



MÓNICA OBREGÓN BARRIOS

**MINIJARDIM CLONAL DE OLIVEIRA: PRODUTIVIDADE E
ENRAIZAMENTO DE MINIESTACAS**

**LAVRAS – MG
2021**

MÓNICA OBREGÓN BARRIOS

**MINIJARDIM CLONAL DE OLIVEIRA: PRODUTIVIDADE E ENRAIZAMENTO
DE MINIESTACAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Botânica Aplicada, área de concentração em Botânica Aplicada, para a obtenção do título de Doutora.

Prof. Dr. Rafael Pio
Orientador

Prof. Dr. Gilvano Ebling Brondani
Coorientador

Dr. Pedro Maranhã Peche
Coorientador

**LAVRAS – MG
2021**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Obregón-Barrios, Mónica.

Minijardim clonal de oliveira: produtividade e enraizamento
demiñestacas / Mónica Obregón-Barrios. - 2021.

127 p. : il.

Orientador(a): Rafael Pio.

Coorientador(a): Gilvano Ebling Brondani, Pedro Maranhã Peche.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2021.
Bibliografia.

1. Olea europaea L. 2. Técnica de Miniestaquia. 3. Solução
nutritiva. I. Pio, Rafael. II. Brondani, Gilvano Ebling. III. Peche,
Pedro Maranhã. IV. Título.

MÓNICA OBREGÓN BARRIOS

**MINIJARDIM CLONAL DE OLIVEIRA: PRODUTIVIDADE E ENRAIZAMENTO
DE MINIESTACAS**

CLONAL MINIGARDEN: PRODUCTIVITY AND ROOTING OF MINICUTTING

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Botânica Aplicada, área de concentração em Botânica Aplicada, para a obtenção do título de Doutora.

Aprovada em 30 de setembro de 2021.

Dra. Paula Nogueira Curi
Dr. Pedro Henrique Abreu Moura
Dr. Luiz Fernando de Oliveira da Silva
Dr. Vinícius Politi Duarte

UFLA
EPAMIG
EPAMIG
UNIFEI

Dr. Rafael Pio
Orientador

Dr. Gilvano Ebleing Brondani
Coorientador

Pedro Maranhã Peche
Coorientador

**LAVRAS – MG
2021**

*Alguma vez li que se meus sonhos se cumprem não me
esqueço de Deus...*

*A Deus, por ser meu orientador em todos os meus
caminhos.*

*Aos meus pais, Elsa María Barrios Gómez e Jeremias
Obregón Solarte, que, com humildade e simplicidade,
me ensinaram tudo o que devia saber da vida para ser
feliz.*

*Aos meus irmãos Javier, Diego e Ricardo, por
acreditarem sempre em mim.*

*Aos meus sobrinhos Diana Alejandra, Maria Paula,
Maria Isabel e Juan Diego, por seu carinho e por
inspirarem-me a pensar e quer construir um mundo
melhor.*

*Aos meus estudantes; eles fazem com que eu queira
sempre estudar, capacitar-me, ser melhor pessoa e
profissional.*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Ao Governo do Brasil, ao Programa Bolsas Brasil PAEC OAS-GCUB.

À Universidade Federal de Lavras – UFLA, pela oportunidade de fazer meu doutorado.

Ao Departamento de Biologia e ao Programa de Pós-Graduação em Botânica Aplicada da UFLA, pelo apoio e colaboração.

Ao Departamento de Agricultura e ao Setor de Fruticultura, por facilitar o processo de aprendizagem e pesquisa.

Ao Departamento de Ciências Florestais, por facilitar as instalações do viveiro e todo apoio à execução da pesquisa e por ajudar-me em tudo o que precisei.

À Secretaria e à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Botânica Aplicada.

A todos os professores da UFLA, que fizeram parte de minha formação como Doutora.

Aos funcionários responsáveis pelos laboratórios, viveiros e áreas experimentais, por proporcionarem lugares agradáveis para o trabalho. Ao senhor Roberto Martins (*in memoriam*), que sempre me ajudou no viveiro florestal. E ao Evaldo Melo, técnico do pomar, por sempre ter disposição para ensinar e facilitar o trabalho.

Ao orientador Rafael Pio, pela sua disposição amável sempre, sua ajuda e por facilitar os processos de aprendizagem e pesquisa.

Ao coorientador Gilvano Ebling Brondani, pela sua disposição para ensinar-me, pela parceria e ajuda nos processos de execução da pesquisa e pelos seus conselhos.

Aos pós-doutorandos Pedro Maranha Peche, Paula Nogueira Curi e Daniela da Hora Farias, pelo apoio e sempre terem disposição para ajudar-me com tudo na execução da pesquisa.

Ao Fabio Tarazona Caballero, um cavalheiro que sempre acreditou em mim, sempre me ajudou em tudo o que precisei, pelo seu carinho, amor, amizade, parceria e apoio, obrigada!

Aos meus colegas e amigos do pomar, Natalia Suarez, Maíra Rossi Ferreira, Renata Viol, María Carolina Carvalho, Marina Borges, Alexandre Dias, Gabriel, Luccidio, Alison Rocha, Carlos Milagres e Oscar Peralta, por me ajudarem no processo de formação e aprendizagem

Aos meus amigos de Lavras e do Brasil, Eduardo Oliveira Silva, Cristina Troya, German Dario Zamudio, Alejandro Sandria Diaz, Leo Pincay, Cesar Santos, Anderson Alves, José Aguilera, Anthony Ramos, Marlon Alexander Peralta, María Pineda e Debora Carolina Mejía, e a todos os que fizeram parte de minha vida em Lavras.

RESUMO

A oliveira *Olea europaea* L. é uma cultura de importância atual e promissora para diversos países produtores e para o Brasil, embora sua propagação por semente e vegetativa apresentem dificuldades, especialmente o enraizamento adventício de estacas e miniestacas. Objetivou-se avaliar as influências da época do ano, da concentração de cálcio na solução nutritiva e de ácido indolbutírico (AIB) no desempenho, na produtividade do minijardim clonal e enraizamento de miniestacas de oliveira (*Olea europaea* L.) das cultivares ‘Arbosana’, ‘Koroneiki’ e ‘Grappolo 541’. O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados em arranjo fatorial (3x4x6x2) com parcelas subdivididas no tempo, sendo os fatores constituídos por cultivares (‘Koroneiki’, ‘Arbosana’ e ‘Grappolo 541’), estações do ano (verão, primavera, outono e inverno), seis concentrações de Cálcio (1, 2, 4, 6, 8 e 10 ml L⁻¹) e AIB (ausência e 3.000 mg L⁻¹). Foi mensurada a sobrevivência das minicepas (%), número de brotos, comprimento dos brotos, número de nós por broto, número de folhas por broto e número de miniestacas por minicepa por metro quadrado ao ano. Na miniestaquia foram avaliados sobrevivência, enraizamento e calogênese (%), número de raízes, comprimento da maior raiz (cm), comprimento médio de raízes (cm), matéria seca de raiz, caule e total (g). Quanto aos parâmetros anatômicos nas raízes foram avaliados área total da raiz, do cilindro vascular e do córtex (µm²), espessura do córtex, da epidermis e da endodermis (µm). Na base das miniestacas foram mensurados a espessura do floema, do córtex e do anel de esclerênquima (µm) e quantidade de espaços do anel de esclerênquima. Os dados foram submetidos ao teste de Shapiro Wilk (p>0,05) e Bartlett (p>0,05). Foi realizada análise de variância (p<0,01 e p<0,05) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (p<0,05). As minicepas apresentaram sobrevivência de 100% durante 844 dias de coletas sucessivas de brotações, o que indicou elevada longevidade para as três cultivares. A maior produção de miniestacas, sobrevivência e enraizamento ocorreram nas estações primavera, verão e outono. A cultivar que se destacou em resposta a todas as variáveis foi ‘Koroneiki’, apresentando resultados superiores em todas as épocas do ano. Em geral, a concentração de Ca, nas soluções de 2, 4 e 6 mL L⁻¹, induziu maior sobrevivência e enraizamento, maior número de raízes e maior massa seca para as três cultivares. Para as características anatômicas da raiz se destacou a ‘Grappolo 541’ e para miniestacas se destacou ‘Koroneiki’. A aplicação do AIB favoreceu o enraizamento. A técnica de miniestaquia apresentou viabilidade para a clonagem das cultivares, ante a necessidade de produção rápida, econômica e eficiente de mudas de oliveira, durante todas as estações do ano, atendendo ao crescente aumento dos plantios em regiões subtropicais e temperadas no Brasil e em outros países.

Palavras chave: *Olea europaea* L., miniestaquia, olivicultura, sazonalidade, solução nutritiva

ABSTRACT

The olive tree *Olea europaea* L. is a crop of current and promising importance for several producing countries including, Brazil, although its propagation by seed and vegetation encounters difficulties, especially the adventitious rooting of cuttings and minicuttings. The aim of this study was to evaluate the influence of season, calcium concentration in the nutrient solution and IBA on the performance and productivity of the clonal minigarden and rooting of minicuttings of olive (*Olea europaea* L.), cultivars 'Arbosana', 'Koroneiki' and 'Grappolo 541'. The experiment was carried out in a randomized block design in a factorial arrangement (3x4x6x2) with split plots over time, with the factors consisting of cultivars ('Koroneiki', 'Arbosana' and 'Grappolo 541'), seasons (summer, spring, autumn, winter), six concentration of Ca (1, 2, 4, 6, 8 and 10 ml L⁻¹) and the IBA (absence and 3000 mg L⁻¹). The survival of ministumps (%), number of shoots, length of shoots, number of nodes per shoot, number of leaves per shoot and number of minicuttings per ministump per square meter per year were measured. In minicutting, was evaluated survival, rooting, callogenesis (%), number of roots, length of the longest root (cm), the total length of roots (cm), root dry matter (g), stem dry matter (g) and total dry matter (g). As for anatomical parameters in the roots, the total area of the root (µm²), area of the vascular cylinder (µm²), area of the cortex (µm²), thickness of the cortex (µm), thickness of the epidermis (µm) and the thickness of the endoderm (µm) and at the base of the minicuttings, phloem thickness (µm), cortex thickness (µm), sclerenchyma ring thickness (µm) and number of sclerenchyma ring spaces were measured. Data were submitted to the Shapiro Wilk test (p>0.05) and Bartlett (p>0.05). Analysis of variance was performed (p<0.01 and p<0.05). The means were compared using the Tukey test (p<0.05). The ministumps showed 100% survival during 844 days of successive collections of shoots, which indicated high longevity for the three cultivars. The highest minicutting production, survival and rooting occurred in the summer, spring and autumn seasons respectively. The cultivar that stood out in response to all variables was 'Koroneiki' showing superior results at all times of the year. In general, the concentration of Ca in solutions 2, 4, and 6 ml L⁻¹ induces greater survival and rooting, the greater number of roots, greater dry mass for the three cultivars. And better anatomical features of the root for 'Grappolo 541' and the mini-cuttings for 'Koroneiki'. The application of IBA positively influenced rooting and induced more robust rooting, although it was not a condition for rooting in the three cultivars. The clonal minigarden and minicutting with the use of nutrient solutions proved to be a viable technique given the need for fast, economical and efficient production of olive tree seedlings during all seasons of the year, understanding the growing increase in planting in subtropical and temperate regions in Brazil and others countries.

Key words: *Olea europaea* L., minicutting, olive growing, clonal minigarden, seasonality, nutritive solution.

RESUMEN

El olivo *Olea europaea* L. es un cultivo de importancia actual y promisorio para diversos países productores y para Brasil, aunque su propagación por semillas y vegetativa presenta dificultades, especialmente en el enraizamiento adventicio de estacas y miniestacas. El objetivo de este trabajo es evaluar las influencias de las épocas de año, la concentración de calcio, la solución nutritiva de AIB en el desempeño y productividad del minijardín clonal y enraizamiento de miniestacas de olivo cultivares 'Arbosana', 'Koroneiki' e 'Grappolo 541'. El experimento foi realizado en un diseño en bloques al azar con arreglo factorial (3x4x6x2) en parcelas subdivididas en el tiempo, siendo los factores constituidos por cultivares ('Koroneiki', 'Arbosana' e 'Grappolo 541'), estaciones del año (verano, primavera, otoño, invierno), seis concentraciones de Ca (1, 2, 4, 6, 8 e 10 mL L⁻¹) y AIB (ausencia e 3000 mg L⁻¹). Fue medida la sobrevivencia de las minicepas (%), número de brotes, longitud de los brotes, número de nodos por brote, número de hojas por brote y número de miniestacas por minicepa por metro cuadrado. En las miniestacas fueron evaluados sobrevivencia, enraizamiento e callosidad (%), número de raíces, longitud de la mayor raíz (cm), longitud total de raíces (cm), materia seca de la raíz, tallo y total (g). En cuanto a parámetros anatómicos de las raíces fueron evaluados área total de la raíz, del cilindro vasculas y del córtex (μm²), espesor del córtex, de la epidermis (μm) y de la endodermis (μm) y en la base de las miniestacas fue medido el espesor del floema, del córtex y de los anillos de esclerénquima (μm), además la cantidad de espacios del anillo del esclerénquima. Los datos fueron sometidos al test de Shapiro Wilk (p>0,05) y Bartlett (p>0,05). Fue realizado análisis de varianza (p<0,01 e p<0,05). Las medias fueron comparadas por el test de Tukey (p<0,05). Las minicepas presentaron sobrevivencia de 100% durante 844 días de colectas sucesivas de brotaciones, lo que indico elevada longevidad para los tres cultivos. La mayor producción de miniestacas, sobrevivencia y enraizamiento ocurrieron en las estaciones verano, primavera y otoño. El cultivo que se destacó en respuesta a todas las variables fue 'Koroneiki' presentando resultados superiores en todas las épocas del año. En general la concentración de Ca en la solución 2, 4, y 6 ml L⁻¹ indujo mayor sobrevivencia y enraizamiento, mayor número de raíces, mayor masa seca para los tres cultivares. Y las mejores características anatómicas de la raíz se presentaron para 'Grappolo 541' y de las miniestacas para 'Koroneiki'. La aplicación de AIB favoreció el enraizamiento. La técnica de miniestaca con el uso de la solución nutritiva presento viabilidad para clonación de los cultivares, ante la necesidad de producción rápida, económica y eficiente de plántulas de olivo durante todas las estaciones del año, entendiendo el creciente aumento de las plantaciones en regiones subtropicales y templadas no Brasil e en otros países.

Palabras claves: *Olea europaea* L., miniestacas, olivicultura, minijardín clonal, estacionalidad, solución nutritiva.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1

Figura 1. Constituição do minijardim clonal de <i>Olea europaea</i> L., manejo e nutrição de minicepas e coleta de brotações, corte e formação de miniestacas	47
Figura 2. Valores médios para número de brotos (NB) das cultivares ‘Arbosana’, ‘Koroneiki’ e ‘Grappolo 541’	51
Figura. 3. Valores médios do comprimento de brotos (CB) (cm) em <i>Olea europaea</i> L, ‘Arbosana’, ‘Koroneiki’ e ‘Grappolo 541’	53
Figura 4. Valores médios de número de nós por broto (NN) e número de folhas (NF) por broto nas cultivares ‘Arbosana’, ‘Koroneiki’ e ‘Grappolo 541’	54
Figura 5. Valores médios para número de miniestacas por metro quadrado por ano (NMMA) em <i>Olea europaea</i> L, cultivares ‘Arbosana’, ‘Koroneiki’ e ‘Grappolo 541’.	57

ARTIGO 2

Figura 1. Constituição do minijardim clonal de <i>Olea europaea</i> L., coleta de brotações e enraizamento de miniestacas.	74
Figura 2. Oliveira <i>Olea europaea</i> L., ‘Arbosana’. Valores médios de sobrevivência (SM) (%), enraizamento (EM) (%) e calogênese (CM) (%)).	76
Figura 3. Oliveira <i>Olea europaea</i> L. ‘Arbosana’; Valores médios de número de raízes (NR), comprimento maior raiz (CMAR) (cm) e comprimento médio de raízes (CMR) (cm)	81
Figura 4. Oliveira <i>Olea europaea</i> L., ‘Arbosana’; Valores médios de matéria seca raiz (MSR) (g), matéria seca caule (MSC) (g) e matéria seca total (MST) (g).	83
Figura 5. Oliveira <i>Olea europaea</i> L., ‘Koroneiki’. Valores médios de enraizamento de miniestacas (EM) (%)	86
Figura 6. Oliveira <i>Olea europaea</i> L., ‘Grappolo 541’; A. Valores médios de sobrevivência (SM) (%) e enraizamento de miniestacas (EM)	93

ARTIGO 3

Figura 1. Procedimento para o estabelecimento e manejo nutricional do minijardim clonal.	105
Figura 2. Oliveira <i>Olea europaea</i> L., ‘Arbosana’; Valores médios sobrevivência (SM) (%) e enraizamento de miniestacas (EM) (%)).	109
Figura 3. Oliveira <i>Olea europaea</i> L., ‘Arbosana’; Valores médios de matéria seca raiz (MSR) (g), matéria seca caule e (MSC) (g) e matéria seca total (MST) (g).	112
Figura 4. Oliveira <i>Olea europaea</i> L., ‘Koroneiki’; Valores médios de enraizamento de miniestacas (EM) (%).	115

Figura 5. Oliveira <i>Olea europaea</i> L., ‘Koroneiki’; Valores médios comprimento maior raiz (CMAR) (cm), comprimento médio de raízes (CMR) (cm), matéria seca raiz (MSR) (g) e matéria seca total (MST) (g)	118
Figura 6. <i>Olea europaea</i> L. ‘Grappolo 541’. Valores médios de sobrevivência (SM) (%) e enraizamento de miniestacas (EM) (%).....	122
Figura 7. Valores médios de parâmetros anatômicos da parte basal de miniestacas de três cultivares de <i>Olea europaea</i> L. ‘Grappolo 541’, ‘Koroneiki’ e ‘Arbosana’.....	123
Figura 8. Seções transversais na região basal das miniestacas de <i>Olea europaea</i> L. demonstrando o local de origem dos primórdios de raiz adventícia a partir do periciclo.....	124
Figura 9. Seções transversais na região média das raízes das miniestacas de <i>Olea europaea</i> L. demonstrando suas características anatômicas diferenciadas.....	126
Figura 10. Valores médios de parâmetros anatômicos da parte média das raízes das miniestacas de três cultivares de <i>Olea europaea</i> L. ‘Grappolo 541’, ‘Koroneiki’ e ‘Arbosana’.	127

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE.....	15
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1 Oliveira, azeitonas e azeite: importância mundial, nacional e regional	16
2.2 Propagação da oliveira.....	17
2.2.1 Jardins clonais como fornecedores de material vegetal para propagação	18
2.2.2 Propagação por estaquia	18
2.2.3 Minijardins clonais como provedores de material vegetal para propagação	19
2.2.4 Miniestaquia como alternativa de clonagem.....	21
2.3 Soluções nutritivas para crescimento e desenvolvimento de minijardins clonais	24
2.4 Fitorregulador ácido indolbutírico (AIB) nos processos de enraizamento	25
2.5 Sazonalidade e produtividade de minicepas e enraizamento de miniestacas	27
2.6 Aspectos anatômicos do enraizamento adventício em miniestacas de oliveira	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
SEGUNDA PARTE.....	42
ARTIGO 1 - Produtividade de minijardim clonal de oliveira: efeito do genótipo, concentrações de cálcio e estações do ano.	42
INTRODUÇÃO	44
MATERIAL E MÉTODOS.....	45
RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
CONCLUSÕES	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
ARTIGO 2-Miniestaquia de <i>Olea europaea</i> L.: sobrevivência e enraizamento em função das cultivares, estações do ano, concentração de cálcio e ácido indolbutírico.....	69
INTRODUÇÃO	70
MATERIAL E MÉTODOS.....	71
RESULTADOS E DISCUSSÃO	75
CONCLUSÕES	94
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
ARTIGO 3-Clonagem de cultivares de oliveira por meio da técnica de miniestaquia: uma abordagem agrônômica e anatômica.....	101
INTRODUÇÃO	102
MATERIAL E MÉTODOS.....	103
RESULTADOS E DISCUSSÃO	107
CONCLUSÕES	129
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	130

PRIMEIRA PARTE

1. INTRODUÇÃO GERAL

A importância agrícola da cultura de oliveira (*Olea europaea* L.) no mundo e no Brasil, está relacionada principalmente à produção de azeite de oliva e azeitonas e, em função do aumento da demanda devido a suas qualidades nutricionais, aumenta a necessidade de expansão da área de plantio (VIEIRA NETO et al., 2011; COUTINHO et al., 2015; WREGGE et al., 2015; ALVARENGA et al., 2017; SCHUCH et al., 2019; GARCIA et al. 2018; MARTINS et al., 2019).

No Brasil, há um interesse crescente nesse cultivo, especialmente nas regiões consideradas adequadas, como as regiões Sul e Sudeste do país, no Sudeste especificamente na região da Serra da Mantiqueira (GARCIA et al., 2018; FILODA et al., 2021), regiões caracterizadas por um clima temperado em função da altitude, com ocorrência de vernalização natural (SCHUCH et al., 2019).

Devido à relevante importância econômica, tanto para o setor alimentício quanto farmacêutico, a oliveira vem sendo cada vez mais cultivada em todo o mundo. Para isso, a obtenção de mudas de qualidade, com uniformidade e idoneidade varietal surge como fator altamente relevante na implantação dos pomares de oliveiras (SANTOS et al., 2019). Assim, um dos fatores limitantes para a expansão brasileira do cultivo de oliveiras é a produção de mudas em larga escala, sendo que as cultivares utilizadas no Brasil possuem baixa capacidade de enraizamento adventício (PENSO et al., 2016).

Nesse contexto, o sistema de minijardim e a técnica da miniestaquia poderiam ser empregados com eficiência na oliveira, tendo um manejo adequado e nutrição balanceada das minicepas, por meio de soluções nutritivas compostas por macro e micronutrientes que forneceriam as necessidades fisiológicas, bioquímicas e metabólicas da planta, sendo um fator importante no desempenho do minijardim clonal o que poderia ser uma alternativa viável para fornecer material vegetal de qualidade agrônômica.

A técnica da miniestaquia para produção de brotos e miniestacas em oliveira ainda não está bem esclarecida para as condições de sazonalidade do Brasil e especificamente da região Sudeste. Portanto, este trabalho objetivou avaliar as influências da época do ano, da concentração de cálcio na solução nutritiva e a presença

de ácido indolbutírico (AIB) no desempenho e produtividade do minijardim clonal de oliveira (*Olea europaea* L.) e do enraizamento das miniestacas das cultivares ‘Arbosana’, ‘Koroneiki’ e ‘Grappolo’ 541, visando propor uma metodologia viável para produzir material vegetal de oliveira.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Oliveira, azeitonas e azeite: importância mundial, nacional e regional

A oliveira (*Olea europaea* L.) da família Oleaceae é uma cultura eminentemente tradicional, com um longo ciclo de entrada na produção. Segundo International Olive Council (2020), os principais produtores são Espanha (42,5%), Itália (9,7%), Grécia (8,7%), Tunísia (6,1%), Turquia (6,2%), Marrocos (4,4%), Portugal (3,3%) e Síria (3,3%). Todos eles são países pertencentes à bacia do Mediterrâneo. A produção desses países representa cerca de 80% da produção mundial.

Devido ao reconhecimento do azeite como um dos óleos mais saudáveis para o sistema cardiovascular, entre outros benefícios, muitos países sem tradição oleícola na olivicultura têm se interessado por ele. Alguns países com potencial para cultivo já começaram a produzir azeite por possuírem áreas de clima mediterrâneo. Entre eles Argélia, Argentina, Chile, Estados Unidos (Califórnia), Austrália, Egito e China. A Espanha, com produção de 6.559.884 toneladas e média de 2.549 kg/ha, é o principal produtor no mundo. O Brasil, com 647 toneladas e 1.127 kg/ha, aparece em 36^o lugar, e importa a maioria do azeite e azeitonas que consome (INTERNATIONAL OLIVE COUNCIL, 2020). O que torna essa cultura muito incipiente, mas com grande potencial especialmente no Sul e no Centro Sul (GARCIA et al., 2018; SCHUCH et al., 2019; MARTINS et al., 2019).

No Brasil, a olivicultura ocupa cerca de 7.000 ha, considerando os plantios de 5000 ha, no Rio Grande do Sul, e de 2.000 ha, na região da Serra da Mantiqueira, que abrange áreas dos estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro (KIST et al., 2019). Tendo em conta a importância econômica atual e o potencial da olivicultura, é necessário o investimento em pesquisas para o desenvolvimento da cultura no país em toda a sua cadeia produtiva (PENSO et al., 2016).

As cultivares mais plantadas nos olivais da região da Serra da Mantiqueira são ‘Arbequina’ (60%), ‘Koroneiki’ (15%), ‘Arbosana’ (10%), ‘Grappolo’ (10%) e outras (5%) (KIST et al., 2019). A ‘Arbequina’ é predominante em todos os estados do país, pois oferece grande adaptabilidade a diferentes condições de clima e solos, e o conteúdo de azeite é considerado alto (entre 16 e 18 %), de boa qualidade. A cultivar é originária da Espanha e, fora do país de origem, apresenta áreas de plantio na Argentina, Estados Unidos, Chile e Austrália (EMBRAPA, 2019).

A Koroneiki, originária da Grécia, é resistente à seca, tem produtividade elevada, constante e frutos muito apreciados por suas características sensoriais (COUTINHO et al., 2009; DESOUKY et al., 2009; WANG et al., 2018). Com 24-28% de óleo, a Koroneiki é sensível ao frio, apresenta frutos pequenos com altos teores de polifenóis muito estáveis e aroma frutado (VOSSSEN, 2007).

A cultivar Arbosana, é espanhola, tolerante ao frio e apresenta produtividade elevada. Os seus frutos são pequenos, com rendimento em óleo de, aproximadamente, 20% e sendo que o seu azeite possui baixo conteúdo de ácido linoleico (COUTINHO et al., 2015; WANG et al., 2018). Originária do Brasil a ‘Grappolo 541’ e desenvolvida pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) é cultivada principalmente em Minas Gerais. É uma cultivar de dupla finalidade, pois possui considerável teor de lipídeos e uma alta relação polpa/caroço e o azeite tem aroma frutado de médio para intenso. São frutos grandes recomendados para consumo *in natura* (OLIVEIRA et al., 2012; ALVARENGA et al., 2017).

2.2 Propagação da oliveira

A obtenção de mudas de qualidade, além de garantir uniformidade e origem varietal, é um fator que influencia toda a vida do pomar, permitindo maximizar os efeitos de clima e de solo e, principalmente, de tratamentos culturais adotados para a cultura (OLIVEIRA et al., 2010a; RIBEIRO et al., 2009). A propagação vegetativa é um método simples e rápido para produzir plantas a partir de uma fonte mãe autêntica. A frutificação em plantas propagadas vegetativamente começa mais cedo, em comparação com plantas que cresceram a partir de sementes ou cultura de tecidos (HARTMANN et al., 2011).

2.2.1 Jardins clonais como fornecedores de material vegetal para propagação

Os jardins clonais são uma alternativa viável para produção de mudas e têm como objetivo fornecer material propagativo. Eles permitem a coleta de ramos durante todo o ano, podem apresentar caráter juvenil e vigor vegetativo, características favoráveis para a propagação, enraizamento e multiplicação das mudas (CABALLERO, 1981). Os jardins clonais vêm sendo amplamente utilizados para produção de estacas em cafeeiros, frutíferas tropicais e temperadas, em geral, e espécies florestais (OLIVEIRA et al., 2010a).

Visando a propagação por estaquia, estudos de desempenho de jardins clonais de oliveira em cortes sucessivos foram feitos por Vieira Neto et al. (2011) nas cultivares Ascolano 315 e Arbequina, apresentando boa resposta a rebrotos, até por três anos, e para influências da época de corte em ‘Koroneiki’ (PENSO et al., 2016).

2.2.2 Propagação por estaquia

A estaquia constitui uma alternativa de superação das dificuldades na propagação de espécies nativas, podendo ser utilizada tanto para fins comerciais assim como para auxiliar no resgate e conservação de recursos genéticos (DIAS et al., 2012a). A estaquia convencional é o sistema de multiplicação utilizado tradicionalmente em frutíferas, ornamentais e florestais. A estaca semilenhosa de oliveira é o método mais utilizado para a produção de mudas dessa espécie; no entanto, é necessário melhorar a eficiência desse método para viabilizar o aproveitamento intensivo de tal cultura e reduzir os custos de produção das mudas (ROSA et al., 2018).

A estaquia na oliveira é empregada na maioria das regiões produtoras. Normalmente, o enraizamento é feito de estacas semilenhosas, de aproximadamente 12 centímetros de comprimento e dotadas de quatro folhas, sendo realizado em casa de vegetação e sob nebulização intermitente. Porém, sua eficiência depende de fatores como a capacidade de formar raízes e do desenvolvimento dessa planta após a estaquia (CABALLERO; DEL RIO, 2006; FABBRI et al., 2004; SEBASTIANI; TOGNETTI, 2004; PIO et al., 2005; SILVA et al., 2012a; OLIVEIRA et al., 2009; 2010b; 2012; PENSO et al., 2016; VILLA et al., 2017; INOCENTE; NIENOW; TRE, 2018).

A propagação vegetativa da oliveira, no Brasil, pelo método de estaquia, ainda apresenta dificuldades, especialmente com ‘Koroneiki’ (PENSO et al., 2016) e outros cultivares de importância econômica. Embora essa técnica requeira especial atenção para determinados fatores que influenciam no enraizamento, como a disponibilidade e tipo de material vegetativo a ser utilizado, sendo que, muitas vezes, as matrizes fornecedoras de material encontram-se em fases fenológicas desfavoráveis na formação de raízes como, por exemplo, em floração e/ou frutificação (OLIVEIRA et al., 2009).

No entanto, a formação de raízes adventícias nas estacas depende das condições internas da planta matriz, do genótipo, juvenilidade, nutrição, aplicação de fitoreguladores, tipo de substrato, época do ano, condições ambientais, grau de lignificação, entre outros aspectos (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005; BRONDANI et al., 2012a; 2012b; 2014; SILVA et al., 2012a; VILLA et al., 2017, INOCENTE; NIENOW; TRE, 2018; EMER et al., 2019; ESTEVEZ et al., 2020; ARAUJO et al., 2021). Todos esses fatores anteriores são decisivos para a formação de raízes e têm por finalidade aumentar as taxas de estacas que formam raízes, aumentar o número e a qualidade das raízes formadas e atingir enraizamentos robustos.

2.2.3 Minijardins clonais como fornecedores de material vegetal para propagação

O sistema de minijardim clonal apresenta como diferencial a redução da área e o aumento na produtividade de propágulos vegetativos (HIGASHI; SILVEIRA; GONÇALVES, 2000). Cada planta que compõe o minijardim clonal é chamada de minicepa (ALFENAS et al., 2004). Assim, a parte basal da brotação da planta podada constitui uma minicepa que fornecerá as brotações (miniestacas) para a formação das futuras mudas. O conjunto das minicepas forma um jardim miniclonal, o que possibilita o melhor controle hídrico, nutricional, fitossanitário, entre outros (FERRARI; GROSSI; WENDLING, 2004). E permite melhor controle de plantas indesejáveis, que são altamente agressivas e competem por água, nutrientes e luz (ALFENAS et al., 2004).

Neste sistema, os substratos utilizados podem ser areia ou cascalho, por apresentarem características físicas e químicas adequadas para esta finalidade. Os nutrientes, por sua vez, são fornecidos por gotejamento a cada planta, regulando-se a concentração e a vazão de nutrientes, de modo a ter um excedente muito pequeno, que é recolhido por um sistema de drenagem ou descartado. Portanto, o sistema pode ser fechado, onde a solução retorna ao sistema, ou aberto, onde a solução é descartada, o

que reduz a possibilidade de disseminação de patógenos (HIGASHI; SILVEIRA; GONÇALVES, 2000).

O sistema de minijardim clonal, atualmente, também vem sendo implementado em espécies lenhosas frutíferas, ornamentais e florestais, em geral, como uma técnica inovadora e com resultados promissores. O minijardim clonal pode ser a melhor alternativa ante a necessidade de produção rápida, econômica e eficiente de mudas.

Assim, o uso dos sistemas de cultivo sem solo, para o desenvolvimento do material clonado, facilita a produção de mudas. Além disso, podemos manter matrizeiros em pequenos espaços protegidos com a utilização de minijardins clonais, controlando fatores climáticos, nutricionais e fitossanitários, reduzindo o espaço físico (ALFENAS et al., 2004).

Estudos de desempenho na produtividade para o sistema de minijardim clonal foram feitos para diferentes espécies, obtendo bons resultados em espécies como canafístula *Peltophorum dubium* (MANTOVANI et al., 2017), *Inga edulis* (BERUDE et al., 2020), *Cabralea canjerana* é um método eficiente para produção de miniestacas em diferentes estações do ano (BURIN et al., 2020), e também em *Vaccinium ashei* e *Vaccinium corymbosum* (SCHUCH; TOMAZ, 2019).

Em *Acer palmarum* (STUEPP et al., 2016), *Paulownia fortunei* var. mikado (STUEPP; ZUFFELLATO-RIBAS; WENDLING, 2015), *Eucalyptus urophylla* (LOPES et al., 2016), *Eucalyptus benthamii* × *Eucalyptus dunnii* (BRONDANI et al., 2012a), em geral, é utilizada para propagação de espécies florestais nativas (ARAÚJO et al., 2019), em oliveira na cultivar Maria de Fe (FRÖLECH et al., 2020), ‘Arbequina’ (CAPPELLARO et al, 2017; CASARIN et al., 2017; CASARIN et al., 2018).

2.2.4 Miniestaquia como alternativa de clonagem

As dificuldades encontradas no enraizamento de estacas em diferentes espécies têm levado pesquisadores à busca por novas técnicas, sendo a utilização de miniestacas uma das alternativas (DIAS et al., 2012a). Dentre as técnicas de propagação de maior impacto em relação à clonagem de diversos genótipos, destaca-se a miniestaquia, a qual pode ser considerada uma variação da estaquia convencional (macroestaquia) (DIAS et al., 2012a).

A técnica da miniestaquia consiste na utilização de brotações de plantas propagadas pelo método de estaquia convencional como fontes de propágulos vegetativos. Numa sequência esquemática desta técnica, inicialmente, faz-se a poda do ápice da brotação da estaca enraizada (muda com aproximadamente 60 dias de idade) e, em intervalos de 10 a 25 dias (variáveis em função da época do ano, do clone/espécie, das condições nutricionais, entre outras), há emissão de novas brotações, que são coletadas e postas para enraizar. Assim, a parte basal da brotação da estaca podada constitui uma minicepa que fornecerá as brotações (miniestacas) para a formação das futuras mudas. O conjunto das minicepas forma um minijardim clonal, o que possibilita o melhor controle hídrico, nutricional, fitossanitário, entre outros (FERRARI; GROSSI; WENDLING, 2004; DIAS et al., 2012a; BRONDANI et al., 2014).

Na miniestaquia os propágulos, geralmente, variam de 5 a 8 cm de comprimento, contendo um par de folhas (miniestacas de base) ou dois pares de folhas (miniestacas de ponta ou de ápice) por miniestaca, com a redução de aproximadamente um terço da área foliar. Essa técnica pode ser dividida nas fases de produção de brotos em minijardim clonal, indução do enraizamento adventício em casa de enraizamento sob nevoeiro intermitente e com temperatura elevada, aclimatação à sombra, crescimento e rustificação (ALFENAS et al., 2004; BRONDANI et al., 2014).

A composição do substrato deve apresentar propriedades físicas e químicas adequadas para favorecer o enraizamento do material vegetal (HARTMANN et al., 2011), sendo que ajustes das condições de umidade e temperatura do ambiente de enraizamento e/ou da mistura de componentes que resultem em maior drenagem podem proporcionar melhores resultados (WENDLING et al., 2010).

Um dos substratos mais utilizados na miniestaquia consiste na mistura de casca de arroz carbonizada e vermiculita (1:1, v/v), previamente fertilizado com macro e

micronutrientes. Em alguns casos, adicionam-se também casca de coco desfibrada ou turfa como um dos componentes, a fim de aumentar a retenção de água e a capacidade de troca catiônica (CTC). Quanto ao recipiente de enraizamento, o tubete tem sido o mais adotado, variando em formatos e dimensões ao longo da escala de produção de mudas clonais (ALFENAS et al., 2004).

No viveiro, o minijardim clonal pode ser localizado em tubetes, vasos, sacos plásticos ou bandejas, possibilitando melhor controle hídrico, nutricional e fitossanitário. A coleta de miniestacas nas mudas podadas deve ser realizada de forma seletiva, em períodos a serem definidos conforme o vigor das brotações, coletando-se todas aquelas que se enquadram nos padrões de miniestaca. Após serem coletadas, as miniestacas devem ser acondicionadas em recipientes contendo água, para que possam ser transportadas ao local de enraizamento em perfeitas condições de turgor, evitando estresse hídrico (ALFENAS et al., 2004; HIGASHI; SILVEIRA; GONÇALVES, 2005).

A técnica da miniestaquia apresenta vantagens, tais como: eliminação do jardim clonal de campo; maior facilidade no controle de patógenos e das condições nutricionais e hídricas; maior produtividade, sendo que as operações de manejo do minijardim clonal, coleta e confecção de miniestacas são mais fáceis e rápidas de serem executadas; maior produção de miniestacas por unidade de área e em menor tempo; menores dosagens de reguladores de crescimento vegetal e, em alguns casos, até a sua exclusão completa; a coleta das miniestacas pode ser realizada em qualquer horário do dia; melhor qualidade do sistema radicial, em termos de vigor, número, uniformidade e volume; redução do tempo de formação da muda no viveiro, devido ao menor tempo de permanência para o enraizamento (ALFENAS et al., 2004; HIGASHI; SILVEIRA; GONÇALVES, 2005; WENDLING et al., 2010, DIAS et al. 2012a; XAVIER; WENDLING; SILVA, 2013; CASARIN et al., 2017; CASARIN et al., 2018).

A técnica da miniestaquia foi avaliada na oliveira, cultivar Maria da Fé, com bom resultado (FRÖLECH et al., 2020). E, para o sistema de minijardim clonal em oliveira, estudos de desempenho foram feitos para processos de propagação por miniestaquia, na cultivar Arbequina (CAPPELLARO et al., 2017; CASARIN et al., 2017; CASARIN et al., 2018).

A técnica da miniestaquia também tem sido estudada e recomendada em frutíferas de clima temperado, como o mirtilheiro *Vaccinium ashei* Reade e *Vaccinium corymbosum* L. (SHAHAB et al., 2018; COLOMBO et al., 2018; KOYAMA et al.,

2018; SCHUCH; TOMAZ, 2019), em pessegueiro *Prunus persica* L. (TIMM et al., 2015), espécie na qual a miniestaquia é útil também para o desenvolvimento de porta-enxertos (TOMAZ et al., 2014); em ameixeira *Prunus salicina* Lindell (TONIETTO; FORTES; SILVA, 2001), e em amoreira-preta *Rubus* spp. e framboeseira *Rubus idadeus* L. (SOMMER et al., 2016).

A técnica da miniestaquia é igualmente recomendada em frutíferas tropicais, como o mamoeiro *Carica papaya* L. híbrido UENF/Caliman 02 (OLIVEIRA et al., 2018) e na cultivar Golden (SCHMILDT et al., 2019). Para o araçazeiro *Psidium guineense* Sw., *Psidium cattleianum* Sabine (ALTOÉ et al., 2011), goiabeira *Psidium guajava* L. (MARINHO et al., 2009; ALTOÉ; MARINHO, 2012), pitangueira *Eugenia uniflora* L. (PEÑA; ZANETTE; BIAS, 2015; LATTUADA et al., 2016; OZELAME et al., 2018; SILVA et al., 2019), guabirobinha do campo *Campomanesia aurea* O. Berg (EMER et al., 2019), gravioleira *Annona muricata* L. (FIGUEIRÊDO et al., 2013), jaboticabeira *Plinia trunciflora* (O. Berg) Kausel (HOSSEL et al., 2018), acerola *Malpighia emarginata* DC. (CÂMARA et al., 2016), maracujazeiro amarelo *Passiflora edulis* Sims f. *Flavicarpa* (CARVALHO; SILVA; FAQUIM, 2007) e também a miniestaquia tem sido utilizada como opção de minienxertia em *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, *P. alata* Dryander, *P. mucronata* Lam. e *P. foetida* L. (ALEXANDRE et al., 2013).

Do mesmo modo, em espécies florestais, essa técnica apresenta resultados eficientes na produção de mudas clonais com baixo enraizamento adventício, como *Sequoia sempervirens* (D. Don) (PEREIRA et al., 2020). É um método eficiente para propagar clones de *Pinus pinaster* Ait. (MAJADA et al., 2011), *Inga edulis* Mart (BERUDE et al., 2020), *Cabralea canjerana* (Well.) Mart. (BURIN et al., 2020), *Toona ciliata* M. Roemer (SILVA et al., 2012b; OLIVEIRA et al., 2019).

Tmbém amplamente usada para espécies e diferentes clones de *Eucalyptus* spp. (WENDLING et al., 2003; CUNHA et al., 2008; 2009a; 2009b; BINDUMADHAVA et al., 2011; BRONDANI et al., 2012a; 2012b; XAVIER et al., 2013; BRONDANI et al., 2014; SULICHANTINI et al., 2014; ROCHA et al., 2015; LOPES et al., 2016; AGUIAR et al., 2018; KUPPUSAMY et al., 2019); em *Khaya ivorensis* A. Chev. (BARROSO et al., 2018), em *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert (MANTOVANI et al., 2017), em *Paulownia fortunei* L. var. *Mikado*, *Piptocarpha angustifolia* Dusén ex Malme e *Acer palmatum* Thumb (STUEPP; ZUFFELLATO-RIBAS; WENDLING,

2015; STUEPP et al., 2016; STUEPP et al., 2017), *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze (HERNANDEZ et al., 2013), *Calophyllum brasiliense* Camb. (SILVA et al., 2010), *Ilex paraguariensis* St. Hil. (WENDLING; DUTRA; GROSSI, 2007; SÁ et al., 2018), *Tectona grandis* Linn F. (DI CARVALHO; FILHO; KRATZ, 2019), *Handroanthus heptaphyllus* Mattos (OLIVEIRA et al., 2016), *Sapium glandulatum* (Vell) Pax (FERREIRA et al., 2010), *Casuarina junghuhniana* Miq. (PALANISAMY et al., 2020), *Acacia mearnsii* De Wild. (ENGEL et al., 2019), *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr. (FREIRE et al., 2020), *Jacaranda mimosifolia* D. Don (FAUERHARMEL et al., 2020).

Igualmente se reporta o uso de miniestaquia em cafeeiro *Coffea arabica* L. (REZENDE et al., 2017). Em geral, tem sido utilizada com sucesso na propagação de espécies florestais nativas do Brasil (ARAÚJO et al., 2019).

2.3 Soluções nutritivas para crescimento e desenvolvimento de minijardins clonais

As soluções nutritivas especialmente a solução de Hoagland & Arnon (1950) e doses de fertilizantes com variações em determinados elementos químicos são amplamente utilizadas com sucesso para a produção de material de propagação em diferentes espécies florestais e frutíferas, obtendo resultados importantes em oliveira com resposta ao potássio mineral (SAYKHUL et al., 2013; SAYKHUL et al., 2016), doses de cálcio, ácido indolbutírico (AIB) e *Azospirillum brasilense*; em *Campomanesia aurea* com tratamentos de nitrogênio (EMER et al., 2019), em *Eucalyptus* tem se incrementado a atividade da peroxidase com doses de cálcio (ESTEVEZ et al., 2020), também diferentes doses boro e zinco em *Eucalyptus benthamii* (BRONDANI et al., 2014) e em oliveira (CHATZISSAVVIDIS; THERIOS, 2010; CHATZISSAVVIDIS et al., 2012), entre outros.

