

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO



Ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de oliveira coletadas em diferentes épocas

Eng.^a Agrônomo Jai Bezerra Massaut Segundo

Pelotas, 2022

Jai Bezerra Massaut Segundo

Ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de oliveira coletadas em diferentes épocas

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fruticultura de Clima Temperado, da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, sob a orientação do Prof. Dr. Paulo Celso de Mello Farias, como pré-requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Celso de Mello Farias

Coorientadores: Prof. Dr. Vagner Brasil Costa e Prof. Dr. Mateus da Silveira Pasa

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

S456a Segundo, Jai Bezerra Massaut

Ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de oliveira coletadas em diferentes épocas / Jai Bezerra Massaut Segundo ; Paulo Celso de Mello Farias, orientador ; Vagner Brasil Costa, Mateus da Silveira Pasa, coorientadores. – Pelotas, 2022.

78 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2022.

1. *Olea europaea* L.. 2. Outono. 3. Primavera. 4. Verão. 5. Inverno. I. Farias, Paulo Celso de Mello, orient. II. Costa, Vagner Brasil, coorient. III. Pasa, Mateus da Silveira, coorient. IV. Título.

CDD : 636.51

Agradecimentos

Agradeço a Deus pelo dom da vida e criação. Pela grandiosa natureza que permite que todos seus seres cresçam e floresçam.

Agradeço aos meus pais Eleana e Jai que me apoiaram em toda minha trajetória acadêmica. À minha irmã Yasmin por todo apoio e carinho. A participação e colaboração de vocês foram importantes para a realização deste projeto. Amo vocês.

Aos meus avôs Ewald e Zilda Völz que me ensinaram o valor da terra e do trabalho. Vocês deram a vida por isso e eu dou a minha vida por vocês.

À Tailine Manske Holz eu dedico meu amor por compartilhar cada momento desse processo comigo.

À minha conselheira e coach Ana Beatriz Medeiros Brito que ricamente ilumina minha vida.

Ao meu orientador, o professor Dr. Paulo Celso de Mello Farias, que pôs fé e acreditou em mim. Ao professor Dr. Vagner Brasil Costa que me apresentou a olivicultura e ao professor Dr. Mateus da Silveira Pasa que tanto me aconselhou como auxiliou neste processo.

Ao amigo Dr. Léo Omar Duarte Marques que sempre esteve ao meu lado auxiliando e me incentivando. À Letícia Dummer por toda disponibilidade e ajuda.

Sou grato pela oportunidade de poder acreditar e me dedicar a esse desafio. Fazendo algo que julgo importante para a sociedade. Foi uma jornada de aprendizado e superação.

E por fim meus agradecimentos à Universidade Federal de Pelotas (UFPeI) e à CAPES, pela estrutura e financiamento deste projeto.

Dedico aos meus pais, Eleana Völz e Jai Bezerra
Massaut. Obrigado por tudo.

Resumo

MASSAUT, Jai Bezerra Segundo. **Ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de oliveira coletadas em diferentes épocas**. Dissertação (Mestrado em Agronomia — Fruticultura de Clima Temperado) — Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2022. 78f.

Resumo — A estaquia é um método de propagação muito utilizado nas frutíferas. Sua viabilidade depende da capacidade de formação de raízes adventícias de cada espécie, contudo, é necessário estudar as diferentes características desse processo como sobrevivência, enraizamento, formação de calos, número de raízes, comprimento de raízes e comprimento da maior raiz. No presente trabalho objetivou-se avaliar a resposta propagativa de estacas de oliveira coletadas em diferentes épocas do ano, sob tratamentos com diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB) dentro de cada época padronizadas para coincidir com as quatro estações do ano. As cultivares utilizadas foram 'Arbequina', 'Coratina' e 'Picual' e as concentrações de AIB foram 0 mg.L^{-1} , 1.000 mg.L^{-1} , 2.000 mg.L^{-1} , 3.000 mg.L^{-1} . Foram coletados ramos da porção mediana das plantas matrizes localizadas no campo experimental da Palma, no município do Capão do Leão-RS, e preparadas as estacas com, aproximadamente, 12 cm de comprimento, mantendo na região apical quatro folhas. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial $3 \times 4 \times 4 \times 4$ (três cultivares, quatro épocas, quatro concentrações de AIB com quatro repetições) utilizando 12 unidades amostrais. O experimento foi conduzido em casa de vegetação e as avaliações foram realizadas 120 dias após a estaquia de cada época de coleta. Observou-se nas condições do presente trabalho que há variação entre as épocas de coleta e os tratamentos de AIB nas estacas de oliveira. Os estudos correspondentes aos tratamentos realizados nas épocas de estaquia destacaram o inverno e o outono pelos maiores índices de sobrevivência, enraizamento, formação de calos e número de raízes, com exceção da cultivar Arbequina que teve maior número de raízes na primavera. As épocas da primavera e verão, tiveram os melhores índices de comprimento de raízes e comprimento da maior raiz, dentro dos tratamentos estudados. Com relação aos tratamentos de AIB, observou-se que concentrações em torno de 2.000 mg.L^{-1} foram suficientes para promover melhores resultados para as variáveis estudadas.

Palavras-Chave: *Olea europaea* L., Outono, Primavera, Verão, Inverno, Propagação.

Abstract

MASSAUT, Jai Bezerra Segundo. **Indolebutyric acid in the rooting of olive tree cuttings at different times.** Dissertation (Master's in Agronomy – Fruit Growing in a Temperate Climate) – Graduate Program in Agronomy, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2022.

Abstract — Cutting is a propagation method widely used in fruit trees. Its viability depends on the ability of each species to form adventitious roots, however, it is necessary to study the different characteristics of this process. The present work aimed to evaluate the propagative response of olive cuttings collected at different times of the year, under treatments with different concentrations of indolebutyric acid (IBA) within each season standardized to coincide with the four seasons of the year. The cultivars used were 'Arbequina', 'Coratina' and 'Picual' and the AIB concentrations were 0 mg.L⁻¹, 1,000 mg.L⁻¹, 2,000 mg.L⁻¹, 3,000 mg.L⁻¹. Branches were collected from the middle portion of the parent plants located in the experimental field of Palma, in the municipality of Capão do Leão-RS, and cuttings with approximately 12 cm in length were prepared, keeping four leaves in the apical region. The design used was completely randomized, in a 3 x 4 x 4 x 4 factorial scheme (three cultivars, four seasons, four concentrations of IBA with four replications) using 12 sampling units. The experiment was carried out in a greenhouse and the evaluations were carried out 120 days after the cutting of each collection period. It was observed in the conditions of the present work that there is variation between the times of collection and the treatments of IBA in the olive tree cuttings. Treatments corresponding to the collections carried out, regardless of the cultivar, winter and autumn had the best survival and rooting rates. Regarding the treatment of AIB, it was observed that the concentration of 2,000 mg.L⁻¹ was sufficient to promote survival and rooting.

Keywords: *Olea europaea* L., Autumn, Spring, Summer, Winter, Propagation.

Lista de figuras

Relatório de campo

Figura 1 Pomar experimental de onde as estacas foram retiradas em árvores de oliveira 'Arbequina', 'Picual' e 'Coratina'31

Artigo

Figura 1. Índice de sobrevivência de 'Picual' (A), 'Coratina' (B) e 'Arbequina' (C) entre os tratamentos. Pelotas, 2020.....48

Figura 2. Índice de enraizamento de 'Picual' (A); 'Coratina' (B); 'Arbequina' (C) entre os tratamentos de AIB. Pelotas, 2020.....52

Figura 3. Índice de formação de calos de 'Picual' (A); 'Coratina' (B); 'Arbequina' (C) entre os tratamentos de AIB. Pelotas, 2020.....56

Figura 4. Índice de número de raízes de 'Picual' (A); 'Coratina' (B); 'Arbequina' (C) entre os tratamentos de AIB. Pelotas, 2020.....59

Figura 5. Índice do comprimento de raízes em 'Picual' (A); 'Coratina' (B); 'Arbequina' (C) entre os tratamentos de AIB. Pelotas, 2020.....62

Figura 6. Índice do comprimento da maior raiz em 'Picual' (A); 'Coratina' (B); 'Arbequina' (C) entre os tratamentos de AIB. Pelotas, 2020.....65

Lista de tabelas

Artigo

Tabela 1. Porcentagem de sobrevivência de estacas de cultivares de oliveira para diferentes épocas do ano. Pelotas, 2020	45
Tabela 2. Porcentagem de enraizamento de estacas de cultivares de oliveira para diferentes épocas do ano. Pelotas, 2020	50
Tabela 3. Porcentagem de formação de calos das cultivares de oliveira para diferentes épocas do ano. Pelotas, 2020.....	54
Tabela 4. Número de raízes de raízes em estacas de cultivares de oliveira para diferentes épocas do ano. Pelotas, 2020.....	58
Tabela 5. Comprimento de raízes em estacas de cultivares de oliveira para diferentes épocas do ano. Pelotas, 2020.....	61
Tabela 6. Comprimento da maior raíz em estacas de cultivares de oliveira para diferentes épocas do ano. Pelotas, 2020.....	64

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1 Família oleaceae.....	15
2.2 Cultivares de importância para o Brasil.....	15
2.2.1 Cultivar Arbequina.....	15
2.2.2 Cultivar Picual.....	16
2.2.3 Cultivar Coratina.....	16
2.3 Solo.....	16
2.4 Clima.....	17
2.5 Regulador de crescimento - Ácido indolbutírico.....	17
2.6 Enraizamento de estacas de plantas frutíferas.....	18
3 PROJETO DE PESQUISA.....	20
3.1 Título.....	20
3.2 Introdução e justificativa.....	20
3.3 Objetivo.....	23
3.3.1 Objetivos específicos.....	23
3.4 Hipótese.....	23
3.5 Meta.....	23
3.5.1 Metas específicas.....	23
3.6 Referencial teórico.....	23
3.7 Material e métodos.....	27
3.8 Orçamento.....	28
3.9 Cronograma.....	28
3.10 Equipe.....	29
4.RELATÓRIO DE CAMPO.....	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

ARTIGO.....	40
1. Introdução.....	42
2. Material e métodos.....	44
3. Resultados e discussão.....	45
4. Conclusões.....	67
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	68
REFERÊNCIAS.....	69
ANEXOS.....	74
Figura 1. Coleta de estacas de oliveira.....	74
Figura 2. Ramos para estaca de oliveira.....	74
Figura 3. Confecção das estacas.....	75
Figura 4. Padronização das estacas de oliveira.....	75
Figura 5. Imersão rápida da estaca em AIB.....	76
Figura 6. Estacas acomodadas em bandejas.....	76
Figura 7. Estacas sob nebulização em casa de vegetação.....	77
Figura 8. Avaliação de sobrevivência e enraizamento.....	77
Figura 9. Estaca não enraizada.....	78
Figura 10. Estaca enraizada.....	78

1. INTRODUÇÃO GERAL

A oliveira (*Olea europaea* L.) pertence à família Oleaceae, composta de 30 gêneros com cerca de 600 espécies, que produz frutos denominados azeitonas, utilizadas para consumo in natura e para produção de azeite (CRONQUIST, 1981). A planta é perene, resistente, rústica e sobrevive a muitos ambientes. Está distribuída principalmente em áreas tropicais e subtropicais, preferindo ambientes arejados, ensolarados e solos com características arenosas e calcárias. A árvore pode atingir até 12 metros de altura, com a possibilidade de produzir frutos por mais de 1000 anos em algumas situações. A planta tem numerosos ramos, com folhas opostas alinhadas, coriáceas e lanceoladas, de coloração verde escura na porção adaxial e, prateada, na porção abaxial. Os frutos são globulares, oblongos e possuem caroço em forma decrescente. A azeitona é composta pelo mesocarpo (porção carnuda), que é comestível após o processamento e do qual o azeite é extraído; o exocarpo que é a parte externa e; o endocarpo que envolve a semente (RAY, 2015).

A oliveira é cultivada em países mediterrâneos como Portugal, França, Grécia, Itália e Espanha, Norte da África, Américas do Sul e do Norte e alguns países da Ásia (ALBIN; VILAMIL, 2003), chegando à América no século XVI com a colonização espanhola. Inicialmente foi introduzida no México, Peru, Chile, Argentina, Estados Unidos (Califórnia), Jamaica e Austrália, no século XVIII. Mais tarde, esteve presente no Japão, África do Sul, Uruguai e sul do Brasil (SANTOS, 2002).

No período colonial do Brasil, os olivais eram plantados nas proximidades das igrejas, para retirada de ramos durante festas religiosas como no “Domingo de Ramos”. Alguns agricultores também plantavam em suas fazendas, no entanto, por ordem da realeza portuguesa, todos os olivais foram cortados para não haver concorrência com seus produtos. Este fato impediu que a produção no Brasil se iniciasse mais cedo (COUTINHO, 2009).

A cultura da oliveira foi introduzida oficialmente no Rio Grande do Sul em 1948 e perdurou até 1980, nesse período, fomentou-se a produção e a pesquisa através da criação do órgão especializado da Secretaria da Agricultura, o Serviço Oleícola. O apoio governamental estimulou o desenvolvimento da cultura, ainda sem base técnica, que provocou a formação de olivais de baixa qualidade (COUTINHO, 2009).

Passadas mais de duas décadas, a Embrapa Clima Temperado, com o apoio de outras instituições nacionais e internacionais, retomou a pesquisa com olivicultura. Desde então, várias ações foram realizadas sobre a cultura como a introdução e avaliações agronômicas de cultivares, formação de banco ativo de germoplasma, manejo fitotécnico e fitossanitário de olivais, tecnologias de propagação sexuada e assexuada, avaliações fenológicas, zoneamento edafoclimático, entre outras (COUTINHO et al., 2015). Estas ações fomentaram a produção técnica e de alta qualidade no Brasil.

A estimativa da Secretaria da Agricultura em 2021 apontou uma produção estimada de 202.000 litros de azeite, produzidos por cerca de 15 agroindústrias em 11 cidades. Ainda, de acordo com os dados, o azeite produzido no RS foi comercializado em 2021 através de 46 marcas registradas, numa área plantada de 6.200 hectares, aproximadamente, quando no ano anterior eram 5.500 hectares (PRÓ-OLIVA, 2022).

Devido à pequena área de plantio e produção ainda pouco significativa no Brasil, justificam-se as importações como alternativas para suprir a demanda interna de azeite e azeitona de mesa. O país ocupa o segundo lugar como maior importador mundial. Em 2020 o país importou cerca de 86.362 toneladas em azeites e 117.550 toneladas de azeitona de mesa (IOC, 2020).

O azeite produzido ganha destaque internacional pela qualidade, apesar da produção ainda pequena (COSTA, 2019). O Brasil é abastecido por vários países da América do Sul, entre eles a Argentina, que é um importante produtor de produtos olivícolas e por países europeus como Espanha e Portugal. Estes países têm papel fundamental para o mercado brasileiro (CASTRO et al., 1997). A demanda de importações beneficia, principalmente, países como Espanha, Itália e Grécia, que se caracterizam como três grandes produtores de oliveiras, sendo responsáveis por cerca de 70% da produção do azeite virgem do mundo (FAO, 2021). O cultivo de oliveiras é recente no país, a produção dessa commodity além de diminuir os custos com importações, possibilitará maior arrecadação de impostos (MESQUITA et al., 2006).

O Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior confirma a forte demanda pelo azeite. Segundo o órgão, para efeito comparativo, em 2005 o País importou pouco mais de 27.000 toneladas do produto, e em 2017, foram praticamente 60.000 toneladas, o equivalente a 333,3 milhões de dólares ou mais de R\$ 1 bilhão de reais

(BRASIL, 2018). Em 2019, o preço internacional de azeite de oliva extravirgem foi de US\$ 4,54 por tonelada, enquanto o preço médio das azeitonas foi de US\$ 0,88 por tonelada (COMEXSTAT, 2020). Segundo a FAO (2020), a produção de azeitonas cresceu 256,73% em 58 anos, correspondendo a 4,43% ao ano. O Rio Grande do Sul possui a maior área plantada e de produção de azeites, produzindo 180.000 litros em 2019 (IBRAOLIVA, 2020). O Rio Grande do Sul apresenta os parâmetros climáticos mais favoráveis ao amadurecimento dos frutos, com temperaturas entre 25° C e 35° C observados na metade sul do estado, faixa de temperatura considerada ideal para o amadurecimento da azeitona (FILODA et al., 2020). Frente a esses dados, fica nítida a necessidade de investimento em pesquisas para o desenvolvimento da olivicultura no país, em toda a sua cadeia produtiva, desde a produção de mudas ao processamento da colheita (PENSO, 2016).

Torna-se importante a formação de pomares comerciais a fim de aumentar a produção de azeitonas e para isso é necessário que existam viveiristas com mudas disponíveis. A produção de mudas é um dos elos mais importantes para o crescimento desta planta com alto valor comercial. A utilização de câmara de nebulização é uma tecnologia importante para proporcionar a formação radicular de estacas. Tal fato ocorre porque, os hidratos de carbono produzidos pela fotossíntese e utilizados no enraizamento são promovidos quando mantidas as folhas (HARTMANN; KESTER, 1980; RALLO; DEL RIO, 1990). A duração normal de produção de mudas com a tecnologia de nebulização varia entre 2 a 2,5 anos (PETRUCCELLI; THOMAJ, 2012).

Além da capacidade de enraizamento da cultivar, é importante garantir uma taxa de crescimento rápida, visando atender aos padrões da cultura e reduzindo os custos das mudas. O substrato usado para transplante também tem um impacto significativo a este respeito (CIMATO, 2001; KHABOU, 2002; PEIXE, 2007; MEHRI, 2013).

O substrato onde as estacas são acomodadas deve ser inerte e com elevado poder de retenção de umidade, a fim de evitar a desidratação das plantas (QUEIROZ, 2016). A escolha do substrato é de suma importância para o desenvolvimento de uma nova muda, pois pode alterar a arquitetura do sistema radicular melhorando a aeração e aderência às raízes. Neste sentido, a vermiculita ganha destaque por promover essas características e ser um condicionador de solos (PASQUAL et al., 2001).

Tratando-se da produção de mudas, a oliveira pode ser propagada por

diferentes métodos. A propagação pode ocorrer através de sementes, no entanto, a utilização comercial não é vantajosa, pois origina plantas distintas das matrizes, prolongando o período juvenil, o qual pode atingir até 15 anos, dificultando o início da entrada em produção (VOSSSEN, 2007; OLIVEIRA et al., 2009). A estaquia é outro método de propagação e sua eficiência depende da capacidade de formação de raízes adventícias de cada espécie ou cultivar, da qualidade do sistema radicular formado e do desenvolvimento da planta na área de produção após estabelecimento (FACHINELLO et al., 1995). O método explora a possibilidade das plantas produzirem raízes que advêm de um segmento de ramo (HARTMANN et al., 2002; FACHINELLO et al., 2005).

