAHASHI, T.; KAKEHI, J.-I. Polyamines: ubiquitous polycations with unique roles in growth and stress responses. *Annals of Botany*, v. 105, n. 1, p. 1-6, 2010.

TERAMOTO, J. R. S.; BERTONCINI, E. I.; PRELA-PANTANO, A. *Histórico da introdução da cultura da oliveira no Brasil*. 2010. Disponível em: <<http://www.infobios.com/Artigos/20104/HistoricoOliveira/index.htm>>. Acesso em: 2 mar. 2016.

TERAMOTO, J. R. S.; BERTONCINI, E. I.; PRELA-PANTANO, A. Mercado dos produtos da oliveira e os desafios brasileiros. *Informações Econômicas*, São Paulo, v. 43, n. 2, p. 01-09. 2013.

TRAPERO, C.; LPEZ-ESCUADERO, F. J.; BARRANCO, D. *Grafting olive to control Verticillium Wilt: a study under controlled conditions*. In: ANNUAL CONFERENCE, Orlando, Florida, 2014. *Proceedings...* Orlando: American Society for Horticultural Science, 2014.

VEIGA, C. M. A epopéia do azeite: viagem ao mundo do azeite através do olhar atento de um historiador. *Revista Az-zait*, p. 70-79, 2009.

VIEIRA NETO, J.; OLIVEIRA, A. F.; OLIVEIRA, N. C.; DUARTE, H. S. S.; GONÇALVES, E. D. *Aspectos técnicos da cultura da oliveira*. Belo Horizonte: EPAMIG, 2008. 56 p. (Boletim Técnico, 88).

ZANOL, G. C.; FORTES, G. R. de L.; SILVA, J. B. da; CAMPOS, Â. D.; CENTELLAS, A. Q.; MULLER, N. T.; GOTTINARI, R. A. Escuro e ácido indolbutírico no enraizamento in vitro e atividade da peroxidase de porta-enxerto de macieira cv. Marubakaido (*Malus prunifolia*). *Revista Brasileira de Agrociência*, v. 3, n. 1, p. 23-30, 2012.