Por tanto, o cálcio é um elemento essencial e necessário para o crescimento e o desenvolvimento de plantas, ativa e regula a divisão e o alongamento celular (TAIZ et al., 2017), influenciando a compartimentalização da célula relacionada à especialização dos órgãos celulares. Consequentemente, é essencial para o desenvolvimento dos órgãos de crescimento, como raízes, brotos, folhas e frutos, e importante para produção de biomassa (WHITE; BROADLEY, 2003; EREL et al., 2013; PIO et al., 2019). É um fator importante para a estabilidade da parede celular e da membrana, mas também

serve como mensageiro secundário em muitos processos fisiológicos e de desenvolvimento, incluindo a resposta das plantas ao estresse biótico e abiótico (HEPLER, 2005; DODD, et al., 2010; TAIZ et al., 2017; THOR, 2019; LARBI et al., 2020).

Assim, o estado nutricional das minicepas influencia diretamente à produtividade, eficiência e qualidade das miniestacas, e uma planta com nutrição equilibrada oferecerá material propagativo com quantidade de carboidratos, auxinas e diferentes compostos metabólicos que são fundamentais para a iniciação do processo rizogênico e formação de raízes adventícias (CUNHA, et al., 2009a). Em espécies florestais, como *Eucalyptus benthamii* soluções nutritivas de 1,0 mg L⁻¹ ou 2,0 mg L⁻¹ de Zn e B associadas a presença de AIB na concentração de 2.000 mg L⁻¹ apresentaram os maiores índices de enraizamento (BRONDANI et al., 2014).

Estudos com solução de Hoagland com e sem Ferro em sete cultivares de oliveira 'Arbequina', 'Barnea', 'Chondrolia', 'Chalkidikis', 'FS-17', 'Kalamon', 'Koroneiki' e 'Megaritiki' foram feitos por Chatzissavvidis et al. (2012), onde o peso seco total das plantas não foi influenciado pela nutrição de Fe. Saykhul et al. (2013), também analisaram diferentes concentrações de K (0.50, 1, 5 e 20 mM de KCl) em 'Koroneiki', 'Kalamon' e 'Arbequina', então a concentração de K na solução nutritiva influenciou o crescimento das cultivares 'Kalamon' e 'Arbequina', mas não de 'Koroneiki', assim as respostas ao K são fortemente dependentes do genótipo.

Segundo Saykhul et al. (2016), a concentração de K não teve efeito significativo no crescimento radicular dos genótipos de oliveira 'Megaritiki', 'azeitona selvagem', 'Chondrolia Chalkidikis' e 'Biancolilla', embora foi encontrado efeito significativo entre os genótipos para alongamento da raiz, peso fresco das raízes, peso fresco da biomassa, similarmente ocorreu para a interação K×genótipo, concluindo que disponibilidade de nutrientes afeta diretamente o crescimento da raiz.

2.4 Fitorregulador ácido indolbutírico (AIB) nos processos de enraizamento

É amplamente conhecido que aplicações exógenas de reguladores de crescimento podem potencializar a rizogênese em propágulos. Em *Carica papaya* L. doses de 5 mg L⁻¹ e o substrato vermiculita foram os mais adequados para o enraizamento de miniestacas em sistema semi-hidropônico, atingindo um enraizamento

de 61,11% (OLIVEIRA et al., 2018). Em *Eucalyptus benthamii* Brondani et al. (2012c) reportaram enraizamento superior a 70% em uma concentração de AIB de 2000mg L⁻¹.

Igualmente para *Ilex paraguariensis* a aplicação de 8000 mg L⁻¹ de IBA associada à primavera proporciona 70% de enraizamento (SÁ et al., 2018). Em *Khaya grandifoliola* C. DC. para miniestacas seminais se recomenda 8g L⁻¹ de AIB (SILVA et al., 2020). Em ameixeira *Prunus salicina* (cv. Reubennel e Pluma 7) doses de 2000 mg L⁻¹ aumentam o enraizamento a 99% (TONIETTO; FORTES; SILVA, 2001). Outros estudos onde com aplicação do AIB se obteve resultados para uma melhor capacidade e qualidade do enraizamento foram feitos *Vaccinium ashei* (COLOMBO et al., 2018; KOYAMA et al., 2018) e *Ficus carica* (OHLAND et al., 2009).

Embora a capacidade de enraizamento de miniestacas de *Handroanthus heptaphyllus* Mattos não depende do uso de AIB (8000 mg L⁻¹), mas se estimula sistemas radiciais mais robustos, promove incremento do número e comprimento de raízes nas miniestacas (OLIVEIRA et al., 2015; 2016). Na espécie *Jacaranda momosifolia* D. Don, as miniestacas enraízam em casa de vegetação sem necessidade do AIB (FAURERHARMEL et al., 2020). Em *Tectona grandis* Linn F. o uso do AIB não influencia na sobrevivência em todas as etapas da produção de mudas, porém, proporciona a formação de mudas com melhor qualidade fisiológica e morfológica e o maior acúmulo de massa seca é obtido com o uso de AIB 2000 mg L⁻¹ (DI CARVALHO; FILHO; KRATZ, 2019).

Em oliveira *Olea europaea* L. estudos de enraizamento foram feitos para as cultivares ‘Arbequina’, ‘Mastoidis’, ‘Kalamata’ com enraizamentos de 2,5 a 96% (DENAXA et al., 2011), ‘Maria da Fé’ 45,71% de enraizamento (FRÖLECH et al., 2020), ‘Arbequina’ 26% e 24% de enraizamento (SILVA et al. 2012a), 84 a 92,5% (CASARIN et al., 2017), ‘Arbequina’ com 98,7% e para ‘Koroneiki’ 98,01% (MEHRI et al., 2013a). ‘Arbosana’ 66,7%, ‘Koroneiki’ e Arbequina apresentaram baixo ou nulo enraizamento, independentemente do uso ou não de AIB (INOCENTE; NIENOW; TRE, 2018).

Usando 3000 mg L⁻¹ em cultivares ‘D’Ouro’, ‘JB1’ e ‘Galega’ em areia encontrou-se 90%, 86 e 70 % de enraizamento de estacas (VILLA et al., 2017). Em média para as 35 cultivares se obteve 19,82% de enraizamento (SILVA et al., 2012).

Centeno e Gomez (2008), na Espanha avaliaram o produto Terrabal OrganicoTM concentrado de aminoácidos de origem vegetal indicado para cultivo ecológico, sendo

recomendado como uma alternativa válida ao AIB na propagação de oliveiras orgânicas da cv. Cornicabra obtendo um 56% de enraizamento e 5,2 raízes por estaca e estacas tratadas com o AIB apresentaram 47,2% e 2,86 raízes por estaca.

O aumento do enraizamento para cultivar ‘Tanche’ foi de 50%, e para a ‘Gordal sevillano’ foi de 66,67% (AL-IMAM; HAMID, 2019). Segundo Ganino et al. (2018), o uso de AIB - potássio (K-IBA) tem efeito positivo do na porcentagem de enraizamento e no número de raízes adventícias produzidas, embora a resposta era dependente do genótipo e do tratamento, assim para porcentagem de enraizamento para a cultivar ‘Leccino’ se obteve 19,51%, em média 4,26 raízes por estaca e um comprimento total de 6,37 cm e para ‘Leccio del Corno’ 4,58% de enraizamento, 3,33 raízes por estaca, 8,18 cm para o CMR.

Em ‘Frantoio’ (alta capacidade de enraizamento) e ‘Gentile di Larino’ (baixa capacidade de enraizamento) o tratamento com AIB 4000ppm + H₂O₂ (3.5% w/v) modificou significativamente o enraizamento e o número de raízes em comparação com aqueles tratados apenas com AIB 4000ppm (SEBASTIANI; TOGNETTI, 2004).

2.5 Sazonalidade e produtividade de minicepas e enraizamento de miniestacas

Em geral, a sazonalidade influencia no crescimento e desenvolvimento das plantas. De acordo com Silva et al. (2012a), a melhor época do ano visando maior número de raízes de estacas a cultivar Arbequina é em abril (outono). Segundo Casarin et al., (2017) um maior número de raízes na oliveira não é condicionado numa determinada época do ano, porém miniestacas que desenvolvem uma melhor qualidade do sistema radicular em termos de vigor, uniformidade e o volume refletem positivamente na sobrevivência e desempenho das mudas no campo (ALCÂNTARA et al. (2007).

Ferriani et al. (2011), observaram no inverno melhores resultados para as miniestacas *Piptocarpha augustifolia*. Resultados obtidos por Cappellaro et al. (2017) indicaram que no verão é possível obter uma raiz mais longa. Em estudos feitos por Silva et al. (2012a) para estacas de 35 cultivares com 3g L⁻¹ de AIB em areia aos 70 dias conclui se que a estaquia em abril favorece o enraizamento, em relação à estaquia realizada em agosto, para algumas das cultivares avaliadas.

2.6 Aspectos anatômicos do enraizamento adventício em miniestacas de oliveira

As estacas provenientes do caule se classificam como herbáceas, semilenhosas e lenhosas, de acordo com o grau menor ou maior de esclerificação (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005). Anatomicamente é importante destacar que as raízes adventícias são raízes de plantas que se formam a partir de qualquer tecido não raiz e em resposta a condições de estresse, como inundação, privação de nutrientes e ferimentos e são importantes econômica e ecologicamente para melhorar a produção sustentável de material vegetal (STEFFENS e RASMUSSEN, 2016).

Assim as diferentes cultivares de oliveira podem ser classificadas de maior ou menor capacidade de enraizamento (WIESMAN e LAVEE et al., 1995; SILVA et al., 2012a; MEHRI et al., 2013a). As raízes adventícias se originam em partes aéreas das plantas, com o caule, e pode dar-se em condições naturais ou após sofrer algum estímulo. Esse enraizamento desempenha um papel importante na propagação vegetativa das plantas e pode ser estimulada por fitohormônios, então raízes adventícias formam-se nas proximidades dos tecidos vasculares (na região do periciclo) e crescem entre os tecidos localizados ao redor do seu ponto de origem (APPEZZATO DA GLÓRIA e HAYASHI, 2013).

E assim as características anatômicas do caule pode influenciar diretamente a capacidade de enraizamento e de acordo com Steffens e Rasmussen (2016), pode apresentar-se um elevado percentual de enraizamento adventício em estacas onde os primórdios radiculares originam-se no câmbio ou em células adjacentes e baixos percentuais de enraizamento em estacas onde este processo é oriundo do calo.

Outros autores como Esaú (1993), Medrado et al. (1995), Ono e Rodrigues (1996), Hartmann et al. (2011), Appezzato da Glória e Hayashi (2013) e Araujo et al. (2021) sugerem que em caules mais velhos, ou com alto grau de esclerificação as raízes podem encontrar um obstáculo ao seu crescimento devido à presença e à continuidade do anel de esclerênquima perivascular que pode desviar a raiz de seu curso o qual pode ser inversamente proporcional à capacidade de enraizamento, dificultando ou interferindo no processo, então uma diminuição na proporção entre tecidos esclerenquimáticos e parenquimáticos permite condições propícias ao enraizamento adventício.

Segundo Fachinello, Hoffmann e Nachtigal (2005), as estacas que apresentam maior grau de lignificação, podem ter dificuldade para a formação de calos e, conseqüentemente, de raízes, pela dificuldade da modificação dos tecidos, embora não necessariamente deve apresentar-se calo para formar raiz e para processos de propagação se as estacas são coletadas com baixo grau de lignificação, são mais susceptíveis à desidratação, e também pela menor quantidade de reservas, então a formação de calo pode ser prejudicado.

De acordo com Penso et al. (2016) o ideal é utilizar estacas semilenhosas, a formação de calos e raiz, embora o uso de miniestaquia pode ser a mais recomendada pelas características vegetativas e nutricionais das minicepas, dos brotos jovens e semilenhosos e da maior capacidade de propagação. A capacidade de formação de calos é indicativa da capacidade de transformação e diferenciação dos tecidos.

Segundo Fachinello, Hoffmann e Nachtigal (2005), o calo aparece no tecido lesionado, resultando em posterior formação de um tecido de cicatrização, constituído por uma massa de células parenquimatosas, desorganizadas e em diferentes etapas de lignificação. Entretanto, Hartmann et al. (2011) consideram a formação de calos e a de raízes como processos totalmente independentes e que, por vezes, a formação de excesso de calos pode até mesmo impedir a formação de raízes, mas, frequentemente, as raízes aparecem após a formação de calos, por meio da diferenciação das células parenquimatosas formadas a partir deles.

A formação de calo na base das estacas possui relação com a formação de raízes. Ambos os eventos ocorrem de maneira independente, porém necessitam das mesmas condições para sua ocorrência (HAN et al., 2009). A presença de calos nas estacas indica diferenciações celulares conhecidas como estruturas indicadoras da formação dos primórdios de raízes adventícias. Algumas cultivares de oliveira necessitam de um tempo maior para que ocorra esta diferenciação celular e, conseqüentemente, a formação de raízes adventícias após o processo de formação de calos (SILVA et al., 2012a).

Denaxa et al. (2019) ao fazer análises histológicas em ‘Kalamata’ revelaram uma bainha contínua de anel de esclerênquima e aumento da espessura do córtex e, posteriormente, as iniciais da raiz começaram a se desenvolver no floema secundário a partir de células cambiais. As diferenças nas atividades enzimáticas, bem como na

anatomia do caule, poderiam justificar parcialmente a capacidade de enraizamento diferente de ambas as cultivares.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, N.S.; NAVROSKI, M.C.; MIRANDA, L.; MOTA, C.S.; ESTOPA, R.A.; NICOLETTI, M.F.; KONZEN, E.R. **The canopy coverage is correlated with the number of shoots produced by eucalyptus clones in a clonal mini-garden.** Canadian Journal of Forest Research, v.48, n.11, p.1411-1416, 2018.
- ALCÂNTARA, G.B.; RIBAS, L.L.F, HIGA, A.R.; ZUFFELLATO- RIBAS, K.C.; KOEHLER, H.S. **Efeito da idade da muda e da estação do ano no enraizamento de miniestacas de *Pinus taeda* L.** Revista Árvore, v.31, n.3, p.399-404, 2007.
- ALEXANDRE, R.S.; LOPES, J.C.; TIRADENTES, A.T.; BRUCKNER, C.H.; OTONI, W.C. **Metodologia de minienxertia em maracujazeiros.** Rev. Bras. Frutic., v.35, n.1, p.333 - 337, 2013.
- ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. DE. **Clonagem e doenças do eucalipto.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 442p.
- AL-IMAM, N. M. A.; HAMID, Q. Q. **Effect of the date and concentrations of the IBA on rooting and growth of semi-hard wood cuttings of two olive (*Olea europaea* L.) varieties.** Basrah Journal of Agricultural Sciences, v.32, p.59-69, 2019.
- ALTOÉ, J.A.; MARINHO, C.S. **Miniestaquia seriada na propagação da goiabeira ‘Paluma’.** Rev. Bras. Frutic., v.34, n.2, p.576-580, 2012.
- ALTOÉ, J.A.; MARINHO, C.S.; TERRA, M.I.C.; BARROSO, D.G. **Propagação de araçazeiro e goiabeira via miniestaquia de material juvenil.** Bragantia, v.70, n.2, p.312-318, 2011.
- ALVARENGA, Â.A.; DA CRUZ, J.L.; DE OLIVEIRA, A.; DA SILVA, L.F.; GONÇALVES, E.D.; NORBERTO, P.M. **Nutritional quality of olives and olive oil produced in the Serra da Mantiqueira from Brazil.** Agricultural Sciences, v. 8, p. 518-526, 2017.
- APPEZZATO DA GLORIA, B.; HAYASHI, A.H. **Raiz.** Em: Anatomia vegetal. Ed. Appezzato da Gloria, B. e Carmello Guerreiro, S.M. Editora UFV. 404p. 2013
- ARAÚJO, E. F.; GIBSON, E. L.; SANTOS, A. R.; GONÇALVES, E. O.; WENDLING, I. ALEXANDRE, R. S.; POLA, L. A.V. **Mini-cutting technique for vegetative propagation of *Paratecoma peroba*,** Cerne, v. 25, n. 3, p.314-325, 2019.
- ARAUJO, V.S.J.; BENDER, A.; REUTEMANN, A. et al. **Influencia del grado de lignificación de los propágulos de jardín y minijardín clonal en el enraizamiento de estacas y miniestacas de *Prosopis alba* Griseb.** FAVE Sección Ciencias Agrarias, v.20, n. 1, p.287-304, 2021.
- BARROSO, D.G.; DE OLIVEIRA T.P.F.; SIQUEIRA D.P.; LAMONICA K. R.; DE CARVALHO G.C.M.W. **Mini-stumps productivity and rooting of *Khaya ivorensis* A. Chev mini-cuttings treated with IBA).** Cerne, v.24, n.2, p.114-120, 2018.

- BERUDE, M.C.; ARAÚJO, E.F.; SANT'ANA, B.T.; ALEXANDRE, R.S.; DE OLIVEIRA GONÇALVES, E. **Rooting of *Inga edulis* mart. (Leguminosae-Mimosoideae) mini-cuttings.** Floresta, v.50, n.1, p.1091-1098, 2020.
- BINDUMADHAVA, H.; TAMAK, J.; MAHAVISHNAN, K.; UPADHYAY, A.P.; VARGHESE, M.; SHARMA, N. **Clonal propagation in *Eucalyptus camaldulensis* using minicutting technique.** Current Science, v.101, n.12, p.1578-1585, 2011.
- BRONDANI, G. E.; BACCARIN, F.J.B.; ONDAS, H. W.; STAPE, J.L.; GONÇALVES, A. N.; ALMEIDA, M. **Low temperature, IBA concentrations and optimal time for adventitious rooting of *Eucalyptus benthamii* mini-cuttings.** Journal of Forestry Research, v.23, n.4, p.583–592, 2012c.
- BRONDANI, G.E.; BACCARIN, F.J.B.; BERGONCI, T.; GONÇALVES, A.N.; ALMEIDA, M. **Miniestaquia de *Eucalyptus benthamii*: efeito do genótipo, AIB, zinco, boro e coletas de brotações.** Cerne, v.20, n.1, p.147-156, 2014.
- BRONDANI, G.E.; BACCARIN, F.J.B.; ONDAS, H.W.; GONÇALVES, A.N.; ALMEIDA, M. **Avaliação morfológica e produção de minijardim clonal de *Eucalyptus benthamii* em relação a Zn e B.** Pesquisa Florestal Brasileira, v.32, n.70, p.151-164, 2012b.
- BRONDANI, G.E.; WENDLING, I.; GROSSI, F.; DUTRA, L.F.; ARAUJO, M.A. **Miniestaquia de *Eucalyptus benthamii* × *Eucalyptus dunnii*: (I) sobrevivência de minicepas e produção de miniestacas em função das coletas e estações do ano,** Ciência Florestal, v.22, n.1, p.11-21, 2012a.
- BURIN, C.; BATISTEL, S.C.; LOHMANN, G.; BISOGNIN, D.A. **Rooting competence of mini-cuttings of *Cabralea canjerana* clones in different seasons.** Ciência Rural, v.50, n.6, p.1-7, 2020.
- CABALLERO, J. M. **Multiplicación del olivo por etaquillado semileñoso bajo nebulización [S.l.]: INIA, (Comunicaciones INIA Producción Vegetal, 31:39).** 1981.
- CABALLERO, J. M.; DEL RIO, C. **Propagação da oliveira por enraizamento de estacas semilenhosas sob nebulização.** Informe Agropecuário, v.27, n.231, p.33- 38, 2006.
- CÂMARA, F.M.M.; CARVALHO, A.S.; MENDONÇA, V.; PAULINO, R.C.; DIÓGENES, F.E.P. **Sobrevivência e biomassa de miniestacas de aceroleira utilizando extrato de tiririca.** Comunicata Scientiae, v. 7, n.1, p.133-138, 2016.
- CAPPELLARO, T.H.; SCHUCH, M.W.; AFFONSO, L.B.; OZELAME, G.L.C.; PEIL, R.M.N.; TOMAZ, Z.F.P. **Production of 'Arbequina' olive tree seedlings under soilless growing systems.** Agronomy Science and Biotechnology, v.3, n.2, p.66-73, 2017.
- CARVALHO, R.I.N.; SILVA, I.D.; FAQUIM, R. **Enraizamento de miniestacas herbáceas de maracujazeiro amarelo.** Semina: Ciências Agrárias, v.28, n.3, p.387-392, 2007.

CASARIN, J. V.; MOREIRA, R. M.; RAASCH, C. G.; TIMM, C. R. F.; SCHUCH, M. W. **Productivity and rooting of olive mini-cuttings grown in a clonal mini-garden according to season.** *Comunicata Scientiae*, v.8, n.4, p.537-543, 12, 2017.

CASARIN, J. V.; RAMM, A.; RAASCH, C. G.; TIMM, C. R. F.; SCHUCH, M. W. **Rooting of olive minicuttings at different seasons grown in clonal minigarden.** *Comunicata Scientiae*, v.9, n.1, p.41-49, 2018.

CENTENO, A.; GOMEZ, M. **Effect of root-promoting products in the propagation of organic olive (*Olea europaea* L. cv. Cornicabra) nursery plants.** *HortsCience*, V.43, n.7, p.2066–2069, 2008.

CHATZISSAVVIDIS, C.; THERIOS, I. **Response of four olive (*Olea europaea* L.) cultivars to six B concentrations: Growth performance, nutrient status and gas exchange parameters.** *Scientia Horticulturae*, v.127, n.1, p.29-38, 2010.

CHATZISSAVVIDIS, C.; THERIOS, I.; ANTONOPOULOU, C.; GIANNAKOULA, A. **The behavior of seven olive (*Olea europaea* L.). Cultivars grown on a soil containing Ca in relation to iron nutrition.** *Acta horticulturae*, v.949, p.177–183, 2012.

CIRILLO, C.; RUSSO, R.; FAMIANI, F.; DI VAIO, C. **Investigation on rooting ability of twenty olive cultivars from Southern Italy.** *Advances in Horticulture Science.*, v.31, n.4, p311-317, 2017.

COLOMBO, R.C.; CARVALHO, D. U.; CRUZ, M.A.; ROBERTO, S.R. **Blueberry propagation by minicuttings in response to substrates and indolebutyric acid application methods.** *Journal of Agricultural Science*, v.10, N.9, P.450-458, 2018.

COUTINHO, E.F.; CAPPELLARO, T.H.; RIBEIRO, F.C.; HAERTER, J.A. **Introdução e importância econômica.** In: Coutinho, E.F., Ribeiro, F.C., Cappellaro, T.H (Eds). *Cultivo de Oliveira (*Olea europaea* L.)*. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 125p. 2009.

COUTINHO, E.F.; JORGE, R.O.; HAERTER, J.A.; COSTA, V.B. **Oliveira: aspectos técnicos e cultivo no Sul do Brasil.** Brasília: Embrapa clima temperado, 181p. 2015.

CUNHA, A.C.M.C.M.; DE PAIVA, H.N.; DE BARROS, N.F.; LEITE, H.G.; LEITE, F.P. **Relação do estado nutricional de minicepas com o número de miniestacas de eucalipto.** *Forest Science*, v.36, n.79, p.203-213, 2008.

CUNHA, A.C.M.C.M.; DE PAIVA, H.N.; DE BARROS, N.F.; LEITE, H.G.; LEITE, F.P. **Relação do estado nutricional de minicepas com o enraizamento de miniestacas de eucalipto.** *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v.33, no.3, p.591-599, 2009a.

CUNHA, A.C.M.C.M.; DE PAIVA, H.N.; LEITE, H.G.; DE BARROS, N.F.; LEITE, F.P. **Relações entre variáveis climáticas com produção e enraizamento de miniestacas de eucalipto.** *Rev. Árvore*, v.33, n.2, p.195-203, 2009b.

CUNHA, A. C. M. C. M.; PAIVA, H. N.; XAVIER, A.; OTONI, W. **Papel da nutrição mineral na formação de raízes adventícias em plantas lenhosas.** Pesquisa Florestal Brasileira, n.58, p. 35-47, 2009c.

DENAXA, N.K.; VEMMOS, S.N.; ROUSSOS, P.A. **The effect of IBA, NAA and carbohydrates on rooting capacity of leafy cuttings in three olive cultivars (*Olea europaea* L.).** Pproc. XXVIIIth IHC – Olive Trends Symposium Eds.: J. Tous et al. Acta Hort. 924, ISHS 2011.

DESOUKY, I.M.; HAGGAG, L.F.; ABD EL-MIGEED, M.M.M.; EL-HADY, E.S. **Changes in some physical and chemical properties of fruit and oil in some olive oil cultivars during harvesting stage.** World Journal of Agricultural Sciences, v. 5, n. 6, p. 760-765, 2009.

DI CARVALHO, M.A.; FILHO, J.B.; KRATZ, D. **Quality of clonal seedlings of *Tectona grandis* Linn F. rooted in different concentrations of indolebutyric acid.** Floresta, v.49, n.3, p.4 69 -476, 2019.

DIAS, P.C.; OLIVEIRA, L.S.; XAVIER, A.; WENDLING, I. **Estaquia e miniestaquia de espécies florestais lenhosas do Brasil.** Pesquisa Florestal Brasileira, v.32, n.72, p.453-462, 2012a.

DIAS, P.C.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L.S.; PAIVA, H.N.; CORREIA, A.C.G. **Propagação vegetativa de progênies de meios-irmãos de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan) por miniestaquia.** Revista Árvore, v.36, n.3, p.389-399, 2012b.

DODD, A.N.; KUDLA, J.; SANDERS, D. **The Language of Calcium Signaling.** Annual Review of Plant Biology, v. 61, n.1, p.593-620, 2010.

EMER, A.A.; AVRELLA, E.D.; FIOR, C.S.; SCHAFER, G. **Nitrogen fertilization for minicuttings of *Campomanesia aurea* O. Berg and its influence on productivity and rooting of minicuttings at different seasons of the year.** Rev. Bras. Cienc. Agrar. v.14, n.2, p. 1-8, 2019.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUARIA-EMBRAPA. (2019). **Arbequina é uma das oliveiras mais cultivadas no Brasil.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/41939110/arbequina-e-uma-das-oliveiras-mais-cultivadas-no-brasil>. Acesso em: 04 jul. 2021.

ENGEL, M.L.; IKEDA, A. FLÔRES JR, P.C.; ALCANTARA, G.B.; HIGA, A.R. **Influence of stem cutting position, leaves condition and size of minicuttings in rooting of black wattle.** Agriculture & Forestry, v.65, n.1, p.191-199, 2019.

EREL, R.; YERMIYAHUA, U.; VAN OPSTAL, J.; BEN-GAL, A.; SCHWARTZ, A. DAG, A. **The importance of olive (*Olea europaea* L.) tree nutritional status on its productivity,** Scientia Horticulturae, v.159, p. 8–18, 2013.

ESAÚ, K. **Anatomia das plantas com semente.** 12^a ed. São Paulo, Edgard Blucher, 1993. 293p.

- ESTEVEZ, R. L.; CHAMBO, A.P.; STANGARLIN, J.R.; KUHN, O.J. **Doses of calcium sulphate increase the peroxidase activity and the rooting of eucalyptus clones.** *Ciência Florestal*, v.30, n. 2, p. 396-405, 2020.
- FABBRI, A.; BARTOLONI, G.; LAMBARDI, M.; KAILIS, S.G. **Olive propagation manual.** By Collingwood, Australia: CSIRO publishing. 2004. 139p.
- FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C. **Propagação de plantas frutíferas.** Brasília: Embrapa, 221p. 2005.
- FAUERHARMEL, M.; BISOGNIN, D.A.; LENCINA, K.H.; TONETTO, T.S.; MELTZER, J.M.; MAGGIONI, J.H. **Production of jacaranda plantlets by minicutting.** *Semina: Ciências Agrárias*, v.41, n.5, p.1951-1962, 2020.
- FERRARI, M.P.; GROSSI, F.; WENDLING, I. **Propagação vegetativa de espécies florestais.** Embrapa Florestas. 2004. 22p.
- FERREIRA, B. G. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C.; IVAR WENDLING, I.; KOEHLER, E. S.; NOGUEIRA, A.C. **Miniestaquia de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax com o uso de ácido 33 indolbutírico e ácido naftalenoacético.** *Ciência Florestal*, v.20, n.1, p.19-31, 2010.
- FERRIANI, A. P.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; HELM, C. V.; BOZA, A.; WENDLING, I.; Koehler, H.S. **Produção de brotações e enraizamento de miniestacas de *Piptocarpha angustifolia*.** *Pesquisa Florestal Brasileira*, v.31, n.67, p.257-264. 2011.
- FIGUEIRÊDO, G.R.G.; VILASBOAS, S.V.; OLIVEIRA, S.J.R.; SODRÉ, G.A.; SACRAMENTO, S.K. **Propagação da gravioleira por miniestaquia.** *Rev. Bras. Frutic.*, v.35, n.3, p.860-865, 2013.
- FILODA, P.F.; CHAVES, F.C.; HOFFMANN, J.F.; ROMBALDI, F.V. **Olive oil: a review on the identity and quality of olive oils produced in Brazil.** *Revista Brasileira de ENGEL Fruticultura*, v. 43, n. 3, p. 1-22., 2021
- FREIRE, J.M.; VERÍSSIMO, L.N.; PEREIRA, B.R.; ROUWS, J.R.C.; JUNIOR, J.C.A. **Vegetative propagation of *Hymenaea courbaril* L. and *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. by mini-cutting.** *Revista Árvore*, v.44, p. 1-11, 2020.
- FRÖLECH, D.B.; BARROS, M.I.L.; ASSIS, A.M.; SCHUCH, M.W. **Etiolation and indolbutyric acid in the *Olea europaea* cv. Maria da Fé minicuttings.** *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.15, n.2, p.1-4, 2020.
- GARCIA, S.; SANTOS, D.; MARTINS, F.; TORRES, R. **Aspectos climatológicos associados ao cultivo da oliveira (*Olea europaea* L.) em Minas Gerais.** *Revista Brasileira de Climatologia*, [S.l.], v. 22, p.188-209, 2018.
- HAN, H.; ZHANG, S.; SUN, X. **A review on the molecular mechanism of plants rooting modulated by auxin.** *African Journal of Biotechnology*, v.8, v. 3, p.348-353, 2009.

HARTMANN, H. T.; DAVIES, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 8th Edition. New Jersey. USA. Prentice-Hall, 2011. 915p

HEPLER, P.K. **Calcium: A central regulator of plant growth and development**. The Plant Cell, v.17, n.8, p.2142–2155, 2005.

HERNANDEZ, W.; XAVIER, A.; PAIVA, H. N.; WENDLING, I. **Propagação vegetativa do jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) por estaquia**. Revista Árvore, v.37, n.5, p.955-967, 2013.

HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. V. A.; GONÇALVES, A. N. **A evolução do jardim clonal na produção de mudas**. IPEF notícias, v. 24, n. 148, p. 4-6, 2000.

HIGASHI, E.N.; SILVEIRA, R.L.V.A.; GONÇALVES, A.N. **Monitoramento nutricional e fertilização em macro, mini e microjardim clonal de Eucalyptus**. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Eds.). Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: IPEF, 2005. p. 191–217.

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D. I. **The water culture method for growing plants without soils**. Berkeley: California Agricultural Experimental Station, v,347. 2nd edit p.32, 1950.

HOSSEL, C.; WAGNER JÚNIOR, A.; HOSSEL, J. S. A. DE O.; FABIANE, K. C.; DALLAGO, A. **Rooting of jaboticabeira of cabinho mini-cuttings (*Plinia trunciflora*)**. Comunicata Scientiae, v.9, n.4 p.613-620, 2018.

INOCENTE, V.H.; NIENOW, A.A.; TRE, L. **Time of treatment with IBA in Olive cultivars rooting**. Rev. Bras. Frutic., v. 40, n. 1: (e-800), 2018

INTERNATIONAL OLIVE COUNCIL-IOC (2020). **International olive council newsletter**. N° 162. Disponível em <https://www.internationaloliveoil.org/>

KIST, B.B.; CARBALHO, C.; BELING, R.R. **Anuário Brasileiro das oliveiras 2019**. Editora Gazeta Santa Cruz, 2019. 56p.

KOYAMA, A.M.A; BORGES, W.F.S.; YAMAMOTO, L.Y.; COLOMBO, C.R. et al. **Multiplication of blueberry mini-cuttings in different growth media**. AgronomyScienceandBiotechnology, v. 4, (1), p.28-35, 2018.

KUPPUSAMY, S.; RAMANATHAN, S.; SENGODAGOUNDER, S.; SENNIAPPAN, C.; BRINDHADEVI, K.; KALIANNAN, T. **Minicutting - A powerful tool for the clonal propagation of the selected species of the Eucalyptus hybrid clones based on their pulpwood studies**. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, v.22, n.1, p. 1-5, 2019.

LARBI, A.; KCHAOU, H.; GAALICHE, B.; GARGOURI, K.; BOULAL, H.; MORALES, F. **Supplementary potassium and calcium improves salt tolerance in olive plants**. Scientia Horticulturae, v.260, n.108912, p.1-10, 2020.

- LATTUADA, D.S.; ALTMANN, T.; BACK, M.M.; LOUROS, G.V.; DE SOUZA, P.V.D. **Dosis de nitrógeno en el abonado de minijardin clonal de pitangueras (*Eugenia uniflora*)**. Revista Brasileira de Fruticultura, v.38, n.3, p.1-7, 2016.
- LOPES, L.S.; TSUKAMOTO FILHO, A.A.; BRONDANI, G.E.; MATOS, S.E.; OLIVEIRA, T.M.; BARBOSA FILHO, J.; FONSECA, R.M.; NICÁCIO, P.R. **Produtividade de minicepas de *Eucalyptus urophylla* S. T Blake em função da solução nutritiva e coleta de brotações**. Nativa, Sinop, v.4, n.1, p.44-47, 2016.
- MAJADA, J.; MARTÍNEZ-ALONSO, C.; FEITO, I.; KIDELMAN, A.; ARANDA, I.; ALÍA, R. **Mini-cuttings: an effective technique for the propagation of *Pinus pinaster* Ait.** New Forests, v. 41, n. 1, p.399–412, 2011.
- MANTOVANI, N.; ROVEDA, M.; TRES, L.; FORTES, F.O.; GRANDO, M.F. **Cultivo de canafístula (*Peltophorum dubium*) em minijardim clonal e propagação por miniestacas**. Ciência Florestal, Santa Maria, v.27, n.1, p.225-236, 2017.
- MARTINS, F.B.; FERREIRA, M.C.; SILVA, L.F.O.; RAMALHO, V.R.M.; GONÇALVES, E.D. **Temperatura do ar no desenvolvimento reprodutivo de cultivares de oliveira**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 34, n.2, p. 179-190, 2019.
- MEDRADO, M. S. J.; Appezzato-da-Glória, B.; Costa, J. D. **Alterações anatômicas em estacas de seringueira (*Hevea brasiliensis* clone RRIM 600) em resposta a diferentes técnicas de indução de enraizamento**. Scientia Agrícola, v. 52, n. 1, p. 89-95, 1995.
- MEDRADO, M. S. J.; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; COSTA, J. D. **Alterações anatômicas em estacas de seringueira (*Hevea brasiliensis* clone RRIM 600) em resposta a diferentes técnicas de indução de enraizamento**. Scientia Agrícola, v. 52, n. 1, p. 89-95, 1995
- MEHRI, H.; MHANNA K.; SOLTANE, A.; AWAD E.; ROUILI, F., ABDELKARIM M. **Performance of olive cuttings (*Olea europaea* L.) of different cultivars growing in the agro-climatic conditions of Al-Jouf (Saudi Arabia)**. American Journal of Plant Physiology, v.8, n.1, p.41-49. 2013a.
- 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, 2013b.
- 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, n. 1, p. 74 - 78, 2009.
- OLIVEIRA, A.F.; CHALFUN, N.N.J.; ALVARENGA, A.A.; VIEIRA NETO, J.; PIO, R.; OLIVEIRA, D.L. **Estaquia de oliveira em diferentes épocas, substratos e doses de AIB diluído em NaOH e álcool**. Ciência e Agrotecnologia, v.33, n.1, p.79-85, 2009.
- OLIVEIRA, A.F.; VIEIRA NETO, J.; VILLA, F.; SILVA, L.F.O. **Espaçamento entre plantas no desempenho de jardim clonal de cultivares de oliveira**. Scientia Agraria, v.11, n.4, p.317-322, 2010b.

OLIVEIRA, M.C.; NETO, J.V.; PIO, P.; ADELSON FRANCISCO DE OLIVEIRA, A.F.; RAMOS, J.D. **Enraizamento de estacas de oliveira submetidas a aplicação de fertilizantes orgânicos e AIB**. Ciênc. agrotec., v. 34, n. 2, p. 337-344, 2010a.

OLIVEIRA, M.C.; RAMOS, J.D.; PIO, R.; CARDOSO, M.G. **Características fenológicas e físico e perfil de substâncias graxas em oliveiras no sul de Minas Gerais**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.47, n.1, p.30-35, 2012.

OLIVEIRA, M.J.V.; SCHMILDT, E.R.; COELHO, R.I.; AMARAL, J.A.T. **IBA levels and substrates in the rooting of UENF/Caliman 02 hybrid papaya minicuttings in a semi-hydroponic system**. Rev. Bras. Frutic., v.40, n.1, p.1-7, 2018.

OLIVEIRA, T.P.F.; BARROSO, D.G.; LAMÔNICA, K.R.; CARNEIRO, J.G.A.; OLIVEIRA, M.A. **Productivity of polyclonal minigarden and rooting of *Handroanthus heptaphyllus* Mattos minicuttings**. Semina: Ciências Agrárias, v.36, n.4, p.2423-2432, 2015.

OLIVEIRA, T.P.F.; BARROSO, D.G.; LAMÔNICA, K.R.; CARVALHO, G.C.M.W. **Aplicação de AIB e tipo de miniestacas na produção de mudas de *Handroanthus heptaphyllus* Mattos**. Ciência Florestal, v.26, n.1, p.313-320, 2016.

OLIVEIRA, T.P.F.; BARROSO, D.G.; LAMÔNICA, K.R.; DE MORAIS, T.C.B.; DE CARVALHO, G.C.M.W. **Nutrition requirement and productivity in clonal minigarden of *Toona ciliata* var. *Australis***. Ciencia Florestal, v.29, n.3, p.1154-1167, 2019.

OZELAME, G.L.C.; AFFONSO, L.B.; CAPPELLARO, T.H.; SCHUCH, M.W.; ZENI FONSECA PINTO TOMAZ, Z.F.T. **Rooting dynamics of Brazilian cherry tree minicuttings**. Agronomy Science and Biotechnology, v.4, n.1, p.46 - 51, 2018.

PALANISAMY, C.; RAMANATHAN, S.; PALANISAMY, S.; GANESAN, S.K. **Large scale multiplication of *Casuarina junghuhniana* Miq. clonal plants through mini-cutting technique**. Journal of Agricultural Science and Technology, v.10, n.1, p. 98-105, 2020.

PEÑA, M.L.; ZANETTE, F.; BIAS, L.A. **Época de coleta e ácido indolbutírico no enraizamento de miniestacas de pitanguera**. Semina: Ciências Agrárias, v.36, n.5, p.3055-3068, 2015.

PENSO, G.A.; SACHET, M.R.; MARO, L.A.; PATTO, L.S.; CITADIN, I. **Propagação de oliveira ‘Koroneiki’ pelo método de estaquia em diferentes épocas, concentrações de AIB e presença de folhas**. Ceres, v.63, n.3, p.355-360, 2016.

PEREIRA, M.O.; ÂNGELO, A.C.; NAVROSKI, M.C.; DE OLIVEIRA, L.M.; FELIPPE, D.; MORAES, C. **Mini-cuttings rooting of *Sequoia sempervirens* at different IBA concentrations and clones**. Floresta, v.50, n.2, p.1279-1286, 2020.

PIO, R.; BASTOS, D.; BERTI, A.J.; SCARPARE FILHO, J.A.; MOURÃO FILHO, F.A.A.; ENTELMANN, F.A.; ALVEZ, 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, 3, p.562-567, 2005.

PIO, R.; SOUZA, F.B.M.; DE, COELHO, V.A.T.; RODAS, C.L.; SILVA, I.P.; MELO, E.T. **Visual symptoms and nutritional deficiencies in olive trees under subjected to nutrient deprivation.** *Acta Scientiarum. Agronomy*, v.41, n. 1, p. 1-11, 2019.

REZENDE, T.T.; CARVALHO, S.P.; FILHO, J.S.; FILHO, C.P.; SIMÕES, L. C.; PAULINO, R.N.L.; OLIVEIRA, L.L.; NASCIMENTO, T.L.C. **Propagação vegetativa do cafeeiro (*Coffea arábica* L.) por miniestacas.** *Coffee Science*, v.12, n.1, p.91-99, 2017.

RIBEIRO, F.; COUTIHNO, E.; CAPPELLARO, T.; ARAÚJO, F.; CASTRO, L.A. **Produção e Obtenção de Dudas ou Sementes. Em: Cultivo de oliveira (*Olea europaea* L.).** Sistemas de produção 16. Emprapa. 122p. 2009

ROCHA, J.H.T.; BACKES, C.; BORELLI, K.; PRIETO, M.R.; SANTOS, A.J.M.; GODINHO, T.O. **Produtividade do minijardim e qualidade de miniestacas de um clone híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* (I-224) em função de doses de nitrogênio.** *Ciênc. Florest.*, v.25, n.2, p.273-279, 2015.

ROSA, D. D.; VILLA, F.; DA SILVA, D. F.; CORBARI, F. **Rooting of semihardwood cuttings of olive: Indolbutyric acid, calcium and *Azospirillum brasilense*.** *Comunicata Scientiae*, v.9, n.1, p.34-40, 2018.

SÁ, F.P.; PORTES, D.C.; WENDLING, I. ZUFFELLATO-RIBAS, K.C. **Miniestaquia de erva-mate em quatro épocas do ano.** *Ciência Florestal*, v.28, n.4, p.1431-1442, 2018.

SANTOS, J.; PINHEIRO, M. V. M.; FONTANA, D. C.; SCHMIDT, D.; PRETTO, M. M. **Estabelecimento *in vitro* de oliveira ‘Arbequina’ e ‘Koroneiki’.** *Ci. Fl.*, Santa Maria, v.29, n.2, p.508-518, 2019.

SAYKHUL, A.; CHATZISTATHIS, T.; CHATZISSAVVIDIS, C.; KOUNDOURAS, S.; THERIOS, I. DIMASSI, K. **Potassium utilization efficiency of three olive cultivars grown in a hydroponic system.** *Scientia Horticulturae*, v.162, p.55-62, 2013.

SAYKHUL, A.; CHATZISTATHIS, T.; CHATZISSAVVIDIS, C.; THERIOS, I.; MENEXES, G. **Root growth of cultivated and “wild” olive in response to potassium mineral nutrition.** *Journal of Plant Nutrition*, v.39, n.11, p.1513–1523, 2016.

SCHMILDT, O.; SCHMILDT, E.R.; ALEXANDRE, R.S.; OLIVEIRA, M.J.V.; FERREGUETTI, G.A.; NASCIMENTO, A.L.; SANTOS, K.T.H. **Miniestaquia de mamoeiro hermafrodita ‘Golden’ com indutor auxínico, em sistema semi-hidropônico.** *Rev. Ciênc. Agrovet.*, v.18, n.4, p.499-506, 2019.

SCHUCH, M.W.; PEIL R.M.N. **Soilless cultivation Systems: a new approach in fruit plants propagation in southern Brazil.** *Acta Horticulturae*. (952), p. 877-883, 2012.

SCHUCH, M.W.; TOMAZ, Z.F.; CASARIN, J.; MOREIRA, R.; SILVA, J. **Advances in vegetative propagation of Olive tree.** *Rev. Bras. Frutic*, v.41, n.2, p. 1-11, 2019.