A propagação por estaquia é o principal método de multiplicação da cultura, por ser relativamente prático e de baixo custo (CABALLERO; DEL RIO, 1998). Segundo Oliveira (2001), outra razão para a maior utilização da estaquia deve-se aos poucos estudos sobre a combinação mais adequada entre enxerto e porta-enxerto na oliveira. Fachinello et al. (2005) destacaram a estaquia como vantajosa em relação à propagação sexuada, pois origina mudas idênticas às plantas matrizes, com menor período juvenil e precocidade de produção. Para a estaquia, as estacas retiradas do caule são as mais utilizadas, podendo ser classificadas em lenhosas, herbáceas e semilenhosas. Há, porém, diferença significativa entre as respostas ao enraizamento (HARTMANN et al., 2002; OLIVEIRA, 2009). Na produção de mudas de oliveira, a estaca semilenhosa é a mais utilizada, mas a taxa de enraizamento pode mudar dependendo da cultivar, variando entre 0% a 80% (SILVA et al., 2012).

A formação de raízes em estacas é um processo decisivo para o sucesso da propagação e, nesse contexto, a aplicação de reguladores de crescimento se torna essencial. O uso de auxinas auxilia várias espécies nesse processo, inclusive para estacas de oliveira (OLIVEIRA, 2007). Podemos citar dentre as auxinas mais utilizadas o ácido indolacético, o ácido indolbutírico, o ácido naftaleno acético e o 2,4-diclorofenoxiacético, sendo respectivamente AIA, AIB, ANA e 2,4-D (TITON et al., 2003). Entre os reguladores de crescimento, o AIB é o mais utilizado para o aumento do potencial rizogênico em estacas, por ser uma substância fotoestável, de ação localizada e menos sensível à degradação biológica quando comparado a outras auxinas (OLIVEIRA, 2009).

Através do presente estudo, busca-se uma melhor compreensão dos eventos relacionados à produção da oliveira, baseando-se nos relatos de pesquisadores e

produtores sobre a baixa produtividade nos olivais em virtude da falta da adaptação das plantas às condições edafoclimáticas da região, acarretando em baixas produtividades e rendimentos insatisfatórios. Através da pesquisa é possível trazer técnicas para o manejo e melhor estabelecimento da cultura com os tratos corretos. Ainda há poucos estudos em oliveiras para as condições do Brasil, visto que sua implantação é recente e está em expansão, necessitando maiores referências de pesquisas para os produtores.

Diante destes desafios, conduziu-se este trabalho com o objetivo de verificar o enraizamento de estacas de oliveira com diferentes concentrações de AIB nas cultivares Arbequina, Picual e Coratina em quatro épocas do ano, visando verificar os melhores momentos para a produção de mudas de oliveira. Para embasamento deste trabalho foram buscadas na literatura informações relevantes e atuais sobre a propagação da cultura.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Família Oleaceae

A Oliveira (*Olea europaea* L. subespécie *europaea*) é uma espécie vegetal arbórea da família botânica Olaceae, composta por mais de 20 gêneros e é originária de países da região do Irã, Síria e Palestina. A família abrange mais de 600 espécies, mas a única com frutos comestíveis é a oliveira (FAO, 2020). Dentre os gêneros desta família, aqueles com interesse econômico ou hortícola são o *Fraxinus* (freixo), *Jasminum* (jasmim), *Ligustrum* (ligustro), *Syringa* (lilás) e *Olea* (RALLO et al., 1999). O cultivo da oliveira remonta 6000 anos, sendo uma das frutíferas mais utilizadas pelo homem (COUTINHO, 2009). O cultivo desta espécie adquiriu relevância, pelos benefícios do azeite à saúde humana, pela eficácia na proteção de enfermidades cardiovasculares e pela utilização como veículo na confecção de produtos farmacêuticos (AWAN et al., 2003; PIO et al., 2005).

2.2 Cultivares de importância para o Brasil

2.2.1 Cultivar Arbequina

Esta variedade é natural da Espanha. É uma árvore de porte médio, bastante produtiva e precoce (TOUS et al., 1998). Apresenta baixo vigor vegetativo que permite a sua utilização em olivais intensivos (BARRANCO, 2008). É resistente ao frio, sensível à clorose férrica, tolerante ao olho de pavão e à verticilose. Apresenta

bom rendimento em azeite, dando origem a azeites de qualidade, embora com baixa estabilidade (BARRANCO, 2008). A cultivar Arbequina apresenta frutos arredondados, alto rendimento de frutos por planta, bem como, dependendo da região, um alto rendimento graxo de 14-24%. Além disso, é uma variedade que apresenta boa adaptação em diferentes condições climáticas e de solo, além de ser precoce e as plantas apresentarem médio vigor, facilitando sua colheita (VIEIRA, 2019).

2.2.2 Cultivar Picual

Variedade com maior área plantada no mundo. É originária da Espanha, também conhecida por outras denominações como Martenho, Nevadilho e Loprenho (TOUS et al., 1998; BARRANCO, 2008). A árvore tem porte médio e é precoce, apresenta produtividades elevadas (TOUS et al., 1998; BARRANCO, 2008). É sensível ao olho de pavão e à verticilose, e tolerante à tuberculose. O rendimento em óleos é alto, mas a qualidade do azeite é média, com elevados índices de estabilidade e níveis de ácido oleico (BARRANCO, 2008).

2.2.3 Cultivar Coratina

É uma variedade originária da Itália. Os frutos são de tamanho médio (4g) e formato ovalado, com bom rendimento graxo e apresentando maturação tardia. Possui elevada retenção de frutos, o que pode dificultar na colheita mecânica (BARRANCO, 2017). A árvore apresenta produção precoce, elevada e alternante. Pode ser usada para azeites como produção in natura, por ser considerada de duplo propósito. A árvore possui porte médio e é caracterizada pelas suas brindilas que se cobrem de azeitonas em toda extensão. Os óleos de seus frutos destacam-se pela intensidade, sabor frutado, amargo, picante e alto conteúdo de polifenóis. Suas flores são parcialmente auto-estéreis, sendo necessária polinização cruzada para utilização comercial (INIA, 2013).

2.3 Solo

A oliveira desenvolve-se em diversos tipos de solos e é considerada uma frutífera de grande rusticidade. Necessita, no entanto, de solos permeáveis, capacidade moderada de retenção de água e profundidade. Não suporta período prolongado de encharcamento, sendo sensível a condições anaeróbias do solo (FEIO, 1991; MILHEIRO, 1992) para tanto, deve-se evitar áreas que dificultem o desenvolvimento radicular (TAPIA, 2003). A planta beneficia-se de solos com

valores de pH próximos à neutralidade, visto que nesta zona de reação os nutrientes estão mais disponíveis, mas também pode adaptar-se a intervalos de reação com pH de 4,5 a 8,5 (MILHEIRO, 1992).

2.4 Clima

A oliveira é uma cultura, por excelência, do clima mediterrâneo, caracterizado por uma estação de inverno ameno e úmida e uma estação de verão quente e seca (LOUSSERT; BROUSSE, 1980). Segundo Tombese e Tombese (2007), as temperaturas mínimas não devem ser inferiores a -6°C a -7°C e as plantas devem ser submetidas a temperaturas de 11°C a 12°C por pelo menos um mês para satisfazer os requerimentos de frio da oliveira. A diferença que ocorre no sul da América Latina, para outras regiões produtoras de oliveiras do mundo é que o repouso invernal provocado por frios progressivos do outono ao inverno frequentemente é interrompido por temperaturas mais elevadas que o normal nessa época. Isto provoca a aparição de brotações e novas folhas e com a presença de frio posterior ocorre o abortamento (GROMPONE; VILLAMIL, 2013), ocasionando perdas na produtividade.

Condições de temperatura e umidade do ar influenciam os estames permaneçam maduros e liberem os grãos de pólen das anteras. Estes são transportados pelo vento e depositados em estigmas de flores da mesma ou de outra variedade, ocorrendo a fecundação. Observa-se raramente a fecundação de uma flor pelo grão de pólen originário desta mesma flor. (LOUSSERT; BROUSSE, 1980). Outro fator limitante da produtividade refere-se à auto-incompatibilidade parcial condicionada pelas condições climáticas. Temperaturas muito elevadas na época da diferenciação floral diminuem a porcentagem de flores perfeitas e causam desenvolvimento acelerado das inflorescências, aumentando o abortamento do pistilo. A manutenção de temperaturas baixas na fase de desenvolvimento das inflorescências origina menor aborto do pistilo (ARGENSON et al., 1999).

2.5 Regulador de crescimento - Ácido indolbutírico

A produção de mudas na agricultura consiste num dos fatores mais determinantes para a formação de pomares. Os métodos de propagação vegetativa surgem como uma solução para diversas frutíferas, trazendo como vantagem

alternativa ao problema do declínio, diminuição da juvenilidade e conservação das características da planta matriz (PRATI, 1999). A propagação por estaquia destaca-se por ser uma ótima possibilidade para diversas espécies, pois permite multiplicar indivíduos com características genéticas superiores, com diminuição dos custos e conservação das características genéticas (SILVA et al., 2010).

Segundo GONTIJO (2003), o fator mais limitante para o sucesso da estaquia consiste na dificuldade de enraizamento, pois envolve fatores internos relacionados à própria planta e externos como o ambiente em que se encontra. Dessa forma, torna-se importante buscar técnicas para auxiliar o enraizamento. Prevendo o sucesso deste método, as auxinas vêm ao encontro do que se refere ao enraizamento, pois aumentam a eficiência em algumas espécies que apresentam baixo potencial rizogênico que pode, por vezes, inviabilizar o processo de propagação (BIASI, 1996).

De acordo com BASTOS (2009), o ácido indol butírico ou AIB é um regulador de crescimento efetivo para o enraizamento. Apresenta como vantagens a menor mobilidade, menor fotossensibilidade e maior estabilidade química na planta. Sendo assim, o AIB estimula a formação de raízes e tem tido excelentes resultados com espécies frutíferas. O uso deste regulador tem se demonstrado essencial e parte disso deve-se ao estímulo à síntese de etileno que favorece a emissão de raízes. No entanto, é necessário que haja um balanço hormonal adequado nas plantas para que a iniciação radicular seja promovida (GONTIJO, 2003).

Portanto, o emprego de reguladores do crescimento é um aspecto amplamente estudado para o enraizamento de estacas, promovendo a formação de raízes de forma mais eficiente, acelerando o processo, melhorando a qualidade das raízes e produzindo mudas com maior uniformidade. Porém, cada espécie possui uma concentração diferente de hormônios endógenos, sendo necessário analisar a espécie e cultivar, de forma a determinar as melhores concentrações para evitar a inibição e promover o enraizamento (DIAS, 1999).

2.6 Enraizamento de estacas de plantas frutíferas

A propagação vegetativa por estaquia é um método muito utilizado e um dos principais empregados para plantas frutíferas. Neste método pode-se utilizar qualquer segmento da planta, seja o ramo, a raiz ou a folha que são capazes de formar raízes adventícias e originar, assim, uma nova planta. Geralmente emprega-

se a propagação por estacas de ramos nas espécies frutíferas e utiliza-se, também, propagação por raízes em alguns casos. Entretanto, em floricultura são mais utilizadas estacas de folha (HARTMANN et al., 2002; FACHINELLO et al., 2005). Através da estaquia, é possível propagar uma elevada quantidade de plantas em menor tempo e utilizando apenas uma planta matriz, além de apresentar baixo custo e facilidade de execução. As estacas podem ser classificadas por diferentes critérios sendo mais utilizado com relação à época, divididas pelo estágio de crescimento em: estacas herbáceas, semilenhosas e lenhosas (DIRR; HEUSER JUNIOR., 1987; FACHINELLO et al., 2005).

A preferência pelo tipo de estaca dependerá da espécie, da facilidade de enraizamento e da infra-estrutura disponível. As estacas herbáceas são obtidas no período de crescimento vegetativo, entre a primavera e o verão, quando os ramos apresentam baixo grau de lignificação dos tecidos e alta atividade meristemática. Apresentam a maior capacidade de regeneração de uma nova planta, porém são menos resistentes à desidratação, causando a morte das mesmas. Nas estacas geralmente são mantidas duas folhas superiores cortadas ao meio, a fim de diminuir a transpiração e a perda de água. É necessário controlar a temperatura e utilizar irrigação por nebulização para manter a condição de umidade e favorecer a sobrevivência e o enraizamento das estacas (FRANZON, 2010).

Por outro lado, as estacas semilenhosas são obtidas no final do verão e início do outono, os ramos crescem de forma mais lenta e as folhas já estão completamente desenvolvidas. As folhas são mais lignificadas do que nas estacas herbáceas. As folhas da base são removidas e as do ápice mantidas, em geral de duas a quatro e podem também ser cortadas ao meio para diminuir a transpiração e a perda de água. Também é necessário o uso de irrigação por nebulização intermitente, evitando o murchamento e a queda das folhas (FRANZON, 2010).

As estacas lenhosas são obtidas no período de dormência, isto é, no inverno e apresentam a maior taxa de regeneração potencial, sendo altamente lignificadas. A estaquia pode ocorrer de plantas cultivadas diretamente no viveiro e geralmente são utilizados ramos de um ano. Em espécies de difícil enraizamento, a percentagem de estacas enraizadas pode ser muito baixa, inviabilizando o uso da estaquia. Poucas espécies lenhosas são propagadas por raízes, principalmente pelo tempo e custo envolvidos no processo. Porém, alguns fatores internos e externos à planta podem afetar o enraizamento, como a idade da planta matriz, pois

plantas jovens enraízam mais fácil do que as adultas, podendo, através da poda, rejuvenescer partes da planta e favorecer o enraizamento (XAVIER, 2002; FACHINELLO et al., 2005).

3. PROJETO DE PESQUISA

3.1 Título

Ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de oliveira coletadas em diferentes épocas

3.2 Introdução e justificativa

A oliveira (*Olea europaea* L.) pertence à família Oleaceae, composta de 30 gêneros com 600 espécies — que produz frutos denominados azeitonas, usadas para consumo in natura e para produção de azeite (CRONQUIST, 1981) — é cultivada em países mediterrânicos como Portugal, França, Grécia, Itália e Espanha, Norte da África, Américas do Sul e do Norte e alguns países da Ásia (ALBIN; VILAMIL, 2003). No século XVI chegou à América com a colonização espanhola. Inicialmente foi introduzida no México, no Peru, no Chile, na Argentina, nos Estados Unidos (Califórnia), na Jamaica e na Austrália, no século XVIII. Mais tarde, também esteve presente no Japão, na África do Sul, no Uruguai e no sul do Brasil (SANTOS, 2002). No período colonial do Brasil, os olivais eram plantados nas proximidades das igrejas, tendo em vista as comemorações do Domingo de Ramos. Alguns agricultores também plantavam em suas fazendas, porém, por ordem da realeza portuguesa, todos os olivais foram cortados para não haver concorrência com seus produtos. Este fato impediu que a produção começasse mais cedo (COUTINHO, 2009). A cultura da oliveira foi introduzida oficialmente no Rio Grande do Sul em 1948 e perdurou até 1980, nesse período fomentou-se a produção e pesquisa através da criação do órgão especializado da Secretaria da Agricultura, o serviço oleícola. O apoio governamental estimulou o desenvolvimento ainda sem base técnica, o que provocou a formação de olivais de baixa qualidade (COUTINHO, 2009). Passadas mais de duas décadas de interrupção na geração de ciência e tecnologias para a oliveira, a Embrapa Clima Temperado, com o apoio de outras instituições nacionais e internacionais, retomou a pesquisa com olivicultura. Desde então, várias ações foram realizadas sobre a cultura como a introdução e avaliações

agronômicas de cultivares, formação de banco ativo de germoplasma, manejo fitotécnico e fitossanitário de olivais, tecnologias de propagação sexuada e assexuada, avaliações fenológicas, zoneamento edafoclimático, entre outras (COUTINHO et al., 2015). Estas ações estimularam assim a produção racional e de alta qualidade no Brasil. A estimativa da Secretaria da agricultura em 2022 apontou uma produção de quase 202.000 litros de azeite no ano anterior, produzidos por 15 lagares de azeite. Ainda, de acordo com os dados da Secretaria da Agricultura, o azeite produzido no RS foi comercializado em 2021 através de 46 marcas comerciais, numa área plantada de 6.200 hectares aproximadamente (PRÓ-OLIVA, 2022). Devido à pequena área de plantio e produção pouco significativa no Brasil, justificam-se a importação como alternativa para suprir a demanda interna de azeite e azeitona de mesa. Em 2007 o país importou US\$ 170 milhões em azeites e US\$ 250 milhões em azeitonas, segundo dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (BRASIL, 2008). O Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior confirma a forte demanda pelo azeite. Para efeito comparativo, em 2005, o País importou pouco mais de 27.000 toneladas do produto. Já em 2017, foram praticamente 60.000 toneladas, o equivalente a US\$ 333,3 milhões ou mais de R\$ 1 bilhão (BRASIL, 2018). No ano de 2011, as importações chegaram a 408 milhões de dólares, correspondentes a 156.000 toneladas de azeites e azeitonas, enquanto no Brasil foram colhidas apenas 77 toneladas de azeitonas (FAO, 2014). Frente a esses dados, fica nítida a necessidade de investimento em pesquisas para o desenvolvimento da olivicultura no país, em toda a sua cadeia produtiva, da produção de mudas ao processamento da colheita (PENSO, 2016). Torna-se importante a formação de pomares comerciais a fim de aumentar a produção de azeitonas e para isso é necessário que existam viveiristas com mudas disponíveis. Tratando-se da produção de mudas, a oliveira pode ser propagada por diferentes métodos. A propagação ocorrer através de sementes, porém sua utilização comercial não é vantajosa, pois origina plantas distintas das matrizes e apresenta período juvenil maior, podendo chegar a 15 anos, o que dificulta o início da entrada em produção (VOSEN, 2007; OLIVEIRA et al., 2009). A propagação por estaquia é o principal método de multiplicação da cultura, por ser relativamente barato e prático (CABALLERO; DELRIO, 1998). Segundo Oliveira (2001), outra razão para a maior utilização da estaquia deve-se aos poucos estudos sobre a combinação mais adequada entre enxerto e porta-enxerto. Fachinello et al., (2005) destacam a

estaquia como vantajosa sobre a propagação sexuada, pois origina plantas idênticas às plantas matrizes, com menor período juvenil e precocidade de produção. Para a estaquia, as estacas retiradas do caule são as mais utilizadas. Podendo estas ser classificadas em lenhosas, herbáceas e semilenhosas. Há, porém, diferença significativa entre as respostas ao enraizamento (HARTMANN et al., 2002; OLIVEIRA, 2009). Na produção de mudas de oliveira o tipo de estaca semilenhosa é a mais utilizada, mas a taxa de enraizamento pode mudar dependendo da cultivar, variando entre 0% a 80% (SILVA et al., 2012). A formação de raízes em estacas é decisiva para o sucesso da propagação e nesse contexto a aplicação de reguladores vegetais se torna essencial. O uso de auxinas auxilia nesse processo em várias espécies, inclusive para estacas de oliveira (OLIVEIRA, 2007). Podemos citar o AIA, AIB, ANA e 2,4-Dentre as auxinas utilizadas, sendo respectivamente o ácido indolacético, o ácido indolbutírico, o ácido naftaleno acético e o 2-4-diclorofenoxiacético (TITON et al., 2003). Entre os reguladores de crescimento, o AIB é o mais utilizado para o aumento do potencial rizogênico em estacas, por ser uma substância foto estável, de ação localizada e menos sensível à degradação biológica quando comparado a outras auxinas (OLIVEIRA, 2009).