SCHUCH, M.W.; TOMAZ, Z.F.P. **Advances in the spread of vegetative blueberry.** Rev. Bras. Frutic., v.41, n.1, p.1-8, 2019.

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

SHAHAB, M.; RUFFO, S.; COLOMBO, R.C.; SILVESTRE, J.P.; AHMED, S. KOYAMA, R. HUSSAIN, I. **Clonal propagation of blueberries mini cutting sunder subtropical conditions.** International Journal of Biosciences, v.13, n.3, p.1-9, 2018.

SILVA, J.A.A.; TEIXEIRA, G.H.A.; CITADIN, I.; JÚNIOR, A.W.; DANNER, M.A.; MARTINS, A.B.G. **Advances in the propagation of Brazilian Cherry tree.** Rev. Bras. Frutic., v.41, n.3, p.1-11, 2019.

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, v.4, p.88-492, 2012a.

SILVA, M.G.; ZIDAN, U.R.; BORGES, C.T.; SILVA, J.A.; RESENDE, R.T.; VENTUROLI, F.; PIRES, P.P. **Indolbutyric acid (IBA) in the African mahogany (*Khaya grandiolia* C. DC.) cuttings and mini-cuttings development.** Advances in Forestry Science, v.7, n.2, p. 1009-1016, 2020.

SILVA, M.P.S.; BARROSO, D.G.; SOUZA, J.S.; ALVARENGA-FERREIRA, D.; ARAUJO-CARNEIRO, J.G. **Enraizamento de miniestacas e produtividade de minicepas de cedro australiano manejadas em canaletões e tubetes.** Ciência Florestal, v.22, n.4, p.703-713, 2012b.

SILVA, R.L.; OLIVEIRA, M.L.; MONTE, M.A. XAVIER, A. **Propagação clonal de guanandi (*Calophyllum brasiliense*) por miniestaquia.** Agronomía Costarricense, v.34, n.1, p.99-104, 2010.

SOMMER, L.R.; CAMARGO, S.S.; BICCA, M.L.; RAASCH, C.G.; PEIL, R.M.N.; SCHUCH, M.W. **Blackberry and raspberry seedlings growth under the soilless cultivation system.** Agronomy Science and Biotechnology, v.2, n.2, p.85 - 91, 2016.

STEFFENS, B.; RASMUSSEN, A. **The Physiology of Adventitious Roots.** Plant Physiol., v. 170, n. 2, p. 603–617, 2016.

STUEPP, C.A.; FRAGOSO, R.O.; MAGGIONI, R.A.; LATOH, L.P.; WENDLING, I. ZUFFELLATO-RIBAS, K.C. **Ex vitro system for *Acer palmatum* plants propagation by mini-cuttings technique,** Cerne, v.22, n.3, p.355-363, 2016.

STUEPP, C.A.; WENDLING, I.; KOEHLER, H.S.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C. **Successive mini-cuttings collection in *Piptocarpha angustifolia* ministumps: Effects on maturation, adventitious root induction and root vigor.** Acta Scientiarum. Agronomy, v.39, n.2, pp.245-253, 2017.

STUEPP, C.A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C. Koehler, H.S.; WENDLING, I. **Rooting mini-cuttings of *Paulownia fortunei* var. Mikado derived from clonal mini-garden.** Rev. Árvore, v.39, n.3, p.497-504, 2015.

SULICHANTINI, E.D.; SUTISNA, M.; SUKARTININGSIH.; RUSDIANSYAH. **Clonal propagation of two clones *Eucalyptus pellita* F. Muell by mini-cutting.** Internat. J. of Sci. and Eng., v.6, n.2, p. 117-121, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** 6th. edn. Porto Alegre, Artmed. 2017. 888p.

THOR, K. **Calcium-Nutrient and Messenger.** Front. Plant Sci., v.10, n. 440, p. 1-7, 2019.

TIMM, C.R.F.; SCHUCH, M.W.; TOMAZ, Z.F.P.; MAYER, N.A. **Enraizamento de miniestacas herbáceas de porta-enxertos de pessegueiro sob efeito de ácido indolbutírico.** Semina: Ciências Agrárias, v.36, n.1, p.135-140, 2015.

TOMAZ, Z.F.P.; SCHUCH, M.W.; PEIL, R.M.N.; TIMM, C.R.F. **Desenvolvimento de porta-enxertos de pessegueiro obtidos de miniestacas, em duas épocas, e sistema de cultivo sem solo.** Revista Brasileira de Fruticultura, v.36, n.4, p.988-995, 2014.

TONIETTO, A.; FORTES, G.R.L.; SILVA, J.B. **Enraizamento de miniestacas de ameixeira.** Rev. Bras. Frutic., v.23, n.3, p.643-646, 2001.

VIEIRA NETO, J.; DE OLIVEIRA, A.F.; CAPRONI, C.M.; VILLA, F.; DA SILVA, L.F. **Desempenho de jardins clonais de oliveira (*Olea europaea*) em cortes sucessivos visando a sua propagação por estaquia.** Cerne, v.17, n.1, p.117-122, 2011.

VILLA, F.; SILVA, D.N.; 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.

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

WANG, J.; MA, L.; GÓMEZ-DEL-CAMPO, M.; ZHANG, D.; DENG, Y.; JIA, Z. **Youth tree behavior of olive (*Olea europaea* L.) cultivars in Wudu, China: Cold and drought resistance, growth, fruit production, and oil quality.** Scientia Horticulturae, v. 236, p.106-122, 2018.

WENDLING, I.; BRONDANI, G. E.; LEONARDO, DUTRA; HANSEL, F.A. **Mini-cuttings technique: a new ex vitro method for clonal propagation of sweetgum.** New Forests, v.39, n.3, p.343-353, 2010.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; GROSSI, F. **Produção e sobrevivência de miniestacas e minicepas de erva-mate cultivadas em sistema semi-hidropônico.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.42, n.2, p.289-292, 2007.

WHITE, P.J.; BROADLEY, M.R. **Calcium in plants.** Annals of Botany, v.92, n.1, p.487-511, 2003.

WREGGE, M.S.; COUTINHO, E.F.; PANTANO, A.P.; OLIVEIRA, R. **Distribuição potencial de oliveiras no brasil e no mundo**. Rev. Bras. Frutic., v.37, n.3, p.656-666, 2015.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal - princípios e técnicas**. Viçosa, Editora UFV, 279p, 2013.

SEGUNDA PARTE

ARTIGO 1 - Produtividade de minijardim clonal de oliveira: efeito do genótipo, concentrações de cálcio e estações do ano.

Resumo -Objetivou-se avaliar as influências da época do ano e da concentração de cálcio na solução nutritiva no desempenho do minijardim clonal de oliveira (*Olea europaea* L.), cultivares ‘Arbosana’, ‘Koroneiki’ e ‘Grappolo 541’ para produção de brotos e miniestacas. O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados no esquema fatorial triplo. Foi mensurado a sobrevivência das minicepas (SOB) (%), número de brotos (NB), comprimento dos brotos (CB), número de nós por broto (NN), número de folhas por broto (NF) e número de miniestacas por minicepa por metro quadrado ao ano (NMMA). As minicepas apresentaram sobrevivência de 100% durante 844 dias de coletas sucessivas de brotações, o que indicou elevada longevidade para as três cultivares. A maior produção de miniestacas ocorreu nas estações mais quentes (verão e primavera). A cultivar que se destacou em resposta a todas as variáveis foi ‘Koroneiki’ apresentando resultados superiores em todas as épocas do ano. Nas cultivares ‘Koroneiki’ e ‘Arbosana’ para todas as variáveis não se encontrou significância em relação à concentração de cálcio embora a ‘Koroneiki’ foi superior. Na cultivar ‘Grappolo 541’ a concentração 2 mL L⁻¹ e 6 mL L⁻¹ de cálcio resultou nos maiores valores para todas as variáveis. De acordo com a matriz de Pearson, houve correlação significativa da temperatura e a umidade relativa média do ar para todas as variáveis. O minijardim clonal é uma alternativa viável para a produção de miniestacas ante a necessidade de produção rápida, econômica e eficiente de mudas de oliveira durante todas as estações do ano, entendendo o crescente aumento dos plantios em regiões subtropicais e temperadas do mundo e do Brasil.

Palavras-chave: *Olea europaea* L., Minicepas, Miniestaquia, Sazonalidade.

Abstract - This study evaluated the effect of season and nutrient solution calcium concentration on the performance of clonal minigardens of olive (*Olea europaea* L.) cultivars Arbosana, Koroneiki, and Grappolo 541 in terms of the production of shoots and minicuttings. The experiment was conducted in a randomized block design in a three-factor arrangement. The ministump survival (%), number of shoots, shoot length, number of nodes per shoot, number of leaves per shoot, and number of minicuttings per ministump m⁻² year⁻¹ were measured. The ministumps showed 100% survival over 844 days of successive shoot collections, which indicated high longevity for all three cultivars. The minicuttings were all most productive in the warmer seasons (summer and spring). The cultivar that stood out in terms of all variables was Koroneiki, showing

superior results in all seasons. The Koroneiki and Arbosana cultivars showed no change in any variables in response to the nutrient solution, although Koroneiki had better results. In the Grappolo 541 cultivar, the 2 mL L⁻¹ and 6 mL L⁻¹ calcium concentrations resulted in the highest values for all variables. According to the Pearson matrix, temperature and mean relative humidity were correlated with all variables. The clonal minigarden is a viable alternative for the production of minicuttings given the need for fast, economical, and efficient production of olive seedlings during all seasons of the year to meet the ongoing increase in olive plantations in subtropical and temperate regions, including Brazil.

Keywords: *Olea europaea* L., ministumps, minicutting technique, seasonality.

INTRODUÇÃO

A importância agrícola da cultura de oliveira (*Olea europaea* L.) no mundo e no Brasil está relacionada principalmente com a produção de azeite de oliva e azeitonas, e em função do aumento da demanda por devido a suas qualidades nutricionais aumenta a necessidade de expansão da área de plantio (VIEIRA NETO et al., 2011; COUTINHO et al., 2015; WREGGE et al., 2015; ALVARENGA et al., 2017; SCHUCH et al., 2019; MARTINS et al., 2019).

No Brasil, há um interesse crescente no cultivo, especialmente nas regiões consideradas apropriadas, com características próximas às encontradas nas regiões de origem da espécie, onde ocorrem baixas temperaturas entre 8 °C e 10 °C no período antes da floração. As áreas com essas características estão localizadas principalmente nas regiões Sul e Sudeste do país, caracterizadas por um clima temperado em função da altitude, com ocorrência de vernalização natural (SCHUCH et al., 2019). A olivicultura ocupa cerca de 7.000 hectares no país; essa área considera plantios no Rio Grande do Sul e na região da Serra da Mantiqueira, que abrange áreas dos estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro (KIST et al., 2019).

As cultivares mais plantadas nos olivais do Brasil são ‘Arbequina’ ‘Koroneiki’ ‘Arbosana’, ‘Maria da fé’ ‘Grappolo’, ‘Picual’, ‘Frantoio’ e outras. Se destacam a ‘Koroneiki’ e por sua resistência à seca, produtividade elevada e frutos com boas características sensoriais, a ‘Arbosana’ tolerante ao frio, também apresenta produtividade elevada e ‘Grappolo 541’ desenvolvida no Brasil, é de dupla finalidade com frutos grandes recomendados para consumo em natura (VOSSEN, 2007; COUTINHO et al., 2009; DESOUKY et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2012; ALVARENGA et al., 2017; WANG et al., 2018; KIST et al., 2019).

Um dos fatores limitantes para a expansão brasileira do cultivo de oliveiras é a produção de mudas em larga escala, haja vista que as cultivares que vêm sendo utilizadas no Brasil possuem baixa capacidade de enraizamento adventício (OLIVEIRA et al., 2009; PENSO et al., 2016).

Nesse contexto o sistema de minijardim pode ser aplicado com eficiência na oliveira, pelo manejo adequado e nutrição balanceada das minicepas. Assim, as soluções nutritivas compostas por macro e micronutrientes que fornecem as necessidades

fisiológicas, bioquímicas e metabólicas da planta são um fator importante no desempenho das minicepas o que poderia ser uma alternativa viável, ajudando no processo por meio do cálcio. Portanto, as soluções nutritivas com variações em determinados nutrientes são amplamente utilizadas com sucesso para a produção de material de propagação em diferentes espécies florestais e frutíferas, neste caso os tratamentos variaram na concentração de cálcio visando a propor uma metodologia adequada para adaptação e produtividade das três cultivares. Entendendo que o cálcio é um elemento essencial e necessário para o crescimento e o desenvolvimento de plantas.

A técnica da miniestaquia para produção de brotos e miniestacas em oliveira ainda não está bem esclarecida para as condições de sazonalidade do Brasil e especificamente da região Sudeste. Portanto, objetivou-se com este trabalho avaliar as influências da época do ano e da concentração de cálcio na solução nutritiva no desempenho do minijardim clonal de oliveira (*Olea europaea* L.) das cultivares ‘Arbosana’, ‘Koroneiki’ e ‘Grappolo 541’.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras-UFLA, em Lavras – MG, Brasil. O município de Lavras está localizado nas coordenadas 21°14' de latitude sul e 45°00' de longitude oeste, a uma altitude média de 918 metros. O clima é tropical de altitude, com inverno seco e verão chuvoso (ALVARES et al., 2013). O período do experimento foi de maio de 2017 a setembro de 2019.

Constituição do minijardim clonal

Mudas clonais das cultivares ‘Arbosana’, ‘Koroneiki’ e ‘Grappolo 541’ foram utilizadas para a instalação dos experimentos. As unidades experimentais foram propagadas pelo processo de estaquia semilenhosa com aplicação de 3.000 mg L⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB) e cultivadas em vasos plásticos (18×14×55 cm) com duas aberturas na porção inferior. O substrato foi composto por areia, com fração fina (0,10 mm < diâmetro de partícula < 0,25 mm). Antes do plantio das mudas nos vasos, foi realizada uma lavagem do sistema radicular com água deionizada durante 10 minutos, com a finalidade de lixiviar nutrientes e demais componentes aderidos.

Os vasos foram suspensos por grades metálicas a 85 cm do solo, sendo plantadas seis mudas por vaso no espaçamento 18 cm × 13 cm, os quais foram compostos por duas mudas de cada cultivar dispostas sequencialmente. Após sete dias de iniciar os tratamentos de Ca, foi efetuada a quebra do caule das mudas a 15 cm acima da porção basal, com a finalidade de reduzir a dominância apical e favorecer o crescimento de brotações axilares. Para a formação das minicepas, foi realizada poda da parte aérea a 7cm acima da base da muda, conforme metodologia descrita por Brondani et al. (2014), constituindo o minijardim clonal em sistema de vaso.

Manejo e nutrição das minicepas

O minijardim clonal foi instalado em condições de casa de vegetação recoberta com polietileno transparente, sendo que os dados da temperatura do ar e umidade relativa foram coletados diariamente visando uma possível correlação com as variáveis respostas. Duas vezes por semana aplicou-se a solução nutritiva por vaso, sendo realizada irrigação com água deionizada diariamente, visando suprir a perda excessiva por evapotranspiração. Assim, as minicepas foram submetidas a sucessivas coletas de brotações produzidas durante o período experimental.

A composição da solução nutritiva básica para fertirrigação do minijardim clonal de oliveira foi baseada na solução de Hoagland & Arnon (1950). Como tratamentos, foram aplicadas diferentes concentrações de cálcio fornecido na solução nutritiva como cloreto de cálcio ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), sendo: S1: 40,8 mg L⁻¹; S2: 80,16 mg L⁻¹; S3: 160,32 mg L⁻¹; S4: 240,48 mg L⁻¹; S5: 320,64 mg L⁻¹ e S6: 400,8 mg L⁻¹. Pipetando da solução estoque 1, 2, 4, 6, 8, 10 mL L⁻¹ de acordo com o tratamento. As minicepas foram fertirrigadas duas vezes por semana aplicando 300 mL por vaso da solução nutritiva, distribuídos nas seis plantas. A solução nutritiva foi preparada a cada semana, sendo a condutividade elétrica mantida em 1,6 mS m⁻² a 25°C e o pH ajustado a 6,0 (±0,2).

Coleta de brotações

Para a coleta de miniestacas, foram monitorados o crescimento e desenvolvimento das minicepas durante 844 dias de coletas sucessivas de brotações, sendo realizadas 16 coletas em diferentes intervalos de tempo variando em função da época do ano (primavera, verão, outono e inverno) e as condições de crescimento das minicepas. Os ramos foram coletados quando pelo menos 60% das plantas

apresentavam ramos de 10 cm de comprimento, logo cortando as miniestacas de 5 a 7cm de comprimento, com mínimo dois nós, conservando na ponteira o primeiro par de folhas (Figura 1).

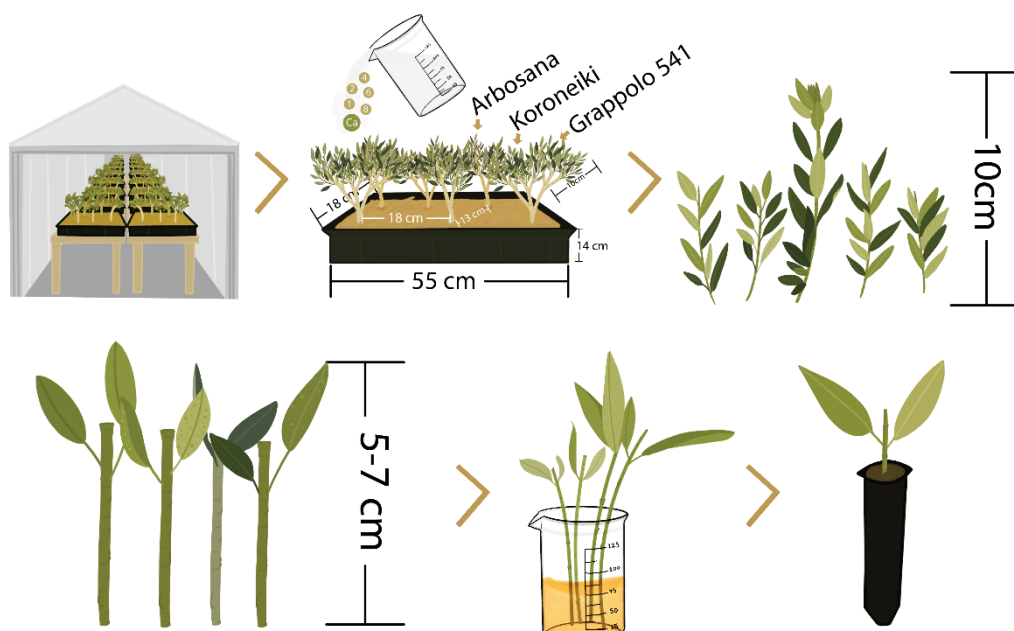


Figura 1. Constituição do minijardim clonal de *Olea europaea* L., manejo e nutrição de minicepas, coleta de brotações, corte e conformação de miniestacas

Fonte: Do autor (2020).

Sobrevivência de minicepas e produção de miniestacas

Para avaliação da sobrevivência de minicepas e da produtividade de miniestacas, o experimento foi conduzido durante 28 meses (maio de 2017 a setembro de 2019). As coletas de miniestacas iniciaram seis meses após o plantio das mudas no minijardim clonal. Os dados foram analisados em função das diferentes coletas, o efeito das estações do ano sobre as coletas, utilizando-se os valores médios dentro de cada estação para comparar a variação da produção das três cultivares ao longo do verão (22 de dezembro a 21 de março), outono (22 de março a 21 de junho), inverno (22 de junho a 21 de setembro) e primavera (22 de setembro a 21 de dezembro), além de avaliar o efeito das diferentes concentrações de cálcio na solução nutritiva.

Ao longo do experimento foram obtidos dados da sobrevivência das minicepas (SOB), número de brotos por planta (NB), comprimento de broto (CB), número de folhas por broto (NF), número de nós por broto (NN) e o número de miniestaca por

metro quadrado ao ano (NMMA). O número de miniestacas por metro quadrado ao ano foi calculado a partir da seguinte fórmula:

$$NM = \frac{NMI \times DA}{IC \times AC}$$

Onde:

NM=número de miniestacas $m^{-2} \text{ ano}^{-1}$;

NMI=número de miniestaca por minicepa; DA=total de dias do ano (considerou-se 365 dias);

IC=intervalo em dias entre cada coleta de brotações;

AE=área efetiva de cada minicepa (determinado pelo espaçamento do plantio das minicepas no vaso, o qual foi $18 \times 13 \text{ cm}$, correspondendo a $0,0165 \text{ m}^{-2}$) (BRONDANI et al., 2012b).

Delineamento experimental

A produção de miniestacas foi conduzida a partir do delineamento em blocos casualizados em arranjo fatorial triplo ($4 \times 3 \times 6$) com parcelas subdivididas no tempo, sendo os fatores constituídos por coleta de brotos (quatro estações do ano: verão, primavera, outono, inverno) cultivares ('Koroneiki', 'Arbosana' e Grappolo 541) e concentração de Ca (40,8; 80,16; 160,32; 240,48; 320,64; 400,8 mg L^{-1}). Assim, foram utilizados seis blocos contendo duas plantas (minicepas) em cada bloco, totalizando 72 minicepas por cultivar. E um total de 216 minicepas.

Análise estatística de dados

Todos os dados das variáveis do experimento foram submetidos ao teste de Shapiro Wilk ($p > 0,05$) e Bartlett ($p > 0,05$), e transformados por $(n+0,5)^{(1/14)}$, onde n = dado amostrado. Todas as variáveis foram transformadas por essa equação devido a não apresentar normalidade e não haver homogeneidade de variâncias entre os tratamentos. Em seguida, foi realizada análise de variância (ANOVA, $p < 0,01$ e $p < 0,05$). De acordo com a significância da ANOVA, os valores médios dos fatores foram comparados pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Foi realizada análise de correlação de Pearson ($p < 0,01$ e $p < 0,05$) dos dados ambientais com as variáveis mensuradas. Utilizou-se os programas R e SOC (EMBRAPA, 1990) para a análise estatística dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sobrevivência de minicepas

As três cultivares avaliadas no sistema de minijardim clonal apresentaram 100% de sobrevivência de minicepas durante os 844 dias de adaptação, crescimento e de coletas sucessivas de miniestacas, tendo um ótimo desenvolvimento durante o período experimental sob as condições avaliadas, indicando alta longevidade e bom desempenho de *Olea europaea* L., cultivares ‘Arbosana’, ‘Koroneiki’ e ‘Grappolo 541’ como fontes fornecedoras de material para a propagação nas condições climáticas da região subtropical sudeste do Brasil.

Casarin et al. (2017), na cultivar ‘Arbequina’, durante sete coletas, observaram sobrevivência de 95,84%, resultado inferior ao encontrado no presente estudo. De acordo com Ahmed et al. (2016), em condições de campo em solo franco-arenoso após 120 dias de avaliação, a sobrevivência apresentada para as cultivares ‘Bari-1’, ‘Ottobratica’, ‘Leccino’, ‘Pendolino’ e ‘Gemlik’, esteve entre 82 e 75%, e em solo argiloso entre 59 e 67%, sendo significativamente menores às apresentadas para um minijardim, o qual apresenta maior eficiência, ocupa menos espaço e fornece maior quantidade de material vegetativo por unidade de área.

Em estudos feitos com outras espécies frutíferas, as minicepas também apresentaram 100% de sobrevivência como em *Eugenia uniflora* L. após quatro coletas (PEÑA et al., 2015a), e em oito coletas a sobrevivência foi de 99,28% (PEÑA et al., 2015b). Para micro jardim de mirtilo cv ‘Woordard’ obteve 98% e cv. ‘Aliceblue’ 71,39% após 11 coletas (AFFONSO et al., 2015). Finalmente para o minijardim em vinhático *Plathymenia foliolosa* Benth, após a quarta coleta, apresentaram percentuais de sobrevivência de 64,5%, 61,5%, 32,3% e 25%, dependendo do clone (NEUBERT et al., 2012). Esses resultados encontrados são inferiores quando comparados com os resultados no presente estudo.

Os resultados obtidos de alta sobrevivência das plantas matrizes neste experimento podem atender a adaptabilidade da cultura no sistema e ao manejo adequado das minicepas durante o período de avaliação. Além disso, a boa adaptação e o desenvolvimento, nesta técnica, permite inferir o bom aproveitamento dos nutrientes aplicados na solução junto com os diferentes tratamentos de cálcio, o que influenciou

nas produções de brotos, nas características morfológicas e, conseqüentemente, na qualidade e produtividade das minicepas.

Tendo em vista as condições próprias do experimento, pode-se inferir que as minicepas apresentaram boa longevidade para a produção de miniestacas, possibilitando 16 coletas de brotos, não sendo necessária a substituição a curto prazo de tempo. A sobrevivência de 100% de todas as minicepas das três cultivares, demonstraram que a metodologia utilizada, durante os 28 meses de avaliação, pode ser tecnicamente adequada e pode ser recomendada para os produtores de mudas de oliveira da região de Lavras e de outras regiões subtropicais do Brasil.

Produção, número e comprimento de brotos, número de nós e folhas por broto

De acordo com a análise de variância houve diferença significativa entre as estações do ano (EA), cultivar (C) e solução nutritiva (SN) para as variáveis número de brotos por planta (NB), comprimento de brotos (CB), número de nós por broto (NN), número de folhas por broto (NF) e número de miniestacas $m^{-2} \text{ ano}^{-1}$ (NMMA) nas cultivares ‘Arbosana’, ‘Koroneiki’ e ‘Grappolo 541’, durante 844 dias de coletas sucessivas de brotações nas quatro estações do ano. Para as interações houve significância para EA×cultivar; e para a interação cultivar×SN houve significância em todas as variáveis avaliadas no período experimental. Não houve significância para as interações EA×SN e para EA×cultivar×SN.

Para a variável número de broto, houve efeito significativo das estações do ano e a cultivar, independente da solução nutritiva. Assim, o número de brotos variou de acordo com a época do ano e suas condições climáticas (Figura 1A). Os maiores valores para o número de brotos para as três cultivares foram apresentados na época de verão a qual difere significativamente das outras, seguido do outono, primavera e por último inverno. A cultivar ‘Koroneiki’ se destacou apresentando produção de brotos variando de 1,09 a 2,71, sendo significativamente diferente das cultivares ‘Arbosana’ e ‘Grappolo 541’ em todas as épocas do ano. Os valores médios de número de brotos para ‘Arbosana’ estiveram entre 0,65 a 2,03 e para ‘Grappolo 541’ entre 1,13 a 0,24.

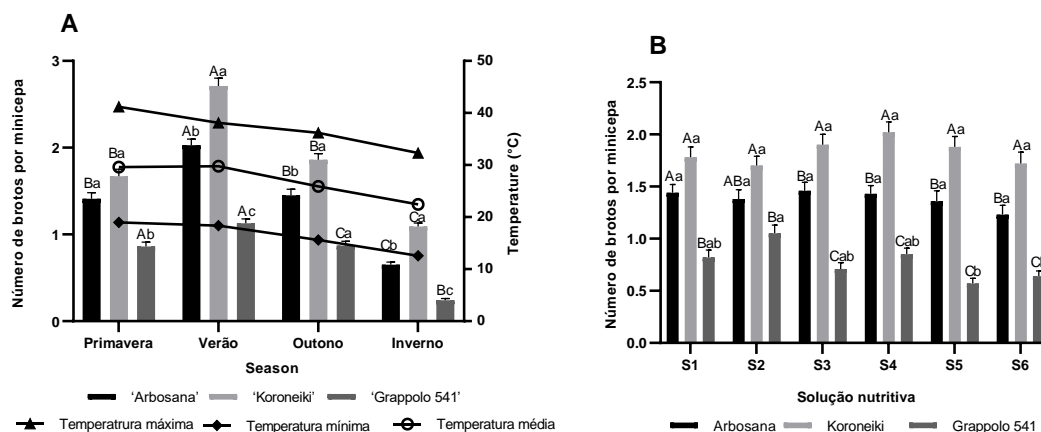


Figura 2- Valores médios para número de brotos nas cultivares 'Arbosana', 'Koroneiki' e 'Grappolo 541'. A. Em relação às estações do ano. B. Em relação às soluções nutritivas durante 844 dias de coletas sucessivas de brotações. Médias seguidas por mesma letra maiúscula ou letras minúsculas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Efeitos similares foram encontrados por Altoé et al. (2011) em minicepas de *Psidium guineense*, *P. cattleianum* e *P. guajava*, em 7 coletas, quando os valores médios do número de brotações variaram de 1,94 a 3,99; 2,00 a 4,83; e 1,92 a 3,62, respectivamente, dependendo da época da coleta. Sendo uma elevada produtividade para essas espécies, considerando a técnica viável para a propagação do araçazeiro e da goiabeira. Igualmente, Oliveira et al. (2019) em *Toona ciliata* reportam entre 1,0 a 5,5 brotos por minicepa, com variação marcada dependendo da época da coleta e do clone. Em *Cabralea canjerana* a técnica é eficiente para produção de miniestacas em diferentes estações do ano (BURIN et al., 2020).

O número de brotos coletados não variou significativamente em relação à solução nutritiva para as cultivares 'Koroneiki' e 'Arbosana'. Entretanto, para 'Grappolo 541' o número de brotos variou com a concentração de cálcio, sendo a solução 2 mL L⁻¹ significativamente diferente seguido da solução 6, 1 e 4 mL L⁻¹ (Figura 1B). 'Koroneiki' e 'Arbosana' apresentam a melhor resposta para todas as soluções nutritivas aplicadas, sendo a melhor para 'Koroneiki' a 6 mL L⁻¹ e para 'Arbosana' a 4 mL L⁻¹. Em termos gerais, o número de brotos para 'Koroneiki' variou entre 1,72 a 2,02, para 'Arbosana' entre 1,23 a 1,46 e para 'Grappolo 541' entre 0,57 a 1,05, sendo a 'Koroneiki' significativamente superior.

Na cultivar 'Arbequina para o número de brotos, Casarin et al. (2018) em sistema semi-hidropônico encontraram 3,18 por planta e em o sistema convencional 0,508 brotos, sendo esse último menor aos apresentados neste estudo. Cappellaro et al.

(2017), ao avaliar três sistemas de produção de miniestacas na ‘Arbequina’, concluíram que o sistema semi-hidropônico apresentou melhor resposta com 10,28 brotações aos 150 dias sendo superior ao convencional e ao sistema NFT (Nutrient film technique), em todas as épocas avaliadas.

Chatzissavvidis; Therios (2010), avaliando diferentes concentrações de Boro, dependendo da concentração e da cultivar de oliveira se apresentou variação do número de brotos assim, ‘Megaritiki’ (7,4 a 14,4), ‘Chondrolia Chalkidikis’ (14,8 a 18,0), ‘Amfissis’ (7,4 a 12,6) e ‘Kalamon’ (5,6 a 9,0) (sendo esses valores superiores, portanto se torna interessante avaliar além de doses de cálcio, também boro e outros nutrientes para determinar a influência de cada no desempenho das minicepas, segundo Pio et al. (2019), baseado na produção de matéria seca, as exigências nutricionais apresentadas em mudas de oliveira em ordem decrescente de importância são: B> N> Ca> P> Fe> K> Mg> Zn> S, de aí a importância de avaliar a influência de outros nutrientes em diferentes cultivares. Em solo franco-arenoso o número de brotos para as cultivares Bari-1, Leccino; Ottobratica, Pendolino e Gemlik variaram entre 3,5 a 4,25 (AHMED et al., 2016). Em sistema sem solo para mirtilo, Schuch e Peil (2012) encontraram 6,47 brotos por planta e no convencional 3,29 brotos. Sendo todos esses valores maiores ao serem comparados com os dados do presente estudo.

Para a variável comprimento de brotos por planta (CB) houve efeito significativo da estação do ano, independente da solução nutritiva (Figura 2A). O tamanho do broto variou com a época e com as condições climáticas próprias de cada estação. Os maiores valores médios do CB para as três cultivares foram obtidos no verão, seguido da primavera e outono, sendo as menores médias na época o inverno. A ‘Koroneiki’ se destacou em todas as estações do ano sendo significativamente diferente. Em geral o CB variou de 3,01 a 12,82 cm. Para ‘Koroneiki’ o broto variou de 7,46 a 12,82 cm, para ‘Arbosana’ de 5,01 a 9,01 cm e para ‘Grappolo 541’ de 3,01 a 8,46 cm.

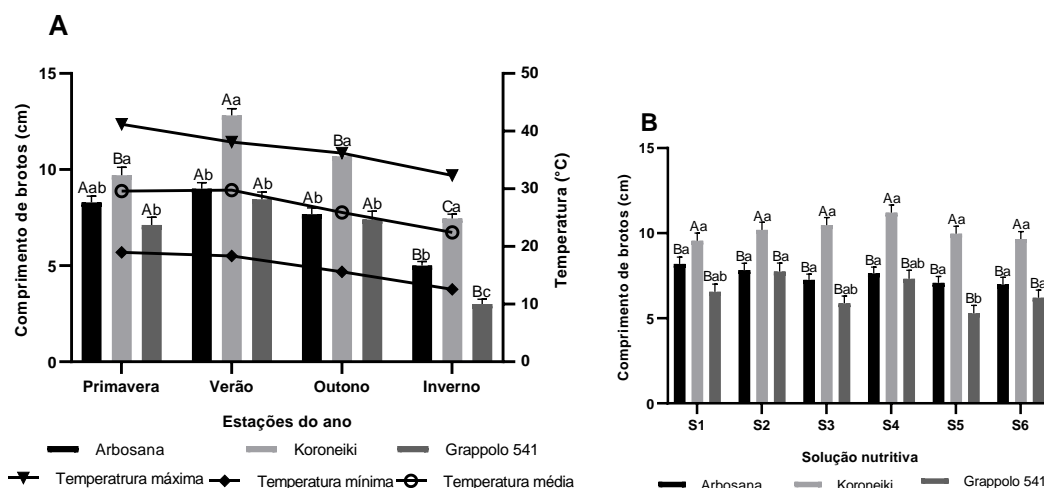


Figura 3 - Valores médios do CB (cm) em *Olea europaea* L., cultivares ‘Arbosana’, ‘Koroneiki’ e ‘Grappolo 541’. A. Em relação às estações do ano. B. Em relação às soluções nutritivas durante 844 dias de coletas sucessivas de brotações. Médias seguidas por mesma letra maiúscula ou letras minúsculas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Efeitos similares foram encontrados por Brondani et al. (2102b), em *Eucalyptus benthamii*, sendo que o CB variou de 5,73 a 8,39 cm, variação significativa em relação às coletas e entre os genótipos. Os valores médios do CB para *Psidium guineense*, *P. cattleianum* e *P. guajava* variaram de 5,88 a 15,42cm; 4,56 a 16,12cm; e 11,51 a 19,30cm respectivamente, dependendo da época da coleta (ALTOÉ et al., 2011), em todos os casos refletindo o efeito da temperatura e a sazonalidade na quantidade do broto produzido ao longo do ano.

Em termos gerais o CB para ‘Koroneiki’ variou entre 9,55 a 11,21 cm, para ‘Arbosana’ entre 6,99 a 8,20 cm e para ‘Grappolo 541’ entre 5,29 a 7,44 cm, sendo a ‘Koroneiki’ significativamente superior (Figura 2B). O comprimento de brotos coletados por planta aos 30 dias, não variaram significativamente em relação à solução nutritiva para as cultivares ‘Koroneiki’ e ‘Arbosana’, mas variaram para a cultivar ‘Grappolo 541’. Para ‘Grappolo 541’ o CB variou com a concentração de Ca sendo a solução 2 mL L⁻¹ a que apresentou a melhor resposta seguido da solução 6 mL L⁻¹, 1 e 10 mL L⁻¹. ‘Koroneiki’ e ‘Arbosana’ apresentam a melhor resposta para todas as soluções nutritivas aplicadas, sem ser os valores significativos.

De acordo como Chatzissavvidis; Therios (2010), avaliando diferentes concentrações de boro dependendo da concentração e da cultivar houve variação no CB nas cultivares Megaritiki, Chondrolia Chalkidikis, Amfissis e Kalamon, desde 48 até

241 cm. Sendo esses valores muito altos comparados com o presente estudo, embora essas medições foram realizadas só ao final de 185 dias de avaliação.

Em campo, no solo franco-arenoso, os comprimentos de brotos das cultivares Bari-1, Leccino, Ottobratica, Pendolino e Gemlik aos 140 dias foram 15,64, 12,6, 12,97, 11,25 e 12,35 cm respectivamente (AHMED et al., 2016). Os resultados obtidos pelos autores são maiores embora em condições convencionais de campo, onde o desenvolvimento das plantas se diferencia. E em jardim clonal convencional encontrou-se brotos desde 78 a 189 cm para ‘Ascolano 315’ e de 48 a 130 cm em ‘Arbequina’ (VIEIRA NETO et al., 2011). Oliveira et al. (2010) em estudos de espaçamento para ‘Arbequina’, ‘Grappolo 541’ e ‘Ascolano 315’, encontraram para comprimento médio de ramos 133, 124 e 104 cm respectivamente, ao primeiro ano de corte.

Para a variável número de nós encontrou-se variação significativa em relação à época do ano e às cultivares (Figura 4A). A cultivar ‘Koroneiki’ foi significativamente melhor para todas as épocas do ano, seguido por ‘Arbosana’ e por último ‘Grappolo 541’. Além disso, pode-se inferir que o verão é a melhor época do ano para todas as cultivares seguido de outono. Em geral, o número de nós para cultivar ‘Koroneiki’ variou de 3,38 em inverno a 5,87 em verão, para ‘Arbosana’ variou de 2,49 a 5,20 e para ‘Grappolo 541’ de 1,45 a 3,83.

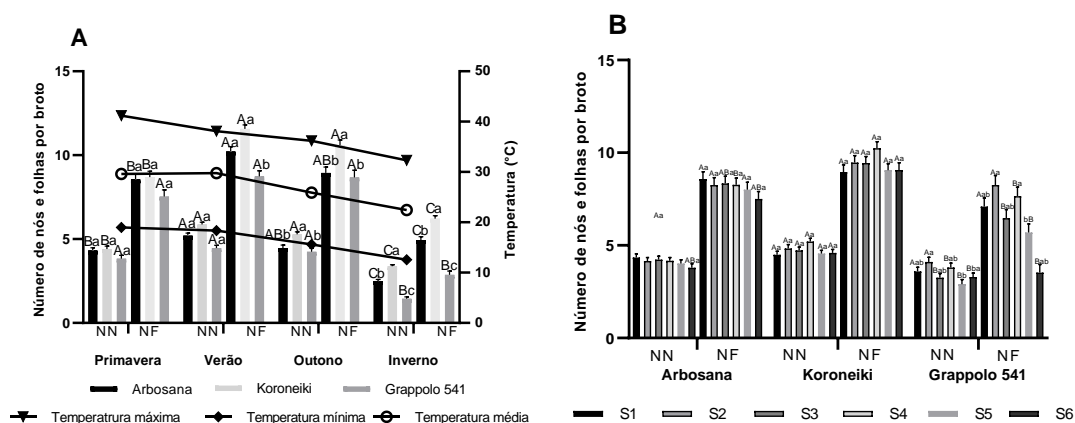


Figura 4 - Valores médios de número de nós por broto (NN) e número de folhas por broto (NF) nas cultivares ‘Arbosana’, ‘Koroneiki’ e ‘Grappolo 541’. A. Em relação às estações do ano. B. Em relação às soluções nutritivas durante 844 dias de coletas sucessivas de brotações. Médias seguidas por mesma letra maiúscula para a mesma letra minúsculas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

O número de nós por broto não variou significativamente em relação às soluções nutritivas durante as coletas para as cultivares ‘Arbosana’, ‘Koroneiki’ e sim variou para a cultivar ‘Grappolo 541’. Embora ‘Koroneiki’ foi superior significativamente em todas

as concentrações de Ca avaliadas, seguido por ‘Arbosana’. Para a cultivar ‘Grappolo 541’, para o NN em relação a solução nutritiva, houve variação significativa sendo as melhores concentrações em sua ordem 2, 6 e 1 mL L⁻¹.

Os valores de NN para a cultivar ‘Koroneiki’ variou de 4,49 a 5,21, para ‘Arbosana’ variou de 3,80 a 4,35 e para ‘Grappolo 541’ variou de 2,91 a 4,11 (Figura 3b). Efeitos similares foram encontrados em *Eucalyptus benthamii* onde o NN não variou significativamente em relação à solução nutritiva ao considerar a mesma coleta de broto. Porém, essas características de crescimento variaram significativamente ao longo das coletas apresentado entre 2,9 a 4,7, sendo esse efeito associado com a redução da temperatura (máxima, média e mínima) (BRONDANI et al., 2012b).

Para a variável número de folhas por broto em relação às estações do ano, encontrou-se variação significativa. A cultivar que apresentou maior NF foi a ‘Koroneiki’ em todas as épocas do ano, sendo significativamente superior, seguido de ‘Arbosana’. A melhor época do ano para todas as cultivares foi o verão, seguido de outono e primavera e por último inverno. Em termos gerais, os valores de NF para ‘Koroneiki’ variou de 6,62 a 11,57, para ‘Arbosana’ variou de 4,94 a 10,22 e para ‘Grappolo 541’ variou de 2,87 a 8,73 (Figura 3A).

Efeitos similares foram encontrados por Brondani et al. (2012b) onde se apresentaram de 5,8 e 9,4 folhas por broto. Sendo esta variável também influenciada pela sazonalidade.

Para o número folhas por broto aos 30 dias em relação às soluções nutritivas não houve significância para as cultivares ‘Arbosana’ e ‘Koroneiki’. Embora ‘Koroneiki’ foi superior significativamente em todas as concentrações de Ca avaliadas, seguido por ‘Arbosana’. Na cultivar ‘Grappolo 541’ para o NN em relação à solução nutritiva houve variação significativa, sendo as melhores concentrações em sua ordem 2, 6, 1 mL L⁻¹. Os valores de NN em geral para ‘Koroneiki’ variou de 8,96 a 10,24, para ‘Arbosana’ variou de 7,51 a 8,58 e para ‘Grappolo 541’ variou de 5,69 a 8,26 (Figura 3b).

Chatzissavvidis; Therios (2010), avaliando diferentes concentrações de B encontraram dependendo do cultivar entre 65 a 275 folhas, e esse número final de folhas por planta foi negativamente correlacionado com a concentração de B. Em *Eucalyptus benthamii* ao avaliar diferentes combinações de B e Zn o número de folhas por broto não variaram significativamente em relação à solução nutritiva (BRONDANI et al., 2012b).

Para o presente estudo as concentrações de Ca só influenciaram significativamente o número de folhas na cultivar ‘Grappolo 451’. Analisar o número de folhas é interessante porque da quantidade e qualidade destas depende a capacidade fotossintética das minicepas, e com isso o desenvolvimento e acumulação de biomassa, influenciando diretamente a produtividade final de miniestacas.

Com a redução dos valores de temperatura do ar (máxima, média e mínima) e o aumento da umidade relativa do ar na época de inverno, pode-se verificar a redução de número de brotos, comprimento dos brotos, número de nós e número de folhas por broto. Os melhores períodos para coletar brotos correspondem às estações de verão, primavera e outono, encontrando os maiores valores médios. No inverno, que corresponde ao período de repouso vegetativo, encontrou-se os valores médios mais baixos.

Efeitos similares foram encontrados na cultivar ‘Arbequina’ por Casarin et al. (2017) e Cappellaro et al. (2017), ao reportar que as estações com temperaturas mais baixas são menos favoráveis à produtividade das minicepas. Igualmente ocorre em outras espécies como *Cedrela fissilis* (XAVIER et al., 2003), *Sapium glandulatum* (FERREIRA et al., 2010), *Eucalytus* spp. (CUNHA et al., 2009; BRONDANI et al., 2012a; 2012b), *Araucaria angustifolia* (PIRES et al., 2015), o que demonstra a influência da variação da temperatura (sazonalidade) quanto à produtividade nas três cultivares durante o ano. Isso indica a influência das épocas e das condições climáticas de uma região específica, na produtividade de miniestacas em diferentes espécies vegetais.