Através deste projeto se busca uma melhor compreensão dos eventos relacionados à produção da oliveira. Baseado nos relatos de pesquisadores e produtores sobre a baixa produtividade nos olivais em virtude da adaptação das plantas a condições edafo-climáticas da região e acarretando em baixas produtividades e rendimentos insatisfatórios, torna-se extremamente necessário através da pesquisa trazer técnicas para o manejo e melhor estabelecimento da cultura com os tratos corretos. Soma-se a esses fatos, a falta de estudos em oliveiras para as condições do Brasil, visto que sua implantação é recente e está em expansão, necessitando-se mais referências de pesquisas para os produtores.

Desta forma, este estudo tem a finalidade de revisar a literatura, buscando informações relevantes e atuais sobre propagação de oliveira, mais especificamente sobre estaquia e aplicação de reguladores do crescimento, no caso o ácido indolbutírico ou AIB. As cultivares que serão pesquisadas são 'Arbequina', 'Picual' e 'Coratina'. O estudo tem como propósito auxiliar pesquisadores e produtores.

Desta forma, este estudo tem a finalidade de avaliar e atualizar a influência de reguladores do crescimento na propagação de oliveiras, focando no uso de AIB, em diferentes concentrações, em estacas das cultivares 'Arbequina', 'Picual' e 'Coratina' e auxiliar pesquisadores e produtores focados no cultivo.

3.3 Objetivo

Avaliar a influência de diferentes concentrações de AIB em estacas de três cultivares de oliveira, produzidas em quatro épocas do ano no campus experimental da UFPel, na cidade do Capão do Leão, Rio Grande do Sul.

3.3.1 Objetivos específicos

- Quantificar as taxas de sobrevivência, formação de calos e enraizamento;
- Quantificar número de raízes por estaca;
- Medir comprimento médio das três maiores raízes;
- Estimar o comprimento da maior raiz;
- Determinar as melhores épocas para indução radicular dentro dos tratamentos;
- Determinar as melhores concentrações de AIB por época de coleta;
- Comparar resultados.

3.4 Hipótese

A aplicação do regulador de crescimento AIB em estacas de oliveira promoverá melhores resultados as variáveis estudadas.

3.5 Meta

Aumentar a quantidade de mudas enraizadas por estaquia na região.

3.5.1 Metas específicas

- Definir se o tratamento com ácido indolbutírico mostra eficaz, executável e viável;
- Determinar tratamentos e épocas com maior potencial de propagação;
- Tornar este estudo uma fonte de consulta para futuras pesquisas que visem uma melhor compreensão da estaquia de plantas frutíferas, agregando-se a possibilidade de manipular e controlar tais processos.

3.6 Referencial teórico

A oliveira (*Olea europaea* L.) pertence à família botânica Oleaceae, apresentando espécies distribuídas por regiões tropicais e temperadas. Dentro do

gênero *Olea* estão as oliveiras cultivadas e as oliveiras silvestres (RAPOPORT, 2004; RIBEIRO, 2010). As plantas desta família são árvores e arbustos, podendo apresentar espécies de hábito trepador e produzem azeitonas para consumo in natura e produção de óleos essenciais, a partir de suas flores ou frutos (RAPOPORT, 2004). A oliveira é uma árvore de tamanho médio e formato arredondado cujas características como porte, densidade da copa e distância dos entrenós variam de acordo com a variedade e condições de cultivo. Apresenta polimorfismo com duas fases distintas, juvenil e adulta, distinguindo-se 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, folhas mais curtas e grossas e ramos com entrenós mais curtos (RAPAPORT, 2004; CRISOSTO, 2011).

Assim como para outras espécies frutíferas, a propagação vegetativa vem sendo aperfeiçoada e se apresenta como a mais viável para o processo de formação de mudas, mantendo as características genéticas das plantas-matrizes. Os frutos da oliveira possuem sementes viáveis, porém, a reprodução sexual em plantios comerciais gera grande variabilidade das plantas e longo período juvenil (FACHINELLO et al., 1994; HARTMANN; KESTER, 1980). A estaquia é o método de propagação mais utilizado e viável na produção de mudas de oliveira, mantendo as características genéticas das plantas-matrizes, uniformidade fenológica, porte reduzido e precocidade de produção. Utiliza-se o enraizamento de estacas sob nebulização intermitente, em casa de vegetação (OLIVEIRA et al., 2008).

O sistema de multiplicação passa por três fases: enraizamento, com a emissão de raízes adventícias na base das estacas; aclimação, promovendo a funcionalidade do sistema radicular obtido na primeira fase e; formação das mudas em viveiro para ter plantas em sacolas formadas com um caule ou tronco (CABALLERO, 1981; OLIVEIRA, 2001; SOARES; LIMA; CRISÓSTOMO, 2007).

Alguns fatores podem afetar a produção de mudas de oliveira pelo enraizamento de estacas, classificados em endógenos ou exógenos. O primeiro se refere às condições fisiológicas e idade da planta-matriz, época de coleta da estaca, potencial genético de enraizamento, sanidade, balanço hormonal, oxidação de compostos fenólicos e posição da estaca no ramo. O segundo, a temperatura, umidade, luz e substrato (FACHINELLO et al., 1994). A época do ano de coleta das

estacas influencia significativamente no enraizamento e fator importante para determinar o sucesso da propagação pelas variações hormonais da planta. O estado nutricional também possui importância para o sucesso do enraizamento e formação do sistema radicular. Reservas maiores de carboidratos da planta matriz estão relacionadas com maior sobrevivência e enraizamento de estacas (FACHINELLO et al., 1994, FONTANAZZA; RUGINI, 1977; HARTMANN et al., 2002).

As auxinas são hormônios vegetais importantes presentes na planta e fator determinante para enraizar, pois são responsáveis pela dominância apical e crescimento vegetal, através do alongamento celular, promovendo também o crescimento de raízes e caules pelo alongamento das células recém-formadas nos meristemas (CABALLERO; DEL RIO, 2004). O ácido indolacético (AIA) é a auxina natural amplamente encontrada nas plantas, mas apresenta fotossensibilidade, sendo pouco utilizada em comparação às auxinas sintéticas. Para atender a deficiência de auxinas, utilizam-se substâncias reguladoras de crescimento na base da estaca capazes de maximizar o enraizamento, acelerar a iniciação e número de raízes e aumentar a uniformidade do enraizamento (HARTMANN; KESTER, 1980). Ocorre a translocação de carboidratos para a área tratada, aumentando a taxa de respiração e transformações nos carboidratos e compostos nitrogenados orgânicos (FERRI, 1997). O ácido indolbutírico (AIB) é a auxina sintética mais utilizada em trabalhos de propagação vegetativa pelo método de estaquia, por apresentar características positivas como maior eficiência, menor mobilidade, menor fotossensibilidade, maior estabilidade química na planta e imune a ação biológica. O tratamento é feito por imersão da base das estacas em solução hidroalcoólica, com diferentes concentrações e períodos que podem variar, sendo rápidas em altas concentrações ou lentas em baixas concentrações.

Para avaliar o sucesso dos tratamentos na estaquia se estima, entre outros fatores, a sobrevivência e o enraizamento dos cortes. Estudos demonstraram elevada taxa de sobrevivência de estacas, em experimentos com AIB. Porém as mesmas permaneceram vivas, mas não enraizaram. Sugerindo novos estudos para testar outras concentrações de AIB para promover, além da sobrevivência, o desenvolvimento radicular (PIO et al., 2005). A sobrevivência das estacas tratadas com altas concentrações de AIB pode estar diretamente ligada à capacidade do regulador de crescimento em estimular a geração de raízes adventícias. As raízes

adventícias promovem a absorção de nutrientes e minerais do solo, o que colabora para a sobrevivência das estacas (JAN, 2015). Em estudos realizados por PENSO et al., (2016), observou-se a sobrevivência máxima, próxima a totalidade, quando a estaquia ocorreu nas épocas de junho (inverno), setembro (primavera) e março (outono), com ou sem o tratamento de AIB, com o requisito de haver pelo menos um par de folhas. Em junho, foi a única época que apresentou percentagens satisfatórias de sobrevivência, acima de 60%, na ausência de folhas. Este comportamento pode estar ligado ao fato das plantas matrizes se encontrarem em estado vegetativo paralisado nesta época e, devido a isto, com alta concentração de reservas nos tecidos.

Em dezembro (verão), a utilização da concentração de 3.000 mg.L^{-1} em estacas sem folhas promoveu maior sobrevivência. No entanto, nas demais épocas (setembro e março) os tratamentos que ocorreram na ausência de folhas foram prejudiciais, apresentando menos de 10% de sobrevivência (PENSO et al., 2016). Evidências para o envolvimento de AIB no desenvolvimento de raízes adventícias foram relatadas em outras culturas por Wang et al. (2003). Chhun et al. (2003 e 2004) observaram que a utilização de AIB é vantajosa em comparação ao AIA pois é capaz de induzir raízes adventícias, numa proporção de concentração 20 vezes menor obtendo respostas semelhantes.

Em estudos realizados puderam observar os efeitos do uso de AIB em oliveiras. Cerca de 50% no enraizamento de estacas de oliveira foram verificados por Dutra et al. (2004) em estacas de 'Grapollo', utilizando AIB na concentração de 2.000 mg.L^{-1} . Pio et al. (2005) utilizando diferentes concentrações de AIB demonstrou que este promoveu influência apenas ao sistema radicular e a concentração de 2.000 mg.L^{-1} proporcionou maior enraizamento, enquanto que a concentração de 3.000 mg.L^{-1} em estacas com dois pares de folhas promoveu melhores resultados para número de raízes por estacas e comprimento médio das raízes. Oliveira (2003) verificou aumento no número de raízes por estaca conforme aumento das concentrações de AIB.

Oliveira et al. (2009) e Inocente et al. (2018) também verificaram estímulo de crescimento do número de raízes como aumento da concentração de AIB para 3.000 mg.L^{-1} . Silva et al. (2012) observaram efeito significativo na interação cultivares x épocas de estaquia para a porcentagem de estacas enraizadas e com

calos e número médio de raízes por estaca utilizando concentração de 3.000 mg.L⁻¹. Em abril, algumas cultivares obtiveram maior porcentagem de enraizamento com média de 73%, enquanto que nas estacas coletadas em agosto, o grupo com maior porcentagem de enraizamento proporcionou média de até 57% de enraizamento.

3.7 Material e métodos

O experimento será conduzido em casa de vegetação, no município do Capão do Leão, Rio Grande do Sul (RS), na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM/UFPel) localizado a 31° 48' 13" S e 50° 24' 54" O, com altitude média de 21 metros. As plantas matrizes com cerca de sete anos de idade serão organizadas em fileiras com 25 unidades, com espaçamento de 7,0 metros entre filas por 6,0 metros entre plantas.

Para realização do experimento serão coletadas estacas de cada uma das três cultivares 'Arbequina', 'Picual' e 'Coratina'. As coletas ocorrerão ao final dos meses de junho (inverno), setembro (primavera), dezembro (verão) de 2020 e março (outono) de 2021. Os cortes, padronizados em 12 centímetros de comprimento e dois pares de folhas, realizados com auxílio de bisturi, serão efetuados através de duas lesões na base das estacas, como forma de aumentar a exposição do tecido vegetal ao produto. O experimento será realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com três cultivares, quatro tratamentos, quatro repetições e doze unidades experimentais para cada cultivar, totalizando 576 estacas para cada época. Após a coleta, as estacas serão dispostas em recipiente com água para evitar a desidratação. Os tratamentos ocorrerão por imersão rápida (10 segundos) da base das estacas em AIB dissolvido em álcool (50% álcool e 50% água destilada) nas concentrações de 0 mg.L⁻¹, 1.000 mg.L⁻¹, 2.000 mg.L⁻¹, 3.000 mg.L⁻¹.

Após a preparação das estacas, estas serão dispostas em parcelas com substrato vermiculita expandida de granulometria média, levadas para casa de vegetação e mantidas sob irrigação por sistema de nebulização intermitente.

Decorrido o período de 120 dias em casa de vegetação as estacas serão removidas das parcelas para avaliação e análise dos parâmetros: sobrevivência, enraizamento, formação de calos, número de raízes, comprimento de raízes e comprimento da maior raiz. Por fim, por meio dos dados coletados, serão realizadas as análises estatísticas utilizando o programa estatístico R (R CORE TEAM, 2021).

A análise de variância (ANOVA) realizada pelo teste F e quando significativas as médias serão submetidas a Teste de Tukey a 5% e à regressão polinomial.

3.8 Orçamento

Item	Unidade	Quantidade	Preço
Ácido indolbutírico	G	24	R\$542,40
Vermiculita expandida	Un	4	R\$256,00
Bandejas	Un	20	R\$500,00
Combustível	L	500	R\$ 2450,00
Régua graduada	Un	1	R\$10,00
Impressões	-	-	R\$300,00
Encadernações	-	-	R\$200,00
Divulgação resultados	-	-	R\$500,00
Material bibliográfico	-	-	R\$250,00
TOTAL	-	-	R\$ 5008,40

3.9 Cronograma

ETAPAS/ANO	MESES											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2020												
Revisão bibliográfica	x	X	x	X	x	x	X	x	x	x	x	X
Elaboração do projeto							X	x	x	x	x	X
Definição dos tratamentos			x	X	x							
Aplicações 'Arbequina'						x			x			X
Aplicações 'Picual'						x			x			X
Aplicações 'Coratina'						x			x			X
Avaliação 'Arbequina'												
Avaliação 'Picual'										x		
Avaliação 'Coratina'										x		

2021	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Aplicações 'Arbequina'			x									
Aplicações 'Picual'			x									
Aplicações 'Coratina'			x									
Avaliação 'Arbequina'	x			X			X					
Avaliação 'Picual'	x			X			X					
Avaliação 'Coratina'	x			X			X					
Revisão bibliográfica	x	X	x	X	x	x	X	x	x	x	x	X
Analises estatísticas						x	X	x	x	x	x	
2022	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Redação	x	X	x	X	x	x	X	x	x	x	x	X
Defesa/publicação				X								

3.10 Equipe

- Paulo Celso de Mello Farias, Eng. Agr. Dr., orientador, professor do Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (UFPeI).
- Vagner Brasil Costa, Eng. Agr. Dr. coorientador, professor do Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (UFPeI).
- Mateus da Silveira Pasa, Eng. Agr. Dr. coorientador, professor do Departamento de Ciências e Tecnologia de Sementes (UFPeI).

4. RELATÓRIO DE CAMPO

O projeto de pesquisa primeiramente consistiria em realizar aplicações de citocininas com o produto thidiazuron em árvores de oliveira na época de floração, com o objetivo de avaliar a frutificação, sob a hipótese de que este regulador de crescimento incrementaria ganhos a produção de azeitonas. O mesmo seria realizado em um pomar comercial na cidade de Candiota, RS, no ano de 2019.

Porém, ocorreu um ano improdutivo no pomar de oliveiras que alterou a produtividade negativamente, tendo pouca produção e, especificamente nas árvores demarcadas, houve baixa ou quase nenhuma produção. Dessa forma, o projeto foi alterado para que pudesse ocorrer na Universidade e assim ser realizado dentro do período do mestrado.

O projeto de pesquisa foi executado no período compreendido entre 2019 e 2021, em casa de vegetação situada no município de Capão do Leão, RS. Os resultados foram relatados neste trabalho.

O pomar onde foram coletadas as estacas possui cerca de 7 anos, composto por 225 plantas de três cultivares de oliveira (Arbequina, Coratina e Picual), sendo cerca de 75 plantas de cada, com espaçamento entre linhas de 7,0 m e entre plantas de 6,0 m. A cobertura do solo é composta por vegetação natural e pela palha residual dos procedimentos de roçada.

A escolha das árvores componentes do estudo foi realizada de forma aleatória, devido à limitação quantitativa de plantas matrizes.

As datas escolhidas para a confecção das estacas e indução radicular foram as que coincidiram com o início das estações. Os dias variaram entre 22 e 25 dos meses de junho, setembro, dezembro e março, coincidindo com o início das estações do inverno, primavera, verão e outono, respectivamente. As concentrações para os tratamentos de AIB foram feitas com mistura de 50% de álcool e 50% de água destilada realizadas sempre com no máximo três dias de antecedência e guardadas em geladeira com papel alumínio para evitar degradação do produto.

Em junho de 2020 os tratamentos com AIB foram realizados em 576 estacas de oliveira, sendo 192 da 'Arbequina', 192 da 'Coratina' e 192 da 'Picual'. Após a confecção das estacas, as mesmas foram imersas em solução de AIB e colocadas em bandejas de isopor com 72 parcelas. As bandejas foram levadas para casa de vegetação e irrigadas por nebulização.

Decorridos 120 dias as estacas foram retiradas para avaliação. Foi

contabilizado o número de estacas mortas para dimensionar a sobrevivência, estacas com formação de calos, estacas enraizadas, número de raízes, comprimento de raízes e comprimento da maior raiz. O comprimento de raízes foi feito com régua graduada.

Figura 1. Pomar experimental de onde as estacas foram retiradas em árvores de oliveira 'Arbequina', 'Picual' e 'Coratina'.



Fonte: Google Earth.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBIN, A.; VILLAMIL, J. Aceite de oliva: tradicional sabor mediterráneo rejuvenecido em terras uruguayas. *El País Agropecuario*, p. 25-28, 2003.

ARGENSON, C.; Régis, S.; Jourdain, J.M.; Vaysse, P. (1999). *L Olivier*. Centre Technique inter professionaldes fruits et legumes, Paris. 204p.

AWAN, A. A.; IGBAL, A.; JAYED, M.; IDRIS, G. Response of olive hard Woodcuttings to different growth media and basal injuries for propagation. *Asian Journal of Plant Sciences*, v. 2, n. 12, p. 883-886, 2003.

BARRANCO, D.; CIMATO, A.; FIORINO, P.; RALLO, L.; TOUZANI, A.; CASTAÑEDA, C.; TRUJILLO, I. Catálogo mundial de variedades de olivo. Consejo Oleícola Internacional, v. 360, 2000.

BARRANCO, D. (2008) — Variedades y patronesll. In: Barranco, D., Fernandez-Escobar, BARRANCO, D.; FERNANDEZ-ESCOBAR, R. *El cultivo Del olivo*. 6. ed. Madrid: Mundi-prensa, 2008.

BARRANCO N., DIEGO; FERNANDEZ ESCOBAR, R.; RALLO R., L.U.I.S. *El cultivo Del olivo* 7ª ed. Mundi-Prensa Libros, p. 89, 2017.

BASTOS, D. C.; FILHO, J. A. S.; LIBARDI, M. N.; PIO, R. Estiolamento, incisão na base da estaca e uso do ácido indol butírico na propagação da caramboleira por estacas lenhosas. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 33, n. 1 p. 313 - 318, jan./fev., 2009.

BIASI, L. A. Emprego do estiolamento na propagação de plantas. *Ciência Rural*, Santa Maria, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 309-314, Maio/Agosto, 1996.

BRASIL, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. *Balança do agronegócio-importações brasileiras em 2008*.

BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. *ComexStat. Exportação e Importação Geral*. Brasília, 2018.

CABALLERO, J. M. Endogenous rooting promoters and inhibitors for olive cultivars (*Olea europaea* L.). *Anales-Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Serie produccion vegetal*, 1979. 217p.

CABALLERO, J. M. Multiplicación Del olivo por estaquilla do semileñoso bajo nebulización. Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, 1981. v. 31, 39p.

CABALLERO, J. M.; DEL RÍO, C. Métodos de multiplicación. In: El cultivo Del olivo. Junta de Andalucía/Mundi-Prensa. 2. ed. Madrid, 1999. p. 91-115.

CABALLERO, J. M.; del RIO, C. Métodos de multiplicación. In: BARRANCO, D.; FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R.; RALLO, L. (Orgs.). El cultivo de olivo. 5º edición. Madrid: Mundi-Prensa, 2004. p. 93-124.

CASTRO, C.; GUERREIRO, M.; CALDEIRA, F.; PINTO, P. Aspectos generales del sector oleícola em Portugal. Fruticultura Profesional, Barcelona, n. 88, p.28–35, 1997.

CHHUN, T., TAKETA, S., TSURUMI, S., ICHII, M. Different behaviour of indole-3-acetic acid and indole-3-butyric acid in stimulating lateral root development in rice (*Oryza sativa* L.). Plant growth regulation, 43(2), 135-143. 2004.

CIMATO, A. Polveredicocco in vivaionei substrati artificiali degli olivi. Informatore Agrario, v. 57, n. 44, p .53-56, 2001.

COMEXSTAT. Importação e Exportação Geral. 2020. Disponível em: Acesso em: 02 abr. 2022.

COSTA, L. T. Desempenho competitivo da cadeia produtiva do azeite de oliva extravirgem no Rio Grande do Sul. (Dissertação de Mestrado em Agronegócios). Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre/RS, 2019. 97p.

COUTINHO, E. F.; RIBEIRO, F. C.; CAPPELLARO, T. H. Cultivo de oliveira (*Olea europaea* L.). Embrapa Clima Temperado-Sistema de Produção (INFOTECA-E), 2009.

COUTINHO E. F.: aspectos técnicos e cultivo no Sul do Brasil/Enilton Fick Coutinho, editores técnicos. — Brasília, DF: Embrapa, 2015.

CRISOSTO, C., FERGUSON, L.; NANOS, G. Olive (*Olea europaea* L.). In: Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits. Woodhead Publishing. 2001. v. 1, p. 63-87.

CRONQUIST, A.; TAKHTADZHIAN, A. L. Na integrated system of classification of flowering plants. New York: Columbia Univ Press, 1981.

DIAS, R. M. S. L.; FRANCO, E. T. H.; DIAS, C. A. Enraizamento de estacas de diferentes diâmetros em *Plantanus acerifolia*. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 127-136, 1999.

DIRR, M. A. & HEUSER JUNIOR, CW. The Reference Manual of Woody Plant Propagation: From Seed to Tissue Culture. Varsity Press, Inc., Atenas. 1987.

DUTRA, L. F.; OLIVEIRA, A. F.; FRÁGUAS, C. B.; PASQUAL, M. Multiplicação in vitro de oliveira (*Olea europaea* L.). *Ciência e Agrotecnologia*, v. 28, n. 1 p. 220-223, 2004.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. deL. Propagação de plantas frutíferas de clima temperado. 2. ed. Pelotas: UFPel, 1995. 178p.

FACHINELLO, J. C., HOFFMANN, A., NACHTIGAL, J. C., KERSTEN, E. Propagação vegetativa por estaquia. Propagação de plantas frutíferas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 69-109p.

FAO – Food and Agriculture Organization of The United Nation (2014) Pesquisa de produção por países entre os anos de 1993 a 2013.

FAO - Food Agriculture Organization. FAOSTAT. Data Crop. 2020.

FAO – Food and Agriculture Organization. FAOSTAT Statistical Database. Roma: FAO, 2021.

FEIO, M. Clima e agricultura: exigências climáticas das principais culturas e potencialidades agrícolas do nosso clima. Ministério da Agricultura, Pesca e Alimentação, Direcção Geral de Planeamento e Agricultura, Lisboa, 266p. 1991.

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

FILODA, P. F; CHAVES F. C., HOFFMANN, J. F; ROMBALDI, C. V. Olive oil: a review on the identity and quality of olive oils produced in Brazil. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal, 2021, v. 43, n. 3 (e-847)

FONTANAZZA; G.; RUGINI, E. Effect of leaves and buds removal on rooting ability of olive tree cuttings. *Olea*, Cordoba, v. 2, p. 9-28, 1977.

FRANZON, R. C.; CARPENEDO, S.; SILVA, J. C. S. Produção de mudas: principais técnicas utilizadas na propagação de fruteiras. Brasília: EMBRAPA Cerrados, 2010.

GONTIJO, T. C. A.; RAMOS, J. D.; MENDONÇA, V.; PIO, R.; NETO, S. E. A.; CORRÊA, F. L. O. Enraizamento de diferentes tipos de estacas de aceroleira utilizando ácido indolbutírico. *Revista Brasileira Fruticultura*, Jaboticabal - SP, v. 25, n. 2, p. 290-292, Agosto, 2003.

GROMPONE, M. A. & VILLAMIL, J.; Aceites de oliva: de la planta al consumidor. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (1º ed.). 4: 76-89. 2013.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E. Propagacion de plantas, principios y practicas. México: CECSA, 1980. 814p.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. Plant propagation: principles and practices. 7. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 880p.

IBRAOLIVA – Instituto Brasileiro de Olivicultura. Abertura oficial da colheita da oliva será em Caçapava do Sul. 2020. Disponível em: <https://www.ibraoliva.com.br/noticias/detalhe/77/abertura-oficial-dacolheita-da-oliva-sera-em-cacapava-do-sul>. Acesso em: 02 abr. 2022.

INIA, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Aceites de oliva: de la planta al consumidor, v. 1, n. 1, p 61, 2013.

INOCENTE, V. H. H.; NIENOW, A. A.; TRE, Laura. Time of treatment with IBA in Olive cultivars rooting. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 40, 2018.

IOC – International Oliviculture Council. World Olive Oil Figures. 2020. Disponível em: Acesso em: 02 abr. 2022.

JAN, I., SAJID, M., RAB, A., IQBAL, A., KHAN, O., JAMAL, Y., & SHAH, S. T. Effect of various concentrations of in-dole butyric acid (iba) on olive cuttings. 2015.

KHABOU, W. The Effect of Physico-Chemical Characteristics of Substrate on the Cinetic Growth of Young Olive Plants in the Acclimatization Phase: Vegetative

Growth. In: IV International Symposium on Olive Growing. Acta Hort. v. 586. p. 883-886, 2002.

LOUSSERT, R. & Brousse, G. El olivo. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 533pp. 1980.

MEHRI, H.; MHANNA, K.; SOLTANE, A. Root growth of Arbequina cuttings as influenced by organic and inorganic substrates under the conditions of Al-Jouf (KSA). American Journal of Plant Physiology, v. 8, n. 2, p. 74-83, 2013.

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.

MILHEIRO, A. V. A Cultura da Oliveira em Portugal. Gazeta das Aldeias, 1992.

OLIVEIRA, A. F. Enraizamento de estacas semilenhosas e cultura de embriões in vitro de oliveira (*Olea europaea* L.). 2001. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Lavras. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/cagro/a/SwP8q8v37YDwz8Mft8fGZnq/?lang=pt&format=pdf>> Acesso em: 23 ago. 2021.

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

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

OLIVEIRA, A. F.; VIEIRA NETO, J.; ALVARENGA, A. A.; MESQUITA, H. A.; GONÇALVES, E. D. Propagação da oliveira por enraizamento de estacas semilenhosas. Belo Horizonte: EPAMIG, 2008. 48p.

OLIVEIRA, A. F. D.; CHALFUN, N. N. J.; ALVARENGA, Â. A.; VIEIRA NETO, J.; PIO, R.; OLIVEIRA, D. L. D. Rooted stem cutting of the olive tree in different times, substrates and doses of IBA diluted in NaOH and alcohol. Ciência e Agrotecnologia, v. 33, n. 1, p. 79-85, 2009.

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. 137p.

PEIXE, A.; RAPOSO, A.; LOURENÇO, R.; CARDOSO, H; MACEDO, E. Coconut Water and BAP successfully replaced zeatinin olive (*Olea europaea* L.) micropropagation. *Scientia Horticulturae*, v. 113, n. 1, p. 1-7, 2007.

PENSO, G. A.; SACHET, M. R.; MARO, L. A. C.; PATTO, L. S.; CITADIN, I. Propagação de oliveira 'Koroneiki' pelo método de estaquia em diferentes épocas, concentrações de AIB e presença de folhas. *Revista Ceres*, v. 63, p. 355-360, 2016.

PETRUCCELLI, R., MICHELI, M., PROIETTI, P., GANINO, T. Moltiplicazione dell'olivo e vivaismo olivicolo in Italia. *Italus Hortus*, 19(1), 3-22, 2012.

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 ácido indolbutírico. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 29, n. 3, p. 562-567, 2005.

PRATI, P.; MOURÃO FILHO, F. A. A.; DIAS, C. T. S.; SCARPARE FILHO, J. A. S. Estaquia semilenhosa: um método rápido e alternativo para a produção de mudas de lima ácida 'tahiti'. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 56, n. 1, p. 1-8, 1999.

PRÓ-OLIVA. Políticas Públicas para Olivicultura no Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/pro-oliva>. Acesso em: 7 maio 2022.

QUEIROZ, H. T. S. Produção de mudas de manjeriço sob diferentes concentrações e tipos de substrato. 2016. 27 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia), Universidade de Brasília, Brasília, 2016. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/14916> Acesso em: 9 set. 2021.

RALLO, L. El cultivo Del olivo. Junta de Andalucía e Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 6ª edição, pp. 63-92. RALLO, L. Barranco, D.; Fernandez-Escóbar, R. El cultivo del olivo. Ediciones Mundi Prensa, Madrid, 3ª edição, 701p. 1999.

RALLO, L.; DEL RIO, C. Effect of a CO2 enriched enviroment on the rooting ability and carbohydrate level of olive cuttings. *Advances in Horticultural Science*, New York, v. 4, n. 2, p. 129-130, 1990.

RAY, N. B.; LAM, N. T.; LUC, R.; BONVINO, N. P.; KARAGIANNIS, T. C. Cellular and molecular effects of bioactive phenolic compounds in olives and olive oil. In: Olive and olive oil bioactive constituents. AOCS Press, 2015. p. 53-91.

RAPOPORT, H. F. Botánica y morfología. En: D. Barranco et al. (ed.). El cultivo del olivo. Mundi-prensa, Junta de Andalucía, España. 37-60p. 2004.

RIBEIRO, F. C. Estaquia e enxertia de garfagem em oliveira. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS, 2010.

SANTOS, J. F. El contexto de la olivicultura, La producción y el consumo de aceite de oliva en el mundo. Metodología Del análisis sectorial em el sistema agroalimentario aplicada al subsector oleícola catalán: Evaluación de La competitividad, el progreso tecnológico y La eficiencia económica empresarial. Lleida: Universitat de Lleida, p. 295-319, 2002.

SILVA, L. F. O.; OLIVEIRA, A. F.; 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.

SILVA, P. N. L.; COSTA, E.; FERREIRA, A. F. A.; SILVA, A. C. R.; GOMES, V. A. Enraizamento de estacas de aceroleira: efeitos de recipientes e substratos. Revista Agrarian, Dourados, v. 3, n. 8, p. 126-132, 2010.

SOARES, I.; LIMA, S. C.; CRISÓSTOMO, L. A. Crescimento e composição mineral de mudas de gravioleira em resposta a doses de fósforo. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 38, n. 4, p. 343-349, 2007.

TAPIA, F., G. A. ICABUCHE y M. ASTORGA — Plantación II. 2003

TEAM, R. C. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, 2021.

TITON, M.; XAVIER, A.; OTONI, W. C.; REIS, G. G. Efeito do AIB no enraizamento de miniestacas e microestacas de clones de Eucalyptus grandis W. Hill ex Maiden. Revista Árvore, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 1-7, jan./fev. 2003.

TOMBESI, A. y S. TOMBESI. — Plantación Del olivar II. Técnicas de producción en olivicultura II (1ª ed.) Madrid. COI. 17-40. 2007.

TOUS, J., Romero, A. & Plana, J. Comportamiento agronómico y comercial de cinco variedades de olivo en Tarragona. Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg., 13 (1-2): 97- 109. 1998.

VIEIRA, Bibiana Nogueira. Manejo em um olival comercial e produção de azeite de oliva extravirgem. 2019.

VOSSSEN, P. Olive oil: history, production, and characteristics of the world's classic oils. Hort Science, v. 42, n. 5, p. 1093-1100, 2007.

WANG, S., TAKETA, S., ICHII, M., XU, L., XIA, K., & ZHOU, X. Lateral root formation in rice (*Oryza sativa* L.): differential effects of indole-3-acetic acid and indole-3-butyric acid. Plant growth regulation, 41 (1), 41-47, 2003.

ARTIGO

Ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de oliveira coletadas em diferentes épocas.

Resumo — A estaquia é um método de propagação muito utilizado nas frutíferas. Sua viabilidade depende da capacidade de formação de raízes adventícias de cada espécie, contudo, é necessário estudar as diferentes características desse processo como sobrevivência, enraizamento, formação de calos, número de raízes, comprimento de raízes e comprimento da maior raiz. No presente trabalho objetivou-se avaliar a resposta propagativa de estacas de oliveira coletadas em diferentes épocas do ano, sob tratamentos com diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB) dentro de cada época padronizadas para coincidir com as quatro estações do ano. As cultivares utilizadas foram 'Arbequina', 'Coratina' e 'Picual' e as concentrações de AIB foram 0 mg.L⁻¹, 1.000 mg.L⁻¹, 2.000 mg.L⁻¹, 3.000 mg.L⁻¹. Foram coletados ramos da porção mediana das plantas matrizes localizadas no campo experimental da Palma, no município do Capão do Leão-RS, e preparadas as estacas com, aproximadamente, 12 cm de comprimento, mantendo na região apical quatro folhas. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 4 x 4 x 4 (três cultivares, quatro épocas, quatro concentrações de AIB com quatro repetições) utilizando 12 unidades amostrais. O experimento foi conduzido em casa de vegetação e as avaliações foram realizadas 120 dias após a estaquia de cada época de coleta. Observou-se nas condições do presente trabalho que há variação entre as épocas de coleta e os tratamentos de AIB nas estacas de oliveira. Os estudos correspondentes aos tratamentos realizados nas épocas de estaquia destacaram o inverno e o outono pelos maiores índices de sobrevivência, enraizamento, formação de calos e número de raízes, com exceção da cultivar Arbequina que teve maior número de raízes na primavera. As épocas da primavera e verão, tiveram os melhores índices de comprimento de raízes e comprimento da maior raiz, dentro dos tratamentos estudados. Com relação aos tratamentos de AIB, observou-se que concentrações em torno de 2.000 mg.L⁻¹ foram suficientes para promover melhores resultados para as variáveis estudadas.

Palavras-Chave: *Olea europaea* L., Outono, Primavera, Verão, Inverno, Propagação, Regulador de crescimento.

ARTICLE

Indolebutyric acid in the rooting of olive tree cuttings at different times.

Abstract — Cutting is a propagation method widely used in fruit trees. Its viability depends on the ability to form adventitious roots of each species, however, it is necessary to study the different characteristics of this process such as survival, rooting, callus formation, number of roots, root length and length of the largest root. The present work aimed to evaluate the propagative response of olive cuttings collected at different times of the year, under treatments with different concentrations of indolebutyric acid (IBA) within each season standardized to coincide with the four seasons of the year. The cultivars used were 'Arbequina', 'Coratina' and 'Picual' and the AIB concentrations were 0 mg.L⁻¹, 1,000 mg.L⁻¹, 2,000 mg.L⁻¹, 3,000 mg.L⁻¹. Branches were collected from the middle portion of the parent plants located in the experimental field of Palma, in the municipality of Capão do Leão-RS, and cuttings with approximately 12 cm in length were prepared, maintaining four leaves in the apical region. The design used was completely randomized, in a 3 x 4 x 4 x 4 factorial scheme (three cultivars, four seasons, four concentrations of IBA with four replications) using 12 sampling units. The experiment was carried out in a greenhouse and the evaluations were carried out 120 days after the cutting of each collection period. It was observed in the conditions of the present work that there is variation between the times of collection and the treatments of IBA in the olive tree cuttings. The studies corresponding to the treatments carried out in the cutting seasons highlighted winter and autumn for the highest survival rates, rooting, callus formation and number of roots, with the exception of the Arbequina cultivar, which had the highest number of roots in spring. The spring and summer seasons had the best indices of root length and length of the largest root, within the treatments studied. Regarding the AIB treatments, it was observed that concentrations around 2,000 mg.L⁻¹ were sufficient to promote better results for the variables studied.

Keywords: *Olea europaea* L., Autumn, Spring, Summer, Winter, Propagation, Growth regulator.

1. Introdução

A oliveira (*Olea europaea* L.) é uma árvore frutífera pertencente à família Oleaceae. Nas últimas duas décadas seu cultivo tem aumentado em diversos países da América do Sul, devido à crescente demanda e consumo de seus principais produtos, a azeitona de mesa e o azeite (BODOIRA et al., 2016; TORRES et al., 2017).

O Brasil é um importante país no mercado de azeitonas de mesa e azeite, o segundo e terceiro maior importador desses produtos, respectivamente (IOC, 2012). O aumento do consumo e das importações torna o mercado brasileiro promissor para esta atividade além das condições propícias em certas áreas (MESQUITA et al., 2006; SCHUCH et al., 2019). Apesar do alto consumo desses produtos, o Brasil é totalmente dependente de importações dos mesmos, fator de incentivo aos agricultores nacionais para aumentarem o investimento no setor (VILLA et al., 2017). Os fatores que antecedem a colheita e produção são determinantes para a qualidade final destes produtos, sendo dependente da cultivar escolhida, do manejo, das condições ambientais e genéticas, dentre outros (RALLO et al., 2018). Para a expansão da olivicultura no Brasil, a escolha de cultivares adaptadas é essencial. Dentre estas, a cultivar Arbequina é a mais utilizada na produção de azeite no hemisfério sul (OLIVEIRA et al., 2012) e, no Brasil, uma das mais cultivadas, devido à adaptação ao clima e solo das regiões produtoras. Além disso, é a cultivar preferida pelos produtores europeus para uso em pomares de alta densidade, devido ao baixo vigor, ao alto rendimento — variando entre 16% e 18% - e à qualidade do azeite (WREGGE et al., 2015; SÁNCHEZ-ESTRADA; CUEVAS, 2018).

As mudas de oliveira são produzidas por estaquia, método de propagação extensivamente utilizado e viável, mantendo as características genéticas das plantas matrizes. Entretanto, o grande entrave para a produção de mudas em larga escala é a baixa taxa de enraizamento (OLIVEIRA et al., 2012; SILVA et al., 2012). Para alcançar sucesso na fruticultura é necessário, entre outros fatores, mudas de alta qualidade, sem problemas fitossanitários, que apresentem bom desenvolvimento quando aliadas ao manejo adequado. As técnicas utilizadas para

propagar oliveiras são enxertia e enraizamento de estacas. Esta última é o principal método de propagação da cultura, apresenta menor custo e tempo de obtenção de mudas, além de mais prático, exige mão de obra menos qualificada (CABALLERO; DEL RIO, 1998; INOCENTE, 2018). Mas, para que a técnica seja viável, conforme Fachinello et al. (2005) enfatizam, exige-se que a cultivar apresente alta capacidade de formar raízes, tendo em vista que seu sistema radicular e posterior desenvolvimento na área de produção apresentem boa qualidade. A aplicação exógena de fitorreguladores tem sido uma das técnicas mais estudadas para a melhora do equilíbrio hormonal no enraizamento, onde o ácido indolbutírico (AIB) é a auxina mais utilizada. Diversas pesquisas desenvolvidas para o enraizamento de oliveiras têm utilizado soluções hidroalcoólicas concentradas de AIB (SEBASTIANI et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2009; PEIXES et al., 2011; DENAXA et al., 2012; SILVA et al., 2012).