Em geral, ao considerar a qualidade das brotações, pode sugerir-se que a solução nutritiva conformada pelos diferentes tratamentos de cálcio influenciou a produtividade das minicepas durante as coletas, e essa qualidade e quantidade apresentada permitiu a confecção de miniestacas durante todo o ano, não encontrando dificuldades para obter material de propagação nas três cultivares avaliadas.

Produção de miniestacas em função das coletas e as soluções nutritivas

O número de miniestacas por minicepa $m^{-2} \text{ ano}^{-1}$ (NNMA) variou significativamente em relação às estações e à cultivar. Ao considerar a variação da produção de miniestacas, verificou-se que a cultivar ‘Koroneiki’ apresentou diferença significativa em relação à época do ano para todas as estações, quando comparada com

‘Arbosana’ e ‘Grappolo 541’. A época de verão é a que apresenta a maior produção de miniestacas sendo estatisticamente significativa, seguida pela primavera, outono, as quais não apresentam diferenças significativas entre as duas, e por último o inverno. Todas as estações do ano apresentaram diferenças significativas para essa variável, assim os valores de produção NMMA variaram para ‘Koroneiki’ de 1,856,80 a 4,478,91 para ‘Arbosana’ de 951,27 a 2819,65 e ‘Grappolo 541’ de 406,32 a 1857,93 (Figura 4A).

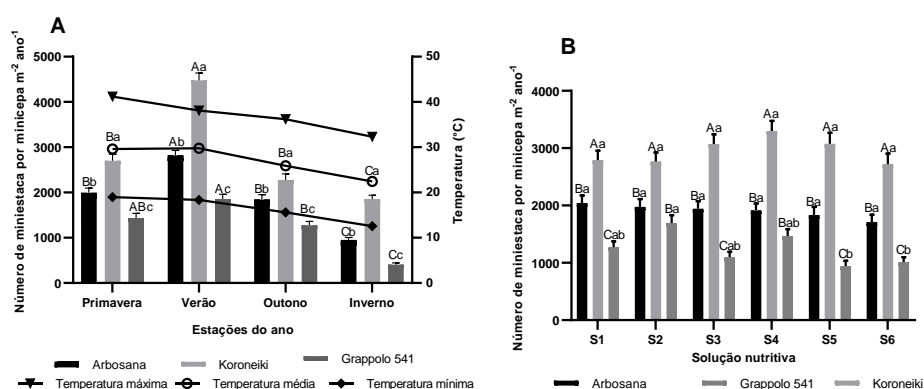


Figura 5 - Valores médios para NMMA em *Olea europaea* L., cultivares ‘Arbosana’, ‘Koroneiki’ e ‘Grappolo 541’. A. Em relação às estações do ano. B. Em relação às soluções nutritivas durante 844 dias de coletas sucessivas de brotações. Médias seguidas por mesma letra maiúscula e letras minúsculas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Nas espécies vegetais cultivadas, muitos fatores podem influenciar significativamente a produção de miniestacas e os intervalos entre coletas. Neste trabalho, o NMMA apresentou oscilações marcadas durante as 16 coletas nas quatro estações do ano durante os 28 meses do período experimental. Esses resultados concordam com Brondani et al. (2012a; 2012b) sugerindo que o efeito de alta produção de brotações seguido de uma queda e novamente sucedida por uma alta produtividade é frequente nas espécies florestais. E por sua vez, esse efeito cíclico de produção pode estar relacionado ao vigor fisiológico das plantas (FABBRI et al., 2004), ao vigor vegetativo (WENDLING et al., 2003; XAVIER et al., 2013), ao genótipo (WENDLING et al., 2003; FERRARI et al., 2004; HARTMANN et al., 2011; DIAS et al., 2012a; OLIVEIRA et al., 2019), intervalo entre coletas (WENDLING et al., 2003).

Também pode dever-se ao manejo da fertirrigação, que sendo nutrição equilibrada, permite o desenvolvimento mais vigoroso das brotações; ao princípio de exaustão temporária das minicepas (TITON et al., 2003), estado nutricional das minicepas e nutrição balanceada (CUNHA et al., 2003; LOPES et al., 2016; OLIVEIRA

et al., 2019), maturação no decorrer das coletas de miniestacas (STUEPP et al., 2017), fotoperíodo (CUNHA et al., 2009), ao manejo da poda (ALFENAS et al., 2004; WENDLING et al., 2003), a temperatura e sazonalidade (CAPPELLARO et al., 2017), além disso é altamente influenciada pelo tipo de meio de cultivo (textura e nutrientes do solo) (AHMED et al., 2016) e do estado fitossanitário das minicepas, e também pode depender da região e suas condições climáticas locais.

Assim, para Wendling et al. (2003), a variação da temperatura, a juvenilidade das minicepas e a sazonalidade podem afetar significativamente a produção de miniestacas. Ferriani et al. (2011) encontraram alta produção de miniestacas em *Piptocarpha angustifolia* sendo maior na primavera, seguida do outono e verão, embora para oliveira no presente estudo a melhor estação foi o verão.

A produção de miniestacas varia muito conforme as condições de trabalho, Brondani et al. (2012a), sugerem que esse comportamento pode estar associado à necessidade de adaptação inicial das minicepas ao sistema, a quebra de dominância apical após a poda, por algumas gemas dormentes tornarem-se reativas, resultando em maior estímulo ao crescimento, e melhor ajuste ao manejo do minijardim clonal com o decorrer das coletas.

Para a variável NMMA em relação às soluções nutritivas não se apresentou variação significativa nas cultivares ‘Koroneiki’ e ‘Arbosana’, embora ‘Grappolo 541’ tenha apresentado diferenças significativas, sendo as melhores soluções em sua ordem 2 mL L⁻¹, seguido de 6, 1, 4 e 10 mL L⁻¹, por último 8 mL L⁻¹ (Figura 4b). A cultivar que melhor respondeu para as soluções nutritivas foi ‘Koroneiki’, seguido de ‘Arbosana’ e por último ‘Grappolo 541’. Em geral, a produção miniestacas NMMA para ‘Koroneiki’ variou de 2.718,76 (10 mL L⁻¹) a 3.297,76 (6 mL L⁻¹); para ‘Arbosana’ de 1.707,31 (10 mL L⁻¹) a 2.040,74 (1 mL L⁻¹) e para ‘Grappolo 541’ de 938,70 (8 mL L⁻¹) a 1.696,64 (2 mL L⁻¹).

Casarin et al. (2018) ao estudarem a oliveira cultivar ‘Arbequina’, encontraram para o número miniestacas por minicepa, de acordo à estação, desde 7,58 no outono até 26,35 no verão em sistema semi-hidropônico e em convencional encontraram desde 1,96 no inverno até 4,19 no verão.

Avaliação de desempenho de jardins clonais com cortes sucessivos nas cultivares ‘Ascolano 315’ e ‘Arbequina’ apresentaram em média 99,9 e 47,52 estacas de 12cm, respectivamente (VIEIRA NETO et al., 2011). Oliveira et al. (2010) para

‘Arbequina’, ‘Grappolo 541’ e ‘Ascolano 315, em média encontraram 9,28, 8,95 e 6,09 estacas, respectivamente ao primeiro ano de corte.

Em espécies frutíferas os efeitos da sazonalidade também são estudados, em *Eugenia uniflora* L. e a produtividade média foi de 384,4 miniestacas m^{-2} $mês^{-1}$ (PEÑA et al., 2015a) e 362 miniestacas por m^{-2} $mês^{-1}$, considerando 2,5 miniestacas por minicepa por coleta a cada 51 dias. A maior média de produção de miniestacas ocorreu em verão e a menor na coleta em inverno (PEÑA et al., 2015b). Em *Campomanesia aurea*, avaliando doses de nitrogênio a produtividade média foi de 10,0 e 18,9 miniestacas por minicepa na primavera e verão, respectivamente (EMER et al., 2019)

Não obstante, fazer essas comparações de produtividade é difícil e inadequado, pois os dados são apresentados na literatura de diversas maneiras: número de miniestacas $minicepa^{-1}$ $coleta^{-1}$, número acumulado de miniestacas $minicepa^{-1}$, número de miniestacas $mês^{-1}$, número de miniestacas ano^{-1} , número de miniestacas $mês^{-1}$ m^{-2} , número de miniestacas m^{-2} ano^{-1} . Assim, os dados apresentados neste estudo enquadram-se nos parâmetros para oliveira e outras espécies lenhosas. Sendo importante a recomendação de padronizar o cálculo de produtividade de miniestacas m^{-2} ano^{-1} para facilitar a interpretação dos resultados. Geralmente esse tipo de sistema de produção apresenta variação de 7.488 a 41.480 miniestacas por m^{-2} ano^{-1} dependendo do minijardim clonal e do material genético (ALFENAS et al., 2004).

Assim, para Brondani et al. (2012a) a queda ou aumento da produção de miniestacas estão mais ligados, possivelmente, a fatores ambientais como a variação da temperatura e luminosidade, condicionadas pela sazonalidade, e ao manejo adotado, como o intervalo e a intensidade de poda, visto que, a nutrição fornecida às minicepas e o tipo de poda são os mesmos ao longo das quatro estações. Efeitos similares poderiam ter ocorrido neste experimento já que as condições nutricionais e de manejo foram as mesmas segundo os tratamentos aplicados.

Desta forma, o sistema semi-hidropônico para o minijardim clonal de oliveira se converte em uma alternativa viável como é sugerido também por Cappellaro et al. (2017); Casarin et al. (2017; 2018) na cultivar ‘Arbequina’ e para outras frutíferas como *Prunus persicae*, *Vaccinium* spp., *Psidium cattleianum* (SCHUCH; PEIL, 2012), e em *Campomanesia aurea* (EMER et al., 2019), utilizando soluções nutritivas equilibradas que fornecerão as necessidades fisiológicas, bioquímicas e metabólicas da minicepa.

No presente estudo a produção de miniestacas variou de acordo com a cultivar, pois, se mostraram sensíveis às estações do ano e às oscilações da temperatura e umidade relativa. A maior produção ocorreu nas estações consideradas mais quentes (verão e primavera) e só para a cultivar ‘Grappolo 541’ variou significativamente em função da solução nutritiva.

A nutrição mineral pode influenciar o enraizamento de estacas, primeiro por decorrência do vigor vegetativo da planta matriz da qual se coletaram as brotações, e do próprio status nutricional da miniestaca coletada (XAVIER et al., 2013), uma vez que os macro e micronutrientes estão envolvidos nos processos bioquímicos e fisiológicos vitais da planta, com funções essenciais e específicas no metabolismo, sendo parte de compostos de carbono, importantes na armazenagem de energia ou na integridade estrutural, nutrientes que permanecem na forma iônica ou envolvidos em reações redox (TAIZ et al., 2017).

Em geral as minicepas das cultivares ‘Arbosana’ e ‘Koroneiki’ não apresentaram tendência de exaustão definitiva em função de cada estação, e sim temporária. Esses resultados concordam com Brondani et al. (2012a) em estudos feitos com *Eucalyptus*. Já a cultivar ‘Grappolo 541’ apresentou queda na produção sendo significativa em relação à solução nutritiva, às estações do ano e no tempo. Segundo Titon et al. (2003) o comportamento cíclico referente à produção de propágulos vegetativos pode estar associado a um princípio de exaustão temporária das minicepas. Em estudos feitos em campo por Stateras e Moustakas (2018) demonstraram flutuações na concentração de nutrientes de acordo com a estação e as condições climáticas. A alternância de umidade e seca, bem como as flutuações de temperatura tiveram uma influência significativa na mobilidade e absorção dos macro e micronutrientes pelas árvores.

Desta maneira, pela análise de matriz correlação de Pearson (Tabela 1) dos dados amostrados durante o experimento, pode-se verificar que existiu correlação significativa ($p < 0,01$) das temperaturas do ar (máximas, médias e mínimas) e a umidade relativa média do ar registradas na casa de vegetação NB, CB, NN, NF e NMMA.

Tabela 1 - Matriz correlação de Pearson para os valores médios da temperatura do ar máxima (TMAX), temperatura do ar média (TMED), temperatura do ar mínima (TMIN), umidade relativa do ar (URMED), porcentagem da sobrevivência de minicepas (SOB), NB, CB, NN, NF e NMMA de *Olea europaea*, cultivares ‘Arbosana’, ‘Koroneiki’ e ‘Grappolo 541’ durante 844 dias de coletas sucessivas de brotações.

VARIÁVEL	TMAX	TMED	TMIN	URMED	SOB	NB	CB	NN	NF	NMMA
----------	------	------	------	-------	-----	----	----	----	----	------

TMAX	1,00									
TMED	0,25**	1,00								
TMIN	0,72**	-0,05**	1,00							
URMED	0,14**	-0,59**	0,56**	1,00						
SOB	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	1,00					
NB	0,26**	0,12**	0,34**	0,10**	0,00 ^{ns}	1,00				
CB	0,35**	0,10**	0,42**	0,17**	0,00 ^{ns}	0,57**	1,00			
NN	0,36**	0,14**	0,46**	0,17**	0,00 ^{ns}	0,60**	0,91**	1,00		
NF	0,36**	0,14**	0,45**	0,17**	0,00 ^{ns}	0,60**	0,91**	0,98**	1,00	
NMMA	0,28**	0,11**	0,34**	0,09**	0,00 ^{ns}	0,91**	0,71**	0,66**	0,66**	1,00

^{ns}Valor não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste F. ^{**}Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro pelo teste F.

Observa-se que as médias dos valores das temperaturas e umidade relativa do ar da casa de vegetação influenciaram significativamente as características de inicialização, adaptação, crescimento e desenvolvimento das minicepas assim como para todas as variáveis avaliadas, demonstrando o forte efeito da variação da temperatura condicionada pelas estações do ano, o que finalmente influenciou a produtividade de miniestacas durante o período experimental. Pôde-se observar que os valores maiores de NMMA foram registrados durante o verão, primavera e outono com redução no inverno, o que foi acompanhado pelas quedas das médias das temperaturas máximas e mínimas.

Em regiões subtropicais as condições de temperatura, intensidade luminosa, umidade relativa e fotoperíodo são diferentes em cada estação do ano e as vezes variável para cada ano ou mês. Essas diferenças poderiam influenciar nos resultados deste experimento, pois se observa que a produção de miniestacas foi correlacionada com a temperatura e a umidade relativa.

Assim, para Schuch et al. (2019) e para Martins et al. (2019) é importante realizar estudos que relacionem o desenvolvimento da oliveira com variáveis ambientais nas diferentes regiões com potencial produtivo. Para Oliveira et al. (2012), é importante principalmente, em regiões que apresentam diferentes condições edafoclimáticas das regiões de origem e cultivo, pois pode ter seu desenvolvimento afetado negativamente, quando cultivado fora de seu habitat natural. A temperatura influencia todas as atividades fisiológicas e metabólicas das plantas (TAIZ et al., 2017). O crescimento e desenvolvimentos dependem de sua variação, por isso é fundamental entender e interpretar seu comportamento associado a variáveis de produtividade de material de propagação.

Para Ahmed et al. (2016), a propagação vegetativa da oliveira é altamente responsiva à textura do solo e nutrientes, avaliando o efeito da composição do meio de cultivo nas cultivares ‘Bari-1’, ‘Leccino’, ‘Ottobrattica’, ‘Pendolino’ e ‘Gemlik’, em

solo franco-arenoso e argiloso, encontraram variação significativa na sobrevivência, no número de brotações e seu comprimento. O solo argiloso é o meio de cultivo menos adequado para a propagação da oliveira, sendo, a taxa de sobrevivência das plantas de até (59%) para a cv. ‘Gemlik’.

Segundo Marino et al. (2017), no sul da Itália (Sicília) todos os pomares comerciais são plantados principalmente com ‘Arbequina’, ‘Arbosana’ e ‘Koroneiki’, sendo os solos típicos de mediterrâneo com 69% de areia, 13% de limo e 18% de argila. Dessa forma, é evidente a adaptação da oliveira a solos arenosos e, pode-se inferir que o minijardim em leito de areia ou vasos apresenta significativa adaptação para seu desenvolvimento levando-se em consideração os resultados obtidos neste estudo.

Segundo Besnard et al. (2018), a tolerância geral ao sal em *Olea europaea*, como na maioria das esclerófilas verdes que habitam as áreas mediterrâneas, depende fortemente da capacidade de reduzir a captação e a transpiração da água durante o período seco/quente e recuperar as taxas fotossintéticas e de crescimento quando inundações de baixa salinidade estão disponíveis. Portanto, um aumento na concentração de Ca^{2+} na zona raiz aumenta a tolerância ao estresse de salinidade (TATTINI; TRAVERSI, 2009).

Em relação ao aumento à tolerância ao sal, Larbi et al. (2020), aplicando K e Ca melhorou os parâmetros de crescimento apresentando uma redução significativa na concentração de sódio nas folhas e raízes, e o aumento da concentração de K e Ca nos diferentes tecidos vegetais indicou um mecanismo de exclusão de sódio. Efeitos similares encontraram em campo com irrigação de água salina (BACCARI et al., 2017).

De acordo com Fernández-Escobar (2018), o K é o elemento mais abundante na oliveira e o Ca o mais abundante no material de poda. De aí a importância das aplicações de Ca adequadas nas plantas matrizes para fornecer brotos e miniestacas com concentrações ideais nos propágulos para o posterior enraizamento.

As carências de Ca se manifestam em deficiências na formação da parede celular de novos tecidos (pontas das raízes, folhas jovens e brotos). A permeabilidade da membrana e a absorção dos elementos nutritivos, o desenvolvimento de tecidos jovens e a transpiração dependem em grande parte das reservas de Ca na planta (THOR, 2019). Assim, os meios de cultivo são críticos para a propagação vegetativa das espécies vegetais e por isso permanentes avaliações de soluções nutritivas, fontes de macro e micronutrientes e suas concentrações são importantes para as diferentes cultivares

dependendo da região e seu lugar de origem, visando a disponibilizar as tecnologias para produção de mudas.

A propagação vegetativa por estaquia e miniestaquia é uma alternativa para superação das dificuldades na propagação via sementes e de clonagem de genótipos superiores de espécies florestais nativas e exóticas, possibilitando assim sua utilização para fins comerciais, bem como auxiliar a conservação de recursos genéticos florestais (DIAS et al., 2012b). Embora, para jardim clonal e para minijardim clonal de oliveira é necessário realizar mais pesquisas, entendendo que no mundo e no Brasil o aumento dos plantios é crescente, além disso, a demanda de azeite e azeitonas também cresce. Assim, um minijardim clonal fornecerá as brotações (miniestacas) para a formação das futuras mudas para os novos plantios. O minijardim clonal é uma alternativa viável para a propagação por miniestacas, e atualmente, pode ser a melhor alternativa ante a necessidade de produção rápida, econômica e eficiente de mudas de oliveira.

De maneira geral, evidencia-se carência de informações científicas sobre a importância da nutrição mineral e dos minijardins clonais em oliveira para diferentes cultivares no processo de iniciação, formação, adaptação, crescimento e desenvolvimento das minicepas visando processo de propagação vegetativa. Assim, as pesquisas sobre a nutrição mineral são necessárias para a produção de mudas de qualidade.

CONCLUSÕES

As minicepas apresentaram sobrevivência de 100% ao longo de 844 dias de coletas sucessivas de brotações, o que indicou elevada longevidade para as cultivares ‘Arbosana’, ‘Koroneiki’, ‘Grappolo 541’, para serem submetidas a clonagem pela técnica de miniestaquia.

Verão e primavera foram às estações com maior produção de miniestacas por minicepa por metro quadrado ao ano.

A cultivar ‘Koroneiki’ apresentou melhor desempenho em todas as épocas do ano e em todas as concentrações de cálcio.

As minicepas e a produtividade do minijardim são influenciadas pela temperatura e a umidade relativa média do ar.

REFERÊNCIAS

- AFFONSO, L.B.; PEIL, R.M.N.; SCHUCH, M.W.; CAPPELLARO, T.H.; OZELAME, G.L.C. **Microjardim clonal de mirtilheiro em sistema de cultivo sem solo**. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.37, n.4, p.1037-1044. 2015.
- AHMED, M.I.; ASHRAF, M.I.; MALIK, S.U.; HUSSAI, Q. **Influence of soil based growing media on vegetative propagation of selected cultivars of *Olea europaea* L.** *Pak. J. Bot.*, v.48, n.4, p.1489-1493, 2016.
- ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. DE. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 442p.
- ALTOÉ, J.A.; MARINHO, C.S.; TERRA, M.I.C.; BARROSO, D.G. **Propagação de araçazeiro e goiabeira via miniestaquia de material juvenil**. *Bragantia*, v.70, n.2, p.312-318, 2011.
- ALVARENGA, Â.A.; DA CRUZ, J.L.; DE OLIVEIRA, A.; DA SILVA, L.F.; GONÇALVES, E.D.; NORBERTO, P.M. **Nutritional quality of olives and olive oil produced in the Serra da Mantiqueira from Brazil**. *Agricultural Sciences*, v. 8, p. 518-526, 2017.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES GONÇALVES, J. L.; SPAROVEK, G. **Köppen's climate classification map for Brazil**. *Meteorologische Zeitschrift*, v.22, n.6, p.711-728, 2013.
- BACCARI, S.; CHELLI-CHAABOUNI, A.; CHARI-RKHIS, A. **Adaptive strategies of olive and pistachio seedlings irrigated with saline water in controlled conditions**, *Journal of Agricultural Science and Technology*, v.19, n.4, p.917-927, 2017.
- BESNARD, G.; TERRAL, J.F.; CORNILLE, A. **On the origins and domestication of the olive: a review and perspectives**. *Annals of Botany*, v.121, n.3, p.385-403, 2018.
- BRONDANI, G.E.; BACCARIN, F.J.B.; BERGONCI, T.; GONÇALVES, A.N.; ALMEIDA, M. **Miniestaquia de *Eucalyptus benthamii*: efeito do genótipo, AIB, zinco, boro e coletas de brotações**. *Cerne*, v.20, n.1, p.147-156, 2014.
- BRONDANI, G.E.; BACCARIN, F.J.B.; ONDAS, H.W.; GONÇALVES, A.N.; ALMEIDA, M. **Avaliação morfológica e produção de minijardim clonal de *Eucalyptus benthamii* em relação a Zn e B**. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v.32, n.70, p.151-164, 2012b.
- BRONDANI, G.E.; WENDLING, I.; GROSSI, F.; DUTRA, L.F.; ARAUJO, M.A. **Miniestaquia de *Eucalyptus benthamii* × *Eucalyptus dunnii*: (I) sobrevivência de minicepas e produção de miniestacas em função das coletas e estações do ano**, *Ciência Florestal*, v.22, n.1, p.11-21, 2012a.
- BURIN, C.; BATISTEL, S.C.; LOHMANN, G.; BISOGNIN, D.A. **Rooting competence of mini-cuttings of *Cabralea canjerana* clones in different seasons**. *Ciência Rural*, v.50, n.6, p.1-7, 2020.

CAPPELLARO, T.H.; SCHUCH, M.W.; AFFONSO, L.B.; OZELAME, G.L.C.; PEIL, R.M.N.; TOMAZ, Z.F.P. **Production of 'Arbequina' olive tree seedlings under soilless growing systems.** Agronomy Science and Biotechnology, v.3, n.2, p.66-73, 2017.

CASARIN, J. V.; MOREIRA, R. M.; RAASCH, C. G.; TIMM, C. R. F.; SCHUCH, M. W. **Productivity and rooting of olive mini-cuttings grown in a clonal mini-garden according to season.** Comunicata Scientiae, v.8, n.4, p.537-543, 12, 2017.

CASARIN, J. V.; RAMM, A.; RAASCH, C. G.; TIMM, C. R. F.; SCHUCH, M. W. **Rooting of olive minicuttings at different seasons grown in clonal minigarden.** Comunicata Scientiae, v.9, n.1, p.41-49, 2018.

CHATZISSAVVIDIS, C.; THERIOS, I. **Response of four olive (*Olea europaea* L.) cultivars to six B concentrations: Growth performance, nutrient status and gas exchange parameters.** Scientia Horticulturae, v.127, n.1, p.29-38, 2010.

COUTINHO, E.F.; CAPPELLARO, T.H.; RIBEIRO, F.C.; HAERTER, J.A. **Introdução e importância econômica.** In: Coutinho, E.F., Ribeiro, F.C., Cappellaro, T.H (Eds). Cultivo de Oliveira (*Olea europaea* L.). Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2009. 125p.

COUTINHO, E.F.; JORGE, R.O.; HAERTER, J.A.; COSTA, V.B. **Oliveira: aspectos técnicos e cultivo no Sul do Brasil.** Brasília: Embrapa clima temperado, 2015. 181p.

CUNHA, A. C. M. C. M.; WENDLING, I.; SOUZA JUNIOR, L. **Produtividade e sobrevivência de minicepas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage em sistema de hidroponia e em tubete.** Ciência Florestal, v.15, n.3, p.307- 310, 2005.

CUNHA, A.C.M.C.M.; DE PAIVA, H.N.; LEITE, H.G.; DE BARROS, N.F.; LEITE, F.P. **Relações entre variáveis climáticas com produção e enraizamento de miniestacas de eucalipto.** Rev. Árvore, v.33, n.2, p.195-203, 2009.

DESOUKY, I.M.; HAGGAG, L.F.; ABD EL-MIGEED, M.M.M.; EL-HADY, E.S. **Changes in some physical and chemical properties of fruit and oil in some olive oil cultivars during harvesting stage.** World Journal of Agricultural Sciences, v. 5, n. 6, p. 760-765, 2009.

DIAS, P.C.; OLIVEIRA, L.S.; XAVIER, A.; WENDLING, I. **Estaquia e miniestaquia de espécies florestais lenhosas do Brasil.** Pesquisa Florestal Brasileira, v.32, n.72, p.453-462, 2012b.

DIAS, P.C.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L.S.; PAIVA, H.N.; CORREIA, A.C.G. **Propagação vegetativa de progênes de meios-irmãos de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan) por miniestaquia.** Revista Árvore, v.36, n.3, p.389-399, 2012a.

Empresa de pesquisa Agropecuaria. **Programa SOC-software científico: versão 2.1.** Campinas. Embrapa Informatica, 1990.

EMER, A.A.; AVRELLA, E.D.; FIOR, C.S.; SCHAFFER, G. **Nitrogen fertilization for minicuts of *Campomanesia aurea* O. Berg and its influence on productivity and rooting of minicuttings. at different seasons of the year.** Rev. Bras. Cienc. Agrar. v.14, n.2, p. 1-8, 2019.

FABBRI, A.; BARTOLONI, G.; LAMBARDI, M.; KAILIS, S.G. **Olive propagation manual.** By Collingwood, Australia: CSIRO publishing. 2004. 139p.

FERNANDÉZ-ESCOBAR, R. **Trends in olive nutrition.** Acta Horticulturae, v.1199, p.215-223, 2018.

FERRARI, M.P.; GROSSI, F.; WENDLING, I. **Propagação vegetativa de espécies florestais.** Embrapa Florestas. 2004. 22p.

FERREIRA, B. G. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C.; IVAR WENDLING, I.; KOEHLER, E. S.; NOGUEIRA, A.C. **Miniestaquia de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax com o uso de ácido 33 indolbutírico e ácido naftalenoacético.** Ciência Florestal, v.20, n.1, p.19-31, 2010.

HARTMANN, H. T.; DAVIES, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices.** 8th Edition. New Jersey. USA. Prentice-Hall, 2011. 915p

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D. I. **The water culture method for growing plants without soils.** Berkeley: California Agricultural Experimental Station, v.347. 2nd edit p.32, 1950.

KIST, B.B.; CARBALHO, C.; BELING, R.R. **Anuário Brasileiro das oliveiras 2019.** Editora Gazeta Santa Cruz, 2019. 56p.

LARBI, A.; KCHAOU, H.; GAALICHE, B.; GARGOURI, K.; BOULAL, H.; MORALES, F. **Supplementary potassium and calcium improves salt tolerance in olive plants.** Scientia Horticulturae, v.260, n.108912, p.1-10, 2020.

LOPES, L.S.; TSUKAMOTO FILHO, A.A.; BRONDANI, G.E.; MATOS, S.E.; OLIVEIRA, T.M.; BARBOSA FILHO, J.; FONSECA, R.M.; NICÁCIO, P.R. **Produtividade de minicepas de *Eucalyptus urophylla* S. T Blake em função da solução nutritiva e coleta de brotações,** Nativa, Sinop, v.4, n.1, p.44-47, 2016.

MARINO, G.; MACALUSO, L.; MARRA, F.P.; FERGUSON, L.; MARCHESE, A.; CAMPISIA, G.; VOLO, P.; LAUDICINA, V.A.; CARUSO, T. **Horticultural performance of 23 Sicilian olive genotypes in hedgerow systems: Vegetative growth, productive potential and oil quality.** Scientia Horticulturae, v.217, n.15, p.217-225, 2017.

MARTINS, F.B.; FERREIRA, M.C.; SILVA, L.F.O.; RAMALHO, V.R.M.; GONÇALVES, E.D. **Temperatura do ar no desenvolvimento reprodutivo de cultivares de oliveira.** Revista Brasileira de Meteorologia, v. 34, n.2, p. 179-190, 2019.

NEUBERT, V.F.; XAVIER, A.; PAIVA, H.N.; DIAS, P.C.; GALLO, R. **Production of mini-cuttings and the influence of leaf reduction on rooting of vinhático (*Plathymania foliolosa* Benth.).** Revista Árvore, n.4, n.4, p. 1-9, 2017.

OLIVEIRA, A.F.; CHALFUN, N.N.J.; ALVARENGA, A.A.; VIEIRA NETO, J.; PIO, R.; OLIVEIRA, D.L. **Estaquia de oliveira em diferentes épocas, substratos e doses de AIB diluído em NaOH e álcool.** Ciência e Agrotecnologia, v.33, n.1, p.79-85, 2009.

OLIVEIRA, A.F.; VIEIRA NETO, J.; VILLA, F.; SILVA, L.F.O. **Espaçamento entre plantas no desempenho de jardim clonal de cultivares de oliveira.** Scientia agraria, v.11, n.4, p.317-322, 2010.

OLIVEIRA, M.C.; RAMOS, J.D.; PIO, R.; CARDOSO, M.G. **Características fenológicas e físico e perfil de substâncias graxas em oliveiras no sul de Minas Gerais.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.47, n.1, p.30-35, 2012.

OLIVEIRA, T.P.F.; BARROSO, D.G.; LAMÔNICA, K.R.; DE MORAIS, T.C.B.; DE CARVALHO, G.C.M.W. **Nutrition requirement and productivity in clonal minigarden of *Toona ciliata* var. *Australis*.** Ciencia Florestal, v.29, n.3, p.1154-1167, 2019.

PEÑA, M.L.; ZANETTE, F.; BIAS, L.A. **Época de coleta e ácido indolbutírico no enraizamento de miniestacas de pitangueira.** Semina: Ciências Agrárias, v.36, n.5, p.3055-3068, 2015b.

PEÑA, M.L.; ZANETTE, F.; BIAS, L.A. **Miniestaquia a partir de minicepas originadas porenxertia de pitangueira adulta.** Comunicata Scientiae, v.6, n.3, p.397-306, 2015a.

PENSO, G.A.; SACHET, M.R.; MARO, L.A.; PATTO, L.S.; CITADIN, I. **Propagação de oliveira ‘Koroneiki’ pelo método de estaquia em diferentes épocas, concentrações de AIB e presença de folhas.** Ceres, v.63, n.3, p.355-360, 2016.

PIO, R.; SOUZA, F.B.M.; DE, COELHO, V.A.T.; RODAS, C.L.; SILVA, I.P.; MELO, E.T. **Visual symptoms and nutritional deficiencies in olive trees under subjected to nutrient deprivation.** Acta Scientiarum. Agronomy, v.41, n. 1, p. 1-11, 2019.

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

SCHUCH, M.W.; PEIL R.M.N. **Soilless cultivation Systems: a new approach in fruit plants propagation in southern Brazil.** Acta Horticulturae. (952), p. 877-883, 2012.

SCHUCH, M.W.; TOMAZ, Z.F.; CASARIN, J.; MOREIRA, R.; SILVA, J. **Advances in vegetative propagation of Olive tree.** Rev. Bras. Frutic, v.41, n.2, p. 1-11, 2019.

STATERAS, D.C.; MOUSTAKAS, N.K. **Seasonal changes of macro- and micro-nutrients concentration in olive leaves.** Journal of Plant Nutrition, v.41, n.2, p.186-196, 2018.

STUEPP, C.A.; WENDLING, I.; KOEHLER, H.S.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C. **Successive mini-cuttings collection in *Piptocarpha angustifolia* ministumps: Effects on maturation, adventitious root induction and root vigor.** Acta Scientiarum. Agronomy, v.39, n.2, pp.245-253, 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6th. edn. Porto Alegre, Artmed. 2017. 888p.

TATTINI, M.; TRAVERSI, M.L. **On the mechanism of salt tolerance in olive (*Olea europaea* L.) under low- or high-Ca²⁺ supply**. Environmental and Experimental Botany, v.65, n.1, p.72–81, 2009.

THOR, K. **Calcium-Nutrient and Messenger**. Front. Plant Sci., v.10, n. 440, p. 1-7, 2019.

TITON, M. et al. **Eficiência das minicepas e microcepas na produção de propágulos de clones de *Eucalyptus grandis***. Revista Árvore, v.27, n.5, p.619-625, 2003.

VIEIRA NETO, J.; DE OLIVEIRA, A.F.; CAPRONI, C.M.; VILLA, F.; DA SILVA, L.F. **Desempenho de jardins clonais de oliveira (*Olea europaea*) em cortes sucessivos visando a sua propagação por estaquia**. Cerne, v.17, n.1, p.117-122, 2011.

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

WANG, J.; MA, L.; GÓMEZ-DEL-CAMPO, M.; ZHANG, D.; DENG, Y.; JIA, Z. **Youth tree behavior of olive (*Olea europaea* L.) cultivars in Wudu, China: Cold and drought resistance, growth, fruit production, and oil quality**. Scientia Horticulturae, v. 236, p.106-122, 2018.

WENDLING, I.; XAVIER, A.; PAIVA, H.A. **Influência da miniestaquia seriada no vigor de minicepas de clones de *Eucalyptus grandis***. Revista Árvore, v.27, n.5, p.611-618, 2003.

WREGE, M.S.; COUTINHO, E.F.; PANTANO, A.P.; OLIVEIRA, R. **Distribuição potencial de oliveiras no brasil e no mundo**. Rev. Bras. Frutic., v.37, n.3, p.656-666, 2015.

XAVIER, A.; SANTOS, G.A.; OLIVEIRA, M.L. **Enraizamento de miniestaca caulinar e foliar na propagação vegetativa de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.)**. Revista Árvore, v.27, n.3, p.351-356, 2003.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal - princípios e técnicas**. Viçosa, Editora UFV, 279p, 2013.

ARTIGO 2 - Época do ano, concentração de cálcio e ácido indolbutírico no enraizamento de miniestaquia de *Olea europaea* L.

Resumo: - Atualmente no Brasil, a oliveira (*Olea europaea* L.) apresenta potencial econômico, sendo necessário o desenvolvimento de tecnologias adequadas e eficientes para a produção de mudas clonais. Assim, esse trabalho objetivou avaliar as influências da cultivar, em relação às épocas do ano, da concentração de cálcio e de ácido indolbutírico (AIB) na sobrevivência e características do enraizamento da oliveira ‘Arbosana’, ‘Koroneiki’ e ‘Grappolo 541’. O minijardim clonal foi constituído por 216 minicepas. Como tratamentos, foram aplicadas diferentes concentrações de cálcio fornecido como cloreto de Ca ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) na solução nutritiva. A partir de cada coleta de brotações foram cortadas miniestacas de 5-7 cm, e a sua região basal foi imersa durante 10 segundos em solução hidroalcoólica (ausência de AIB e 3000 mg L^{-1} de AIB). As miniestacas permaneceram 40 dias em casa de vegetação automatizada com nebulização intermitente. Após isso, foram transferidas para casa de sombra (sombrite de 50%) para aclimatação por 30 dias, e posteriormente transferidas para uma área de pleno sol com sistema de aspersão, para sua rustificação e crescimento por 30 dias. Como resultado, as minicepas apresentaram sobrevivência e produção de miniestacas durante 6 coletas sucessivas de brotações em 12 meses. Em geral para as três cultivares, a melhor época do ano para estimular o enraizamento das miniestacas correspondem ao outono, primavera e verão, embora no inverno também é possível obter material enraizado. O uso da concentração de Ca na solução 2, 4, e 6 mL L^{-1} induziu maior sobrevivência e enraizamento, maior número de raízes e maior massa seca, entre outros aspectos fitotécnicos. A aplicação do AIB influenciou positivamente o enraizamento e induziu raízes mais robustas, embora não foi uma condição para enraizamento nas três cultivares. A cultivar que se destacou em resposta a todas as variáveis foi ‘Koroneiki’ apresentando resultados superiores em todas as épocas do ano, seguido por ‘Arbosana’ e ‘Grappolo 541’. A miniestaquia com o uso da solução nutritiva se mostrou uma técnica viável para produção de mudas clonais de oliveira nas condições estudadas.

Palavras chave: miniestacas, fruticultura temperada, minijardim clonal, solução nutritiva

Abstract: - Currently in Brazil, the olive tree (*Olea europaea* L.) has economic potential, requiring the development of adequate and efficient technologies for the production of clonal seedlings. Thus, this work aimed to evaluate the influence of the cultivar, in relation to the seasons of the year, of the concentration of calcium and indolbutyric acid (IBA) on the survival and rooting characteristics of the ‘Arbosana’, ‘Koroneiki’ and ‘Grappolo 541’ olive cultivars. The clonal minigarden consisted of 216 ministumps. As treatments, different concentrations of calcium supplied as Ca chloride ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) in the nutrient solution were applied. From each sprout collection, minicuttings measuring 5-7 cm were cut, and their basal region was immersed for 10 seconds in a hydroalcoholic solution at concentrations of 0 (IBA-free) and 3000 mg L^{-1} of IBA. The minicuttings remained for 40 days in an automated greenhouse with intermittent fogging. After that, they were transferred to a shade house (50% shade) for acclimatization for 30 days, and later transferred to an area of full sun with a sprinkler irrigation system, for their hardening and growth for 30 days. As a result, the ministumps showed survival and minicutting production during 6 successive shoot

collections in 12 months. In general, for the three cultivars, the best time of year to stimulate the rooting of minicuttings corresponds to autumn, spring and summer, although also in winter, it is possible to get rooted material. The use of Ca concentration in solutions 2, 4, and 6 mL L⁻¹ induced greater survival and rooting, greater number of roots and greater dry mass, among other phytotechnical aspects. The application of IBA positively influenced rooting and induced more robust rooting, although it was not a condition for rooting in the three cultivars. The cultivar that stood out in response to all variables was 'Koroneiki' showing superior results at all times of the year, followed by 'Arbosana' and 'Grappolo 541'. Minicutting with the use of nutrient solution proved to be a viable technique for the production of clonal olive tree seedlings under the conditions studied.

Key words: minicuttings, temperate fruit growing, clonal minigarden, nutritive solution

INTRODUÇÃO

A oliveira (*Olea europaea* L.) tem relevante importância econômica, assim a olivicultura está em processo de expansão especialmente nas regiões consideradas adequadas o que indica a necessidade de pesquisas para o desenvolvimento de tecnologias adequadas para a produção de mudas (COUTINHO et al., 2015; WREGGE et al., 2015; PENSO et al., 2016; ALVARENGA et al., 2017; SCHUCH et al., 2019; MARTINS et al., 2019).

As cultivares mais plantadas nos olivais brasileiros são 'Arbequina', 'Koroneiki', 'Arbosana' e 'Grappolo'. Em geral, são apreciadas pela sua produtividade elevada, frutos com boas características sensoriais e com altos teores de polifenóis (VOSSEN, 2007; COUTINHO et al., 2009; DESOUKY et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2012a; COUTINHO et al., 2015; WANG et al., 2018; KIST et al., 2019).

A técnica de miniestaquia tem se apresentado com uma alternativa promissora para a propagação de mudas clonais, com resultados eficientes em espécies florestais, frutíferas e ornamentais com baixo enraizamento adventício (DIAS et al., 2012; XAVIER et al., 2013; BRONDANI et al., 2014; STUEPP et al., 2016; OZELAME et al., 2018; ARAÚJO et al., 2019; OLIVEIRA et al., 2019; FAUERHARMEL et al., 2020; SCHUCH; TOMAZ, 2019; CASARIN et al., 2018; FRÖLECH et al., 2020; DE SÁ et al., 2021).

Diante o exposto anteriormente, o sistema de minijardim e a técnica da miniestaquia, podem ser recomendadas na oliveira, tendo em conta uma nutrição balanceada das minicepas com uso de soluções nutritivas eficientes, como por exemplo

com tratamentos de cálcio, sendo que este ativa e regula a divisão e o alongamento celular (TAIZ et al., 2017), essencial para o desenvolvimento dos órgãos de crescimento como raízes, brotos, folhas, frutos e produção de biomassa (WHITE; BROADLEY, 2003; EREL et al., 2013; PIO et al., 2019).

Assim, o estado nutricional das minicepas influenciará diretamente a produtividade, eficiência e qualidade das miniestacas, sendo que uma planta com nutrição equilibrada oferecerá material propagativo com qualidade (CUNHA, 2009a) e essa qualidade deve ser agrônômica, nutricional, fisiológica e fitossanitária o que será fundamental para o início da formação de raízes adventícias nas mudas.

O sistema de minijardim e a miniestaquia, sua sobrevivência e enraizamento em oliveira, ainda estão sendo estudadas para as condições de sazonalidade do Brasil. Portanto, objetivou-se avaliar as influências do cultivar, em função da época do ano, da concentração de cálcio na solução nutritiva e do ácido indolbutírico (AIB) na sobrevivência e características do enraizamento de oliveira (*Olea europaea* L.), cultivares ‘Arbosana’, ‘Koroneiki’ e ‘Grappolo 541’.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras-UFLA, em Lavras – MG. O município está localizado nas coordenadas 21°14' de latitude sul e 45°00' de longitude oeste, a uma altitude média de 918 metros. De acordo com Alvares *et al.* (2013) o clima é tropical de altitude, com inverno seco e verão chuvoso. O período do experimento foi de fevereiro de 2018 a dezembro de 2018.

Constituição do minijardim clonal e manejo de minicepas

O minijardim clonal foi instalado em condições de casa de vegetação. Mudanças clonais das cultivares ‘Arbosana’, ‘Koroneiki’ e ‘Grappolo 541’ foram cultivadas em substrato composto por areia, com fração fina em vasos plásticos (18×14×55 cm), sendo plantadas seis mudas por vaso no espaçamento 18 × 13 cm, compostos por duas mudas de cada cultivar dispostas sequencialmente. O procedimento para a formação das minicepas e a constituição do minijardim clonal em sistema de vaso foi realizado conforme a metodologia de Brondani et al. (2014).

Aplicação de solução nutritiva e concentrações de cálcio nas minicepas

A composição da solução nutritiva básica para fertirrigação do minijardim clonal foi baseada na solução de Hougland & Arnon (1950). Como tratamentos, foram aplicadas diferentes concentrações de cálcio fornecido na solução nutritiva como cloreto de Ca ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), sendo: S1: $40,8 \text{ mgL}^{-1}$; S2: $80,16 \text{ mgL}^{-1}$; S3: $160,32 \text{ mgL}^{-1}$; S4: $240,48 \text{ mg L}^{-1}$; S5: $320,64 \text{ mg L}^{-1}$ e S6: $400,8 \text{ mg L}^{-1}$. As plantas foram fertirrigadas duas vezes por semana aplicando 300 mL por vaso, distribuídos nas seis plantas. A solução foi preparada a cada semana, sendo a condutividade elétrica mantida em $1,6 \text{ mS m}^{-2}$ a 25°C e o pH ajustado à $6,0 (\pm 0,2)$.