O enraizamento de estacas semi-lenhosas varia entre as cultivares e alguns fatores podem influenciar na propagação, como a lesão na base da estaca que permitirá aumento da absorção de água e os fitohormônios (FACHINELLO et al., 2005; THAKUR et al., 2016; KOYAMA et al., 2019). A auxina é um fator limitante no enraizamento (KURD et al., 2010), sendo o ácido indolbutírico (AIB) o mais utilizado.

A aplicação pode ser realizada em diferentes vias ou veículos de aplicação, com destaque para a líquida e em pó. O sucesso dependerá da espécie e cultivar (YAMAMOTO et al., 2010). Comumente o tratamento é realizado mergulhando a base da estaca em solução hidroalcoólica nas concentrações de 2.000 a 4.000 mg L⁻¹ por cinco segundos (PENSO et al., 2016), assim como Oliveira et al. (2012), que utilizou 3.000 mg L⁻¹ para o enraizamento de estacas semi-lenhosas promissoras de oliveira para a região da Serra da Mantiqueira, no Brasil. É necessário haver equilíbrio hormonal entre os promotores de crescimento sintéticos e os indutores que possibilitem o aumento do nível de auxina no tecido (KHAJEHPOUR et al., 2014).

Outros fatores também podem afetar o enraizamento, como as condições fisiológicas, a idade da planta mãe, o potencial genético para enraizamento, a

salubridade, a oxidação de compostos fenólicos e a posição da estaca no caule (AHMAD et al., 2014); bem como fatores externos ou exógenos, como temperatura, luz, umidade, substrato e época de colheita da estaca do caule (FACHINELLO et al., 2005).

O objetivo deste trabalho foi avaliar as respostas de sobrevivência, enraizamento, formação de calos, número de raízes, comprimento de raízes e comprimento da maior raiz de estacas de três cultivares de oliveiras em quatro épocas do ano, dentro de cada tratamento de AIB e as respostas, das mesmas, para os diferentes tratamentos dentro de cada época.

2. Material e métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no município do Capão do Leão, Rio Grande do Sul (RS), na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM/UFPel) localizado a 31° 48' 13" S e 50° 24' 54" O, com altitude média de 21 metros. As plantas matrizes com cerca de sete anos de idade foram organizadas em fileiras com 25 unidades, com espaçamento de 7,0 metros entre filas por 6,0 metros entre plantas. Para realização do experimento foram coletadas estacas de cada uma das três cultivares 'Arbequina', 'Picual' e 'Coratina'. As coletas ocorreram ao final dos meses de junho (inverno), setembro (primavera), dezembro (verão) de 2020 e março (outono) de 2021. Os cortes, padronizados em 12 centímetros de comprimento e dois pares de folhas, realizados com auxílio de bisturi, foram efetuados através de duas lesões na base das estacas, como forma de aumentar a exposição do tecido vegetal ao produto.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com três cultivares, quatro tratamentos, quatro repetições e doze unidades experimentais para cada cultivar, totalizando 576 estacas para cada época. Após a coleta, as estacas foram dispostas em recipiente com água para evitar a desidratação. Os tratamentos ocorreram com imersão rápida (10 segundos) da base das estacas em AIB dissolvido em álcool (50% álcool e 50% água destilada) nas concentrações de 0 mg.L⁻¹, 1.000 mg.L⁻¹, 2.000 mg.L⁻¹, 3.000 mg.L⁻¹.

Após a preparação das estacas, estas foram dispostas em parcelas com substrato vermiculita expandida de granulometria média, levadas para casa de vegetação e mantidas sob irrigação por sistema de nebulização intermitente.

Decorrido o período de 120 dias em casa de vegetação as estacas foram removidas das parcelas para avaliação e análise dos parâmetros: sobrevivência, enraizamento, formação de calos, número de raízes, comprimento de raízes e comprimento da maior raiz. Por fim, por meio dos dados coletados foram realizadas as análises estatísticas utilizando o programa estatístico R (R CORE TEAM, 2021). A análise de variância (ANOVA) realizada pelo teste F e quando significativas as médias foram submetidas a Teste de Tukey a 5% e à regressão polinomial.

3. Resultados e discussão

Sobrevivência

Os efeitos da época na sobrevivência das estacas, dentro dos tratamentos estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1: Porcentagem de sobrevivência de estacas de cultivares de oliveira para diferentes épocas do ano. Pelotas, 2020.

Cultivar	Época	0	1000	2000	3000 ^Y
Picual	Inverno	91,7 a	85,4 a	89,6 a	83,3 a
	Primavera	47,2 bc	37,5 c	41,7 b	45,8 b
	Verão	55,5 b	58,3 b	54,2 b	60,4 b
	Outono	30,5 c	47,2 bc	77,6 a	60,4 b
Coratina	Inverno	89,6 a	72,9 a	81,3 a	55,5 b
	Primavera	13,9 b	45,8 b	29,1 b	11,1 c
	Verão	11,1 b	54,2 b	44,4 b	13,9 c
	Outono	75 a	80,5 a	72,9 a	75 a
Arbequina	Inverno	62,5 a	70,8 b	75 a	91,7 a
	Primavera	13,9 b	16,7 c	45,8 b	33,3 b
	Verão	19,4 b	19,4 c	13,9 c	22,2 b
	Outono	64,6 a	88,9 a	86,1 a	77,6 a

* Médias seguidas por letras maiúsculas na coluna, indicam diferenças significativas entre as épocas de coleta, dentro de cada nível de cultivar e dose de AIB, de acordo com o Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^YA análise de regressão para o efeito de dose, dentro de cada época e cultivar, é apresentada na Figura1.

Dentre os tratamentos aplicados às estacas da cultivar Picual, estas sobreviveram entre 83,3% e 91,7% quando foram confeccionadas em junho, época que coincide com o inverno, e foram obtidos resultados semelhantes no início do

outono conciliado com tratamento de 2.000 mg.L⁻¹ de AIB. Nas épocas da primavera e verão a sobrevivência foi pouco significativa diante das demais épocas estudadas (Tabela 1).

Independente do tratamento, a cultivar Coratina alcançou o melhor desempenho para sobrevivência quando as estacas foram coletadas no outono. Na época do inverno, os resultados não diferiram, com exceção do tratamento com 3.000 mg.L⁻¹ que limitou a sobrevivência a 55,5%, sugerindo que concentrações menores são suficientes para se obter melhores taxas de sobrevivência, como apresentado no gráfico das regressões (Figura 1).

A época do outono, na cultivar Arbequina, também proporcionou o melhor desempenho com maiores porcentagens, independente do tratamento. A época de inverno, com exceção do tratamento 1.000 mg.L⁻¹, não diferiu estatisticamente do outono. As cultivares, sem exceção, apresentaram resultados para sobrevivência pouco significativos nas épocas de confecção das estacas na primavera e verão.

Os resultados assemelham-se aos encontrados por Oliveira et al. (2003) que obtiveram 70,5% de sobrevivência para a cultivar Picual no verão com tratamento de 3.000 mg.L⁻¹, próximo aos 60,4% encontrados neste trabalho. No entanto, diferenciam-se dos resultados encontrados para 'Arbequina' com 61,7% de sobrevivência nas mesmas condições, neste trabalho foi obtido 22,2% de sobrevivência.

As respostas para sobrevivência são semelhantes aos resultados obtidos por Penso et al. (2016) que obtiveram sobrevivência superior no inverno e outono. As melhores épocas para estaquia são aquelas que coincidem com o final do fluxo anual de crescimento (LAZAJ et al., 2015).

Na época do inverno, a maior porcentagem de sobrevivência pode se justificar pelo fato de que as plantas matrizes estão em período de dormência, tendo acúmulo de reservas nos tecidos da planta. Nas demais épocas, as folhas são os órgãos que fazem a manutenção da atividade metabólica das estacas. No verão, o crescimento vegetativo se intensifica, mobilizando parte das reservas armazenadas. Este evento acarreta na menor sobrevivência das estacas (FACHINELLO et al., 2005; DENAXA et al., 2012) fato ocorrido nesta pesquisa.

Fanti (2017) relatou baixa taxa de sobrevivência e enraizamento na época da primavera, em pomar comercial, na cidade de Cachoeira do Sul/RS. Fato que, entre outros, pode ter ocorrido pela época da coleta das estacas (FANTI, 2017).

Oliveira et al. (2009) apresentam estudos com época de confecção no outono e no inverno demonstrando melhores porcentagens de enraizamento. Ainda segundo os mesmos autores, o sucesso da estaquia está relacionado ao estágio fenológico em que se encontra a planta. Relataram ainda, em seu trabalho, que a melhor época para coleta e confecção das estacas foi observada no outono. A época permitiu que houvesse tempo suficiente para a recuperação do vigor vegetativo das plantas (FANTI, 2017).

Estas respostas fisiológicas das plantas da cultura da oliveira se devem às auxinas que requerem fontes de carbono para a biossíntese dos ácidos nucleicos e proteínas para a formação radicular. Neste sentido, observa-se que a concentração destes fatores varia de acordo com a época do ano. Nas estações da primavera e do verão em que o crescimento de ramos é ativo, o teor é mais baixo. Entretanto, nas estações do outono e inverno, os ramos maduros e lignificados tendem a apresentar mais carboidratos (FACHINELLO et al., 2005).

Os efeitos dos tratamentos na sobrevivência das estacas, dentro das épocas estão descritos na Figura 1.

Na Figura 1A, observa-se que a cultivar Picual não diferiu entre os tratamentos dentro das épocas do inverno (média 87,5%), primavera (média 43,05%) e verão (média 57,1%). No entanto, observa-se que no inverno foi quando se encontrou os maiores resultados para o fator sobrevivência. Na época do outono, a sobrevivência cresceu à medida que aumentou a concentração de AIB.

A cultivar Coratina, teve sua sobrevivência reduzida à medida em que se aumentou as concentrações de AIB, demonstrando que a cultivar não reagiu bem dentro da época do outono aos tratamentos com AIB (Figura 1B). Nas épocas da primavera e verão os gráficos de regressão demonstraram uma curva polinomial indicando quais concentrações têm as melhores respostas para sobrevivência da 'Coratina'. Na época da primavera o maior índice de sobrevivência de 45,16% ocorreu com 1.700 mg.L^{-1} , e na época do verão o maior índice de sobrevivência

de 50,65% ocorreu com 1.377,5 mg.L⁻¹.

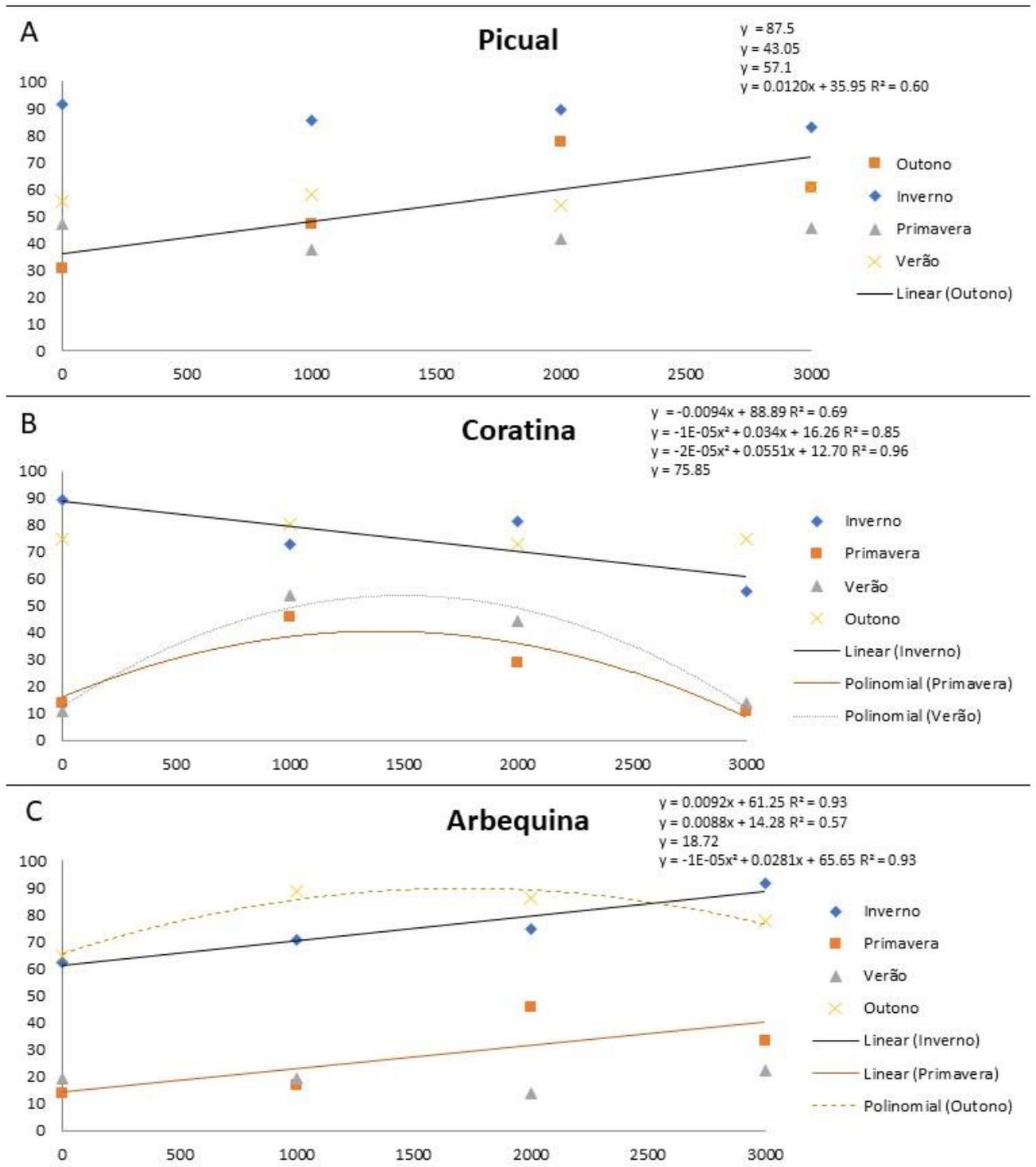


Figura 1. Índice de sobrevivência de ‘Picual’ (A), ‘Coratina’ (B) e ‘Arbequina’ (C) entre os tratamentos. Pelotas, 2020.

No outono, época de destaque pelos melhores resultados, a sobrevivência das estacas da cultivar 'Coratina' não apresentou diferenças entre os tratamentos com média de 75,85% de sobrevivência. Estes resultados são contrários aos encontrados por RAHMAN et al. (2002), que relataram melhores índices de sobrevivência em estacas de 'Coratina' tratadas com 3.000 mg.L⁻¹ de AIB. O acréscimo de sobrevivência no outono, independente do tratamento pode estar relacionado diretamente à esta época do ano, na qual a planta está recuperada e com alta concentração de nutrientes em seus tecidos.

A maior sobrevivência, para a cultivar Arbequina foi nas épocas do inverno e primavera quando os tratamentos foram combinados com maiores concentrações de AIB. Na época do verão não houve diferenças entre os tratamentos com média de 18,72% de sobrevivência. No outono, época que apresenta resultados superiores, a cultivar Arbequina apresentou os resultados mais precisos demonstrados pela curva de regressão, apresentando sobrevivência máxima de 85,39% combinado ao tratamento de 1.405 mg.L⁻¹ de AIB (Figura 1C).

No verão não se recomenda a preparação de estacas, independente da cultivar ou das técnicas utilizadas. Nas estações do inverno e primavera, recomenda-se manter pelo menos um par de folhas, mesmo que ocorra sem tratamento com AIB. No outono, deve-se manter um par de folhas em combinação com tratamento de AIB nas concentrações de 2.000 ou 3.000 mg.L⁻¹ (PENSO et al., 2016). Estes dados corroboram com o presente trabalho quanto às informações sobre a época do verão e inverno. O verão demonstrou ser uma época pouco indicada para coleta e confecção de estacas e na época do inverno recomenda-se a confecção de estacas desde que mantido um par de folhas. Porém, difere quanto à época da primavera, que também demonstrou ser pouco indicada para a estaquia devido ao baixo índice de sobrevivência e no outono a cultivar Coratina não demonstrou diferenças entre os tratamentos. Observou-se que no outono para 'Picual' e 'Arbequina' concentrações entre 1.400 e 3.000 mg.L⁻¹ foram efetivas na manutenção da sobrevivência das estacas.

Enraizamento

Os efeitos da época no enraizamento das estacas, dentro dos tratamentos estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2: Porcentagem de enraizamento de estacas de cultivares de oliveira para diferentes épocas do ano. Pelotas, 2020.

Cultivar	Época	0	1000	2000	3000 ^Y
Picual	inverno	14,6	22,9	30,5 ab	22,9
	primavera	8,3	19,4	12,5 c	8,3
	verão	8,3	16,7	19,4 bc	25
	outono	0	19,4	41,7 a	16,7
Coratina	inverno	8,3	19,4 a	30,6 a	25 a
	primavera	0	16,7 ab	16,7 b	13,9 b
	verão	0	2,1 c	0 c	0 c
	outono	0	8,3 bc	8,3 bc	12,5 b
Arbequina	inverno	12,5	16,7 ab	22,2 b	27,8 a
	primavera	8,33	8,3 b	16,7 b	11,1 b
	verão	8,33	8,3 b	12,5 b	8,3 b
	outono	0	27,1 a	38,9 a	25 a

* Médias seguidas por letras maiúsculas na coluna, indicam diferenças significativas entre as épocas de coleta, dentro de cada nível de cultivar e dose de AIB, de acordo com o Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^YA análise de regressão para o efeito de dose, dentro de cada época e cultivar, é apresentado na Figura 2.

Observa-se que o enraizamento das estacas da cultivar Picual diferiu somente entre as épocas quando o tratamento foi realizado na concentração de 2.000 mg.L⁻¹, tendo o maior enraizamento com 41,7% no outono e, com diferença significativa para o inverno com 30,5%. Na primavera e no verão foram observados índices de enraizamento pouco expressivos, demonstrando a afinidade da cultura aos tratamentos com AIB (Tabela 2).

A cultivar Coratina obteve maior porcentagem de enraizamento no inverno, quando combinada a tratamentos com AIB. Nas demais épocas estudadas foram encontrados índices de enraizamento pouco expressivos, independente do tratamento. O estudo da estaquia na região sul do Rio Grande do Sul é importante para a diversificação dos métodos de propagação, pois, segundo autores, esta é uma cultivar de difícil enraizamento, sendo por vezes utilizada a micropropagação, método tecnificado e caro (RUGINI et al., 2001; MOSTOFA et al., 2018).

Dentre as cultivares de fácil enraizamento está a 'Arbequina' (DENAXA et

al., 2012), observando-se maior porcentagem de enraizamento no outono, quando combinada a tratamentos com AIB, destacando esta época por apresentar maior sobrevivência e enraizamento para a cultivar. No inverno, dependendo do tratamento utilizado, houve bons índices de enraizamento. Nas épocas da primavera e verão não houve resultados superiores, devendo-se avaliar a necessidade de produção de estacas nestas épocas.

O enraizamento dentro das épocas está relacionado ao estágio fenológico da planta matriz, sendo que o mesmo e as condições ambientais alteram o conteúdo de cofatores e acúmulo de inibidores do enraizamento. O fluxo e a mobilização das substâncias de reservas, principalmente carboidratos, são responsáveis pela emissão das raízes (PIO et al., 2007; DANELUZ et al., 2009; HAN et al., 2009; OHLAND et al., 2009).

Nesse caso, a mobilização dos carboidratos na planta matriz está relacionada com o estágio que a planta está e, caso os níveis destes estejam adequados, pode ocorrer o enraizamento. Com o fim da fase produtiva das plantas de oliveira no final do verão e início do outono, logo após esse período elas retomam seu crescimento e produção de assimilados, o que favorece o processo de enraizamento, pois as estacas possuem maior quantidade de substâncias de reserva. No final do inverno, com as temperaturas baixas, as plantas de oliveira diminuem seu metabolismo e as substâncias de reserva são direcionadas ao sistema radicular, diminuindo seu teor nas estacas, o que compromete o processo de enraizamento (SILVA et al., 2012).

Os efeitos dos tratamentos no enraizamento das estacas, dentro das épocas estão descritos na Figura 2.

Na Figura 2A, observa-se que a cultivar Picual não apresentou diferenças entre os tratamentos dentro das épocas do inverno (média 22,72%), primavera (média 12,12%) e verão (média 17,35%). Estes resultados diferem de Villa et al. (2017) que encontraram índices de enraizamento de cerca de 30% utilizando 3.000 mg.L⁻¹ no final da primavera. No outono, época demonstrada neste trabalho com maior potencial de enraizamento, observou-se curva de regressão com máximo enraizamento de 38,71% utilizando a concentração 2.030 mg.L⁻¹ de AIB resultado semelhante ao que Oliveira et al. (2003) encontraram com 3.000 mg.L⁻¹ de AIB.

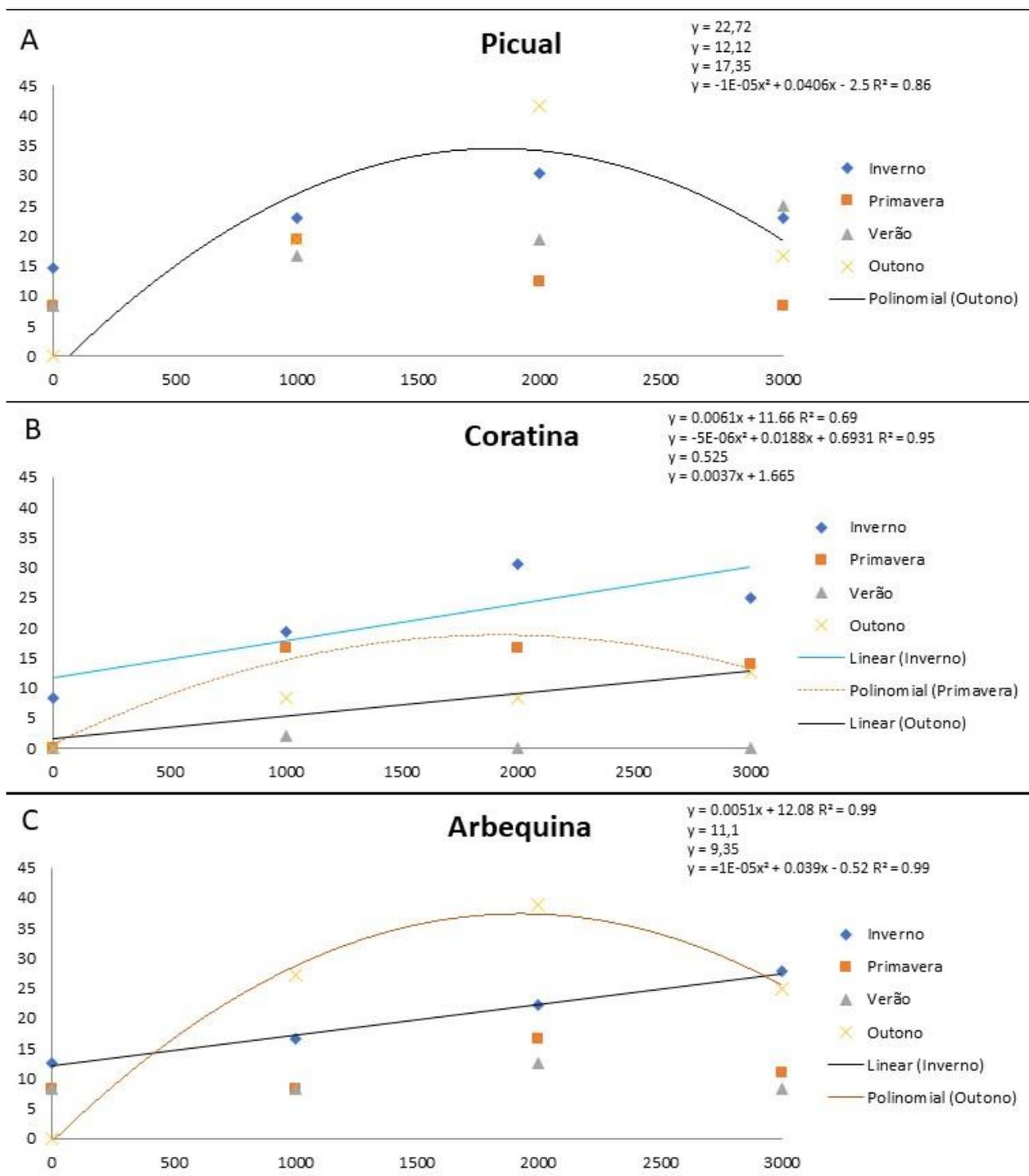


Figura 2. Índice de enraizamento de ‘Picual’ (A), ‘Coratina’ (B) e ‘Arbequina’ (C) entre os tratamentos de AIB. Pelotas, 2020.

Na Figura 2B, correspondente à cultivar Coratina, verifica-se que durante o inverno, época com grande potencial de enraizamento, houve acréscimo linear de enraizamento à medida que se aumentou as concentrações de AIB, sugerindo que

concentrações maiores de AIB do que as estudadas neste trabalho podem induzir a melhores índices de enraizamento dentro da época. Na primavera a curva de regressão demonstrou que para o maior índice de enraizamento dentro da época, ou seja, 18,75%, a concentração de AIB deve ser de 1.880 mg.L⁻¹. No verão não houve diferença significativa, com média de 0,52% de enraizamento entre os tratamentos. No outono, a curva de regressão demonstrou que concentrações maiores que 3.000 mg.L⁻¹ devem induzir maiores índices de enraizamento. Os resultados obtidos no outono e inverno corroboram com Rahman et al. (2002), que encontraram melhores índices de enraizamento em estacas de 'Coratina' tratadas com 3.000 mg.L⁻¹ de AIB.

Observou-se que no inverno a cultivar Arbequina (Figura 2C) apresentou crescente enraizamento na medida em que se aumentou as concentrações de AIB, sugerindo que maiores concentrações induzem ao maior enraizamento desta cultivar na época. Estes resultados indicam que devem ser realizados novos estudos para verificação da ocorrência de maiores índices de enraizamento com concentrações de AIB maiores do que as testadas. Nas épocas da primavera e verão, não houve diferenças significativas com médias de 11,1% e 9,35%, respectivamente. Durante o outono, época com grande potencial de enraizamento para estas condições, observou-se pela curva de regressão que para o maior enraizamento de 37,51% deve-se utilizar a concentração de 1.950 mg.L⁻¹, resultado que difere dos encontrados por Oliveira et al. (2003) que obteve 27,5% de enraizamento com 3.000 mg.L⁻¹.

Para as condições deste trabalho, obteve-se porcentagem de enraizamento máximo das estacas próximo aos 40%. No entanto, nas literaturas pesquisadas para a cultura da oliveira encontram-se porcentagens de enraizamento acima de 70% para tratamentos com AIB em concentração de 3.000 mg L⁻¹, como descrito por Ismaili e Lani (2013). Isto pode decorrer da região onde está localizado o pomar das plantas matrizes, idade das plantas e a nutrição das mesmas ou ainda das condições em que o ensaio foi realizado.

Outros trabalhos também relataram maiores índices de enraizamento em estacas coletadas no outono, tempo após a colheita que permitiu que a planta recuperasse seu vigor vegetativo, e também no inverno. Na pesquisa, relataram

que no outono houve resposta linear crescente de enraizamento, com o aumento das concentrações de AIB, tendo acréscimo no índice de enraizamento, para cada 1.000 mg.L⁻¹ de AIB nos tratamentos. Aplicando 3.000 mg.L⁻¹ de auxina pode alcançar o índice de 31,0% de enraizamento no outono. Durante o período de inverno, o enraizamento teve melhor resposta para concentrações próximas de 2.000 mg.L⁻¹ de AIB (OLIVEIRA et al., 2009). Estes resultados se assemelham quanto às melhores épocas para confecção das estacas. Porém, foram diferentes dos encontrados neste trabalho nas cultivares. A cultivares Picual e Arbequina tiveram melhor enraizamento em concentrações próximas de 2.000 mg.L⁻¹ no outono. A cultivar Coratina teve acréscimo de enraizamento à medida que a concentração aumentou, tendo em 3.000 mg.L⁻¹ seus melhores índices no outono e inverno.

Formação de calos

Os efeitos da época na formação de calos das estacas, dentro dos tratamentos estão descritos na Tabela 3.

Tabela 3: Porcentagem de formação de calos em estacas de cultivares de oliveira para diferentes épocas do ano. Pelotas, 2020.

Cultivar	Época	0	1000	2000	3000
Picual	inverno	36,1 a	25 b	25	27,8 c
	primavera	11,1 b	14,6 bc	25	41,7 b
	verão	16,7 b	41,7 a	22,9	25 c
	outono	11,1 b	11,1 c	35,4	58,3 a
Coratina	inverno	22,9 a	27,1 bc	22,2 c	22,2 b
	primavera	2,1 b	16,7 c	11,1 c	11,1 b
	verão	12,5 ab	31,2 b	36,1 b	12,5 b
	outono	8,3 b	52,8 a	56,2 a	58,3 a
Arbequina	inverno	14,6 a	33,3 a	44,4 a	31,2 a
	primavera	8,33 ab	16,7 b	24,3 bc	8,33 b
	verão	0 b	16,7 b	10,4 c	16,7 b
	outono	16,7 a	47,2 a	35,4 ab	37,5 a

Com relação ao índice de formação de calos apresentados na Tabela 3, a cultivar Picual, foi a que apresentou maior diferença entre os tratamentos. No

inverno, os maiores índices de formação de calos ocorreram no tratamento sem AIB, com até 36%. A época do verão induziu maiores índices de formação de calos quando conciliada com o tratamento de 1.000 mg.L⁻¹ de AIB e, a época do outono, resultou em 58% de formação de calos com concentração de 3.000 mg.L⁻¹.

A cultivar Coratina apresentou níveis mais altos de formação de calos no outono nos tratamentos onde houve aplicação de AIB. Quando não efetuado o tratamento com o indutor de crescimento, obteve-se maior formação de calos no inverno.

A cultivar Arbequina apresentou os maiores índices de formação de calos no inverno e resultados semelhantes ocorreram no outono, com excessão do tratamento com 2.000 mg.L⁻¹ com índices pouco abaixo. Os resultados menos significativos foram observados na primavera e no verão.

O índice de formação de calos é um fator importante ao auxiliar na classificação das cultivares em relação à facilidade ou dificuldade da propagação, pois o mesmo é decorrente da combinação de vários atributos que resultam no enraizamento (PIO et al., 2010). Em alguns casos, na dificuldade da formação radicular, observa-se a formação de calos, pois é o crescimento de forma desordenada de células para cicatrização da base da estaca (HAN et al., 2009). Este fato se deve às diferenciações celulares que podem se desenvolver em raízes adventícias, sendo indicadoras das mesmas. Isto ocorre, pois algumas cultivares – com maior dificuldade de enraizamento – necessitam de um tempo maior para que ocorra o desenvolvimento radicular, ocorrendo, inicialmente, a formação de calos (SILVA et al. 2012). No entanto, há estudos que relatam que a cultivar Arbequina tratada com a concentração de 2.000 mg.L⁻¹ de AIB, pode enraizar sem a formação de calos e, quando há presença dos mesmos, o índice de calos foi pouco significativo (DENAXA et al., 2019)

No presente trabalho, nas cultivares estudadas, os melhores resultados foram encontrados na época do outono, corroborando com os resultados obtidos por Penso et al. (2016) que relataram maiores índices de formação de calos nesta época com ou sem presença de folhas. No entanto, neste trabalho na época da primavera foram observados baixos índices de formação de calos, diferindo quanto aos resultados obtidos pelos mesmos autores, em que relataram maiores

índices nesta época.

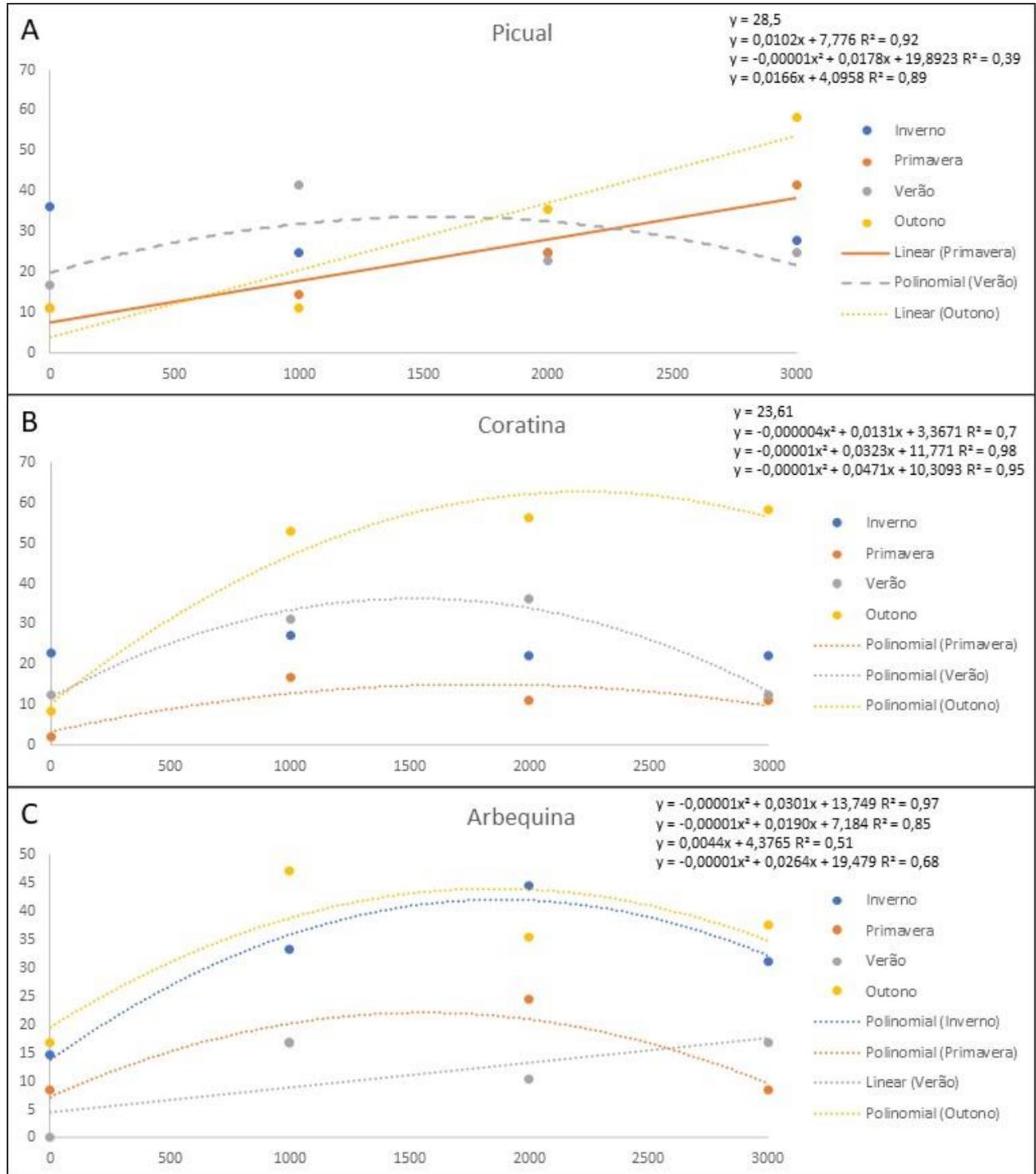


Figura 3. Índice de formação de calos de 'Picual' (A), 'Coratina' (B) e 'Arbequina' (C) entre os tratamentos de AIB. Pelotas, 2020

A Figura 3A, referente à cultivar Picual, apresenta média de 28,5% de

formação de calos no inverno, sem diferenças significativas entre os tratamentos de AIB. Na época da primavera e do outono a regressão linear demonstrou que as concentrações de AIB que estimulam maior formação de calos não foram atingidas, devendo-se estudar maiores concentrações. Este resultado é corroborado por Penso et al. (2016) que encontraram índices mais altos de formação de calos com maiores concentrações de AIB. Na época do verão o gráfico da regressão demonstrou que com a concentração de 890,0 mg.L⁻¹ de AIB é possível alcançar um índice de formação de calos de 27,8%.

Na cultivar Coratina, a única época que não se diferenciou entre os tratamentos foi a do inverno com a média de 23,6% de formação de calos (Figura 3B). Nas demais épocas os resultados foram uniformes e pode-se determinar o maior índice de formação de calos de acordo com a concentração de AIB. Na época da primavera ocorreu a máxima formação de calos de 14,1% com 1.637,5 mg.L⁻¹. No entanto, na época do verão é possível atingir o índice de 37,8% com 1.615 mg.L⁻¹ e na época do outono até 65,8% de formação de calos com a concentração de 2.355 mg.L⁻¹.

O gráfico que representa a época do verão da cultivar Arbequina (Figura 3C) comportou-se de forma linear, demonstrando que concentrações mais altas de AIB induzem a uma maior formação de calos. Na necessidade de formação de calos torna-se necessário estudar maiores concentrações do regulador de crescimento. Nas demais épocas, tanto o inverno como a primavera e o outono, o gráfico demonstrou as melhores concentrações de AIB para a máxima formação de calos. Na época do inverno a maior formação de calos de 36,4% pode ser obtida com a concentração de 1.505 mg.L⁻¹ de AIB. Na época da primavera o maior índice de formação de calos 16,2% pode ser obtido pela concentração de 950,0 mg.L⁻¹ de AIB e na época do outono pode se obter até 36,9% de calos com a concentração de 1.320 mg.L⁻¹.