Coleta de brotações

As coletas sucessivas de brotações foram feitas durante 12 meses, sendo realizadas 6 coletas em diferentes intervalos de tempo variando em função da época do ano (primavera, verão, outono e inverno) e as condições de crescimento e desenvolvimentos das minicepas. Os brotos foram coletados quando pelo menos 60% das plantas apresentavam ramos com pelo menos de 10 cm de comprimento, cortando as miniestacas de 5 a 7 cm de comprimento, conservando na ponteira o primeiro par de folhas e com mínimo dois nós.

Estabelecimento de miniestacas em casa de vegetação, casa de sombra e aclimação a pleno sol: aplicação de AIB e condições para o enraizamento

A partir de cada coleta de brotações das minicepas, foram cortadas as miniestacas, sendo a região basal imersa durante 10 segundos em solução hidroalcoólica (1:1, água: álcool, v/v) nas concentrações de 0 (isento de AIB) e 3000 mg L^{-1} de AIB. As miniestacas foram inseridas a 2 cm de profundidade em tubetes cônicos (55 cm^3) contendo substrato composto pela mistura de casca de arroz queimada e fibra de coco (1:1, v/v).

Para o enraizamento, as miniestacas permaneceram 40 dias em casa de vegetação automatizada com nebulização intermitente. Após isso, foram transferidas para casa de sombra, coberta com sombrite de 50% para aclimação por 30 dias, com

sistema de microaspersão a uma pressão de água da rede ($2,0 \text{ kg cm}^{-2}$) o qual foi controlado por timer em intervalos pré-estabelecidos. Por último, as miniestacas foram transferidas para uma área de pleno sol com sistema de aspersão, para sua rustificação e crescimento por 30 dias. Os procedimentos podem ser observados na figura 1.

Variáveis avaliadas

Em área de pleno sol, foram avaliadas as miniestacas, mensurando as seguintes variáveis: sobrevivência (SM) (%), enraizamento (EM) (%), calogênese (CM) (%), número de raízes (NR), comprimentos da maior raiz (CMAR) (cm), comprimento médio de raízes (CMR) (cm), matéria seca raiz (MSR) (g), matéria seca caule (MSC) (g) e matéria seca total (MST) (g).

Análise estatística dos dados

Todos os dados das variáveis do experimento foram submetidos ao teste de Shapiro Wilk ($p > 0,05$) e Bartlett ($p > 0,05$), e transformados por $(n+0,5)^{(1/14)}$, $(n+0,5)^{(0,5)}$ e por $1/(n+0,5)^{(2)}$ onde $n =$ dado amostrado. Todas as variáveis foram transformadas devido a não apresentar normalidade e não haver homogeneidade de variâncias entre os tratamentos. Em seguida, foi realizada análise de variância (ANOVA, $p < 0,01$ e $p < 0,05$). De acordo com a significância da ANOVA, os dados dos fatores foram comparados pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Para a análise estatística dos dados, utilizou-se o programa R Studio (R Development Core Team).

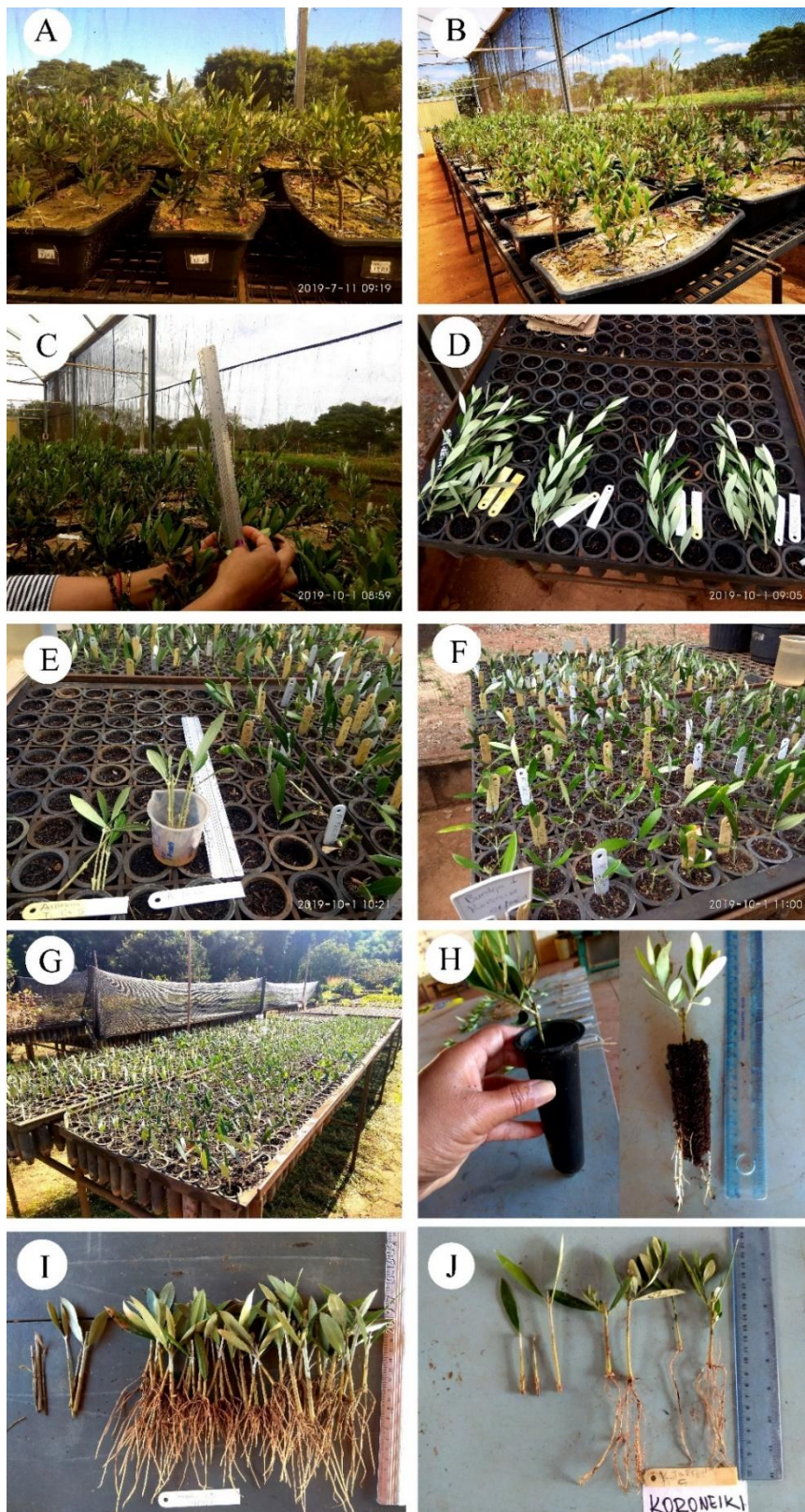


Figura 1 - Constituição do minijardim clonal de *Olea europaea* L., coleta de brotações e enraizamento de miniestacas; A. Minicepas no vaso contendo areia fina; B. Desenvolvimento e crescimento das minicepas; C. Detalhe da indução de brotações e sua medição para coleta; D. Corte e conformação de miniestacas; E. Submersão de miniestacas em AIB e estabelecimento em tubetes; F e G. Miniestacas em desenvolvimento; H. Miniestaca enraizada em tubete; I e J. Avaliação do enraizamento das miniestacas.

Fonte: Do autor (2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sobrevivência das minicepas no sistema minijardim

A sobrevivência das minicepas das cultivares ‘Arbosana’, ‘Koroneiki’ e ‘Grappolo 541’ foi de 100% e a produtividade de miniestacas foi permanente durante as quatro estações do primeiro ano avaliadas, o que indicou eficiência do sistema de minijardim para oliveira nas condições estudadas.

A eficiência deste sistema para a cultivar ‘Maria da Fé’ foram reportados por Frölech et al. (2020), na ‘Arbequina’ por Casarin et al. (2017) e Cappellaro et al. (2017), assim como para outras espécies frutícolas (PEÑA et al. 2015a; 2015b; STUEPP et al. 2016; LATTUADA et al. 2016), e florestais (BRONDANI et al., 2012b; OLIVEIRA et al., 2019). O anterior indica que a miniestaquia pode ser recomendada na oliveira, tendo em conta aspectos nutricionais e agronômicos próprios de um minijardim clonal, visando propagação massiva.

Sobrevivência (SM), enraizamento (EM) e calogênese (CM) de miniestacas: análise para ‘Arbosana’

De acordo com a análise de variância para ‘Arbosana’ houve efeito significativo entre as estações do ano (EA) só para a variável enraizamento (EM). Para sobrevivência (SM) e calogênese (CM) não houve efeito significativo. Similarmente ocorreu para a presença de AIB. Por tanto, para a solução nutritiva (SN) se apresentou efeito significativo para as três variáveis SM, EM e CM. Para as interações EA×SN houve significância para a variável SM, EM e CM. Para interação EA×AIB só houve efeito significativo para EM e CM. Para a interação SN×AIB só houve efeito significativo para SM. Na tripla interação EA×SN×AIB não foi observado efeito significativo para nenhuma variável.

Assim a porcentagem de sobrevivência foi influenciada pelas concentrações de Ca na solução, sendo na primavera e verão as melhores 2, 4 e 6 mL L⁻¹ de Ca. Em geral a melhor época para SM foi em outono com 82,7%, primavera com 78,1%, verão com 75,9% e por último o inverno com 74,3% (Figura 2A).

Para a interação SN×AIB, para SM, a melhor resposta foi na presença de AIB para todas as concentrações de Ca, exceto 1 mL L⁻¹, observando até 89,3% e sem AIB

até 77,9%. Em geral, as melhores concentrações de Ca em sua ordem foram de 4, 2 e 6mL L⁻¹ (Figura 2B). O anterior tratamento representou uma resposta positiva na cultivar visando a encontrar metodologias adequadas para produção de mudas, destacando que em todas as estações a sobrevivência foi de 74,3 a 82,7%, e observando a interação SN×AIB a SM foi superior em 77,9%, independente do uso do AIB, o que pode significar a eficiência da solução nutritiva.

Em estudos com estacas de ‘Arbosana’ Inocente et al. (2018), reportaram sobrevivência de 62,1% usando 300mg L⁻¹ de AIB, sendo baixa quando comparada com o presente estudo. Embora, em miniestacas de ‘Maria da Fé’ após 110 dias em vermiculita com 1000 mg L⁻¹ de AIB proporcionou 79,2% (FRÖLECH et al., 2020). Para *Vaccinium ashei* ‘Powderblue’ de 99% (COLOMBO et al., 2018).

Entretanto para *Tectona grandis* Linn F. o uso do AIB não influenciou a sobrevivência em todas as etapas da produção de mudas, porém, o uso (2000 mg L⁻¹) proporcionou uma formação de mudas com melhor qualidade fisiológica e morfológica e um maior acúmulo de massa seca (DI CARVALHO et al., 2019).

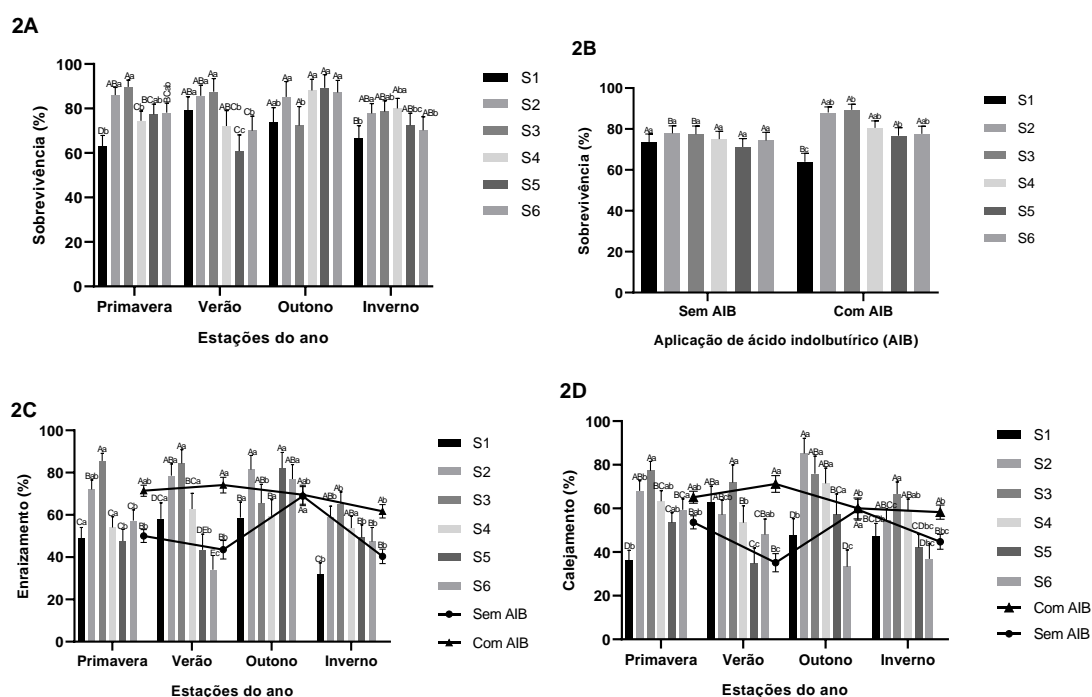


Figura 2- Oliveira *Olea europaea* L., ‘Arbosana’. A. Valores médios de sobrevivência (SM) (%) em relação às estações do ano e à solução nutritiva; B. Valores médios de sobrevivência (SM) (%) em relação à solução nutritiva e à aplicação de AIB; C. Valores médios de enraizamento (EM) (%) em relação às estações do ano e à solução nutritiva e em relação às estações de ano à aplicação de AIB; D. Valores médios de calogênese (CM) (%) em relação às estações do ano e à solução nutritiva e em relação à estação de ano e ao AIB. Médias seguidas por mesma letra maiúscula e médias seguidas por mesma letra minúscula não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Dados apresentados como: média (\pm erro padrão).

Para o enraizamento (EM), de acordo com a análise de variância, houve efeito significativo das estações do ano, das concentrações de Ca e o AIB. Assim, a porcentagem de EM foi influenciada pelas concentrações de Ca na solução sendo na primavera e no verão a melhores 2 e 4 mL L⁻¹. Em geral a melhor época para o EM foi no outono com 58,7 a 82,1%, seguido pela primavera e as melhores concentrações de Ca correspondem a 4, 2 e 6 mL L⁻¹. Pode-se entender esses resultados como uma boa resposta da cultivar à solução nutritiva, atingindo valores acima de 80%.

Os resultados concordam com Casarin et al. (2017), sendo que na ‘Arbequina’ reportam enraizamentos de 84,0 a 92,5% no outono e primavera. Assim, ao comparar com estudos feitos por Silva et al. (2012) ao avaliar 35 cultivares do Banco Ativo de Germoplasma da EPAMIG, encontraram no outono em média 19,8% destacando-se a ‘MGS MAN215’ e ‘MGS TAF390’ com 73,0% e no inverno a média foi de 9,5%, destacando-se valores de 57,0 e 45,0% para ‘MGS ASC322’ e ‘MGS TAF390’ respectivamente. Esses valores, mesmo baixo concordam com o presente estudo, onde o maior enraizamento se apresentou em outono.

Por outro lado, a aplicação de 160 e 320 g L⁻¹ do fertilizante à base de sulfato de cálcio em clones de *Eucalyptus* produz enraizamentos superiores ao 70,0% e induz a atividade de peroxidase, contribuindo para um melhor desenvolvimento de miniestacas (ESTEVEZ et al., 2020). Igualmente Brondani et al. (2014), referem que o enraizamento adventício em miniestacas também depende do material genético, da coleta de brotações, da aplicação de AIB e das concentrações de nutrientes.

Para a interação EA×AIB para o EM a melhor resposta foi na presença de AIB para todas as estações, observando enraizamento desde 61,7% até 74,1%, sendo esses valores uma boa resposta entendendo que se pode obter mudas enraizadas durante o ano todo e sem AIB entre 40,4 até 68,9%. Inocente et al. (2018) para estacas de ‘Arbosana’ usando AIB atingiram enraizamento de 22,9 e 66,7% sem AIB, sendo esse último baixo quando comparado com o presente estudo sendo de 40,0 a 68,0%. Em geral, o melhor enraizamento se apresenta durante o verão seguido da primavera, outono e por último inverno (Figura 2C).

Denaxa et al. (2011), usando AIB em estacas de ‘Arbequina’ obteve enraizamento de 96,0% no verão, sendo maior que o apresentado neste estudo, embora na ‘Mastoidis’ até 60,0% e na ‘Kalamata’ apenas 2,0 a 5,0%, esse último considerado baixo, tendo em conta a importância do enraizamento na propagação e multiplicação de

plantas massivamente. Silva *et al.* (2012), obtiveram 26,0 e 24,0% para estacas da 'Arbequina' durante o outono e inverno, respectivamente.

Na 'Maria da Fé' com 1000 mg L⁻¹ de AIB em vermiculita obteve-se 45,7%, e sem AIB 9,6% (FRÖLECH *et al.*, 2020), sendo muito baixo, quando comparados com o presente estudo, o que significa que a metodologia empregada na presente pesquisa pode ser útil quando projetar a propagação eficiente da oliveira.

Em outros processos de enraizamento em sistema semi-hidropônico em *Carica papaya* o enraizamento foi de 61,1% (OLIVEIRA *et al.*, 2018). Em *Eucalyptus benthamii* foi superior a 70,0% (BRONDANI *et al.*, 2012c). Para *Ilex paraguariensis* a aplicação de AIB associada à primavera, proporciona 70,0% de enraizamento (SÁ *et al.*, 2018). Em *Vaccinium ashei* o uso de AIB em talco e em álcool apresenta valores de 73,0 e 66,0% (COLOMBO *et al.*, 2018). Embora em ameixeira *Prunus salicina* o AIB aumenta o enraizamento para 99%, em quanto sem AIB é apenas de 30 % (TONIETTO *et al.*, 2001).

Por outro lado, as miniestacas de algumas espécies florestais como *Jacaranda momosifolia* D. Don, *Handroanthus heptaphyllus* Mattos e *Inga edulis*, enraízam em casa de vegetação sem necessidade do AIB (FAURERHARMEL *et al.*, 2020; OLIVEIRA *et al.*, 2016; 2015; BERUDE *et al.*, 2020), e observando os resultados do presente estudo, também é possível o enraizamento sem esse hormônio atingindo enraizamentos superiores ao 60%.

Para a calogênese (CM), de acordo com a análise de variância, também houve efeito significativo das estações do ano, das concentrações de Ca e o AIB. Assim, a melhor se apresentou no outono, primavera e inverno nas doses de 2, 4 e 6 mL L⁻¹ de Ca. Em geral, a maior CM se apresentou no outono com valores entre 71,4 e 85,2%, primavera 63,3% e 77,3%, seguido do verão e por último o inverno.

Silva *et al.* (2012) ao avaliar 35 cultivares em duas épocas do ano encontraram de 47,2% de calejamento durante o outono com valores desde 9 até 85%, e no inverno a média foi de 51,0% com valores desde 5,0 até 86,0% respectivamente, esses resultados divergem com os do presente estudo, onde o maior calejamento se apresentou em outono e primavera.

Para a interação EA×AIB a melhor resposta foi na presença de AIB para todas as estações, observando calo nas miniestacas desde 58,3 até 71,2% e sem AIB foi apenas

de 35,1 até 59,4%. Em geral a maior calogênese se apresentou em outono seguido da primavera, verão e por último inverno (Figura 2D).

Independentemente da estação e do uso do AIB o calejamento foi alto com valores entre 33 e 85%, similares aos processos de sobrevivência e enraizamento, o que indica que o início e desenvolvimento da calogênese pode permitir melhores resultados na produção de mudas, pois permite cicatrizar a ferida rapidamente por enquanto inicia a rizogêneses. Embora, segundo Fachinello et al. (2005), não necessariamente deve apresentar-se calo para formar raiz, informação também referida por Hartmann et al. (2011).

Análise enraizamento de miniestacas para ‘Arbosana’

De acordo com a análise de variância para ‘Arbosana’ houve efeito significativo entre as estações do ano somente para as variáveis comprimento da maior raiz (CMAR), comprimento médio de raízes (CMR) e matéria seca raízes (MSR). Portanto, entre as soluções nutritivas houve efeito significativo para número de raízes (NR) e para matéria seca total (MST), para o AIB houve efeito significativo só para NR, CMAR e MSR.

Para as interações EA×SN houve efeito significativo para todas as variáveis. Para interação EA×AIB só houve efeito significativo para NR, MSR, MSC e MST. Para a interação SN× AIB só houve efeito significativo para NR, MSC e MST. Na tripla interação (EA×SN×AIB) não se apresentou efeito significativo.

Número de raízes (NR) para ‘Arbosana’

O NR foi influenciado pelas concentrações de Ca na solução e as estações do ano sendo na primavera, verão e outono as melhores concentrações de 8, 6 e 10 mL L⁻¹. Em geral a melhor época para o NR foi no outono apresentando valores médios para avaliação em 12 meses entre 2,48 até 4,08 raízes por miniestaca, seguido pela primavera (Figura 3A).

Para a interação EA×AIB para o NR a melhor resposta foi na presença de AIB para todas as estações, observando valores médios desde 3,81 até 4,14, e sem AIB desde 2,31 até 3,12 raízes por miniestaca. Em geral o maior número de raízes foi verificado no outono, seguido da primavera (Figura 3A).

Segundo Inocente et al. (2018), encontraram valores altos de enraizamento de estacas de 'Arbosana' usando AIB atingindo 24,1 raízes e 4,0 raízes sem AIB, porém são dados para estaquia os quais podem ser comparados em termos de eficiência na produção de raízes, embora o tipo de material seja diferente. Na 'Arbequina' em vermiculita o maior NR em sete coletas foi obtido na primavera de 2014 com média de 8,6, e os menores valores foram encontrados na primavera e inverno de 2013 com 1,9 e 2,05, e no verão de 2014 com 2,9 raízes (CASARIN et al., 2017).

Segundo Cappellaro et al. (2017), no minijardim semi-hidropônico de 'Arbequina', as melhores épocas do ano para obtenção do maior NR foram a primavera, com 5,9 raízes, verão 4,8 e inverno 2,3, sendo estes resultados, similares aos do presente estudo. Silva et al. (2012), na 'Arbequina' reportou em média 6,0 raízes em outono e em inverno 2,7. Considerando a melhor época o outono, os mesmos autores ao avaliar 35 cultivares encontraram em média 4,2 raízes em outono e 2,1 em inverno; similarmente ocorreu no presente estudo, embora difere de outros estudos, que considera a primavera a melhor época, e de acordo com Casarin et al. (2017), o maior NR na oliveira não é condicionado numa determinada época do ano.

Para a interação SN×AIB para o NR a melhor resposta foi na presença de AIB para todas as concentrações de Ca, observando valores médios desde 2,6 até 5,4 raízes por miniestaca e sem AIB desde 2,0 até 3,3, sendo, em geral o NR se formou na concentração de Ca 4, 6 e 2 mL L⁻¹ (Figura 3B).

Na 'Maria da Fé' com AIB em vermiculita ou número médio de raízes foi 19,6 e sem AIB foi 2,56 (FRÖLECH et al., 2020). Em *Prunus salicina* doses de 2000 mg L⁻¹ aumenta o NR de 1,6 para 4,2 (TONIETTO et al., 2001). Para *Vaccinium ashei* o número médio foi de 7,06 (COLOMBO et al., 2018). Assim, nas condições do presente estudo em geral pode se encontrar em média desde 1,7 a 6,3 raízes por miniestaca em todas as épocas do ano com ou sem AIB, o que significa que é possível, com um bom processo nutricional, garantir raízes o ano todo em número médio similares aos reportados para outras cultivares em estaquia e miniestaquia e em outras espécies frutícolas de importância econômica.

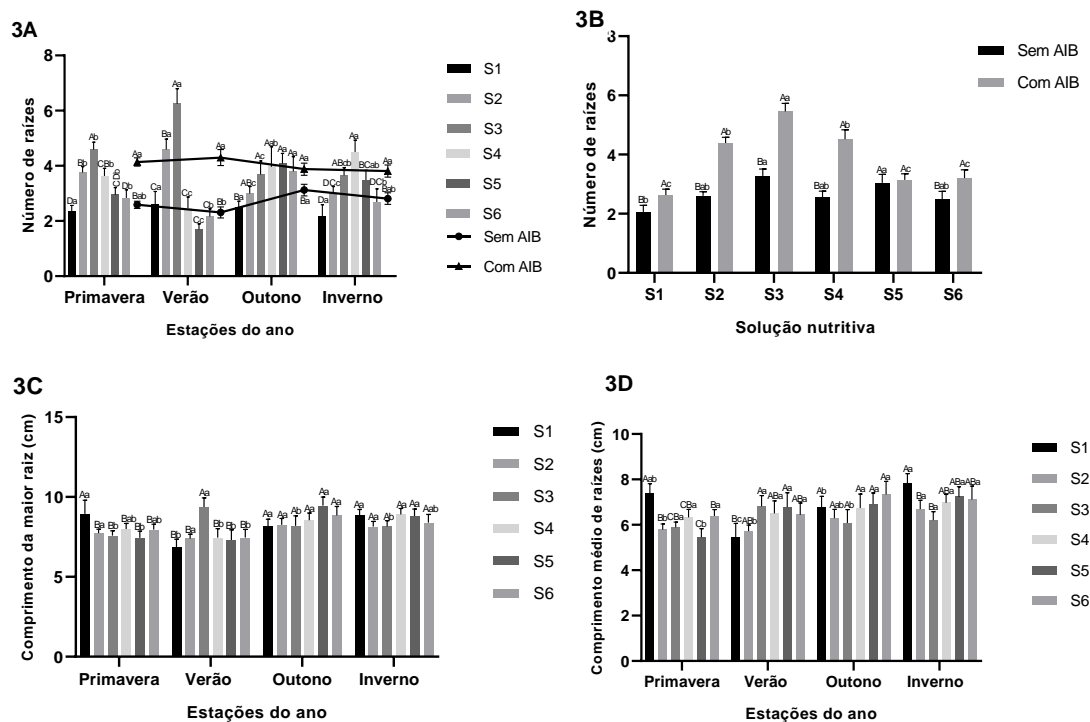


Figura 3- Oliveira *Olea europaea* L. 'Arbosana'; A. Valores médios de NR em relação às estações do ano e à solução nutritiva e valores médios de NR em relação à estação do ano e ao AIB; B. Valores médios de NR em relação à solução nutritiva e ao AIB. C. Valores médios de CMAR (cm) em relação às estações do ano e às soluções nutritivas; D. Valores médios de CMR (cm) em relação às estações do ano e às soluções nutritivas. Médias seguidas por mesma letra maiúscula e, médias seguidas por mesma letra minúscula não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Dados apresentados como: média (\pm erro padrão).

Comprimento da maior raiz e comprimento total das raízes para 'Arbosana'

Para o CMAR, de acordo com a análise de variância na 'Arbosana', houve efeito significativo da presença ou ausência do AIB, assim com AIB o CMAR foi de 8,4 cm, enquanto que sem AIB foi 7,6 cm. Na 'Arbosana' usando AIB foi obtido um valor médio de 7,7 cm e sem AIB 2,4 cm (INOCENTE et al., 2018), para 'Maria da Fé' foi de 0,28 até 4,13 cm, utilizando AIB, com ou sem etiolação (FRÖLECH et al., 2020). Os valores são menores quando comparados com o presente estudo, onde em média com AIB foi de 8,45cm e sem AIB foi 7,60 cm. Em *Prunus salicina* doses de 2000 mg L⁻¹ aumentou CMAR para 9,0 cm, comparado com 3,0 cm sem AIB (TONIETTO et al., 2001). Para *Vaccinium ashei* com AIB o CMAR das miniestacas foi de 5,53 cm (COLOMBO et al., 2018).

O CMAR (cm) foi influenciado pelas concentrações de Ca na solução e as estações do ano, sendo as melhores doses para o crescimento da raiz 4, 6 e 10 mL L⁻¹. Em geral, a melhor época para o CMAR foi o outono, apresentando valores médios

entre 8,17 até 9,46 cm. (Figura 3C). Para o CMR a melhor resposta se apresentou na primavera e no verão nas doses 4, 6 e 10 mL L⁻¹. Em geral, a melhor época para o CMR foi no inverno apresentando valores médios entre 6,20 até 7,82 cm. (Figura 3D). Esses resultados são superiores quando comparados com a 'Arbequina' onde, as estações que resultaram em maiores comprimentos, foram inverno 1,68 cm e outono 1,53 cm. Já os menores comprimentos de raiz foram observados durante a primavera com 1,03 cm e verão 1,09 cm (CASARIN et al., 2017).

Ferriani et al. (2011), também observaram no inverno melhores resultados para comprimento da raiz de miniestacas de *Piptocarpha augustifolia*. Os resultados anteriores concordam com o presente estudo, sendo considerado o inverno como a melhor época para obter comprimentos maiores de raízes. Embora resultados obtidos na 'Arbequina' por Cappellaro et al. 2017 indicaram que no verão é possível obter uma raiz mais longa com comprimento 2,74 cm, seguido pela primavera 2,09 cm e inverno 1,09 cm, porém esses valores são menores comparados com os da 'Arbosana'. Valores menores também foram reportados por Silva et al. (2012) em estacas de 35 cultivares de oliveira com um comprimento médio de 1,51 cm.

Matéria seca raiz, matéria seca caule e matéria seca total para 'Arbosana'

Para o MSR (g) de acordo com a análise de variância para 'Arbosana', houve efeito significativo das estações do ano e das concentrações de Ca. Assim, para MSR (g) a melhor resposta se apresentou na primavera e verão nas doses de 4, 6, 10 mL L⁻¹. Em geral, a melhor época para a MSR foi no inverno e na primavera, apresentando valores médios entre 0,018 até 0,055 g. (Figura 4A). Em média a MSR com AIB foi 0,038 g significativamente superior a 0,021g sem AIB.

Para a MSC, de acordo com a análise de variância, houve efeito significativo das estações do ano, das concentrações de Ca e do AIB. Assim, a melhor resposta se apresentou na primavera e verão nas doses 8, 4 e 6mL L⁻¹. Em geral, a melhor época para a MSC foi a primavera, apresentando valores médios entre 0,559 até 0,665 g. (Figura 4B). Para a interação EA×AIB a melhor resposta foi na presença de AIB para todas as estações, observando valores médios desde 0,534 até 0,632g e sem AIB desde 0,555 até 0,601 g. Em geral, a maior MSC se apresentou na primavera (Figura 4B).

Para a interação SN×AIB a melhor resposta foi na presença de AIB só para as concentrações de Ca de 2, 4 e 6mL L⁻¹ observando valores médios desde 0,541 até

0,633 g e sem AIB desde 0,566 até 0,622 g (Figura 4C). Estudos feitos por Saykhul et al. (2016; 2013) em oliveira, por Peña et al. (2015a) em *Eugenia uniflora* L., e por Freire et al. (2020) em *Apuleia leiocarpa*que, também reportaram influência do genótipo, época da coleta e do AIB no peso da massa seca das raízes como o encontrado no presente estudo.

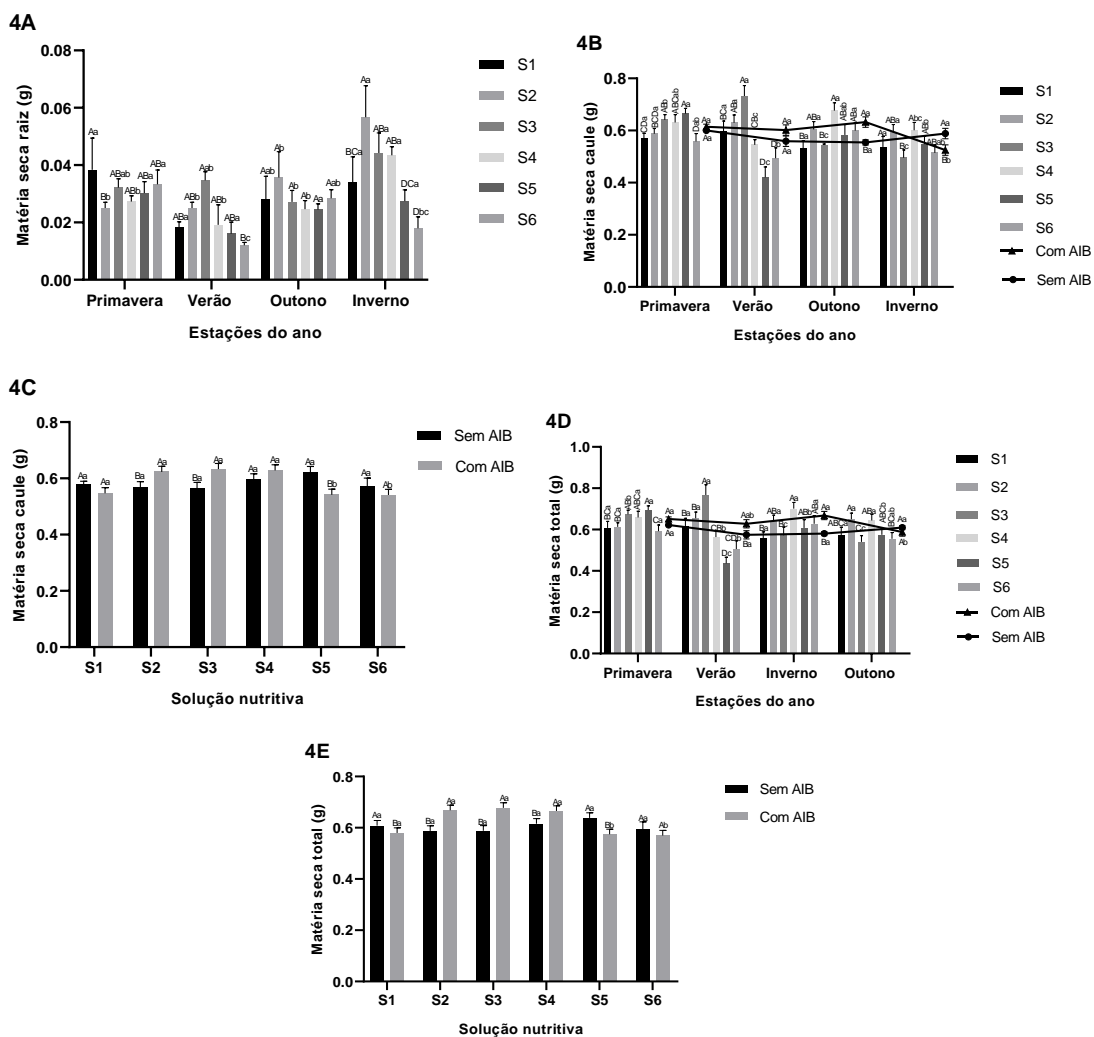


Figura 4- Oliveira *Olea europaea* L., ‘Arbosana’; A. Valores médios de MSR (g) em relação às estações do ano e concentrações de Ca; B. Valores médios de peso de MSC (g) em relação às estações do ano e à solução nutritiva e valores médios peso de MSC (g) em relação à estação de ano e ao AIB; C. Valores médios de matéria seca caule (MSC) (g) em relação à solução nutritiva e ao AIB. D. Valores médios de MST (g) em relação às estações do ano e à solução nutritiva e valores médios peso de MST (g) em relação à estação de ano e ao AIB; E. Valores médios de matéria seca total (MST) (g) em relação à solução nutritiva e ao AIB. Médias seguidas por mesma letra maiúscula e médias seguidas por mesma letra minúscula não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Dados apresentados como: média (\pm erro padrão).

A MST (g) na ‘Arbosana’ foi influenciada pelas concentrações de Ca na solução e as estações do ano, sendo na primavera o verão, as melhores doses de 8, 4 e 6 mL L⁻¹.

Em geral, a melhor época para a MST foi na primavera e outono, apresentando-se valores médios entre 0,059 até 0,701 g, seguido do verão e inverno (Figura 4D).

Para a interação EA×AIB para a MST a melhor resposta foi na presença de AIB para todas as estações, exceto inverno, observando valores médios sem AIB desde 0,574 até 0,622g e com AIB desde 0,588 até 0,662 g (Figura 4D). Para a interação SN×AIB para a MST a melhor resposta foi na presença de AIB para as doses de 2, 4 e 6mL L⁻¹ de Ca, observando valores médios desde 0,569 até 0,678 g e sem AIB desde 0,588 até 0,638 g (Figura 4E).

Sobrevivência (SM), enraizamento (EM) e calogênese (CM) de miniestacas: análise para ‘Koroneiki’

De acordo com a análise de variância para ‘Koroneiki’ houve efeito significativo entres as estações do ano (EA) só para as variáveis sobrevivência (SE) e enraizamento (EM). Entretanto para a solução nutritiva (SN) se apresentou efeito significativo para as três variáveis SM, EM e CM. Similarmente ocorreu para a presença de AIB. Para as interações, tanto das EA×SN como EA×AIB, só houve efeito significativo para EM. Na interação SN×AIB e na triple interação EA×SN×AIB não se obteve efeito significativo.

Para a sobrevivência (SM) de acordo com a análise de variância para ‘Koroneiki’, as estações do ano influenciam significativamente a SM, sendo a melhor o outono e verão com 83,5 e 80,2%. As melhores concentrações de Ca foram 4 e 2mL L⁻¹ com 85,3% e 81,3%.

Por outro lado, a presença do AIB favoreceu a SM com 78,8% e sem AIB 73,5%. Inocente et al. (2018), reportaram em estacas de ‘Koroneiki’ 60,4%, de ‘Arbosana’ 62,1%, ‘Frantoio’ 50,8% e ‘Arbequina’ 5,4% sendo valores menores quando comparados com os resultados do presente estudo, embora em condições e substrato diferentes. Porém ‘Koroneiki’ se destaca com um valor superior às de outras cultivares. O uso de estacas herbáceas coletadas no verão usando AIB, otimiza a multiplicação de mudas de mirtilo, sendo que no verão se atinge sobrevivência de até 90% e no inverno de 67,5% (KOYAMA et al., 2019).

Para o enraizamento (EM), de acordo com a análise de variância, houve efeito significativo das estações do ano, das concentrações de Ca e o AIB. Assim, a melhor resposta se apresentou no outono e primavera e as melhores doses foram 4, 2 e 6 mL L⁻¹

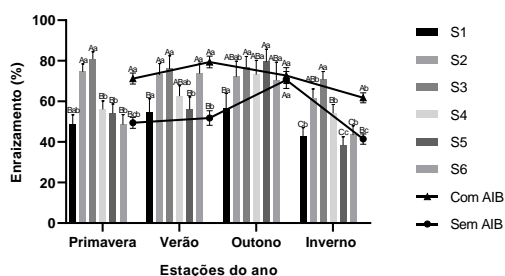
¹. Em geral, a melhor época para ‘Koroneiki’ foi no outono com valores médios entre 56,5 até 79,5%. As melhores concentrações de Ca correspondem a 4, 2 e 6 mL L⁻¹ com valores entre 70,8 e 80,8% (Figura 5A).

Para a interação EA×AIB a melhor resposta foi na presença de AIB para todas as estações, observando valores desde 61,8 até 79,4% e sem AIB entre 41,4 até 70,5% (Figura 5A). Segundo Inocente et al. (2018), o tratamento com 300 mg L⁻¹ de AIB não foi eficiente no estímulo do enraizamento das estacas de ‘Frantoio’ com 33,3%, ‘Arbequina’ com 12,5% e ‘Koroneiki’ com apenas 4,2% sendo baixo ou nulo, independentemente do uso ou não de AIB.

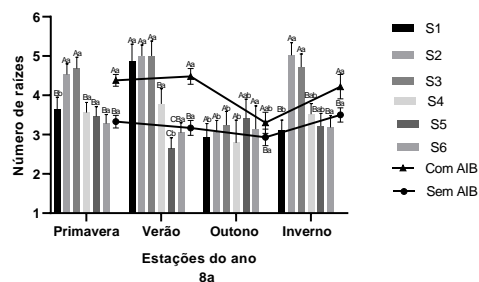
Dessa forma, os resultados positivos do enraizamento da ‘Koroneiki’ no presente estudo podem ser atribuídos à nutrição eficiente das minicepas com a solução composta por macro e micronutrientes necessários para o desenvolvimento do minijardim. Resultados eficientes de enraizamentos em diferentes cultivares com a utilização e uso soluções nutritivas com aplicação de elementos específicos foram obtidos por Tattini e Traversi (2009); Oliveira et al. (2012); Dag et al. (2012); Ahmed et al. (2016) e Larbi et al. (2020).

Por outro lado, para o calejamento (CM), houve influência das estações do ano e do AIB, assim, em outono 75,5% e verão 64,8%; e para presença do AIB o CM foi de 66,8% e sem AIB 48,3%. Em outros frutais temperados, como o mirtilo, no verão se atinge enraizamento de 80% e calo 5%, embora no inverno, se atinja enraizamento só de 27,5% e calo de 26,2% (KOYAMA et al., 2019).

5A



5B



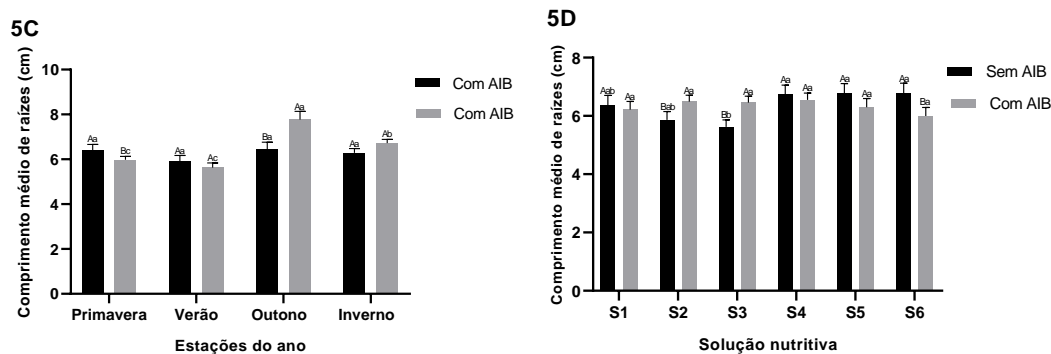


Figura 5 –Oliveira *Olea europaea* L., ‘Koroneiki’. A. Valores médios de enraizamento (EM) (%) em relação às estações do ano e à solução nutritiva e enraizamento (EM) (%) em relação às estações do ano e ao AIB; B. Valores médios de NR em relação às estações do ano e à solução nutritiva e valores médios de NR em relação à estação de ano e ao AIB; C. Valores médios de CMR (cm) em relação às estações do ano e ao AIB; D. Valores médios de CMR (cm) em relação à solução nutritiva e ao AIB. Médias seguidas por mesma letra maiúscula e médias seguidas por mesma letra minúscula (AIB) não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Dados apresentados como: média (\pm erro padrão).

Análise para enraizamento de miniestacas para ‘Koroneiki’

De acordo com a análise de variância para a ‘Koroneiki’ houve efeito significativo entre as estações do ano (EA) apenas para as variáveis número de raízes (NR), comprimento médio de raízes (CMR), e matéria seca raízes (MSR), matéria seca caule (MSC) e matéria seca total (MST). Por tanto, entre as soluções nutritivas houve efeito significativo só para NR, MSC e MST.

Já para o AIB houve efeito significativo só para NR, comprimento da maior raiz (CMAR) e MSR. Para as interações das EA \times SN houve efeito significativo só para NR. Para interação EA \times AIB só houve efeito significativo para NR e para CMR. Para a interação SN \times AIB só houve efeito significativo para CMR. Na triple interação EA \times SN \times AIB não se apresentou efeito significativo.

Número de raízes, comprimento da maior raiz e comprimento total de raízes para ‘Koroneiki’

Para o NR, de acordo com a análise de variância para ‘Koroneiki’, houve efeito significativo das estações do ano, das concentrações de Ca e do AIB. Assim, na primavera e no verão as melhores doses foram 4, 2 e 1 mL L⁻¹. Em geral, as melhores épocas para a NR foram no verão e primavera, apresentando-se valores médios entre 2,64 até 5,0. (Figura 5B).

Para a interação EA×AIB para o NR a melhor resposta foi na presença de AIB para todas as estações, observando valores médios desde 3,30 até 4,48 e sem AIB desde 2,93 até 3,50. Em geral, o maior NR se apresenta na primavera e verão (Figura 5B).

Estudos feitos por Inocente et al. (2018) usando 300mg L⁻¹ de AIB para ‘Frantoio’, e ‘Arbequina’ reportaram 18,1, 3,5 raízes e sem AIB de 6,8, 4,0 raízes sendo superiores, embora para ‘Koroneiki’ reportaram apenas 2,8 e sem AIB 0,8, valores baixos comparados com o presente estudo, tanto para a presença de AIB quanto na ausência; o anterior pode indicar que o uso da solução nutritiva e suas interações influencia positivamente o número de raízes. Em outros estudos realizados por Villa et al. (2017), em média para 10 cultivares ‘Alto D’de ouro’, ‘Galega’, ‘Penafiel’, ‘JB1’, ‘Cornicabra’, ‘Frantoio’, ‘JB2’, ‘Santa Catalina’, ‘Picual’ e ‘Mission’ reportaram um valor médio de 2,07 raízes por estaca, valor igualmente inferior ao da ‘Koroneiki’ no presente estudo.

O CMAR foi influenciado apenas pelo AIB, sendo que a aplicação representou em média 8,8 cm e sem AIB 7,93cm. Estudos feitos por Inocente et al. (2018) para quatro cultivares ‘Arbosana’, ‘Frantoio’, ‘Arbequina’ e ‘Koroneiki’ reportaram 5,4, 4,9, 0,6 e 1,0 cm, e sem AIB 2,4, 2,4, 0,9 e 0,6 cm, sendo para todas as cultivares valores menores, especialmente quando comparados com a ‘Koroneiki’ tanto para a presença de AIB e na ausência.

O CMR foi influenciado pelas estações do ano e o AIB sendo no outono a melhor resposta. A interação EA×AIB a melhor resposta foi na presença de AIB durante o outono e inverno, observando valores médios desde 5,63 até 7,77 cm e sem AIB desde 5,90 até 6,45 cm. (Figura 5C). Para a interação SN×AIB a melhor resposta foi na presença de AIB só para as concentrações de Ca de 2 e 4mL L⁻¹ observando valores médios desde 6,0 até 6,55 cm e sem AIB desde 5,62 até 6,78 cm. (Figura 5D). Villa et al. (2017) para 10 cultivares em substrato perlita encontrou em média 1,60 cm e para areia 1,82 cm, sendo valores inferiores comparados com o presente estudo.

Para MSR, MSC e MST não houve interação entre estações do ano, concentrações de Ca e o AIB, embora para MSR tenha mostrado efeito significativo só para estações do ano, sendo as melhores ocorrendo na primavera com 0,039 g e no verão com 0,038 g, com a melhor massa seca para as miniestacas em presença do AIB de 0,043 g e sem AIB de 0,024 g.

Para MSC e MST as melhores épocas do ano são primavera e outono e as melhores soluções nutritivas foram 2, 6 e 4 mL L⁻¹, com valores de 0,659 g até 0,677 g, sendo importante conhecer essa informação, porque a solução nutritiva e especificamente com essas concentrações de Ca, além de influenciar um bom enraizamento, também pode influenciar um bom desenvolvimento e crescimentos das mudas. Saykhul et al. (2016), avaliando as cultivares ‘Chondrolia chalkidikis’, ‘Biancolilla’, Megaritiki’ e uma espécie silvestre (*Olea sylvestres*), encontraram diferenças para peso fresco de raízes e peso da biomassa total variando de acordo com o genótipo, tratamento de potássio e suas interações.

Sobrevivência (SM), enraizamento (EM) e calogênese (CM) de miniestacas: análise para ‘Grappolo 541’

De acordo com a análise de variância para ‘Grappolo 541’ houve efeito significativo das estações do ano (EA) e da solução nutritiva (SN) para a variável sobrevivência (SM); para enraizamento (EM) houve efeito significativo das EA, SN e a presença de AIB. Para calejamento (CM) só houve efeito significativo para SN e para presença do AIB. Não houve efeito significativo para nenhuma das interações nas três variáveis avaliadas nesta primeira parte.

As estações do ano influenciam significativamente a SM sendo o outono a melhor época com 90,5% e inverno com 77,2% (Figura 6A). Para a solução nutritiva a melhor foi 4, 6 e 2 mL L⁻¹ com 81,87, 79,61 e 76,2% (Figura 6B). Em espécies florestais como *Hymenaea courbaril*, obteve-se sobrevivência média de 54%, com menos de 5% de enraizamento total, sem influência significativa do tipo de miniestaca ou do uso do AIB. Embora na espécie *Apuleia leiocarpace*, o AIB não tenha influenciado a sobrevivência e o percentual de enraizamento de miniestacas, porém influenciou de forma negativa o número, comprimento e massa seca de raiz (FREIRE et al., 2020).

O enraizamento foi influenciado pelas estações do ano, sendo a melhor o outono com 72,2% e inverno com 54,9% (Figura 6A); também foi influenciado pelas soluções nutritivas, sendo as melhores 4, 2 e 6 mL L⁻¹ com 62,6, 60,5 e 59,7% respectivamente (Figura 6B) e na presença de AIB teve o melhor valor com 61,2% e sem AIB 48,7%.

Villa et al. (2017), usando 3000 mg L⁻¹ em cultivares ‘D’Ouro’, ‘JB1’ e ‘Galega’ em areia encontrou obtiveram 90,0, 86,0 e 70,0% em estacas, sendo esses valores superiores quando comparados com os do presente estudo, embora para ‘JB2’ foi de 41,0%, ‘Frantoio’ 37,0% e ‘Mission’ 30,0%. Em estacas usando AIB em areia Oliveira et al. (2012b) obteve para ‘Maria da Fé’ 66,0%, ‘Mission’ 3,0%, ‘Penafiel’ 45,0%, ‘Grappolo 575’ 24,0%, ‘Galega’ 10,0%, ‘Ascolano 315’ 77,0% e ‘Grappolo 541’ 8,0%; por outro lado em perlite só obtiveram valores entre 1,0 e 7,0%, embora a cultivar Ascolano 315 apresentou um valor de 46%.

Segundo Silva et al. (2012) o potencial de enraizamento das estacas da oliveira é de grande variação; entre 35 cultivares avaliadas observaram valores desde 1,0% até 73,0%. A estaquia realizada em abril favorece o enraizamento, em relação à estaquia realizada em agosto, embora ‘Grappolo 541’ só apresentou 12,0% de enraizamento, considerado baixo.

Oliveira et al. (2009), verificaram que as estacas ‘Ascolano 315’ coletadas em abril e tratadas com 3000 mg L⁻¹ apresentaram maior porcentagem de enraizamento 19,5%, sendo ainda baixo comparado com o presente estudo. Assim todos esses valores anteriormente reportados são inferiores, os quais devem ser melhorados visando a produção de mudas e conseguir eficiência na propagação.

Dessa forma, o minijardim e a miniestaquia pode ser a alternativa recomendada para oliveira, tendo em conta que para o presente estudo os valores para ‘Grappolo 541’ estiveram entre 61,2% e 72,2%, para ‘Koroneiki’ entre 61,8% e 80,8% e para ‘Arbosana’ entre 61,7 e 85,6. Além disso se recomenda o uso de AIB e exploração de outras alternativas para estimular o enraizamento como o realizado por Sebastiani e Tognetti (2004), onde estacas semi-lenhosas de ‘Frantoio’ (alta capacidade de enraizamento) e ‘Gentile di Larino’ (baixa capacidade de enraizamento) com tratamento de AIB (4000ppm + H₂O₂ (3.5% w/v) modificou significativamente o enraizamento e o número de raízes em comparação com aqueles tratados só com AIB. Por outro lado, İsfendiyaroğlu e Oezeker (2008) avaliando a cultivar ‘Domat’ com tratamentos de auxinas e ácido salicílico atingiram 63,3% de enraizamento.

O calejamento (CM) só foi influenciado pela solução nutritiva, sendo as melhores 2, 4 e 6 mL L⁻¹ com 68,8, 67,8 e 62,6% respectivamente (Figura 6B) e para a presença do AIB foi de 68,9% e sem AIB 51,5%. Villa et al. (2017), nas cultivares

‘JB2’, ‘Frantoio’ e ‘D’Ouro’ em areia encontraram 81,0, 55,0 e 53,0%, sendo esses valores similares quando comparados com os do presente estudo.

Oliveira et al. (2012a), ao aplicarem 3 g L⁻¹ de AIB em estacas obtiveram em areia para sete cultivares entre 13,0 e 82,0%, e para a ‘Grappolo 541’ obteve em areia 21,0% e em perlite 16,0%. Avaliando 35 cultivares, Silva et al. (2012) encontraram para o mês de abril entre 9,0 e 82,0% e em agosto entre 5,0 e 89,0% e para ‘Grappolo 541’ 56,0% no outono e no inverno 52,0%.

Uma íntima ligação entre formação de calos e raízes em estacas de oliveira foi verificada por Peixe (2007), observado que as raízes apareceram depois da calogênese produzida pela diferenciação de células de parênquima, assim o presente estudo permite recomendar que a alta sobrevivência das miniestacas e a aparência de calo depois de 100 dias de avaliação também poderia desenvolver raízes, e de acordo com Fachinello et al., (2005), a formação de calo não indica a formação de raízes adventícias em espécies de difícil enraizamento, mas dependendo do tempo de sobrevivência das estacas e do estado dos calos, possivelmente aquelas que estiverem vivas e calejadas poderão enraizar logo.

Essa informação é importante já que no presente estudo a sobrevivência das miniestacas foi até de 92,7% no verão e de 96,0% no inverno, podendo esperar mais tempo para atingir taxas de enraizamento maiores.

Análise para enraizamento de miniestacas de ‘Grappolo 541’

Número de raízes (NR), comprimento médio de raízes (CMR) e matéria seca raízes (MSC) para ‘Grappolo 541’

De acordo com a análise de variância para a ‘Grappolo 541’ houve efeito significativo entres as estações do ano (EA) apenas para as variáveis matéria seca raízes (MSR), matéria seca caule (MSC) e matéria seca total (MST). Já para as soluções nutritivas (SN) houve efeito significativo apenas para NR, CMR, MSC e para MST. Para o AIB houve efeito significativo para NR, comprimento da maior raiz (CMAR) e MSR.

Para as interações EA×SN houve efeito significativo para as variáveis NR e MSR. Para interação EA×AIB efeitos significativos foram observados para NR e para CMR. Para a interação SN×AIB não houve efeito significativo. Na triple interação (EA)×(SN)×(AIB) não se apresentou efeito significativo.

Para o NR, de acordo com a análise de variância para 'Grappolo 541', houve efeito significativo das estações do ano, das concentrações de Ca e do AIB. Assim, para o NR a melhor resposta se apresentou na primavera e no outono nas doses 8, 4 e 6 mL L⁻¹. Em geral, a melhor época para a NR foi em outono e inverno, apresentando-se valores médios entre 2,20 até 5,53 (Figura 6C).

Oliveira et al. (2009), observaram que as estacas da 'Ascolano 315' coletadas durante outono e inverno e tratadas com 3000 mg L⁻¹ apresentaram maior número de raízes com 2,22 e 2,45 cm respectivamente, sendo esses valores baixos comparados com o presente estudo. Em *Inga edulis* a aplicação de auxina exógena entre 2000 e 4636,96 mg Kg⁻¹ proporcionou miniestacas com maior número de raízes (BERUDE et al., 2020).

Para a interação EA×AIB para o NR a melhor resposta obtida na presença de AIB para todas as estações, observando valores médios desde 3,57 até 4,86 g e sem AIB desde 2,44 até 3,56. Em geral o maior NR se apresenta foi obtido no inverno e outono (Figura 6C). Villa et al. (2017), usando 3000 mg L⁻¹ em dez cultivares encontraram valores entre 1,08 a 3,11 raízes por estaca, sendo estes valores todos menores aos reportados no presente estudo.

Oliveira et al. (2012b), obtiveram o número de raízes nas cultivares 'Maria da Fé' 3,7, 'Mission' 1,9, 'Penafiel' 12, 'Grappolo 575' 2,7, 'Galega' 2,0, 'Ascolano 315' 14,0 e 'Grappolo 541' 6,3. Silva et al. (2012), avaliando estacas de 35 cultivares obtiveram entre 0,8 e 9,6 raízes por miniestaca em abril, e em agosto os valores foram desde zero até 11,0 raízes, embora 11 cultivares não apresentaram enraizamento sendo variável influenciada fortemente pela época do ano. 'Grappolo 541' apresentou 9,2 raízes em abril e 11,0 em agosto, coincidindo que a melhor época é o inverno como o apresentado neste estudo.

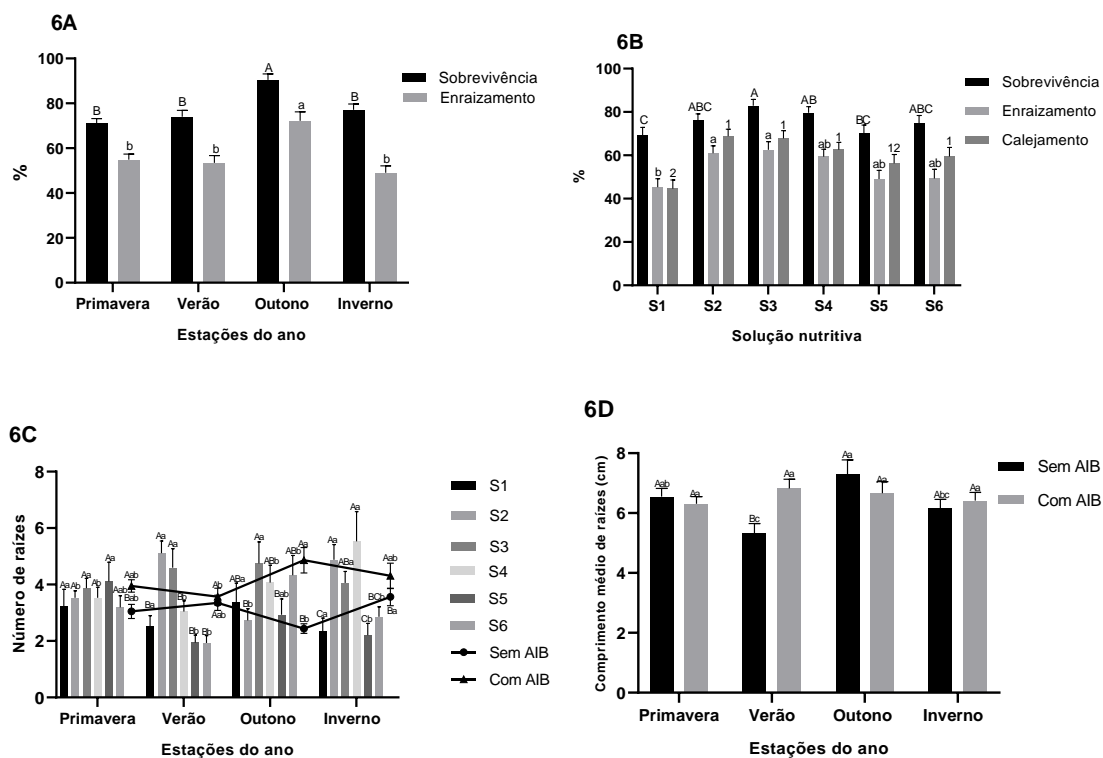
O CMAR foi influenciado apenas pela presença do AIB sendo o valor médio de 8,76 cm e sem AIB 7,97cm. O CMR foi influenciado pelas estações do ano e pelo AIB sendo no outono e na primavera a melhor resposta. Na interação EA×AIB para o CMR a melhor resposta foi na presença de AIB em todas as estações, observando valores médios desde 6,31 até 6,82 cm e sem AIB desde 5,32 até 7,30 cm. (Figura 6D).

Villa et al. (2017), usando 3000 mg L⁻¹ em oliveira encontraram em média para 10 cultivares valores desde 1,32 até 2,17 cm, sendo menores aos reportados no presente estudo. Silva et al. (2012), avaliaram 35 cultivares obtendo valores desde 0,1 até 3,7 cm e 'Grappolo 541' especificamente apresentou 0,6 cm de comprimento sendo inferior,

quando comparados com o presente estudo. Oliveira et al. (2009), verificaram que as estacas 'Ascolano 315', coletadas entre abril e agosto e tratadas com 3000 mg L^{-1} , apresentaram comprimento médio de raízes entre 0,26 cm até 1,04 cm respectivamente, igualmente inferiores quando comparados com o presente estudo.

Por outro lado, a MSR foi influenciada pelas concentrações de Ca na solução e as estações do ano, sendo na primavera e no verão as melhores 2, 4 e 8 mL L^{-1} . A melhor época para a MSR foi a primavera com valores médios entre 0,023 até 0,074 (g) (Figura 6E).

Para MSC e MST não houve interação, embora houve efeito significativo para as estações do ano, sendo as melhores para as duas variáveis a primavera e outono nas doses 10, 2 e 8 mL L^{-1} , com valores entre 0,690 g e 0,721 g, importante informação visando conseguir soluções nutritivas eficientes em todas as épocas do ano. Segundo KOYAMA et al., (2019), para o mirtilo, foi conseguido uma média de 3, 5 raízes por miniestaca, sendo o comprimento da maior raiz de 7, 2 cm com 0, 428 g de matéria seca no verão; no inverno foi computado 2,3 raízes por miniestacas, com um comprimento médio de 6,4 cm, matéria seca de 0,038 g.



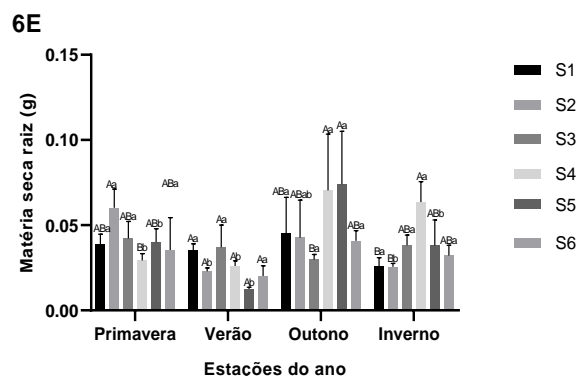


Figura 6 –Oliveira *Olea europaea* L., ‘Grappolo 541’; A. Valores médios de sobrevivência (SM) e enraizamento (EM) em função das estações do ano; B. Valores médios de sobrevivência, enraizamento e calejamento em função das soluções nutritivas; C. Valores médios de NR em relação às estações do ano e à solução nutritiva e valores médios de NR em relação à estação do ano e ao AIB; D. Valores médios de CMR (cm) em relação às estações do ano e ao AIB; E. Valores médios de MSR (g) em relação às estações do ano e à solução nutritiva. Médias seguidas por mesma letra maiúscula, médias seguidas por mesma letra minúscula e médias seguidas pelo mesmo número não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Dados apresentados como: média (\pm erro padrão).

Em geral para os três cultivares os parâmetros de sobrevivência e enraizamento das miniestacas se encaixam dentro dos padrões recomendados, variando de acordo à cultivar, à época do ano, à solução nutritiva e ao AIB, como os reportados para miniestaquia por Brondani et al. (2014); Casarin et al. (2017; 2018) e Frölech et al. (2020), obtendo iguais ou melhores resultados aos reportados para propagação por estacas por Sebastiani; Tognetti, (2004); İsfendiyaroğlu e Oezeker (2008); Centeno e Gomez (2008), Oliveira et al. (2009); Oliveira et al. (2010), Denaxa et al. (2011); Silva et al. (2012); Oliveira et al. (2012b) Saykhul et al. (2013; 2016); Villa et al. (2017); Inocente et al. (2018), entre outros.

Os processos de propagação vegetativa da oliveira é altamente dependente da textura do substrato e ao subministro de nutrientes (AHMED et al., 2016), por isso implementar o sistema de minijardim em areia e a técnica da miniestaquia pode ser a alternativa mais viável tendo em conta a adaptação natural da oliveira a solos arenosos (MARINO et al., 2017), tolerância geral ao sal como na maioria das esclerófilas verdes que habitam as áreas mediterrâneas, sendo que essa depende fortemente da capacidade de reduzir a captação e a transpiração da água durante o período seco/quente (BESNARD et al., 2018).

Portanto, um aumento na concentração de Ca_2^+ na zona da raiz aumenta a tolerância ao estresse por salinidade e outros tipos de estresse (TATTINI e TRAVERSI, 2009). Em relação ao aumento à tolerância ao sal, Larbi et al. (2020), aplicando K e Ca, melhoraram os parâmetros de crescimento encontrando uma redução significativa na

concentração de sódio nas folhas e raízes, e no aumento da concentração de K e Ca nos diferentes tecidos vegetais o que indicou um mecanismo de exclusão de sódio.

De acordo com Fernández-Escobar (2018), o K é o elemento mais abundante na oliveira e o Ca o mais abundante no material de poda. Daí a importância das aplicações adequadas de Ca nas minicepas para fornecer brotos e miniestacas com concentrações ideais nos propágulos para o posterior enraizamento, sendo que a absorção dos elementos nutritivos e os processos fisiológicos e de desenvolvimento de tecidos jovens dependem grandemente das reservas de Ca na planta (CUNHA et al., 2009b; DODD et al., 2010; THOR, 2019). Desta maneira, um adequado balanço nutricional das minicepas levaram a uma maior produtividade de brotos, para confecção de maior número de miniestacas, e, portanto, maior quantidade de mudas.

De maneira geral, evidencia-se carência de informações técnica e científicas sobre a importância da nutrição mineral e dos minijardins clonais em oliveira para diferentes cultivares no processo de iniciação, formação, adaptação, crescimento e desenvolvimento das minicepas e posterior enraizamento visando processos de propagação vegetativa em grande escala. Assim, as pesquisas sobre a nutrição mineral na oliveira no Brasil são necessárias e urgentes para desenvolver métodos adequados e ajustados aos parâmetros de sazonalidade, uso de fitoreguladores, genótipos e nutrição mineral para produção de mudas de qualidade em menor tempo.

CONCLUSÕES

Para as três cultivares a melhor época do ano para estimular o enraizamento das miniestacas correspondem ao outono, primavera e verão e o uso da concentração de Ca na solução 2, 4 e 6 mL L⁻¹ induz maior enraizamento, maior número de raízes e maior massa seca.

Para ‘Arbosana’, ‘Koroneiki’ e ‘Grappolo 541’ a miniestaquia com o uso da solução nutritiva, se mostrou uma técnica viável para produção de mudas durante o ano todo.

A aplicação do AIB influenciou positivamente o enraizamento e induziu enraizamentos mais robustos, embora não foi uma condição para enraizamento nos três cultivares, nas quatro estações e nas condições de miniestaquia estudadas.

REFERÊNCIAS

AHMED, M.I.; ASHRAF, M.I.; MALIK, S.U.; HUSSAI, Q. **Influence of soil based growing media on vegetative propagation of selected cultivars of *Olea europaea* L.** Pak. J. Bot., v.48, n.4, p.1489-1493, 2016.

ALVARENGA, Â.A.; DA CRUZ, J.L.; DE OLIVEIRA, A.; DA SILVA, L.F.; GONÇALVES, E.D.; NORBERTO, P.M. Nutritional quality of olives and olive oil produced in the Serra da Mantiqueira from Brazil. Agricultural Sciences, v. 8, p. 518-526, 2017.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES GONÇALVES, J. L.; SPAROVEK, G. **Köppen's climate classification map for Brazil.** Meteorologische Zeitschrift, v.22, n.6, p.711–728, 2013.

ARAÚJO, E. F.; GIBSON, E. L.; SANTOS, A. R.; GONÇALVES, E. O.; WENDLING, I. ALEXANDRE, R. S.; POLA, L. A.V. **Mini-cutting technique for vegetative propagation of *Paratecoma peroba***, Cerne, v. 25, n. 3, p.314-325, 2019.

BERUDE, M.C.; ARAÚJO, E.F.; SANT'ANA, B.T.; ALEXANDRE, R.S.; DE OLIVEIRA GONÇALVES, E. **Rooting of *Inga edulis* mart. (Leguminosae-Mimosoideae) mini-cuttings.** Floresta, v.50, n.1, p.1091-1098, 2020.

BESNARD, G.; TERRAL, J.F.; CORNILLE, A. **On the origins and domestication of the olive: a review and perspectives.** Annals of Botany, v.121, n.3, p.385–403, 2018.

BRONDANI, G. E.; BACCARIN, F.J.B.; ONDAS, H. W.; STAPE, J.L.; GONÇALVES, A. N.; ALMEIDA, M. **Low temperature, IBA concentrations and optimal time for adventitious rooting of *Eucalyptus benthamii* mini-cuttings.** Journal of Forestry Research, v.23, n.4, p.583–592, 2012c.

BRONDANI, G.E.; BACCARIN, F.J.B.; ONDAS, H.W.; GONÇALVES, A.N.; ALMEIDA, M. **Avaliação morfológica e produção de minijardim clonal de *Eucalyptus benthamii* em relação a Zn e B.** Pesquisa Florestal Brasileira, v.32, n.70, p.151-164, 2012b.

BRONDANI, G.E.; BACCARIN, F.J.B.; BERGONCI, T.; GONÇALVES, A.N.; ALMEIDA, M. **Miniestaquia de *Eucalyptus benthamii*: efeito do genótipo, AIB, zinco, boro e coletas de brotações.** Cerne, v.20, n.1, p.147-156, 2014.

CAPPELLARO, T.H.; SCHUCH, M.W.; AFFONSO, L.B.; OZELAME, G.L.C.; PEIL, R.M.N.; TOMAZ, Z.F.P. **Production of 'Arbequina' olive tree seedlings under soilless growing systems.** Agronomy Science and Biotechnology, v.3, n.2, p.66-73, 2017.

CASARIN, J. V.; MOREIRA, R. M.; RAASCH, C. G.; TIMM, C. R. F.; SCHUCH, M. W. **Productivity and rooting of olive mini-cuttings grown in a clonal mini-garden according to season.** Comunicata Scientiae, v.8, n.4, p.537-543, 12, 2017.

- CASARIN, J. V.; RAMM, A.; RAASCH, C. G.; TIMM, C. R. F.; SCHUCH, M. W. **Rooting of olive minicuttings at different seasons grown in clonal minigarden.** *Comunicata Scientiae*, v.9, n.1, p.41-49, 2018.
- CENTENO, A.; GÓMEZ-DEL-CAMPO, M. **Effect of Root-promoting Products in the Propagation of Organic Olive (*Olea europaea* L. cv. Cornicabra) nursery plants.** *HortsCience*, v.43, n.7, p.2066–2069, 2008.
- COLOMBO, R.C.; CARVALHO, D. U.; CRUZ, M.A.; ROBERTO, S.R. **Blueberry propagation by minicuttings in response to substrates and indolebutyric acid application methods.** *Journal of Agricultural Science*, v.10, N.9, P.450-458, 2018.
- COUTINHO, E.F.; CAPPELLARO, T.H.; RIBEIRO, F.C.; HAERTER, J.A. **Introdução e importância econômica.** In: Coutinho, E.F., Ribeiro, F.C., Cappellaro, T.H (Eds). *Cultivo de Oliveira (*Olea europaea* L.)*. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 125p. 2009.
- COUTINHO, E.F.; JORGE, R.O.; HAERTER, J.A.; COSTA, V.B. **Oliveira: aspectos técnicos e cultivo no Sul do Brasil.** Brasília: Embrapa clima temperado, 181p. 2015.
- CUNHA, A. C. M. C. M.; PAIVA, H. N.; XAVIER, A.; OTONI, W. **Papel da nutrição mineral na formação de raízes adventícias em plantas lenhosas.** *Pesquisa Florestal Brasileira*, n.58, p. 35-47, 2009b.
- CUNHA, A.C.M.C.M.; DE PAIVA, H.N.; DE BARROS, N.F.; LEITE, H.G.; LEITE, F.P. **Relação do estado nutricional de minicepas com o enraizamento de miniestacas de eucalipto.** *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v.33, no.3, p.591-599, 2009a.
- DAG, A.; EREL, R.; BEN-GAL, A.; ZIPORI, I.; YERMIYAHU, U. **The effect of olive tree stock plant nutritional status on propagation rates.** *Hortscience*, v. 47, n.2, p.307–310, 2012.
- DE SÁ, F.P., GOMES, E.N., DE ALMEIDA MAGGIONI, R. et al. **Biochemical and anatomical features of adventitious rhizogenesis in apical and basal mini-cuttings of *Ilex paraguariensis*.** *New Forests*, 2021
- DENAXA, N.K.; VEMMOS, S.N.; ROUSSOS, P.A. **The effect of IBA, NAA and carbohydrates on rooting capacity of leafy cuttings in three olive cultivars (*Olea europaea* L.).** *Acta Hort.*, v.924, p.101-109, 2011.
- DESOUKY, I.M.; HAGGAG, L.F.; ABD EL-MIGEED, M.M.M.; EL-HADY, E.S. **Changes in some physical and chemical properties of fruit and oil in some olive oil cultivars during harvesting stage.** *World Journal of Agricultural Sciences*, v. 5, n. 6, p. 760-765, 2009.
- DI CARVALHO, M.A.; FILHO, J.B.; KRATZ, D. **Quality of clonal seedlings of *Tectona grandis* Linn F. rooted in different concentrations of indolebutyric acid.** *Floresta*, v.49, n.3, p.469-476, 2019.
- DODD, A.N.; KUDLA, J.; SANDERS, D. **The Language of Calcium Signaling.** *Annual Review of Plant Biology*, v. 61, n.1, p.593-620, 2010.

EREL, R.; YERMIYAHUA, U.; VAN OPSTAL, J.; BEN-GAL, A.; SCHWARTZ, A.; DAG, A. **The importance of olive (*Olea europaea* L.) tree nutritional status on its productivity**, *Scientia Horticulturae*, v.159, p. 8–18, 2013.

ESTEVEZ, R. L.; CHAMBO, A.P.; STANGARLIN, J.R.; KUHN, O.J. **Doses of calcium sulphate increase the peroxidase activity and the rooting of eucalyptus clones**. *Ciência Florestal*, v.30, n. 2, p. 396-405, 2020.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIG, J. C. **Propagação de Plantas Frutíferas**. Embrapa Informações. Tecnológicas. Brasília. 221 p. 2005.

FAUERHARMEL, M.; BISOGNIN, D.A.; LENCINA, K.H.; TONETTO, T.S.; MELTZER, J.M.; MAGGIONI, J.H. **Production of jacaranda plantlets by minicutting**. *Semina: Ciências Agrárias*, v.41, n.5, p.1951-1962, 2020.

FERNANDÉZ-ESCOBAR, R. **Trends in olive nutrition**. *Acta Horticulturae*, v.1199, p.215-223, 2018.

FERRARI, M.P.; GROSSI, F.; WENDLING, I. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Embrapa Florestas. 2004. 22p.

FERRIANI, A. P.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; HELM, C. V.; BOZA, A.; WENDLING, I.; Koehler, H.S. **Produção de brotações e enraizamento de miniestacas de *Piptocarpha angustifolia***. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v.31, n.67, p.257-264. 2011.

FREIRE, J.M.; VERÍSSIMO, L.N.; PEREIRA, B.R.; ROUWS, J.R.C.; JUNIOR, J.C.A. **Vegetative propagation of *Hymenaea courbaril* L. and *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. by mini-cutting**. *Revista Árvore*, v.44, p. 1-11, 2020.

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

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIS JR., F.T.; GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles e practices**. 8ed. Boston: Prentice Hall, 2011. 915 p.

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D. I. **The water culture method for growing plants without soils**. Berkeley: California Agricultural Experimental Station, v, 347. 2nd edit p.32, 1950.

INOCENTE, V.I.; NIENOW, A.A.; TRE, L. **Time of treatment with IBA in Olive cultivars rooting**. *Rev. Bras. Frutic.*, v. 40, n. 1: (e-800), 2018.

İSFENDIYAROĞLU, M.; OEZEKER, E. **Rooting of *Olea europaea* “Domat” cuttings by auxin and salicylic acid treatments**. *Pakistan Journal of Botany*, v. 40, n.3, 1135-1141, 2008.

KIST, B.B.; CARBALHO, C.; BELING, R.R. **Anuário Brasileiro das oliveiras 2019**. Editora Gazeta Santa Cruz, 2019. 56p.

KOYAMA, R.; HUSSAIN, I.; SHAHAB, M.; AHMED, A.; ASSIS, A.M.; ZEFFA, D.M.; ANTUNES, L.E.C.; ROBERTO, S.R. **Indole butyric acid application methods in 'Brite Blue' blueberry cuttings collected in different seasons.** Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.14, n.3, p.1-5, 2019.

LARBI, A.; KCHAOU, H.; GAALICHE, B.; GARGOURI, K.; BOULAL, H.; MORALES, F. **Supplementary potassium and calcium improves salt tolerance in olive plants.** Scientia Horticulturae, v.260, n.108912, p.1-10, 2020.

LATTUADA, D.S.; ALTMANN, T.; BACK, M.M. et al. **Dosis de nitrógeno en el abonado de minijardin clonal de pitangueras (*Eugenia uniflora*).** Revista Brasileira de Fruticultura, v.38, n.3, p.1-7, 2016.

MARINO, G.; MACALUSO, L.; MARRA, F.P. et al. **Horticultural performance of 23 Sicilian olive genotypes in hedgerow systems: Vegetative growth, productive potential and oil quality.** Scientia Horticulturae, v.217, n.15, p.217-225, 2017.

MARTINS, F.B.; FERREIRA, M.C.; SILVA, L.F.O.; RAMALHO, V.R.M.; GONÇALVES, E.D. **Temperatura do ar no desenvolvimento reprodutivo de cultivares de oliveira.** Revista Brasileira de Meteorologia, v. 34, n.2, p. 179-190, 2019.

OLIVEIRA, A.F.; CHALFUN, N.N.J.; ALVARENGA, A.A.; VIEIRA NETO, J.; PIO, R.; OLIVEIRA, D.L. **Estaquia de oliveira em diferentes épocas, substratos e doses de AIB diluído em NaOH e álcool.** Ciência e Agrotecnologia, v.33, n.1, p.79-85, 2009.

OLIVEIRA, M.C.; RAMOS, J.D.; PIO, R.; CARDOSO, M.G. **Características fenológicas e físico e perfil de substâncias graxas em oliveiras no sul de Minas Gerais.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.47, n.1, p.30-35, 2012a.

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

OLIVEIRA, M.J.V.; SCHMILDT, E.R.; COELHO, R.I.; AMARAL, J.A.T. **IBA levels and substrates in the rooting of UENF/Caliman 02 hybrid papaya minicuttings in a semi-hydroponic system.** Rev. Bras. Frutic., v.40, n.1, p.1-7, 2018.

OLIVEIRA, MC.; NETO, JV.; PIO, R.; OLIVEIRA, A.F.; RAMOS, J.D. **Enraizamento de estacas de duas cultivares de oliveira submetidas à aplicação de diferentes fertilizantes.** Bragantia, v. 69, n.1, p.99-103, 2010.

OLIVEIRA, T.P.F.; BARROSO, D.G.; LAMÔNICA, K.R., et al. **Productivity of polyclonal minigarden and rooting of *Handroanthus heptaphyllus* Mattos minicuttings.** Semina: Ciências Agrárias, v.36, n.4, p.2423-2432, 2015.

OLIVEIRA, T.P.F.; BARROSO, D.G.; LAMÔNICA, K.R.; CARVALHO, G.C.M.W. **Aplicação de AIB e tipo de miniestacas na produção de mudas de *Handroanthus heptaphyllus* Mattos.** Ciência Florestal, v.26, n.1, p.313-320, 2016.

- OLIVEIRA, T.P.F.; BARROSO, D.G.; LAMÔNICA, K.R., et al. **Nutrition requirement and productivity in clonal minigarden of *Toona ciliata* var. *Australis*.** *Ciencia Florestal*, v.29, n.3, p.1154-1167, 2019.
- OZELAME, G.L.C.; AFFONSO, L.B.; CAPPELLARO, T.H.; SCHUCH, M.W.; ZENI FONSECA PINTO TOMAZ, Z.F.T. **Rooting dynamics of Brazilian cherry tree minicuttings.** *Agronomy Science and Biotechnology*, v.4, n.1, p.46 - 51, 2018.
- PEIXE, M. **Estudo histológico sobre a formação de raízes adventícias em estacas caulinares de oliveira (*Olea europaea* L.).** *Revista de Ciências Agrárias*, v. 30, n. 1, p. 476- 482, 2007.
- PEÑA, M.L.; ZANETTE, F.; BIAS, L.A. **Época de coleta e ácido indolbutírico no enraizamento de miniestacas de pitangueira.** *Semina: Ciências Agrárias*, v.36, n.5, p.3055-3068, 2015a.
- PEÑA, M.L.; ZANETTE, F.; BIAS, L.A. **Miniestaquia a partir de minicepas originadas por enxertia de pitangueira adulta.** *Comunicata Scientiae*, v.6, n.3, p.397-306, 2015b.
- PENSO, G.A.; SACHET, M.R.; MARO, L.A.; PATTO, L.S.; CITADIN, I. **Propagação de oliveira ‘Koroneiki’ pelo método de estaquia em diferentes épocas, concentrações de AIB e presença de folhas.** *Ceres*, v.63, n.3, p.355-360, 2016.
- PIO, R.; SOUZA, F.B.M.; DE, COELHO, V.A.T.; RODAS, C.L.; SILVA, I.P.; MELO, E.T. **Visual symptoms and nutritional deficiencies in olive trees under subjected to nutrient deprivation.** *Acta Scientiarum. Agronomy*, v.41, n. 1, p. 1-11, 2019.
- SÁ, F.P.; PORTES, D.C.; WENDLING, I. ZUFFELLATO-RIBAS, K.C. **Miniestaquia de erva-mate em quatro épocas do ano.** *Ciência Florestal*, v.28, n.4, p.1431-1442, 2018.
- SAYKHUL, A.; CHATZISTATHIS, T.; CHATZISSAVVIDIS, C.; KOUNDOURAS, S.; THERIOS, I. DIMASSI, K. **Potassium utilization efficiency of three olive cultivars grown in a hydroponic system,** *Scientia Horticulturae*, v.162, p.55-62, 2013.
- SAYKHUL, A.; CHATZISTATHIS, T.; CHATZISSAVVIDIS, C.; THERIOS, I.; MENEXES, G. **Root growth of cultivated and “wild” olive in response to potassium mineral nutrition.** *Journal of Plant Nutrition*, v.39, n.11, p.1513–1523, 2016.
- SCHUCH, M.W.; TOMAZ, Z.F.; CASARIN, J.; MOREIRA, R.; SILVA, J. **Advances in vegetative propagation of Olive tree.** *Rev. Bras. Frutic*, v.41, n.2, p. 1-11, 2019.
- SCHUCH, M.W.; TOMAZ, Z.F.P. **Advances in the spread of vegetative blueberry.** *Rev. Bras. Frutic.*, v.41, n.1, p.1-8, 2019.
- SEBASTIANI, L.; TOGNETTI, R. **Growing season and hydrogen peroxide effects on root induction and development in *Olea europaea* L. (cvs ‘Frantoio’ and ‘Gentile di Larino’) cuttings.** *Scientia Horticulturae*, v. 100, p.75-82, 2004.

- 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.88-492, 2012.
- STUEPP, C.A.; FRAGOSO, R.O.; MAGGIONI, R.A.; LATOH, L.P.; WENDLING, I. ZUFFELLATO-RIBAS, K.C. **Ex vitro system for *Acer palmatum* plants propagation by mini-cuttings technique,** *Cerne*, v.22, n.3, p.355-363, 2016.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** 6th. edn. Porto Alegre, Artmed. 2017. 888p.
- TATTINI, M.; TRAVERSI, M.L. On the mechanism of salt tolerance in olive (*Olea europaea* L.) under low- or high-Ca²⁺ supply. *Environmental and Experimental Botany*, v.65, n.1, p.72–81, 2009.
- THOR, K. **Calcium-Nutrient and Messenger.** *Front. Plant Sci.*, v.10, n. 440, p. 1-7, 2019.
- TONIETTO, A.; FORTES, G.R.L.; SILVA, J.B. **Enraizamento de miniestacas de ameixeira.** *Rev. Bras. Frutic.*, v.23, n.3, p.643-646, 2001.
- VILLA, F.; SILVA, D.N.; DALL’OGLIO, 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.
- VOSSSEN, P. **Olive oil: history, production, and characteristics of the world’s classic oils.** *HortScience*, v.42, n.5, p.1093-1100, 2007.
- WANG, J.; MA, L.; GÓMEZ-DEL-CAMPO, M.; ZHANG, D.; DENG, Y.; JIA, Z. **Youth tree behavior of olive (*Olea europaea* L.) cultivars in Wudu, China: Cold and drought resistance, growth, fruit production, and oil quality.** *Scientia Horticulturae*, v. 236, p.106-122, 2018.
- WENDLING, I.; XAVIER, A.; PAIVA, H.A. **Influência da miniestaquia seriada no vigor de minicepas de clones de *Eucalyptus grandis*.** *Revista Árvore*, v.27, n.5, p.611-618, 2003.
- WHITE, P.J.; BROADLEY, M.R. **Calcium in plants.** *Annals of Botany*, v.92, n.1, p.487-511, 2003.
- WREGGE, M.S.; COUTINHO, E.F.; PANTANO, A.P.; OLIVEIRA, R. **Distribuição potencial de oliveiras no brasil e no mundo.** *Rev. Bras. Frutic.*, v.37, n.3, p.656-666, 2015.
- XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal - princípios e técnicas.** Viçosa, Editora UFV, 279p, 2013.

ARTIGO 3 - Clonagem de cultivares de oliveira por meio da técnica de miniestaquia: uma abordagem agrônômica e anatômica

Resumo - *Olea europaea* L. possui potencial para a produção de azeite e azeitonas de mesa no Brasil. Entretanto, a espécie é considerada de difícil propagação e enraizamento adventício. Objetivou-se com o trabalho avaliar a clonagem das cultivares de *Olea europaea* L. 'Arbosana', 'Koroneiki' e 'Grappolo 541' por meio da técnica de miniestaquia. As miniestacas obtidas do minijardim clonal foram coletadas de minicepas fertirrigadas com diferentes concentrações de Cálcio (1, 2, 4, 6, 8 e 10 mL L⁻¹) fornecido como cloreto de Ca (CaCl₂.2H₂O), e para o enraizamento, foi aplicado AIB (ausência e 3000 mg L⁻¹). As minicepas apresentaram elevada sobrevivência e produção de miniestacas durante 12 meses. Considerando as três cultivares, as épocas do ano mais adequadas para estimular o enraizamento das miniestacas correspondeu a primavera e o verão, embora 'Koroneiki' apresentou os melhores parâmetros de enraizamento. As concentrações de Ca na solução nutritiva correspondente a 2, 4 e 6 mL L⁻¹ e aplicação do AIB resultou em maior sobrevivência, calogênese, enraizamento e melhores características morfológicas como número de raízes, comprimento e matéria seca. Nas características anatômicas das raízes para área total da raiz, do cilindro e do córtex se destaca 'Grappolo 541' e nas miniestacas para diâmetro da raiz, do córtex e menos espessura do anel de esclerênquima se destaca 'Koroneiki'. Portanto, a aplicação de 2 a 6 mL L⁻¹ de Ca na solução nutritiva é recomendado, pois favorece o estabelecimento do minijardim, a produção de miniestacas e o enraizamento, sendo possível obter clones de oliveira.