Os resultados provenientes do gráfico de regressão polinomial apresentou maiores índices de formação de calos com concentrações entre 890 e 2.355 mg.L⁻¹ e certa vantagem diante dos resultados obtidos por Penso et al. (2016), que necessitaram de concentrações maiores para obterem resultados mais satisfatórios.

Número de raízes

Os efeitos da época no número de raízes das estacas, dentro dos tratamentos estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4: Número de raízes em estacas de cultivares de oliveira para diferentes épocas do ano. Pelotas, 2020.

Cultivar	Época	0	1000	2000	3000
Picual	Inverno	1,167	5,79 a	8,287 a	9,031 a
	Primavera	1	2,832 ab	2,75 c	1 c
	Verão	1	3,125 ab	4 bc	7 ab
	Outono	0	1,6 b	6,05 ab	5,5 b
Coratina	Inverno	3 a	1,332	3,085 b	5,125 a
	Primavera	0 b	2,25	5 a	1,89 b
	Verão	0 b	0,5	0 c	0 c
	Outono	0 b	1,5	1 c	2,125 b
Arbequina	Inverno	1 ab	5,125 bc	5,5 b	10,687 a
	Primavera	4,5 a	10 a	17,5 a	6,825 ab
	Verão	5 a	8 ab	5,3 b	1,5 c
	Outono	0 b	3,267 c	2,542 b	4,75 bc

A cultivar Picual (Tabela 4), no tratamento sem concentração de AIB, não demonstrou diferença entre as épocas no tratamento controle em número de raízes. Porém, nos tratamentos com AIB a época do inverno induziu o maior número de raízes variando de 6 a 9 raízes por estaca, dependendo do tratamento. A época com os menores índices de número de raízes foi a primavera.

Na cultivar Coratina o número de raízes, quando o tratamento foi significativo, variou entre 3 a 5 raízes nos tratamentos referentes à época do inverno, com exceção do tratamento 2.000 mg.L⁻¹ no qual houve maior número de raízes na primavera, com 5 raízes por estaca.

Ainda, na cultivar Arbequina, o número máximo de raízes, entre 4 a 17 por estaca, ocorreu quando os tratamentos foram realizados na época da primavera, com exceção do tratamento com 3.000 mg.L⁻¹, que apresentou o maior número - até 11 raízes por estaca - no inverno. O tratamento controle apresentou bons índices para número de raízes quando a estaquia foi realizada nas épocas da primavera e do verão. Estes resultados são superiores aos encontrados por Villa et al. (2017), que estudaram o número de raízes em novembro, mês coincidente com

a primavera, conciliado com 3.000 mg.L⁻¹ de AIB obtendo em média 1,57 de número de raízes para a cultivar Picual e o máximo de 3,11 para outras cultivares estudadas.

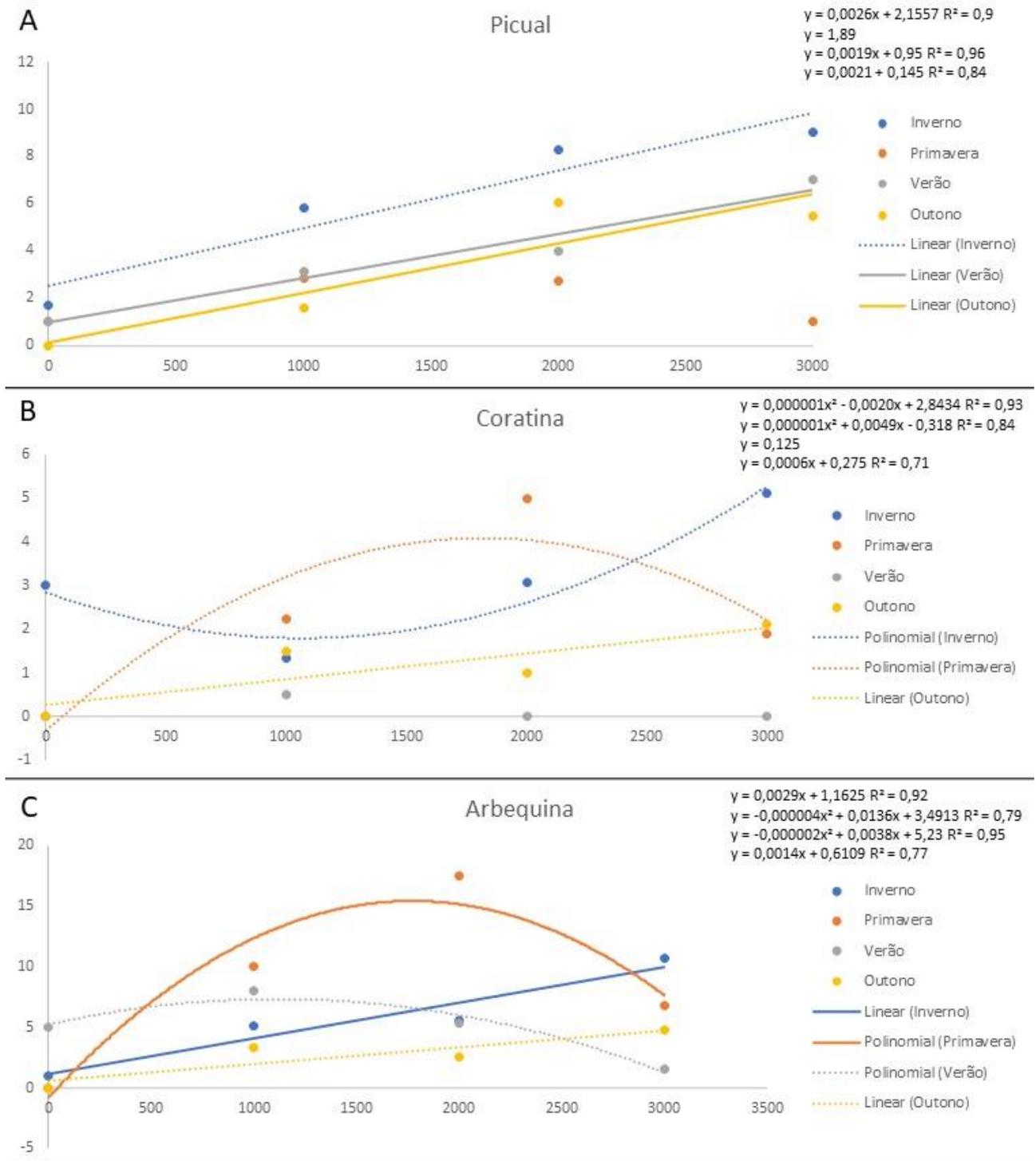


Figura 4. Índice do número de raízes de 'Picual' (A), 'Coratina' (B) e 'Arbequina' (C) entre os tratamentos de AIB. Pelotas, 2020.

Na cultivar Picual, o gráfico demonstrado na Figura 4A mostra que para as épocas do inverno, verão e outono concentrações mais altas de AIB são capazes de induzir maior número de raízes. Sendo assim, são necessários estudos com maiores concentrações deste regulador. Na época da primavera não houve diferenças significativas, com média de 1,89 raiz por estaca. A média desta época assemelha-se ao número de raízes encontrado por Villa et al. (2017), que obtiveram cerca de 1,57 raiz por estaca.

Na cultivar Coratina (Figura 4B) a época do inverno não apresentou resultado significativo, devendo-se realizar novas avaliações. Na época do verão os resultados não diferiram, com média de 0,12 raízes por estaca. No outono o gráfico demonstrou que concentrações mais altas de AIB induzem maior número de raízes e na época da primavera os resultados demonstraram que para obter cerca de 6 raízes por estacas, o tratamento com AIB deve ser de 2.450 mg.L⁻¹.

Na cultivar Arbequina (Figura 4C), as épocas do inverno e outono demonstram que maiores concentrações de AIB induzem ao maior número de raízes nas estacas coletadas nestas épocas. Na época da primavera, para alcançar 15 raízes por estacas, é necessário conciliar o tratamento com a concentração de 1.700 mg.L⁻¹ de AIB. Na época do verão, o maior número de raízes, 7 raízes por estaca é alcançado com 950 mg.L⁻¹. A cultivar Arbequina, neste trabalho, teve resultados superiores aos encontrados por Dalla Rosa et al. (2018), que obtiveram média do número de raízes de 3,7 com a cultivar quando conciliado com 3.000 mg.L⁻¹.

Comprimento de raízes

Os efeitos da época no comprimento de raízes das estacas, dentro dos tratamentos estão descritos na Tabela 5.

O maior índice de comprimento de raízes na cultivar Picual na Tabela 5 variou entre os tratamentos. No tratamento testemunha os melhores índices ocorreram na primavera e no verão com média entre 2,7 a 3,1 cm. No tratamento de 1.000 mg.L⁻¹ de AIB não houve diferenças entre os resultados, porém, o tratamento com 2.000 mg.L⁻¹ obteve o maior comprimento de raízes na primavera, com média de 4,8 cm e, com 3.000 mg.L⁻¹ no verão, com média de 4,9 cm das três maiores raízes.

Tabela 5: Comprimento de raízes em estacas de cultivares de oliveira para diferentes épocas do ano. Pelotas, 2020.

Cultivar	Ép	0	1000	2000	3000
Picual	Inverno	1,597 ab	1,54	2,012 b	0,925 c
	Primavera	2,7 a	2,72	4,81 a	2 bc
	Verão	3,125 a	3,58	3,175 ab	4,935 a
	Outono	0 b	2,54	3,143 ab	3,6 ab
Coratina	Inverno	0,589	0,444 c	1,653 b	1,532 b
	Primavera	0	4,161 a	4,275 a	4,025 a
	Verão	0	0,325 c	0 c	0 c
	Outono	0	1,775 b	2,5 b	1,825 b
Arbequina	Inverno	3,7 a	6,97 a	1,241 b	1,687
	Primavera	4,395 a	1,567 b	3,783 a	3,693
	Verão	3,817 a	3,532 b	3,573 ab	3,75
	Outono	0 b	2,828 b	2,454 ab	2,5

O maior índice de comprimento de raízes na cultivar Coratina, com médias entre 4 e 4,2 cm ocorreu na primavera quando conciliado com tratamento de AIB. O tratamento controle não apresentou diferenças estatísticas, não tendo enraizamento e a média de 0,58 cm ocorreu somente no inverno.

Obteve-se a partir do tratamento controle média de 3,7 a 4,4 cm de comprimento das raízes na cultivar Arbequina, com exceção da época do outono no qual não houve enraizamento e, conseqüentemente, não foi possível calcular a média das três maiores raízes. No tratamento com 1.000 mg.L⁻¹ de AIB obteve-se 7 cm de comprimento médio de raízes no inverno, na concentração de 2.000 mg.L⁻¹ média de 3,8 cm de comprimento na primavera e no tratamento com 3.000 mg.L⁻¹ não houve diferenças estatísticas, com média de 4,2 cm. Villa et al. (2017) obtiveram cerca de 1,68 cm de comprimento de raízes para a cultivar Picual na época da primavera quando conciliado com 3.000 mg.L⁻¹ de AIB. Para outras cultivares obtiveram o índice máximo de 2,17 cm nas mesmas condições. Resultados que diferem negativamente deste trabalho, no qual foi obtido comprimento de raízes maior (4,81 cm) com uma menor concentração de AIB na mesma época.

A cultivar Picual não diferiu entre os tratamentos nas épocas do inverno e do verão, com médias de 1,52 cm e 3,7 cm respectivamente. Na época da primavera o gráfico demonstrou que para o maior comprimento das três maiores raízes de

3,45 cm, o tratamento deve ser conciliado com a concentração de 1.050 mg.L⁻¹ de AIB, índice maior que o encontrado por Villa et al. (2017). Na época do outono, quanto maior foi a concentração de AIB, maior o acréscimo do comprimento médio das raízes (Figura 5A).

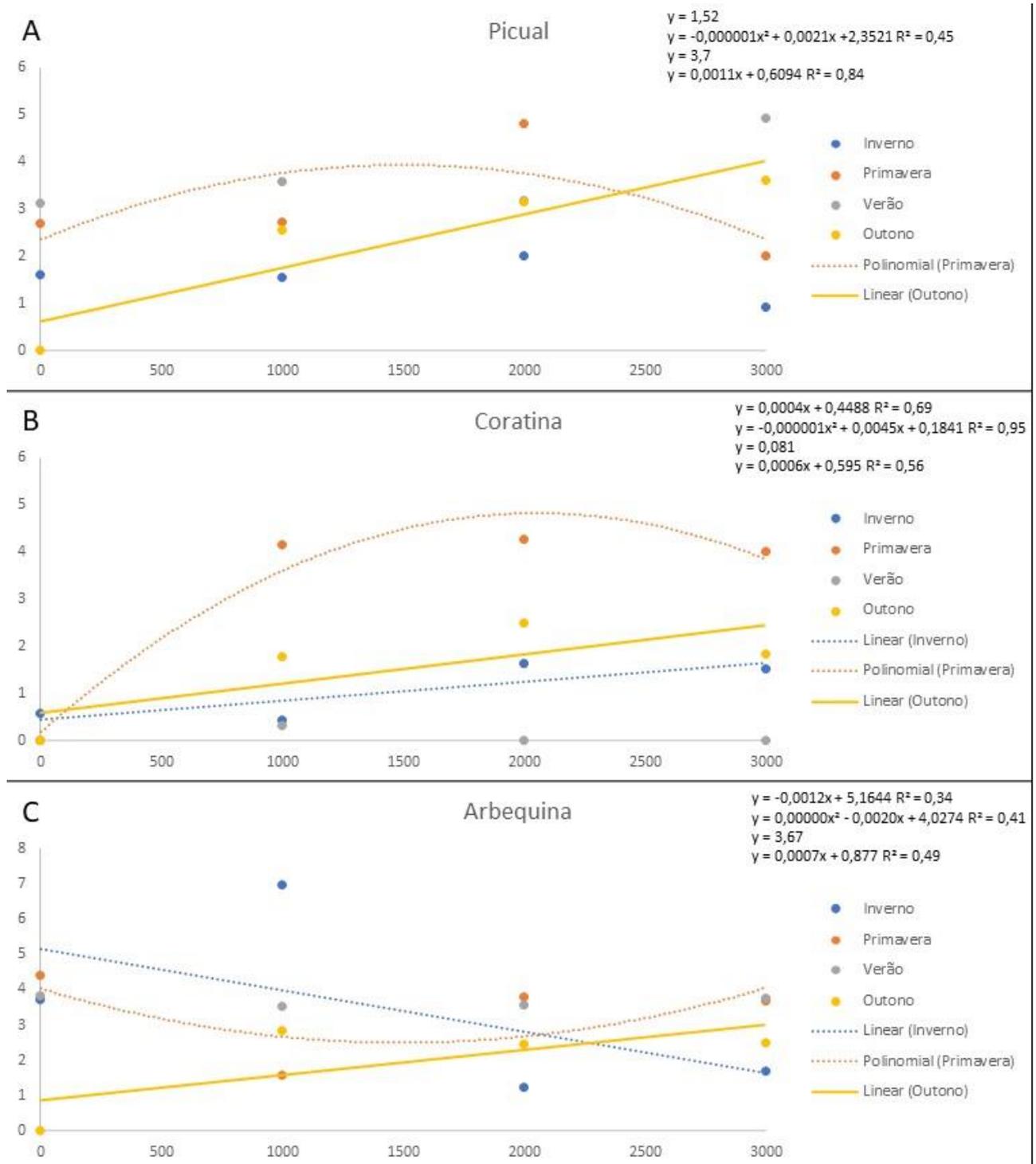


Figura 5. Índice do comprimento de raízes de 'Picual' (A), 'Coratina' (B) e 'Arbequina' (C) entre os tratamentos de AIB. Pelotas, 2020

A cultivar Coratina teve o maior comprimento médio de raízes quando conciliado a maiores concentrações de AIB (Figura 5B). Na época da primavera, o maior comprimento de raízes de 5,25 cm ocorreu com a concentração de 2.250 mg.L⁻¹ de AIB. Na época do verão o comprimento médio das raízes foi de 0,08 cm.

A cultivar Arbequina, na época do inverno, teve o comprimento de raízes comprometido à medida que se acresceu a concentração de AIB, demonstrando que menores concentrações de AIB - ou nenhuma - induziram a maior comprimento de raízes. Na época da primavera o resultado não foi significativo, devendo realizar novos estudos para comprovar os resultados nesta época. Na época do verão o comprimento médio de raízes foi de 3,7 cm. Entretanto, na época do outono maiores concentrações de AIB induziram ao maior comprimento médio de raízes (Figura 3C).

Este trabalho difere dos resultados encontrados por outros autores quanto ao comprimento de raízes para a época da primavera, nas cultivares Picual e Coratina. Pio et al. (2005), por exemplo, obtiveram para o mês de outubro, mês que coincide com a primavera, resultados lineares para o comprimento de raízes demonstrando que maiores concentrações, superiores a 3.000 mg.L⁻¹ de AIB, correspondem a maiores índices de comprimento das raízes com até 10 cm. Porém, superiores aos resultados encontrados por Dalla Rosa et al. (2018) que obtiveram a média do comprimento raízes de 2,62 mm.

Comprimento da maior raíz

Os efeitos da época no comprimento da maior raíz das estacas, dentro dos tratamentos estão descritos na Tabela 6.

O comprimento da maior raíz pode ser observado na Tabela 6 e Figura 6. A cultivar Picual destacou-se no tratamento testemunha nas épocas da primavera (2,7 cm) e verão (3,1 cm) e nas épocas do verão (6,3 cm) e outono (5,1 cm) quando conciliado ao tratamento de 3.000 mg.L⁻¹.

A Cultivar Coratina (Figura 6B) teve o maior índice do comprimento da maior raiz, variando de 4 a 4,7 cm, na época da primavera quando tratada com AIB. Os menores comprimentos de raízes ocorreram na época do verão, com pequenas

médias variando de 0 a 0,32 cm.

Tabela 6: Comprimento da maior raiz em estacas de cultivares de oliveira para diferentes épocas do ano. Pelotas, 2020.