Palavras chave: propagação vegetativa, enraizamento adventício, nutrição mineral.

Abstract: - *Olea europaea* L. has potential for the production of olive oil and olives in Brazil. However, the species is considered difficult for adventitious propagation and rooting. Its proper propagation would make it possible to obtain highly productive materials of agronomic interest in less time. Given the above, this work aimed to evaluate the performance of cultivars of *Olea europaea* L. 'Arbosana', 'Koroneiki' and 'Grappolo 541' and their rooting capacity of minicuttings. The minicuttings obtained from the mini clonal garden were induced to rooting with different concentrations of Calcium (1, 2, 4, 6, 8, and 10 mL L⁻¹) supplied as Ca chloride (CaCl₂.2H₂O) in the nutrient solution, and IBA (absence and 3000 mg L⁻¹). The ministumps showed survival and minicutting production for 12 months. In general, for the three cultivars, the most promising time of year to stimulate the rooting of minicuttings corresponds to spring and summer, although 'Koroneiki' presents better rooting parameters. The concentrations of Ca in the solution with 4, 6, 2 mL L⁻¹ and application of IBA induce greater survival, callus, rooting and better morphological characteristics. In the anatomical characteristics of the roots, 'Grappolo 541' and 'Koroneiki' minicuttings stand out. Therefore, the use of nutrient solution in Ca concentrations is recommended for both the establishment of the mini garden and the production and rooting of minicuttings and olive tree seedlings throughout the year, thus overcoming rooting limitations.

Key words: vegetative propagation, adventitious rooting, mineral nutrition.

INTRODUÇÃO

Olea europaea L. pertencente à família Oleaceae, é uma espécie frutífera de regiões temperadas de importância econômica no Brasil e no mundo. Embora exista uma dificuldade com relação ao seu método de propagação tanto por via sementes, quanto ao seu enraizamento de estacas e miniestacas, ocasionando assim, este fato como o maior limitante na propagação das cultivares comerciais a baixa capacidade de enraizamento adventício, a qual depende em grande medida do genótipo (OLIVEIRA et al., 2009; PENSO et al., 2016; SAYKHUL et al., 2013a; 2013b; 2016; DENAXA et al. 2012; 2019; 2021). Anatomicamente é importante destacar que as raízes adventícias são importantes econômica e ecologicamente para melhorar a produção sustentável de material vegetal propagativo (STEFFENS e RASMUSSEN, 2016).

Diante o exposto anteriormente, em cultivares de importância econômica de oliveira, são necessários estudos que auxiliem o aumento da capacidade e a qualidade do enraizamento adventício, especialmente para o Brasil e as regiões produtoras Sul e Sudeste do país onde as cultivares mais destacadas são ‘Arbequina’, ‘Koroneiki’, ‘Arbosana’, ‘Grappolo’, ‘Maria da fé’, ‘Picual’, ‘Frantoio’ entre outras, com as quais os desenvolvimentos tecnológicos para produção de azeite e azeitonas de mesa tem um grande avanço (COUTINHO et al., 2015; PENSO et al., 2016; ALVARENGA et al., 2017; WANG et al., 2018; SCHUCH et al., 2019; CAPPELLARO et al., 2017; FRÖLECH et al., 2020; FILODA et al., 2021).

Portanto, o uso de soluções nutritivas e fitorreguladores podem ser implementados visando uma adequada adaptação, desenvolvimento e produtividade de minicepas, além de uma boa capacidade de enraizamento das miniestacas de oliveira, para o qual é necessário eficiência nos processos fisiológicos e metabólicos das plantas. Assim, o minijardim clonal em sistema semi-hidropônico, é uma técnica da miniestaquia, que pode se tornar uma estratégia economicamente viável e promissora para aumentar a capacidade de enraizamento e produzir mudas de qualidade.

A técnica da miniestaquia consiste na utilização de brotações que são coletadas de minicepas conduzidas em sistema semi-hidropônico (FERRARI et al., 2004; XAVIER et al., 2013). Esta técnica tem sido usada com sucesso em espécies florestais, frutíferas e ornamentais tanto de clima tropical como temperado (DIAS et al., 2012; BRONDANI et al., 2014; STUEPP et al., 2016; OZELAME et al., 2018; SCHUCH; TOMAZ et al., 2019; FRÖLECH et al., 2020; ARAUJO et al., 2021).

Diante disso, o objetivo do presente estudo foi avaliar a porcentagem de enraizamento adventício sob diferentes épocas do ano, em seis concentrações de cálcio fornecido como cloreto de Ca na solução nutritiva, e aplicação de ácido indolbutírico - AIB (0 e 3000 mg L⁻¹) para determinar o desempenho do minijardim clonal e a capacidade de enraizamento das cultivares de oliveira ‘Arbosana’, ‘Koroneiki’ e ‘Grappolo 541’.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Viveiro Florestal, pertencente a Universidade Federal de Lavras - UFLA, em Lavras – MG. O município está localizado nas coordenadas 21°14' de latitude sul e 45°00' de longitude oeste, a uma altitude média de 918 metros. O clima é tropical de altitude, com inverno seco e verão chuvoso (ALVARES et al., 2013). O período do experimento foi de janeiro a dezembro de 2019. As coletas sucessivas de brotações foram feitas durante 12 meses, sendo realizadas 6 coletas em diferentes intervalos de tempo variando em função da época do ano (primavera, verão, outono e inverno) e as condições de crescimento e desenvolvimento das minicepas.

Manejo do minijardim clonal, aplicação da solução nutritiva com as diferentes concentrações de cálcio nas minicepas.

Para a formação das minicepas e a constituição do minijardim clonal, realizou-se em sistema de vaso conforme metodologia descrita por Brondani et al. (2014). Duas vezes por semana aplicou-se 300 mL da solução nutritiva por vaso. A composição da solução nutritiva básica para fertirrigação do minijardim clonal de oliveira foi baseada na solução de Hoagland & Arnon (1950). Aplicando diferentes concentrações de Ca fornecido na solução nutritiva como cloreto de cálcio (CaCl₂.2H₂O), sendo: S1- 40,8 mg L⁻¹; S2 - 80,16 mg L⁻¹; S3 - 60,32 mg L⁻¹; S4 - 240,48 mg L⁻¹; S5 - 320,64 mg L⁻¹ e S6 - 400,8 mg L⁻¹. O pH da solução nutritiva foi ajustado para 6,0 (±0,2) à 25°C.

Estabelecimento das miniestacas em casa de sombra e aclimação à pleno sol: aplicação de AIB, irrigação, adubação e condições de enraizamento.

A partir de cada coleta de brotações das minicepas foram cortadas as miniestacas, a região basal da miniestaca foi imersa durante 10 segundos em solução hidroalcolica (1:1, água: álcool, v/v) nas concentrações de 0 (isento de AIB) e 3000 mg

L⁻¹ de AIB. As miniestacas foram inseridas a 2 cm de profundidade em tubetes cônico (55 cm³) contendo substrato composto pela mistura de casca de arroz queimada e fibra de coco (1:1, v/v). Para o enraizamento, as miniestacas permaneceram 60 dias em casa de sombra, coberta com sombrite de 50%, com o sistema de irrigação por microaspersão. Após da casa de sombra as miniestacas foram transferidas para uma área de pleno sol com sistema de aspersão, visando ao crescimento por 40 dias. Cada semana foi aplicada com regador 10 mL L⁻¹ de uma solução nutritiva básica para a fertirrigação (adubação de crescimento) a qual foi adaptada de Brondani et al. (2014). Os procedimentos podem observar-se na figura 1.

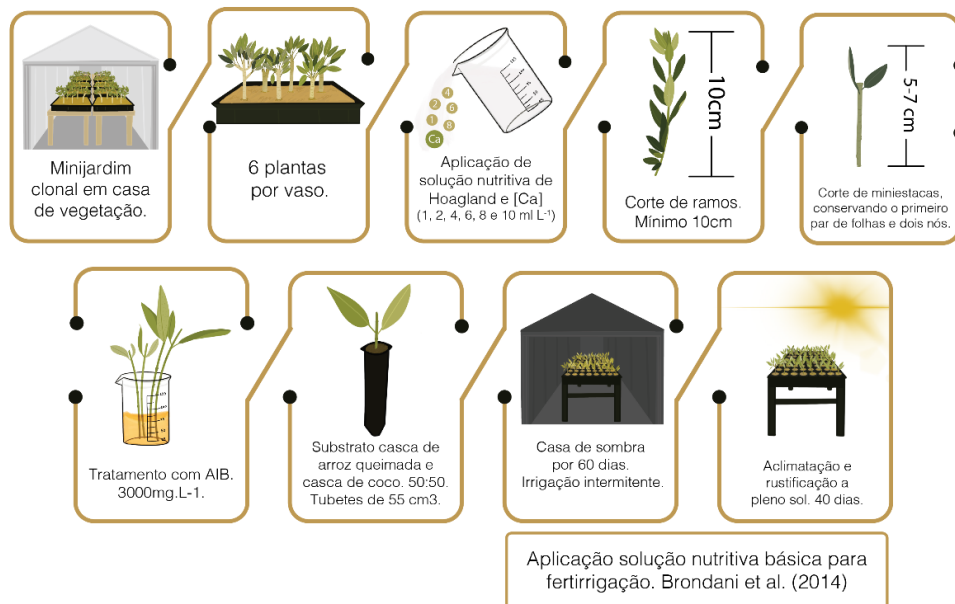
Procedimento da avaliação de raízes em laboratório

As análises anatômicas foram realizadas no Laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras - UFLA. Das três cultivares e dos seis tratamentos de Ca, três miniestacas foram coletadas e fixadas (FAA, etanol 70%; formalina). Foram realizados manualmente os cortes de secções transversais na região basal das miniestacas e cortes transversais na parte média das raízes.

Os cortes foram clarificados com hipoclorito de sódio a 50% (v v⁻¹), lavados em água destilada por três vezes, durante 10 minutos. Logo após, os cortes foram corados com Safrablau (Azul de Astra/Safranina, nas proporções 9:1) e de acordo ao protocolo de coloração dupla azul de Alcian e fucsina básica, os cortes foram dispostos em lâminas semipermanentes contendo água de montagem glicerizada 50% (BURGER e SPAHN, 1991; KRAUS e ARDUIM, 1997). As lâminas foram seladas com esmalte. Sendo confeccionada uma lâmina por repetição nas quais 5 campos de 5 secções diferentes foram analisados, e calculado a média para cada repetição de cada miniestaca de cada cultivar e por cada tratamento de Ca e, em cada um deles, foram realizadas as medidas para cada parâmetro.

A quantidade de espaços no anel de esclerênquima, foram contabilizados todos os espaços existentes ao longo do corte transversal da parte basal da miniestaca. As secções tanto da parte das miniestacas e das raízes foram fotografadas em estereoscópio Nikon Model C-Leds e microscópio Nikon Eclipse E100 com câmera acoplada (Lumenera Infinity 1.3.1 mp).

Fase de nutrição e manejo de minicepas, corte de ramos e acondicionamento de miniestacas para enraizamento



Fase de avaliação de enraizamento em viveiro e laboratório

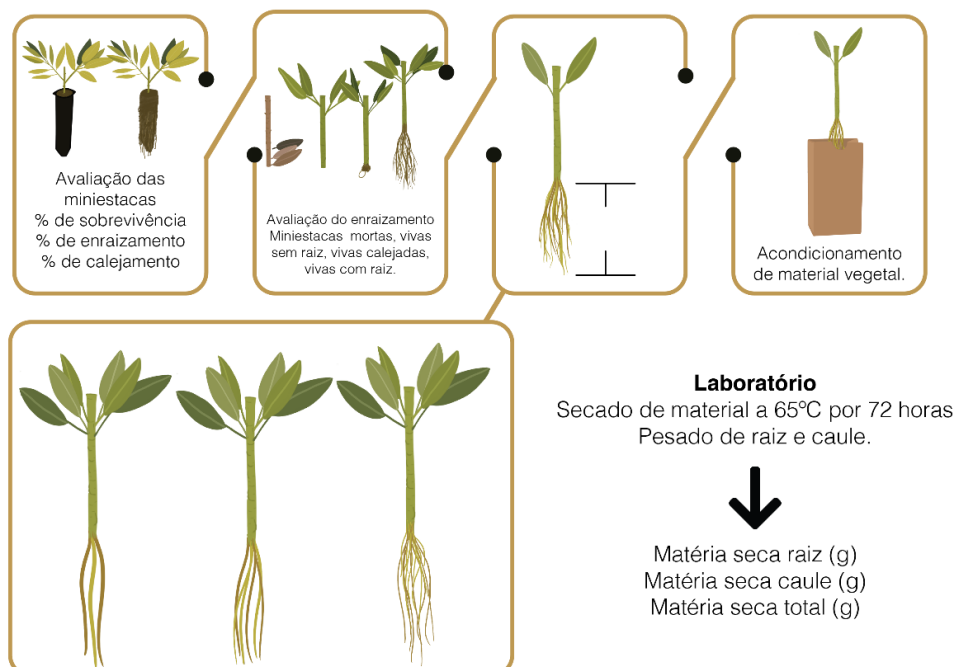


Figura 1. Procedimento para o estabelecimento e manejo nutricional do minijardim clonal (6 meses); Fase de nutrição de minicepas, corte de ramos e confecção de miniestacas para o enraizamento (12 meses); Fase de enraizamento em casa de sombra (60 dias); Fase de rustificação a pleno sol (40 dias); Fase de avaliação de enraizamento em viveiro e laboratório

Fonte: Do autor (2020).

Variáveis avaliadas no viveiro e no laboratório

Em área de pleno sol (EPS) foram avaliadas as miniestacas vivas enraizadas e não enraizadas, mensurando as seguintes variáveis: sobrevivência (SM) (%), enraizamento (EM) (%), calogênese (CM) (%), número de raízes (NR), comprimento da maior raiz (CMAR) (cm), comprimento médio de raízes (CMR) (cm).

No laboratório de Botânica Aplicada foram avaliadas nas miniestacas, matéria seca raiz (MSR) (g), matéria seca caule (MSC) (g) e matéria seca total (MST) (g), além disso, se avaliou parâmetros anatômicos nas raízes como área total da raiz (ATR) (μm^2), área cilindro vascular (ACV) (μm^2), área do córtex (AC) (μm^2), espessura do córtex (SC) (μm), espessura da epiderme (EE) (μm) e espessura da endoderme (EEN) (μm). Na base das miniestacas foi mensurado a espessura do floema (EF) (μm), espessura do córtex (EC) (μm), espessura do anel de esclerênquima (EAE) (μm) e quantidade de espaços do anel de esclerênquima (QEAE).

Delineamento experimental

O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados em arranjo fatorial ($3 \times 4 \times 6 \times 2$) com parcelas subdivididas no tempo, sendo os fatores constituídos cultivares ('Koroneiki', 'Arbosana' e 'Grappolo 541'), por estações do ano (verão, primavera, outono, inverno), seis concentrações de Ca na solução nutritiva aplicando assim: (1, 2, 4, 6, 8 e 10 mL L^{-1}) e presença de AIB (ausência e 3000 mg L^{-1}).

Análise estatística dos dados

Todos os dados das variáveis do experimento foram submetidos ao teste de Shapiro Wilk ($p > 0,05$) e Bartlett ($p > 0,05$), de modo a verificar a homogeneidade da variância entre os tratamentos, e transformados por $(n+0,5)^{(1/14)}$, onde n = dado amostrado. Em seguida, foi realizada análise de variância (ANOVA, $p < 0,01$ e $p < 0,05$). De acordo com a significância da ANOVA, os dados dos fatores foram comparados pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Utilizou-se a plataforma R Studio (R Development Core Team) para a análise estatística dos dados. Para as análises dos parâmetros anatômicos

entre as cultivares e os tratamentos de cálcio utilizou-se o programa Sisvar, foi realizada análise de variância (ANOVA, $p < 0,01$ e $p < 0,05$), para dados com distribuição normal, com o teste Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sobrevivência (SM), enraizamento (EM) e calogênese (CM) para ‘Arbosana’

Conforme a análise de variância, para ‘Arbosana’ a sobrevivência (SM) e enraizamento (EM), houve efeito significativo entre as estações do ano e o AIB. Assim, a SM foi influenciada pelas estações sendo a melhor época o verão, com 84,5%, e outono com 71,7% e na presença do AIB (Figura 2A). Para as concentrações de Ca na solução, as melhores foram 1, 2 e 4 mL L⁻¹, resultando, respectivamente, em 80,9%, 78,3% e 74,5%.

Destaca-se a sobrevivência de miniestacas na ausência de AIB, tendo em conta todas as estações do ano com valores entre 67,4% a 75,8%. Quando houve a aplicação de AIB, os valores de sobrevivência foram situados de 57,4% a 84,5%, os quais podem ser considerados elevados, quando comparados com estudos feitos para estacas de ‘Arbosana’, nos quais se obteve 62,10% (INOCENTE et al., 2018), e na ‘Azerbaijana’, ‘Uslu’, ‘Nabali’, ‘Manzallino’, ‘Leccino’ que apresentaram valores médios de 56,9, 51,5, 47,3, 44,6 e 55,1% respectivamente (ULLAH et al., 2012).

Para a interação EA×AIB, houve efeito significativo para enraizamento, o qual foi influenciado pelas estações, sendo a melhor época o verão com 73,6% e na presença do AIB com 45,7%, seguido do outono, com 45,7% e 48,0%, respectivamente (Figura 2A).

Segundo Silva et al. (2012), em estudos realizados para estacas de 35 cultivares com 3g L⁻¹ de AIB em areia, também houve efeito significativo da interação cultivares × épocas, sendo o outono a melhor época, com média de 73,0% e no inverno 45,0% e 57,0% de enraizamento. De acordo com Denaxa et al. (2021), na ‘Kalamata’ o outono mostrou melhores resultados com 9,0 e 16,0% e em primavera apenas 2,0 a 11,0%, sendo valores mínimos, quando comparados com o presente estudo.

Para as concentrações de Ca na solução, para EM, as melhores foram 3, 4 e 2 mL L⁻¹, com 71,3, 59,6 e 52,1% respectivamente. É importante observar que, sem a utilização do AIB, tendo em conta todas as estações do ano, foram constatados valores

entre 28,6 e 50,2%, e com a utilização do AIB, apresentou valores de 42,0 a 73,6%, os quais podem ser considerados elevados, quando comparados a outros estudos feitos para estacas de ‘Ascolano 315’, com valores de 44,0 a 48,4% (OLIVEIRA et al., 2003).

Na ‘Mastoidis’ 60,0% e ‘Kalamata’ 5,0% (DENAXA et al., 2011), ‘Arbequina’ 24,0 a 26,0% (SILVA et al., 2012), ‘Arbosana’ 52,1% (INOCENTE et al., 2018), miniestacas da ‘Maria da Fe’ 45,7% (FRÖLECH et al., 2020), para ‘Frantoio’ 37,0% e ‘Mission’ 30,0% de enraizamento (VILLA et al., 2017).

Centeno e Gomez (2008), na ‘Cornicabra’ com AIB, obtiveram 47,2%. Por outro lado, Cirillo et al. (2017) reportaram para estacas de ‘Ortolan’ 66,0%, ‘Racioppella’ 54,6%, ‘Biancolilla’ 51,0%, ‘Ogliarola campana’ 14,9%, Ortice 15,8% e Salella 11,2%, sendo todos os resultados menores, quando comparados com o presente estudo. Porém, SILVA et al. (2012), observaram diferentes porcentagens de enraizamento de estacas em cultivares ‘D’Ouro’ 90%, ‘JB1’ 86% e ‘Galega’ 70%, correspondendo a valores elevados para um processo de enraizamento. Por último, de acordo com Wiesman e Lavee (1995), a oliveira tem se categorizado em três grupos: fácil enraizamento (>65%), médio (20 a 65%) e difícil enraizamento (<20%).

Portanto, a utilização do AIB aumenta significativamente o enraizamento e o número de raízes por estaca, atingindo valores de 90,0 a 99% em mirtilo e ameixeira, o AIB é um dos reguladores de crescimento mais utilizados para a indução de raízes e, o genótipo é um dos fatores que influenciam o enraizamento, existindo uma grande variação entre espécies, cultivares e clones, em relação a maior ou menor habilidade natural em formar raízes (TONIETTO et al., 2001; KOYAMA et al., 2018).

Para a variável calejamento, se apresentou efeito significativo entre as estações de ano, sendo as melhores o verão e o outono com 61,5 e 58,5%, respectivamente. Também entre as concentrações do Ca sendo o maior efeito para 4, 6 e 2 mL L⁻¹ com 71,3, 64,0 e 59,7% e na presença de AIB com 65,3% e sem 47,0%. Similarmente ocorreu em estudos feitos para 10 cultivares por Silva et al. (2012), onde houve efeito significativo da interação cultivares × épocas de estaquia sendo, no outono os valores de 74,0 a 83,0%. E no inverno, valores de 37,0 a 86,0%, sendo valores acordes ao presente estudo.

Segundo Han et al. (2009), quando uma planta tem dificuldade para o enraizamento, pode ser observada apenas a formação de calosidade, que consiste em um

crescimento de células de forma desordenada, responsável pela cicatrização do corte efetuado na base da estaca.

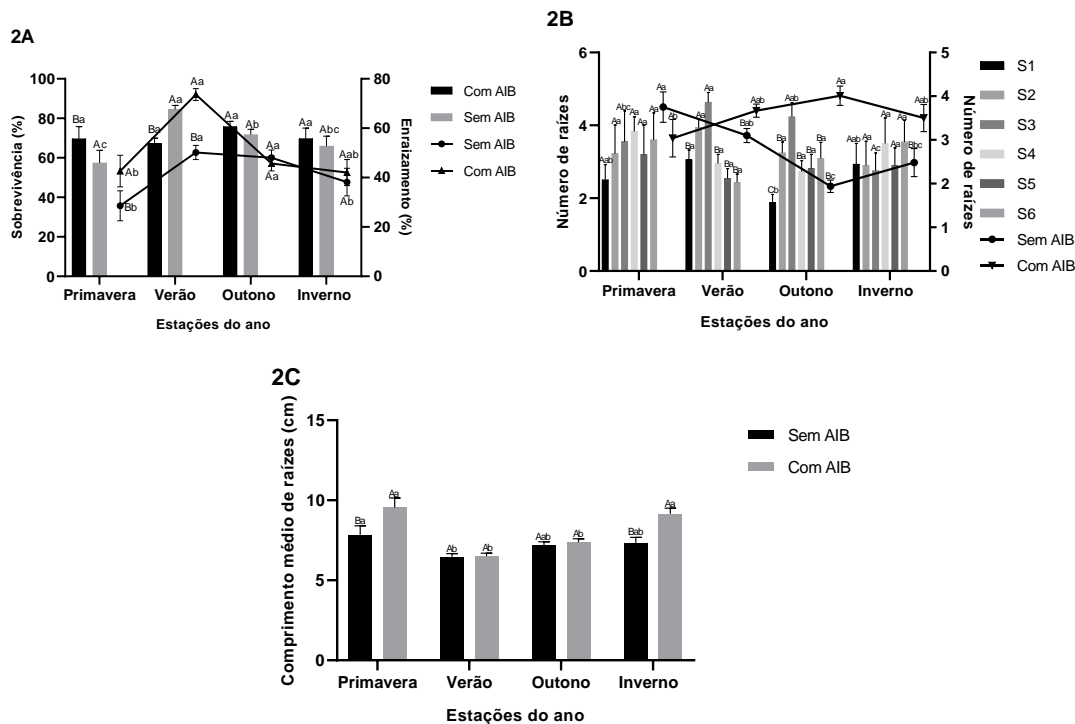


Figura 2 - Oliveira *Olea europaea* L., 'Arbosana'; A. Valores médios sobrevivência (SM) (%) e enraizamento (EM) (%) em relação às estações do ano à aplicação de AIB; B. Valores médios de número de raízes (NR) em relação às estações do ano e à solução nutritiva ao AIB; C. Valores médios de CMR em relação às estações do ano e ao AIB. Médias seguidas por mesma letra maiúscula e médias seguidas por mesma letra minúscula não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Dados apresentados como: média (\pm erro padrão).

Número de raízes (NR), comprimento da maior raiz (CMAR) e comprimento médio de raízes (CMR), matéria seca raízes (MSR), matéria seca caule (MSC) e matéria seca total (MST)

Segundo a análise de variância para 'Arbosana' para NR, houve efeito significativo das estações do ano, das concentrações de Ca e do AIB. Assim, o NR foi influenciado pelas concentrações de Ca na solução e as estações do ano, sendo na primavera e no verão as melhores 2, 4 e 6 mL L⁻¹. Em geral, a melhor época para o NR foi na primavera, com valores médios entre 2,50 a 3,83 raízes por miniestaca (Figura 2B).

Para a interação EA×AIB também houve efeito significativo para NR, sendo a melhor resposta na presença de AIB para todas as estações do ano, observando valores médios de 3,50 a 4,01 raízes por miniestaca e, sem AIB, de 1,94 a 3,10 raízes por miniestaca. Em geral, o maior número de raízes se apresentou no outono e verão (Figura

2B). Segundo Silva et. (2012), em estacas das cultivares ‘Arbequina’, ‘Ascolano 322’, ‘Cerignola’, ‘Clone 0010’, ‘Galega’, ‘Grappolo 541’, ‘Grappolo 575’, ‘Manzanilla 215’, ‘Negroa’, ‘Penafiel SP’ ‘Picual’, ‘Santa Catalina’, ‘Tafahi 390’ e ‘Tafahi 391’ se obteve entre 4,8 e 9,6 raízes e proporcionaram melhores resultados quando coletadas no outono.

Por enquanto, no inverno, estacas de ‘MGS GRAP541’ apresentaram 11,0 raízes, observando grande variação entre a emissão de raízes das diferentes cultivares. Igualmente, Oliveira et al. (2003) no outono tiveram maior emissão de raízes para ‘Ascolano 315, resultados que concordam com os do presente estudo, porém são diferentes dos de Casarin et al. (2017) e Cappellaro et al. (2017) para a ‘Arbequina’, onde a melhor época foi a primavera, embora segundo Casarin et al. (2017), o maior número de raízes na oliveira não é condicionado por uma determinada época do ano, porém Silva et al. (2012), consideram a melhor época o outono.

Ullah et al. (2012) em ‘Azerbaijana’, ‘Uslu’, ‘Nabali’, ‘Manzallino’, ‘Leccino’ encontraram de 8,46 a 11,76 raízes por estaca, já Villa et al. (2012), em média para 10 cultivares, encontraram 2,07 raízes por estaca, Centeno e Gomez (2008), na cultivar ‘Cornicabra’, obtiveram 2,86 raízes por miniestaca, considerando que esses valores também vão a depender do comprimento da estaca, do substrato, da nutrição, da época do ano e da cultivar.

Para o CMR conforme com a análise de variância, só houve efeito significativo apenas para as estações do ano e a presença do AIB. Assim, o CMR foi influenciado pelas estações do ano, sendo a primavera e o inverno as melhores na presença do AIB com 9,64 cm e 9,16 cm, respectivamente, e, sem AIB 7,84 cm e 7,35 cm. Em geral, a melhor época para o CMR foi a primavera, apresentando valores médios de 7,84 até 9,54 (Figura 2C).

Silva et al. (2012) observaram maiores comprimentos de raízes de 2,9 e 3,7 cm por estaca nas cultivares ‘MGS ASC322’, ‘Ascolano USA’, ‘MGS GRAP084’, ‘MGS GRAP556’, ‘Picual’, ‘MGS MISS293’ e ‘MGS TAF390’, sendo seus melhores resultados no outono, porém, comprimentos menores aos reportados no presente estudo, sendo diferente também a época do ano. Usando 3000 mg L⁻¹, em média, para 10 cultivares Villa et al. (2012) encontraram 1,71 cm de comprimento médio das raízes em areia, valores anteriores baixos, quando comparados ao presente estudo, cujos valores estão entre 7,84 e 9,64 cm.

Para a MSR (g) houve efeito significativo das estações do ano, das concentrações de Ca e do AIB. Assim, a MSR (g) foi influenciada pelas estações do ano e o AIB, sendo as melhores épocas o inverno e o outono com 0,096 g e 0,075 g e sem AIB primavera e verão com 0,036 g e 0,032 g (Figura 3A). Na interação SN×AIB para MSR, também houve efeito significativo na presença do AIB, com valores médios de 0,034 g a 0,087 g. Já, sem a utilização AIB foi 0,014 g a 0,037 g sendo as melhores 4, 6 e 8 mL L⁻¹ (Figura 3B).

Para a MSC houve efeito significativo das estações do ano e das concentrações de Ca. Assim, a MSC foi influenciada pela solução nutritiva e as estações do ano sendo a primavera e o inverno as melhores 2, 8 e 10 mL L⁻¹. Em geral, a melhor época para a MSC foi a primavera, apresentando valores médios de 0,405 g a 0,946 g. (Figura 3C). Para a MST houve efeito significativo das estações do ano e das concentrações de Ca. Assim, para MSC, as melhores respostas foram apresentadas na primavera e no inverno, nas doses de 4, 6 e 8 mL L⁻¹. Em geral, a melhor época para o MST foi a primavera, com valores médios de 0,457 g a 1,023 g (Figura 3D).

Estudos com solução de Hoagland, com e sem ferro, em sete cultivares de oliveira foram feitos por Chatzissavvidis et al. (2012), onde o peso seco total das plantas não foi influenciado pelas doses de Fe. Saykhul et al. (2013) também analisaram diferentes concentrações de K em 'Koroneiki', 'Kalamon' e 'Arbequina'. Então, a concentração de K na solução nutritiva influenciou o crescimento das cultivares 'Kalamon' e 'Arbequina', mas não de 'Koroneiki'. Assim, as respostas ao K são fortemente dependentes do genótipo.

Segundo Saykhul et al. (2016), a concentração de K não teve efeito significativo no crescimento radicular dos genótipos de oliveira 'Megaritiki', 'azeitona selvagem', 'Chondrolia Chalkidikis' e 'Biancolilla', embora tenha sido encontrado efeito significativo entre os genótipos para alongamento da raiz, peso fresco das raízes, peso fresco da biomassa. Algo similar ocorreu para a interação K×genótipo, concluindo, tanto em estudos anteriores, quanto nos resultados do presente estudo, que a disponibilidade eficiente de um ou outro nutriente afeta significativamente o crescimento da raiz.

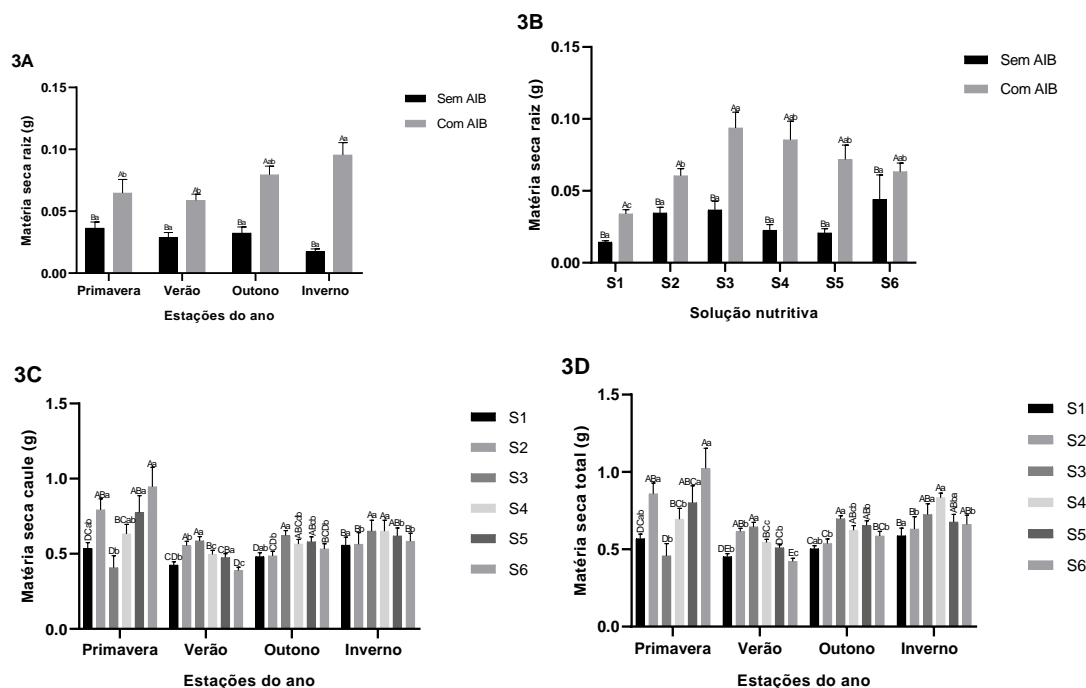


Figura 3 – Oliveira *Olea europaea* L., ‘Arbosana’; A. Valores médios de matéria seca raiz (MSR) (g) em relação às estações do ano e ao AIB. B. Valores médios de matéria seca raiz (MSR) (g) em relação às soluções nutritivas e ao AIB. C. Valores médios de matéria seca caule (MSC) (g) em relação às soluções nutritivas às estações do ano; D. Valores médios de matéria seca total (MST) (g) em relação às estações do ano e ao AIB. Médias seguidas por mesma letra maiúscula (solução) e médias seguidas por mesma letra minúscula (estação do ano) não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Dados apresentados como: média (\pm erro padrão).

Análise para a ‘Arbosana’ dentro das estações

Na interação tripla (EA) \times (SN) \times (AIB) apenas houve efeito significativo para CMAR. Então, para a análise isolada para ‘Arbosana’, dentro da estação da primavera e do outono, para a variável CMAR não houve efeito significativo. Por enquanto, dentro do verão houve efeito significativo para AIB e para SN \times AIB, sendo o maior CMAR nas soluções 2, 4 e 10 mL L⁻¹ com 9,38, 9,27 e 8,85 cm na presença do AIB e, sem AIB, foi 1, 4 e 8 mL L⁻¹, com 8,56, 8,38 e 8,26 cm, respectivamente.

Dentro da estação do outono só houve efeito do AIB com valores de 8,99 cm e, sem AIB, 8,20 cm. Dentro da estação inverno houve efeito significativo de SN, AIB e para SN \times AIB, apresentando CMAR superior para a 4, 6 e 10 mL L⁻¹, correspondendo a 11,04, 10,55 e 10,25 cm respectivamente na presença do AIB e, sem AIB, 8, 6 e 10 mL L⁻¹ com 10,02, 8,92 e 8,50 cm, respectivamente.

Em estudos feitos por Silva et al. (2012), para o CMAR, houve diferença entre os tratamentos, mas sem interação com as épocas de coleta de estacas. De acordo como

Han et al. (2009), a elongação das raízes também pode estar relacionada ao estado nutricional e fenológico da planta matriz e os inibidores de enraizamento presentes.

Sobrevivência (SM), enraizamento (EM) e calogênese (CM) para ‘Koroneiki’

De acordo com a análise de variância para ‘Koroneiki’ na análise isolada dentro da estação da primavera e dentro da estação do outono, para a variável sobrevivência, que foi a única que tinha triple interação SN×EA×AIB, não houve efeito significativo de SN, AIB nem SN×AIB. Dentro da estação do verão houve efeito significativo para SN, sendo a maior SM nas soluções 2, 4 e 6 mL L⁻¹, com 92,7, 88,6 e 87,6% respectivamente, e, na presença do AIB foi de 91,2% e, sem AIB 77,0%.

Durante o inverno houve efeito significativo do AIB, apresentando maior sobrevivência a 4, 6 e 8 mL L⁻¹, correspondendo a 96,1, 93,8 e 83,6% respectivamente. Segundo Penso et al. (2016), na ‘Koroneiki’, sem a utilização de AIB, recomenda-se realizar a estaquia em junho e setembro, desde que mantido um par de folhas, encontrando sobrevivências próximas a 100% em março e junho. Mehri et al. (2013a), em areia e perlite como substrato sem AIB e com 4000 ppm de AIB obteve-se sobrevivência de 18,8% a 91,3% e 19,7% a 98,1%, portanto, na cultivar Picual observou-se sobrevivência de 9,7, 44,9, 8,6 e 31,7%. Para ‘Arbequina’ obteve-se 13,1, 21,4, 14,2 e 88,6% de sobrevivência (MEHRI et al. 2013b).

Para o enraizamento (EM), de acordo com a análise de variância, houve efeito significativo das estações do ano, das concentrações de Ca e o AIB. Assim, EM foi superior no verão e no outono, e as doses 2, 4 e 6 mL L⁻¹. Em geral, a melhor época foi no verão, apresentando-se valores médios de 63,2 até 83,6%. (Figura 4A).

Para a interação EA×AIB para o enraizamento, a melhor resposta foi na presença de AIB para todas as estações, com valores no verão de 84,1% e, sem AIB, 53,47% (Figura 4A). Na cultivar Picual em areia e perlite, com e sem AIB, obteve-se o enraizamento de 3,80, 17,0, 0,70 10,0% (MEHRI et al., 2013a). E na ‘Arbequina’ de 5,8, 98,7, 90,0, 1,9 e 85,1% (MEHRI et al., 2013b). De acordo com Al-Imam e Hamid (2019), para a cultivar Tanche e Gordal sevillano, sem AIB, foi 33,3 e 43,3%, e, com diferentes concentrações de AIB esteve entre 36,7 e 66,6% sendo todos esses valores baixos quando comparados aos resultados da ‘Koroneiki’.

Por outro lado, Cirillo et al. (2009), avaliando a capacidade de enraizamento de vinte cultivares em primavera e outono, demonstraram que são caracterizadas por uma grande variabilidade na capacidade potencial rizogênica, sendo que os dois períodos afetaram significativamente a aptidão de enraizamento, indicando que, em algumas cultivares, as estacas colhidas no outono apresentaram maior taxa de enraizamento do que as colhidas na primavera.

Para enraizamento de estacas em areia, se apresentou para ‘Maria da Fé’ 66,0%, ‘Mission’ 3,0%, ‘Penafiel’ 45,0%, ‘Grappolo 575’ 24,0%, ‘Galega’ 10,0%, ‘Ascolano 315’ 77,0%, e ‘Grappolo 541’ 8,0%. Em perlita 1,0, 1,0, 7,0, 1,0, 5,0, 46,0, 1,3%, respectivamente, para as mesmas cultivares (OLIVEIRA et al., 2012). As estacas ‘Ascolano 315’ e ‘Maria da Fé’ apresentaram maior enraizamento, embora inferiores aos apresentados do presente estudo.

A areia como substrato mostrou-se mais eficiente para todas as características avaliadas entre os diferentes cultivares testados. Porém segundo os resultados do presente estudo, o uso de casca de arroz queimada e casca de coco (50:50) também pode ser recomendado para processos de enraizamento, tendo em conta uma adequada nutrição e manejo das minicepas. Segundo Penso et al. (2016), o enraizamento em junho e setembro, sem AIB, é próximo a 40,0% e, com AIB, entre 20,0 e 25,0%, embora em dezembro, seja apenas 10,0%.

De acordo com Wiesman e Lavee (1995) e Mehri et al. (2013a), a ‘Koroneiki’ se classifica como cultivar de fácil e rápido enraizamento, embora, em estudos feitos por Inocente et al. (2018), o resultado tenha sido apenas 4,0% e por Voyiatzi et al. (2002) apenas de 28,9%, sendo baixos quando comparados com os resultados do presente estudo. Por outro lado, Mehri et al. (2013a), em areia como substrato, sem AIB, obteve-se 7,0% e, usando 4000 ppm de AIB, atingiram 76,0%. Portanto, em perlite, os valores foram 2,8 e 78,0%, com e sem AIB, o que indica que o uso de fitorregulador, associado uma condição nutricional e a um substrato adequado, pode aumentar a capacidade de enraizamento.

Por outro lado, para o EM e CM houve influência significativa das soluções nutritivas e o AIB, assim, a melhor resposta se apresentou nas concentrações 4 e 6 mL L⁻¹ com 80,7 e 77,2% na presença do AIB. O calejamento foi em 6 e 2 mL L⁻¹, com 84,8 e 82,7%. Para as estações do ano o CM foi maior no verão e no outono, com 72,5 e

64, 3%, respectivamente (Figura 4B). Em todas as avaliações o CM foi maior que o enraizamento.

Em estudos feitos para estaquia em ‘Ascolano 314’, utilizando biofertilizante, encontraram, sem AIB 10,7 e 3,7% e com AIB de 13,6 a 43,7% de calejamento e enraizamento respectivamente (OLIVEIRA et al., 2010).

Sebastiani et al. (2002) avaliando estacas imersas em H_2O_2 e AIB reportam enraizamento de 50,0% para ‘Frantonio’ e 20,0% para ‘Gentile di Larino’. Segundo Penso et al. (2016), na ‘Koroneiki’ em março, junho e setembro com AIB, mantendo um par de folhas, o calejamento foi de 40 a 100%. Na ‘Arbequina’ em areia, com e sem AIB, obteve-se calejamento de 46,1% e 90,0%, com AIB. Portanto, em perlite, sem AIB, o calejamento foi de 24,73% e com AIB foi 17,6% (MEHRI et al., 2013b).

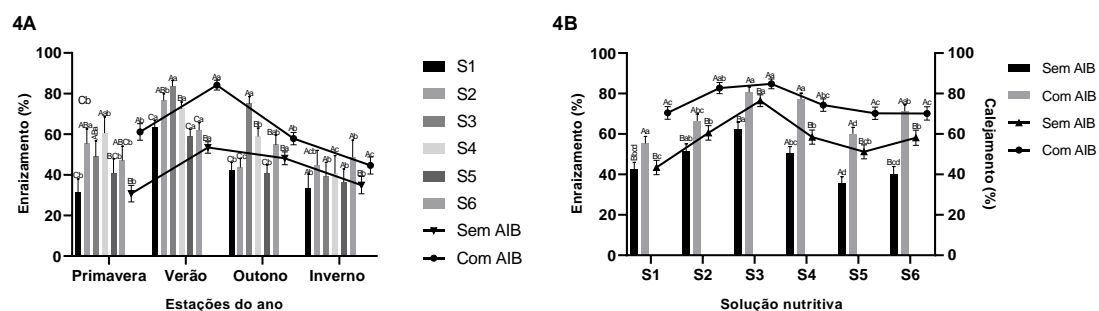


Figura 4 –Oliveira *Olea europaea* L., ‘Koroneiki’; A. Valores médios de enraizamento (EM) (%) em relação às estações do ano e à solução nutritiva e valores médios de enraizamento (EM) (%) em relação às estações do ano e ao AIB; B. Valores médios de enraizamento (EM) (%) e calejamento e enraizamento em relação às concentrações do Ca e ao AIB. Médias seguidas por mesma letra maiúscula (solução) e, médias seguidas por mesma letra minúscula (estação do ano) não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Dados apresentados como: média (\pm erro padrão).

Número de raízes (NR), comprimento da maior raiz (CMAR) e comprimento médio de raízes (CMR), matéria seca raízes (MSR), matéria seca caule (MSC) e matéria seca total (MST) para ‘Koroneiki’

De acordo com a análise de variância para a cultivar ‘Koroneiki’ para o NR, houve efeito significativo das estações do ano, das concentrações de Ca e do AIB. Assim, na primavera, o NR foi influenciado pela presença do AIB com 4,35 raízes e, sem AIB 3,05 raízes por miniestaca.

No verão o NR foi influenciado pela solução nutritiva e o AIB. Assim, as melhores doses foram 2, 4 e 6 mL L⁻¹, com 3,30, 2,94 e 9,94, respectivamente e em presença do AIB 2,89 e sem 2,65 raízes por miniestaca. No outono para NR foi 4, 8 e 6

mL L⁻¹ em presença do AIB com valores de 5,10, 3,51 e 3,0 raízes por miniestaca. Em geral, os valores com AIB foram de 2,0 a 5,10 raízes, enquanto sem AIB os valores foram de 1,77 a 3,15 raízes.