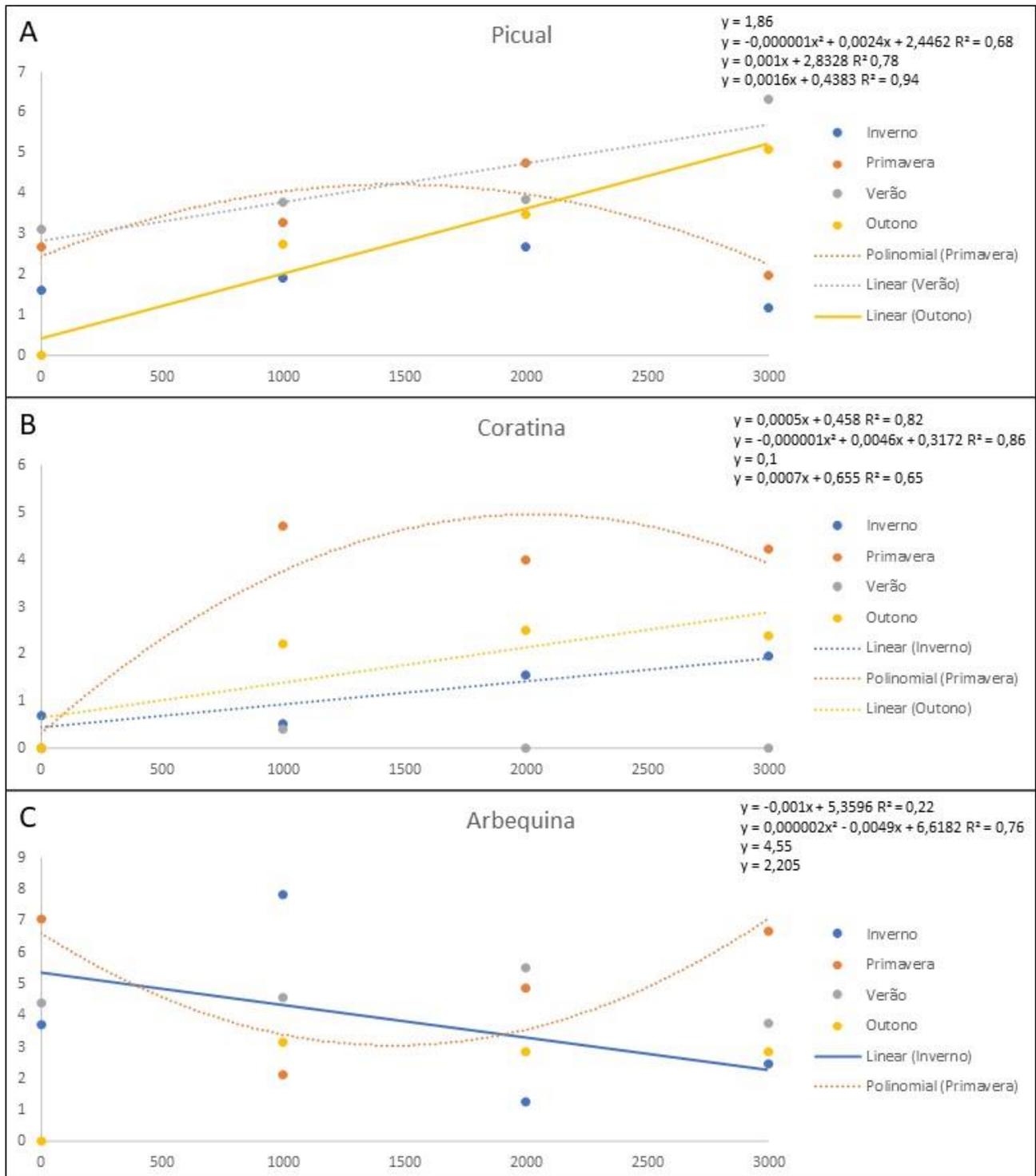
Cultivar	Época	0	1000	2000	3000
Picual	Inverno	1,63 ab	1,933	2,71	1,166 b
	Primavera	2,7 a	3,29	4,75	2 b
	Verão	3,133 a	3,8	3,84	6,322 a
	Outono	0 b	2,76	3,5	5,08 a
Coratina	Inverno	0,7	0,5125 c	1,552 b	1,96 b
	Primavera	0	4,71 a	4 a	4,225 a
	Verão	0	0,4 c	0 c	0 c
	Outono	0	2,2 b	2,5 b	2,375 b
Arbequina	Inverno	3,7 ab	7,83 a	1,275 b	2,452 b
	Primavera	7,05 a	2,1 b	4,85 ab	6,665 a
	Verão	4,4 a	4,55 ab	5,49 a	3,75 ab
	Outono	0 b	3,13 b	2,85 ab	2,84 ab

A cultivar Arbequina teve resultados semelhantes no tratamento testemunha, distinguindo somente na época do outono, no qual não houve nenhum enraizamento. Na época do inverno o tratamento com 1.000 mg.L⁻¹ foi a época de destaque quanto ao comprimento da maior raiz (7,8 cm). No tratamento com 2.000 mg.L⁻¹ a época que se destacou foi o verão (5,5 cm) e a época da primavera foi o tratamento com 3.000 mg.L⁻¹ (6,7 cm).

O comprimento da maior raiz pode ser utilizado como base para a determinação de parâmetros da qualidade das raízes, como utilizado por DIAS et al. (2015), que determinaram como parâmetro “ruim” quando as estacas não enraizaram, “médio” para raiz menor que 10 cm e “bom” para estacas com raiz maior que 10 cm na espécie *Schizolobium amazonicum*.

Os resultados diferem quanto aos obtidos por Fröelich et al. (2020), que encontraram raízes mais longas em torno 2,63 cm no tratamento testemunha e se assemelham, em algumas épocas, com o comprimento da raiz mais longa de 4,13 cm no tratamento com a concentração de 2.000 mg.L⁻¹ de AIB, que foi a concentração máxima estudada pelos autores.

Na cultivar Picual, as épocas do verão e outono tiveram os índices do comprimento da maior raiz acrescidos quando conciliado a maiores concentrações de AIB (Figura 6A). Na época da primavera o comprimento da



maior raiz 3,9 cm foi encontrado com a concentração de 1.200,00 mg.L⁻¹ de AIB.

Figura 6. Índice do comprimento da maior raiz de 'Picual' (A), 'Coratina' (B) e 'Arbequina' (C) entre os tratamentos de AIB. Pelotas, 2020.

No inverno não houve diferenças entre os tratamentos com média de comprimento da maior raiz em 1,86 cm. Na cultivar Coratina (Figura 6A), as

épocas do inverno e outono tiveram o comprimento da maior raiz aumentado quando conciliados com maiores concentrações de AIB. Na primavera o comprimento da maior raiz 5,6 cm ocorreu com a concentração de 2.300 mg.L⁻¹ de AIB. Na época do verão não houve diferenças, com média foi de 0,1 cm.

Na cultivar Arbequina, as épocas do verão e do outono não se diferenciaram entre os tratamentos, com média de 4,5 e 2,2 cm, respectivamente. Na época do inverno o comprimento da maior raiz foi aumentado quando conciliado a maiores concentrações de AIB. Na época da primavera, o comprimento da maior raiz 3,6 cm foi obtido com a concentração de 1.225 mg.L⁻¹ de AIB (Figura 6C).

Frölech et al. (2020), em pesquisas na época que coincide com o outono também estudaram a relação da raiz mais longa e encontraram diferenças significativas quando estas estacas foram tratadas com concentrações de AIB. Estes autores observaram que em certas situações pode-se obter resultados superiores quando conciliados com o tratamento de 1.000 a 2.000 mg.L⁻¹ de AIB em miniestacas de plantas estioladas. Estes resultados são semelhantes aos encontrados neste trabalho, para as cultivares Picual e Coratina que apresentaram raízes mais longas com o acréscimo de AIB, porém difere quanto à cultivar Arbequina que não apresentou diferenças entre os tratamentos de AIB nesta época.

Neste trabalho, não foi estudado a relação do estiolamento, pois apesar das vantagens descritas por Fachinello et al. (2005), outros autores não encontraram diferenças significativas entre plantas estioladas ou não para *O. europaea*.

4. Conclusões

Conclui-se que, para as condições do presente trabalho, existe variação entre as épocas de coleta e os tratamentos de AIB nas estacas de oliveira para os fatores sobrevivência, enraizamento, formação de calos, número de raízes, comprimento de raízes e comprimento da maior raíz.

A partir dos objetivos traçados para avaliar a influência de diferentes concentrações de AIB em estacas de três cultivares de oliveira, em quatro épocas do ano, conclui-se que:

Considerando-se a época de coleta das estacas, as épocas do outono e inverno tiveram os melhores resultados entre os tratamentos para as variáveis sobrevivência, enraizamento, formação de calos e número de raízes, com exceção da 'Arbequina' que teve o maior número de raízes na primavera. As épocas da primavera e verão predominaram entre os tratamentos com maiores índices de comprimentos de raízes e comprimento da maior raíz.

Recomenda-se concentrações próximas a 2.000 mg.L^{-1} , variando de acordo com a cultivar e tratamento, para ser usada no enraizamento de estacas, uma vez que são as que proporcionam maiores índices de formação de raízes. Nas situações no qual não se pode determinar a concentração mais adequada, verifica-se a necessidade de investigar concentrações maiores de AIB, identificando melhores índices de sobrevivência e enraizamento para as condições da presente pesquisa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo com objetivo de atualizar, informar e auxiliar tanto pesquisadores como produtores pôde analisar e constatar a importância do período do ano unido ao uso do ácido indulbutírico (AIB). O AIB é demonstrado na literatura e comprovado no presente trabalho como agente eficaz na indução radicular e na manutenção da sobrevivência em época e concentração adequadas e também nos demais fatores estudados. No entanto, na impossibilidade de poder determinar a concentração mais adequada neste estudo, é necessário investigar níveis superiores de AIB e identificar melhores índices dos fatores nas condições aqui apresentados. Vale ressaltar a importância do conhecimento da fisiologia de cada cultivar e seu comportamento a variações além de relações endógenas entre hormônios, carboidratos e nutrientes para determinar de forma apropriada as respostas dentro das épocas do ano. Com isso, ajustes na capacidade produtiva a partir de técnicas de manejo adequadas, a expansão do setor poderá ter maior sucesso no Brasil.

REFERÊNCIAS

AHMAD, S.; BOSTAN, N.; MUNIR, M.; RABI, F.; REHMAN, J. Effect of different sizes of olive cutting on growth capacity. *Pure and Applied Biology* 3: 92-94, 2014.

BODOIRA, R., TORRES, M., PIERANTOZZI, P., AGUATE, F., TATICCHI, A., SERVILI, M., MAESTRID. Dynamics of Fatty Acids, Tocopherols and Phenolic Compounds Biogenesis During Olive (*Olea europaea* L.) Fruit Ontogeny. *J Am Oil Chem Soc* 93, 1289–1299, 2016.

CABALLERO, J. M.; DEL RÍO, C. Métodos de multiplicación. In: *El cultivo Del olivo*. Junta de Andalucía/Mundi-Prensa. 2. ed. Madrid, 1999. p. 91-115.

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

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

DENAXA, N.K.; ROSSOS, P.A.; VEMMOS, S.N.; FASSEAS, K. Avaliação do efeito de enzimas oxidativas e anatomia do caule no enraizamento adventício de estacas folhosas de *Olea europaea* (L.). *Revista Espanhola de Pesquisa Agropecuária*, Madrid, v.17, n.3, p.1-13, 2019.

DIAS, P. C., DA MATA ATAÍDE, G., XAVIER, A., DE OLIVEIRA, L. S., & DE PAIVA, H. N. (2015). Vegetative propagation of *Schizolobium amazonicum* by cutting. *Cerne*, 21(3), 379-386.

FACHINELLO, J. C., HOFFMANN, A. & NACHTIGAL, J. C. Propagação de plantas frutíferas. Bento Gonçalves, Embrapa Uva e Vinho, 2005.

FANTI, A. D. P. Morfologia de estacas enraizadas de duas cultivares de oliveira. Trabalho de Conclusão de Curso. 2017.

FRÖLECH, D. B., DE BARROS, M. I. L. F., DE ASSIS, A. M., & SCHUCH, M. W. (2020). Etiolation and indolbutyric acid in the *Olea europaea* cv. Maria da Fé minicuttings. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 15(2), 1-4.

INOCENTE, V. H. H.; NIENOW, A. A.; TRE, L. Time of treatment with IBA in Olive cultivars rooting. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 40, 2018.

IOC – International Olive Council. Market newsletter. Madrid: IOC, n. 59, mar. 2012.

ISMAILI, H.; LANI, V. The study of rhizogenesis in the vegetative sprig of the olive (*Olea europaea* L.) through the method of mist propagation. *Albanian Journal of Agricultural Sciences*, v. 12, n. 2, p. 283, 2013.

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, 2009.

KHAJEHPOUR, G.; JAM'EIZADEH, V.; KHAJEHPOUR, N. Effect of different concentrations of IBA (indolebutyric acid) hormone and cutting season on the rooting of the cuttings of olive (*Olea europaea* var. Manzanilla). *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research* 2: 2920-2924, 2014.

LAZAJ, A.; RAMA, P.; VRAPI, H. The interaction with season collection of cuttings, Indol Butyric Acid (IBA) and juvenility factors on root induction in *Olea europaea* L. (Cultivar 'Kalinjot'). *Intl. Refereed J. Eng. Sci*, v. 4, p. 32-38, 2015.

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.

MOSTOFA, R. N., RAWASH, A., ELWAKEEL, H. F., NOAMAN, V. F. In vitro Propagation of Koronaki and Coratina olive cvs. *Arab Universities Journal of Agricultural Sciences*, 26 (Special issue (2C)), 1809-1816, 2018.

OHLAND, T.; PIO, R.; CHAGAS, E. A.; BARBOSA, W.; KOTZ, T. E.; DANELUZ, S. Enraizamento de estacas apicais de figueira 'Roxo de Valinhos' em função de época de coleta e AIB. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 33, p. 74-78, 2009.

OLIVEIRA, A. F. D., PASQUAL, M., CHALFUN, N. N. J., REGINA, M. D. A.,

RINCÓN, C. D. R. Enraizamento de estacas semilenhosas de oliveira sob efeito de diferentes épocas, substratos e concentrações de ácido indolbutírico. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 27, n. 1, p. 117-125, 2003.

OLIVEIRA, M. C. D., NETO, J. V., PIO, R., OLIVEIRA, A. F. D., RAMOS, J. D. Enraizamento de estacas de oliveira submetidas a aplicação de fertilizantes orgânicos e AIB. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 34, p. 337-344, 2009.

OLIVEIRA, M. C. de; RAMOS, J. D.; PIO, R.; SANTOS, V. A. dos; SILVA, F. O. dos R. Enraizamento de estacas em cultivares de oliveiras promissoras para a Serra da Mantiqueira. *Revista Ceres*, Viçosa, MG, v. 59, n. 1, p. 147-150, 2012.

PENSO, G. A.; SACHET, M. R.; MARO, L. A. C.; PATTO, L. S. & CITADIN, I. Propagação de oliveira 'Koroneiki' pelo método de estaquia em diferentes épocas, concentrações de AIB e presença de folhas. *Revista Ceres*, 63 (3), 355–360, 2016.

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.

PIO, R., Bastos, D. C., BERTI, A. J., SCARPARE FILHO, J. A., MOURÃO FILHO, F. D. A. A., ENTELMANN, F. A., & BETTIOL NETO, J. E. (2005). Enraizamento de diferentes tipos de estacas de oliveira (*Olea europaea* L.) utilizando ácido indolbutírico. *Ciência e Agrotecnologia*, 29, 562-567.

PIO, R.; DALL'ORTO, F. A. C.; ALVARENGA, A. A.; ABRAHÃO, E; CHAGAS, E. A.; SIGNORINI, G. Propagação do marmeleiro 'Japonês' por estaquia e alporquia realizadas em diferentes épocas. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 31, p. 570-574, 2007.

RAHMAN, N.; AWAN, A. A.; NABI, G.; ALI, Z. Root initiation in hard Wood cuttings of olive cultivar coratina using different concentration of IBA. *Asian Journal of Plant Sciences*, 2002.

RALLO, L.; DÍEZ, C. M.; MORALES-SILLERO, A.; MIHO, H.; PRIEGO-CAPOTE, F.; RALLO, P. Quality of olives: A focus on agricultural préharvest factors. *Scientia*

Horticulturae, Wageningen, v. 233, p. 491-509, 2018.

R CORE TEAM: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, 2021.

DALLA ROSA, D., VILLA, F., DA SILVA, D. F., & CORBARI, F. (2018). Rooting of semihardwood cuttings of olive: indolbutyric acid, calcium and *Azospirillum brasilense*. *Comunicata Scientiae*, 9(1), 34-40.

RUGINI, E. et al. L'organizzazione di un moderno vivaismo olivicolo alla base della produzione di piante certificate. *Frutticoltura*, v. 5, p. 11-24, 2001.

SÁNCHEZ-ESTRADA, A.; CUEVAS, J. A azeitona 'Arbequina' é autoincompatível. *Scientia Horticulturae*, Nova York, v. 230, p. 50-55, 2018.

SCHUCH, S. W.; TOMAZZ. F. P.; CASARIN, J. V.; MOREIRA, R. M.; SILVA, J. B.

Advances in vegetative propagation of Olive tree. *Rev. Bras. Frutic. Jaboticabal* v. 41, 2019.

SEBASTIANI, L.; TOGNETTI, R.; DIPAOLO, 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*, Florença, v. 16, n. 1, p. 7-12, 2002.

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*, Campinas, v. 17, n. 4, p. 488-492, 2012.

THAKUR, M.; BABITA, D. D.; V. P. Effect of préconditioning treatments and auxins on the rooting of semi-hardwood cuttings of olive planted during winter under mist condition. *Current World Environment* 11: 560-566, 2016.

TORRES, M.; PIERANTOZZI, P.; SEARLES, P.; ROUSSEAU, M. C.; GARCÍA-INZA, G.; MISERERE, A.; BODOIRA, R.; CONTRERAS, C.; MAESTRI, D. Olive cultivation in the Southern Hemisphere: flowering, water, requirements and oil quality responses to new crop environments. *Frontiers in Plant Science*, Lausanne, v. 8, p. 1830, 2017.

VILLA, F., SILVA, D. F., DALL'OGGIO, P., POTRICH, C., MENEGUSSO, F. J. Performance of substrates in rooting capacity of olive tree cuttings. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v. 16, n. 2, p. 95-101, 2017.

WIESMAN, Z.; LAVEE, S. Enhancement of IBA stimulatory effect on rooting of olive cultivar stem cuttings. *Scientia Horticulturae*, v. 62, n. 3, p. 189-198, 1995.

WREGE, M. S.; FILIPPINIALBA, J. M.; COUTINHO, E. F. Clima. In: COUTINHO, E. F. et. Al (Ed.). *Oliveira: aspectos técnicos e cultivo no Sul do Brasil*. Brasília: Embrapa, 2015. p. 19-27.

YAMAMOTO L. Y.; BORGES, R. DES.; SORACE, M.; RACHID, B. F.; RUAS, J. M. F.; SATO, O.; ASSIS, A. M. de; ROBERTO, S. R. Enraizamento de estacas de *Psidium guajava* L. 'Século XXI' tratadas com ácido indol butírico veiculado em talco e álcool. *Ciência Rural*, 40(5) 1037-1042,2010.

ANEXOS



Figura 11. Coleta de estacas de oliveira. Fonte: Arquivo pessoal. Capão do Leão/RS.



Figura 12. Ramos para estaca de oliveira. Fonte: Arquivo pessoal. Capão do Leão/RS



Figura 13. Confeção das estacas. Fonte: Arquivo pessoal. Capão do Leão/RS



Figura 14. Padronização das estacas de oliveira. Fonte: Arquivo pessoal. Capão do Leão/RS



Figura 15. Imersão rápida da estaca em AIB. Fonte: Arquivo pessoal. Capão do Leão/RS



Figura 16. Estacas acomodadas em bandejas. Fonte: Arquivo pessoal. Capão do Leão/RS



Figura 17. Estacas sob nebulização em casa de vegetação. Fonte: Arquivo pessoal. Capão do Leão/RS



Figura 18. Avaliação de sobrevivência e enraizamento. Fonte: Arquivo pessoal. Capão do Leão/RS



Figura 19. Estaca não enraizada. Fonte: Arquivo pessoal. Capão do Leão/RS



Figura 20. Estaca enraizada. Fonte: Arquivo pessoal. Capão do Leão/RS