No inverno a MSC foi influenciada pela interação SN×AIB, sendo que a melhor resposta se apresenta com 1, 2 e 6 mL L⁻¹ sem AIB com valores de 0,779, 0,725 e 0,703 g, e com AIB a melhor resposta é para 6, 2 e 4 mL L⁻¹ com 0,516, 0,426 e 0,358 g. Inocente et al. (2018) usando AIB para ‘Koroneiki’ reportaram 2,8 e sem AIB 0,8 raízes por estaca. Villa et al. (2017), em média para 10 cultivares, observaram 2,07 raízes por estaca.

Na ‘Koroneiki’ em areia obteve-se 2,70 e 1,12 raízes com e sem AIB; em perlite sem AIB obteve-se 6,31 e 2,19 com e sem AIB. Por outro lado, na ‘Picual’ obteve-se de 0,63 a 1,90 raízes (MEHRI et al., 2013a). Oliveira et al. (2010) reportam para ‘Ascolano 315’, aplicando biofertilizante com e sem AIB valores de 0,9 a 4,3 raízes. Na ‘Arbequina’ desde 1,06 a 8,06 raízes por estaca (MEHRI et al., 2013b).

Segundo a análise de variância, o CMAR foi influenciado significativamente pelas estações do ano, concentrações do Ca e o AIB. Assim, na primavera e no outono se apresentaram valores de 9,87 e 9,71 cm, em presença de AIB, e, sem AIB 9,76 e 8,49 cm, respectivamente (Figura 5A). As soluções nutritivas que apresentam os maiores valores médios são 2 e 10 mL L⁻¹ com 9,11 cm e 9,06 cm.

Para o CMR de acordo com a análise de variância, houve efeito significativo das estações do ano e do AIB. Assim, o CMR foi maior no outono e na primavera, e a melhor resposta na presença de AIB com valores de 7,86 e 7,90 cm e sem AIB 6,74 e 7,78 cm. E para soluções nutritivas, os maiores valores foram apresentados para 1 e 10 mL L⁻¹, com 6,80 e 6,54 cm. (Figura 5B).

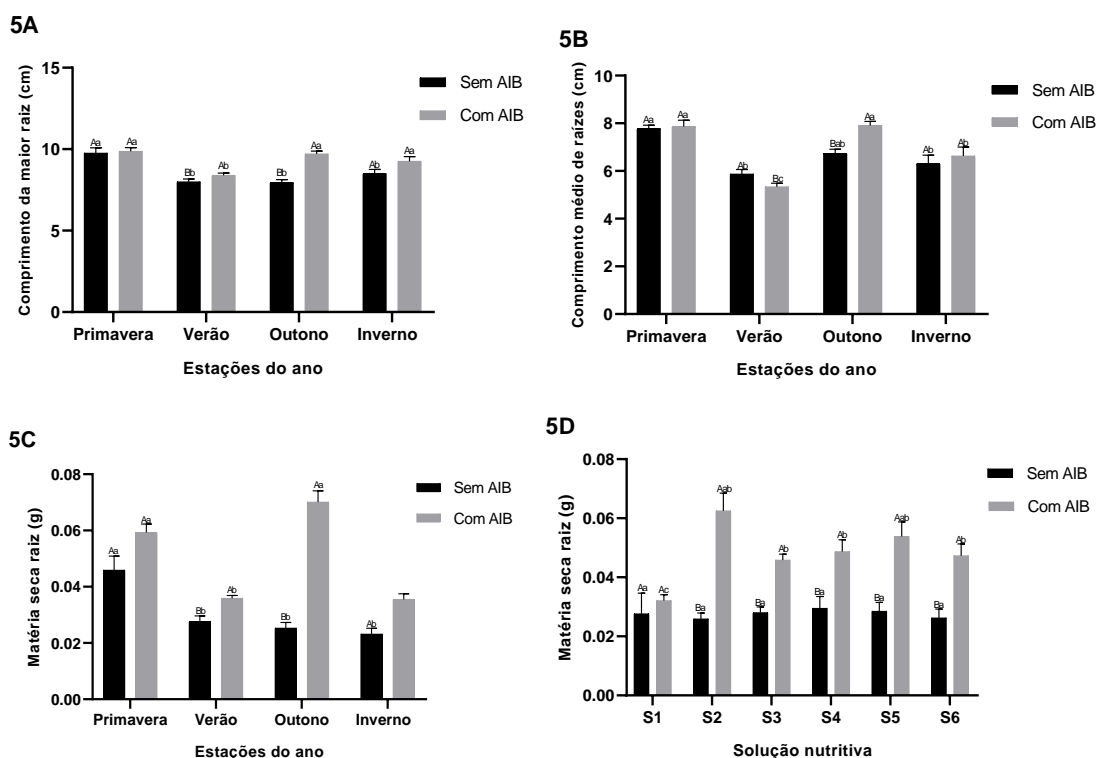
Villa et al. (2017), para 10 cultivares no substrato perlita, obtiveram um CMR de 1,60 cm e, para areia, 1,82 cm, valores baixos comparados com o presente estudo, onde os valores foram superiores a 6,0 cm. Nas cultivares ‘Azerbaijana’, ‘Uslu’, ‘Nabali’, ‘Manzallino’, ‘Leccino’, Ullah et al. (2012) encontraram valores médios valores médios de 8,73, 7,78, 8,34, 8,43, 8,67 cm, respectivamente, sendo similares aos encontrados no presente estudo em miniestacas. Oliveira et al. (2010), em ‘Ascolano 315’ encontraram um comprimento de 1,1 a 1,8 cm.

Na cultivar Koroneiki em areia e perlite com e sem AIB obteve-se 1,0 e 0,97 cm, e 6,31 e 1,16cm, respectivamente, e, na Picual, valores de 0,40 a 1,83 cm, e, na

‘Arbequina’, valores médios de 1,12 até 5,76cm (MEHRI et al., 2013a; 2013b). Todos os resultados anteriores são menores aos obtidos no presente estudo, embora concordando que o tipo de substrato e o uso do fitorregulador podem induzir raízes mais longas.

Para a interação EA×AIB, para MSR, houve influência significativa. Assim, a primavera com 0,059 g e o outono com 0,070 g, e com e sem AIB 0,046 g e 0,028 g, respectivamente (Figura 5C). E para SN×AIB houve influência significativa para MSR, sendo as melhores 2, 8 e 6 mL L⁻¹, com 0,062, 0,054 e 0,049 g com AIB e sem AIB 6, 8 e 4 mL L⁻¹ com 0,023, 0,029 e 0,028 g (Figura 5D).

Para MST houve efeito significativo das estações do ano e as soluções nutritivas. Assim, as melhores épocas foram no outono e os maiores valores para a 4, 2 e 1 mL L⁻¹, com 0,763, 0,735 e 0,728 g e na primavera 6, 8 e 10 mL L⁻¹ com 0,662, 0,652 e 0,597 g. Para a interação EA×AIB a melhor resposta foi no outono na presença do AIB, com valores de 0,693 g e, sem AIB 0,690 g, seguido pela primavera (Figura 5E). Na interação SN×AIB, as melhores foram 1, 4 e 6 mL L⁻¹, na ausência do AIB (Figura 5F).



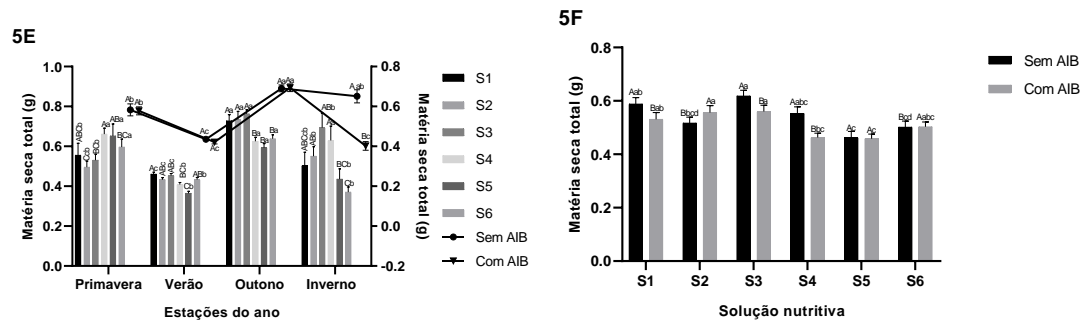


Figura 5 –Oliveira *Olea europaea* L., ‘Koroneiki’; A. Valores médios CMAR em relação às estações do ano e AIB; B. Valores médios de CMR em relação às soluções nutritivas e ao AIB; C. Valores médios de MSR em relação às estações do ano e ao AIB; D. Valores médios de MSR em relação às soluções nutritivas e ao AIB; E. Valores médios de MST (g) em relação às estações do ano e à solução nutritiva e valores médios de número de MST (g) em relação à estação de ano e ao AIB; F. Valores médios de MST (g) em relação às soluções nutritivas e ao AIB. Médias seguidas por mesma letra maiúscula (solução) e médias seguidas por mesma letra minúscula (AIB) não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Dados apresentados como: média (\pm erro padrão).

Sobrevivência (SM), enraizamento (EM) e calogênese (CM) para ‘Grappolo 541’

De acordo com a análise de variância para ‘Grappolo 541’ as estações do ano influenciam significativamente o calejamento, sendo favorecido pelo verão e pelo outono, com 61,4 e 53,7% respectivamente. Para a solução nutritiva a melhor foi 4, 2 e 6 mL L⁻¹ com 66,2, 64,1 e 54,5%. E na presença do AIB foi de 66,0% e sem AIB 42,2%. As melhores doses de Ca 2, 4 e 6 mL L⁻¹, com 68,8, 67,8 e 62,6%, respectivamente, e para a presença do AIB foi de 68,9% e sem AIB 51,49%.

Villa et al. (2017), em estacas das cultivares JB2, Frantoio e D’Ouro em areia, atingiram 81,0, 55,0 e 53,0 % de calejamento, sendo esses valores similares quando comparados com os do presente estudo. Para calejamento na ‘Arbequina’ com AIB e sem AIB, na primavera, no verão e no outono, foi 2,0, 5,0 e 28,0% e 10,0, 20,0 e 30,0%, respectivamente, e na ‘Kalamata’ com AIB 4,0, 27,0 e 50,0%, e sem 2,0, 30,0 e 3,0% (DENAXA et al., 2019). Embora Denaxa et al. (2021) tenham reportado em outono reportaram calejamento de 24,0%, e enraizamento de 9,0%.

Rosa et al. (2018), aplicando 3 g L⁻¹ em estacas obteve os seguintes valores para ‘Maria da Fé’ 6,8%, ‘Clone 2’ 16,2% e ‘Arbequina’ 8,7%. Por outro lado, Oliveira et al. (2012), em areia para ‘Maria da Fé’ obteve 35,0%, ‘Mission’ 82,0%, ‘Penafiel’ 13,0%, ‘Grappolo 575’ 46,0%, ‘Galega’ 72,0%, ‘Ascolano 315’ 14,0%, e ‘Grappolo 541’ 21,0% e em perlita para as mesmas cultivares foi 5,0, 24,0, 0,0, 1,0, 43,0, 11,0 e 16,0%

respectivamente, resultados similares foram encontrados por Villa et al. (2017) em 'JB2', 'Frantoio' e 'D'Ouro' em areia e por Silva et al. (2012) em 'Grappolo 541'.

A sobrevivência foi influenciada significativamente pelas estações do ano, solução nutritiva e sua interação. Assim, a melhor época em presença do AIB foi o verão, com 82,5%, seguida pela primavera com 64,3%, e sem AIB foi o outono com 68,9% seguida pelo verão com 65,2% (Figura 6). As melhores concentrações de Ca foram 2, 3 e 6 mL L⁻¹.

De acordo com Al-Imam e Hamid (2019), nas cultivares Tanche e Gordal sevillano, a sobrevivência foi 80,0 e 50,0%, respectivamente sem AIB, e com diferentes doses de AIB esteve entre 36,7 e 63,3%. Na interação época×AIB valores entre 11,7 até 61,7% e aplicando 3 g L⁻¹ a sobrevivência na 'Maria da fé' foi de 75,6% 'Clone 2' 46,3% e na 'Arbequina' 25% (ROSA et al., 2018).

Nas cultivares 'Manzanillo', 'Souri' e 'Barnea' Weisman e Lavee (1995), reportaram sobrevivência de 84,0, 83,0 e 89,0%, embora com enraizamento apenas de 10,0 a 65,0%, afirmando que as estacas de oliveira possuem dificuldade em emitir raízes. Portanto, é importante buscar alternativas para incrementar o potencial rizogênico e as taxas de enraizamento.

A sobrevivência está intimamente ligada com às reservas da miniestacas, e mantendo as folhas se favorece a sobrevivência, pois possuem reservas de carboidratos e sua atividade metabólica é mantida por mais tempo, favorecendo a atuação e a atividade das auxinas (FABBRI et al., 2004; FACHINELLO et al., 2005; DENAXA et al., 2012; PENSO et al., 2016). De acordo com os autores anteriores, para este estudo as altas porcentagens de sobrevivência em todas as épocas do ano podem ser explicadas pela alta concentração de reservas dos tecidos das minicepas devido à adequada nutrição e pela presença das folhas.

O enraizamento também foi influenciado significativamente pelas estações do ano e o AIB, sendo as melhores com AIB, o verão e o outono com 78,5% e 55,2% e, sem AIB, o verão e a primavera com 47,3% e 43,6% (Figura 6A). Cirillo et al. (2017) demonstraram que o enraizamento depende fortemente da interação dos enraizadores com a cultivar, época de coleta (outono ou primavera) e o tipo de estaca (basal, média ou apical), sendo as melhores 'Ortolana' 66,0%, 'Racioppella' 54,6%, 'Biancolilla' 51,0%.

Al-imam e Hamid (2019) estudaram a interação época × cultivar encontrando enraizamentos desde 12,5 até 53,3%, na interação época × AIB, enraizamentos de 17,5 até 50% e na interação IBA × cultivar para ‘Tanche’ sem AIB 18,3% 27,3 com AIB desde 30,55 a 43,3%, por outro lado, em Gordal sevillano 24,4, 38,8, 45,5 e 44,4% respectivamente. Na cultivar ‘Arbequina’ considerada de fácil enraizamento usando AIB, o enraizamento de estacas aumentou independentemente da estação do ano. O aumento no verão com AIB e sem foi de 76,0% e 40,0%, no outono, 40,0 e 25,0% e, na primavera, 37,0% e 15,0%, respectivamente.

Na ‘Kalamata’ de difícil enraizamento o tratamento de AIB foi ineficaz, apresentando 1,0% na primavera, e 3,0% no verão, no outono não se apresentou enraizamento (DENAXA et al., 2019). A maior porcentagem de estacas enraizadas, se apresentou na ‘Maria da Fé’ com 37,5%, ‘Clone 2’ 30,0% e na ‘Arbequina’ 16,2% (ROSA et al., 2018). Usando 4000 mg L⁻¹, nas cultivares Coursaky e Frinto se apresentou uma porcentagem de enraizamento de 90%, ‘Ashrasy’ e ‘Khgary’ 80%, existindo diferenças significativas entre as cultivares na capacidade de enraizamento (HATTAB et al., 2018).

Número de raízes (NR), comprimento da maior raiz (CMAR), comprimento médio de raízes (CMR), matéria seca raízes (MSR), matéria seca caule (MSC) e matéria seca total (MST) para ‘Grappolo 541’

Para NR de acordo com a análise de variância houve efeito significativo das estações do ano, solução nutritiva e o AIB, sendo que a melhor foi no inverno com 5,93, e na primavera, com 3,53 raízes, as melhores soluções foram 4, 8 e 6 mL L⁻¹, com 4,19, 3,93 e 3,45 raízes, e melhor resposta na presença do AIB com 3,55 e sem AIB 2,91 raízes. Para CMAR e CMR só houve efeito significativo das estações do ano, sendo para as duas variáveis o inverno e a primavera as melhores épocas, sendo 9,83 e 9,45 cm para CMAR e 7,51 e 7,43 cm para CMR respectivamente.

Para MSC houve efeito significativo de EA, SN e o AIB, sendo as melhores épocas o inverno e a primavera, com 0,695 e 0,670 g, as melhores soluções nutritivas 2, 4 e 6 mL L⁻¹, com 0,612, 0,597 e 0,550 g, respectivamente, sem AIB 0,606 g e com AIB 0,539 g. Para MST houve efeito significativo para EA, SN e para SN×AIB, sendo que melhores resposta se apresenta sem AIB nas soluções 2 e 1 mL L⁻¹, com 0,686 e 0,641 g e com AIB 4 e 2 mL L⁻¹, com 0,689 e 0,624 g (Figura 6B).

Segundo Rosa *et al.* (2018), a ‘Arbequina’, ‘Maria da Fé’ e ‘clone 2’ foram tratadas com AIB associado à concentração de Ca de 0,0; 0,25; 0,50 e 1,0 mmol L⁻¹, sendo que a ‘Arbequina’ apresentou o maior NR por estaca, com 3,87 a 14,12 esse último para AIB mais 1,00 mmol L⁻¹ de Ca, para o Clone 2 valores entre 3,04 a 4,67 e na ‘Maria da fé’ valores entre 2,96 e 5,96 raízes por estaca. Na ‘Barnea’ se obteve uma média de 3,6 raízes por miniestaca atingindo um resultado de 86,0% de enraizamento em vermiculita (MOREIRA *et al.*, 2017).

Aplicando AIB 3g L⁻¹, o CMAR da ‘Maria da fé’ foi de 3,96 cm, ‘Clone 2’ 2,45cm e Arbequina 1,59 cm (ROSA *et al.*, 2018). Usando 4000 mg L⁻¹ nas cultivares Coursaky e Frinto, o NR foi de 15,33, 14,33 e 17 cm e o CMR foi de 1,63 a 9,80cm. Os resultados do presente estudo e os anteriormente mencionados indicam que existem diferenças significativas entre as cultivares para a capacidade de enraizamento, como o refere (HATTAB *et al.*, 2018).

Análise isolada para a cultivar ‘Grappolo 541’ dentro das estações

Para a ‘Grappolo 541’ na primavera houve efeito significativo só para MSR na presença do AIB, com 0,091 g e, sem, 0,027 g. No verão houve efeito significativo da SN, AIB e SN×AIB. Assim, a melhor resposta para MSR se apresentou em 4, 1 e 6 mL L⁻¹, com 0,065, 0,039 e 0,037 g e sem AIB 6, 2 e 4 mL L⁻¹ com 0,044, 0,036 e 0,029 g (Figura 6C). No outono só houve efeito significativo para AIB com 0,053 g, e sem AIB 0,016 g. No inverno também houve efeito significativo do AIB 0,106 g, e sem AIB 0,033 g.

Estudos na oliveira no ‘Clone 2’, mostram que a maior porcentagem de estacas enraizadas 30,0% foi obtida para AIB (3,0 g L⁻¹) + *Azospirillum brasilense*, a sobrevivência de 40,0%, o calejamento de 10,0%, o NR de 3,69 e CMR de 3,70cm (ROSA *et al.*, 2018). O anterior, comparado com o presente estudo, é deficiente quando se trata de resultados de enraizamento visando a propagação massiva.

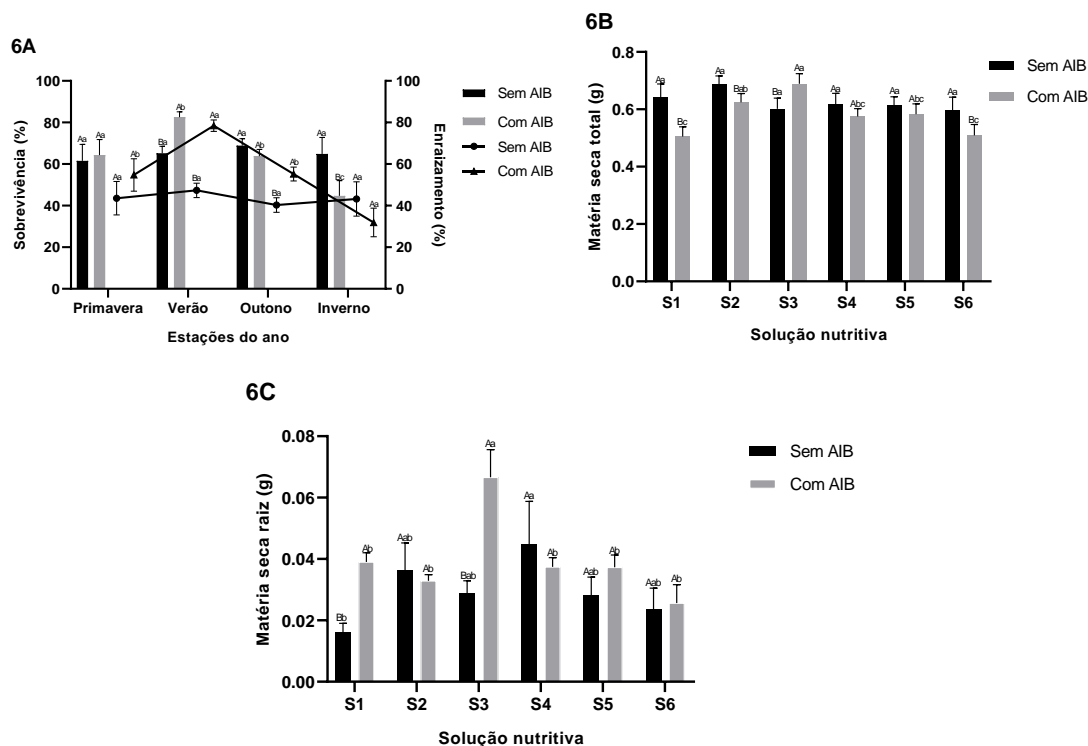


Figura 6 – Oliveira *Olea europae* L. 'Grappolo 541'. A. Valores médios de sobrevivência (SM) e enraizamento (EM) em relação às estações do ano e ao AIB; B. Valores médios de número de MST (g) em relação à solução nutritiva e ao AIB; C. Valores médios de número de MSR (g) em relação à solução nutritiva e ao AIB. Nas linhas, médias seguidas por mesma letra maiúscula (solução) e, nas colunas médias seguidas por mesma letra minúscula (estação do ano) não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Dados apresentados como: média (\pm erro padrão).

De acordo com Oliveira et al. (2012), os autores ressaltam que a juvenilidade e o vigor vegetativo das miniestacas são fatores que refletem diretamente no enraizamento das miniestacas. A idade do material é uma das principais características em um minijardim clonal, devido ao sucesso das coleções. Segundo Alcântara et al. (2007), a utilização de miniestacas de material juvenil apresenta boas características para o enraizamento.

Assim, o aumento da porcentagem de enraizamento está relacionado ao equilíbrio adequado entre os reguladores vegetais, facilitando o processo de iniciação radicular. De acordo com Silva et al. (2012), a mobilização dos carboidratos na planta matriz está relacionada com o estágio fenológico em que ela está e, caso os níveis de carboidratos estejam adequados, há influência positiva no enraizamento.

Portanto, nos jardins clonais, com o fim da fase produtiva das plantas de oliveira em meados de fevereiro e março, em abril 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. Embora no sistema de minijardim, como no caso desse experimento, essa dificuldade possa ser superada pelo manejo especial das minicepas, pela nutrição, pela produção permanente de brotos e pelas podas sucessivas, que permitem a disponibilidade de material vegetal menos lignificado durante o ano todo.

Análises da capacidade enraizamento adventício das três cultivares: uma abordagem anatômica

Para os parâmetros anatômicos da base das miniestacas e das raízes de acordo com a análise de variância, houve efeito significativo para as três cultivares e os tratamentos de Ca, sendo que, para espessura do floema, do córtex e do anel de esclerênquima, além da quantidade dos espaços do anel de esclerênquima, a melhor foi ‘Koroneiki’ e as soluções de 4, 6 e 8 mL L⁻¹ de Ca (Figura 7) e, para os cortes radiculares para os parâmetros, área total da raiz, área do cilindro vascular e área do córtex os maiores valores médios foram para cultivar foi ‘Grappolo 541’, seguido de ‘Arbosana’ nas soluções 4, 6 e 10 mL L⁻¹ de Ca (Figura 10).

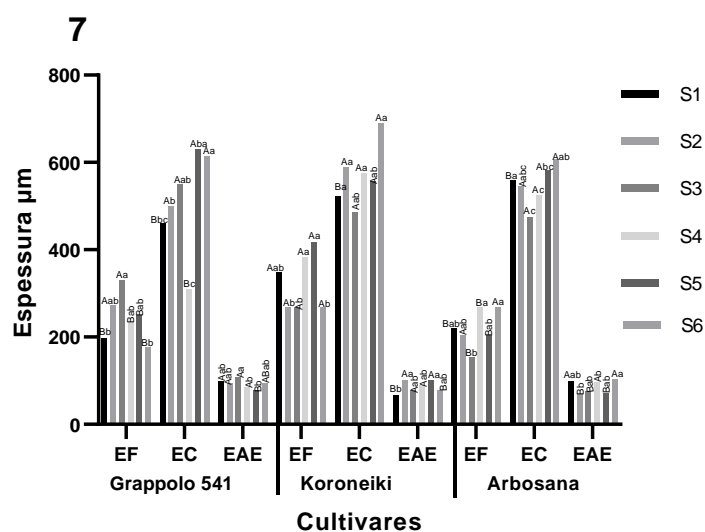


Figura 7. Valores médios de parâmetros anatômicos da parte basal de miniestacas de três cultivares de *Olea europaea* L. ‘Grappolo 541’, ‘Koroneiki’ e ‘Arbosana’. EF - Espessura do floema (μm), EC - espessura do córtex (μm), EAE – espessura do anel de esclerênquima (μm) segundo teste anova (p<0,01). Letras maiúsculas diferentes em cima dos gráficos de barra representam diferença estatística entre as cultivares e letras minúsculas diferentes representam diferença estatística entre os tratamentos de cálcio.

No presente estudo observou-se que, em miniestacas das três cultivares de oliveira, ‘Arbosana’, ‘Koroneiki’ e ‘Grappolo 541’, nas seções anatômicas dos cortes se mostra a origem dos primórdios radiculares, onde o enraizamento adventício

origina-se de células do câmbio (Figura 8), foi observado em 95,0% das amostras analisadas.

Os resultados observados no presente estudo para a oliveira considerada, em geral, espécie de difícil enraizamento adventício concordam com Hartmann et al. (2011); Steffens e Rasmussen (2016), que afirmaram que os primórdios radiculares são oriundos de células cambiais ou da desdiferenciação de células corticais parenquimáticas em resposta ao ferimento a que se submete o material de propagação.

Os resultados também concordam com Appezzato da Glória e Hayashi (2013), ao afirmar que as raízes adventícias se formam nas proximidades dos tecidos vasculares (na região do periciclo) e crescem entre os tecidos localizados ao redor do seu ponto de origem.

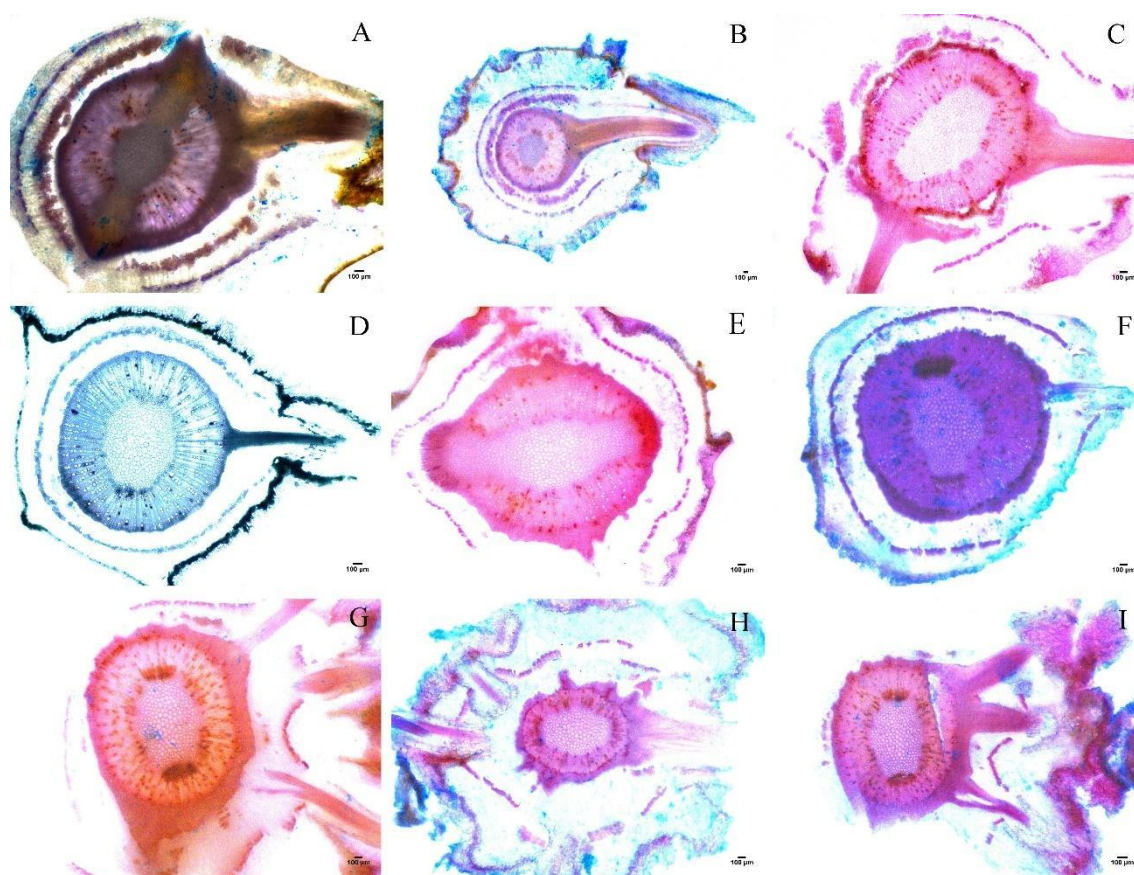


Figura 8. Secções transversais na região basal das miniestacas de *Olea europaea* L. demonstrando o local de origem dos primórdios de raiz adventícia a partir do periciclo (A, B, C, D, F, G, H, I) e a partir do câmbio vascular ou os dois (A, E), primórdios radiculares atravessando o córtex próximo à epiderme: A – C cultivar Arbosana; D–F cultivar Grappolo 541; G –J cultivar Koroneiki. *Escala de 100µm.

Por outro lado, para a análise da base das miniestacas, ao cortar os ramos e fazer a confecção das miniestacas as de ‘Koroneiki’ e ‘Arbosana’ são mais grossas e, devido

a esse maior diâmetro, por tanto se verificou melhores características anatômicas que permitem o maior número de raízes e maior quantidade de espaços no anel esclerênquima e sua menor espessura que pode contribuir na saída da raiz de maneira mais fácil.

Além disso, as miniestacas, ao vir de brotos do minijardim, são menos lignificadas e a presença de esclerênquima tende a ser menor, sendo que essa redução da lignificação dos tecidos aumenta a capacidade de enraizamento de espécies lenhosas (Borges et al., 2011). Embora também possa estar relacionado a outros aspectos, como tipo de estaca, genótipo (espécie o cultivar) e ao uso de reguladores vegetais (FACHINELLO et al., 2005; ARAUJO et al., 2011; SAYKHUL et al., 2016), nutrição adequada das plantas, época de ano e variáveis climáticas (CUNHA et al. 2009a; 2009b; SAYKHUL et al., 2013), entre outros.

As raízes adventícias se originam em partes aéreas das plantas, como o caule, e pode dar-se em condições naturais ou após sofrer algum estímulo. Anatomicamente é importante destacar que as raízes adventícias se formam a partir de qualquer tecido, em resposta a condições de estresse, como inundação, privação de nutrientes e ferimentos, e são importantes econômica e ecologicamente para melhorar a produção sustentável de material vegetal (STEFFENS; RASMUSSEN, 2016).

Assim, o grau de lignificação dos anéis de esclerênquima e do número de espaços entre esses anéis facilita a saída dos primórdios radiculares e isso depende do material estaca ou miniestaca, relacionado diretamente com as taxas de enraizamento (ARAUJO et al., 2011).

Esse enraizamento adventício desempenha um papel importante na propagação vegetativa das plantas e pode ser estimulado por fitohormônios (APPEZZATO DA GLÓRIA; HAYASHI, 2013) e por fatores ambientais, como a luz (VERSTRAETEN et al., 2013). Assim, as características anatômicas do caule podem influenciar diretamente a capacidade de enraizamento e, de acordo com Steffens e Rasmussen (2016), pode apresentar-se um elevado percentual de enraizamento adventício em estacas onde os primórdios radiculares originam-se no câmbio ou em células adjacentes, e baixos percentuais de enraizamento em estacas onde este processo é oriundo do calo.

Outros autores como Esaú (1993), Medrado et al. (1995), Ono e Rodrigues (1996), Hartmann et al. (2011), Appezzato da Glória e Hayashi (2013), Araujo et al. (2013) sugerem que, em caules mais velhos, ou com alto grau de esclerificação, as

raízes podem encontrar um obstáculo ao seu crescimento devido à presença e à continuidade do anel de esclerênquima perivascular, que pode desviar a raiz de seu curso, o que pode ser inversamente proporcional à capacidade de enraizamento, dificultando ou interferindo no processo. Então, uma diminuição na proporção entre tecidos esclerenquimáticos e parenquimáticos permite condições propícias ao enraizamento adventício.

Para a avaliação morfológica das raízes, a ‘Grappolo 541’ se destacou por apresentar raízes mais grossas, embora em menor número. A ‘Koroneiki’ apresentou maior número de raízes por miniestaca, porém mais finas e longas, igualmente ocorreu para ‘Arbosana’ (Figura 9). Estes aspectos concordam com a classificação das cultivares com maior ou menor capacidade de enraizamento como o afirmado por Wiesman e Lavee (1995), e Silva et al. (2012), Denaxa et al. (2012; 2021), por exemplo a ‘Grappolo’ é considerada de difícil enraizamento e ‘Arbosana’ e ‘Koroneiki’ como moderado e fácil enraizamento (MEHRI et al., 2013a).

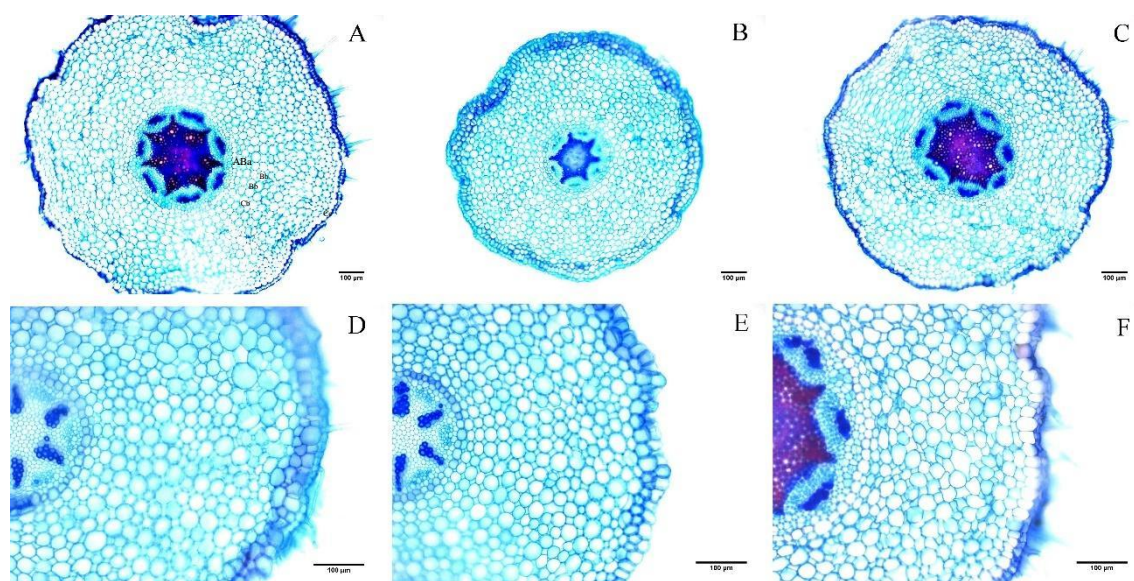


Figura 9. Secções transversais na região média das raízes das miniestacas de *Olea europaea* L. demonstrando suas características anatômicas diferenciadas: A e D. ‘Grappolo 541’; B e E. ‘Koroneiki’; C e F. ‘Arbosana’; 10x e 20x *Escala de 100µm.

Segundo Fachinello et al. (2005), as estacas que apresentam maior grau de lignificação podem ter dificuldade para a formação de calos e, conseqüentemente, de raízes, pela dificuldade da modificação dos tecidos, embora, não necessariamente, deve apresentar-se calo para formar raiz. Diante disso, as miniestacas se devem manter em água depois do corte, até se estabelecer no substrato.

Segundo Penso et al. (2016) o ideal é utilizar estacas semilenhosas para a formação de calos e raiz, embora o uso de miniestaqueira pode ser o mais recomendado pelas características vegetativas e nutricionais das minicepas, dos brotos jovens e semilenhosos e pela maior capacidade de propagação, como o observado no presente estudo. Segundo Penso et al. (2016), a capacidade de formação de calos é indicativa de capacidade de transformação e diferenciação dos tecidos.

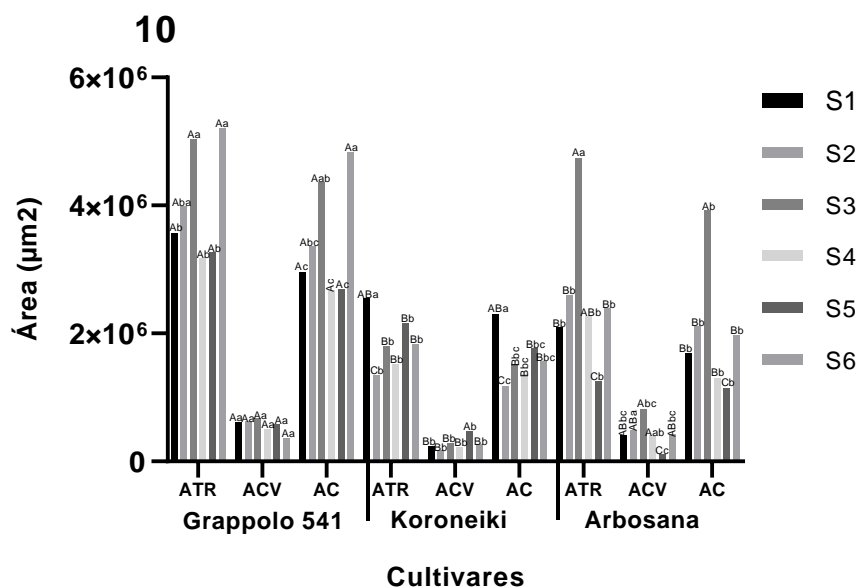


Figura 10. Valores médios de parâmetros anatômicos da parte média das raízes das miniestacas de três cultivares de *Olea europaea* L. 'Grappolo 541', 'Koroneiki' e 'Arbosana'. ATR - área total da raiz (μm^2), ACV - área do cilindro vascular (μm^2), AC - área do córtex (μm^2) segundo teste anova ($p < 0,01$). Letras maiúsculas diferentes em cima dos gráficos de barra representam diferença estatística entre as cultivares e letras minúsculas diferentes representam diferença estatística entre os tratamentos de cálcio.

De acordo com Fachinello et al. (2005), o calo aparece no tecido lesionado, resultando em posterior formação de um tecido de cicatrização, constituído por uma massa de células parenquimatosas, desorganizadas e em diferentes etapas de lignificação. Entretanto, Hartmann et al. (2011) consideram a formação de calos e de raízes como processos totalmente independentes e que, por vezes, a formação de excesso de calos pode até mesmo impedir a formação de raízes, mas, frequentemente, as raízes aparecem após a formação de calos, por meio da diferenciação das células parenquimatosas formadas a partir deles.

As análises histológicas em 'Kalamata', feitas por Denaxa et al. (2019), revelaram uma bainha contínua de anel de esclerênquima e aumento da espessura do córtex. Assim uma proliferação celular significativa ocorreu na região do floema em

‘Arbequina’ 15 dias após o plantio e, posteriormente, as raízes começaram a se desenvolver no floema secundário a partir de células cambiais. Devido a isso as diferenças nas atividades enzimáticas, bem como na anatomia do caule, poderiam justificar parcialmente a capacidade de enraizamento diferente das cultivares.

A formação de raízes adventícias em estacas é controlada por genes, porém, existem cultivares que apresentam maior potencial de enraizamento de suas estacas, em comparação com outros, dentro da mesma espécie (FACHINELLO et al., 2005). A formação de calo na base das estacas possui relação com a formação de raízes. Ambos os eventos ocorrem de maneira independente, porém, necessitam das mesmas condições para sua ocorrência (HAN et al., 2009). A presença de calos nas estacas indica diferenciações celulares conhecidas como estruturas indicadoras da formação dos primórdios de raízes adventícias. Algumas cultivares de oliveira necessitam de um tempo maior para que ocorra esta diferenciação celular e, conseqüentemente, a formação de raízes adventícias após o processo de formação de calos (SILVA et al., 2012).

Para a capacidade de enraizamento de oliveira, nas condições do presente estudo, a miniestaquia visando processos de propagação foi eficiente, tendo em conta diversos estudos feitos com estacas. Entre eles, os reportados por Weisman e Lavee (1995), Voyiatzi et al. (2002), Sebastiani et al. (2002), Sebastiani e Tognetti (2004), Pio et al. (2005), Oliveira et al. (2009; 2010; 2012), Ullah et al. (2012), Rosa et al. (2018), Denaxa et al. (2012; 2019; 2021), embora inferiores aos de Isfendiyaroğlu et al. (2009), onde avaliando diferentes tipos de substratos na cultivar ‘Ayvalik’, considerada de alta capacidade de enraizamento, obteve valores de 95 a 100% e 10,8 raízes por estacas. Por Casarin et al. (2017), onde o enraizamento foi de 84 a 98,5%, e por Mehri et al. (2013a) para ‘Arbequina’, com 98,7% e para ‘Koroneiki’, 98,0%

Finalmente, é importante destacar que a porcentagem de enraizamento para as três cultivares esteve entre 50,2 e 83,6%, variando de acordo a época do ano, a concentração do cálcio e o uso do AIB. Então, o sistema de minijardim e a técnica de miniestaquia podem ser considerados se como uma metodologia adequada para adaptação, produtividade de minicepas e enraizamento eficiente de miniestacas de oliveira. Dessa forma, sugerindo um manejo eficiente das plantas para seu ótimo crescimento e o desenvolvimento, o que permitirá obter material propagativo

semilenhoso durante todas as épocas do ano, com características fitotécnicas e anatômicas ideais para induzir o enraizamento e posteriormente, mudas de qualidade.

CONCLUSÕES

As três cultivares apresentam grande variedade no potencial de atividade rizogênica, ressaltando-se o fato de que as estacas coletadas no verão e na primavera têm uma maior porcentagem de enraizamento.

Os efeitos do AIB e da concentração de Ca nas características do enraizamento também estão associados fortemente aos aspectos nutricionais aos quais as minicepas estão condicionadas em sistema de minijardim clonal, à cultivar e à interação com a época de coleta, facilitando, regulando ou induzindo a formação das raízes adventícias ou do calo.

O uso de solução nutritiva com uma concentração Ca de 2, 4 e 6 mL L⁻¹ pode ser eficiente para proporcionar maior sobrevivência e enraizamento de miniestacas ao longo do ano todo, embora haja um considerável aumento nas estações do verão e da primavera.

A implementação da técnica de miniestaquia na oliveira, associada ao AIB e ao uso de cálcio resultam em porcentagens de enraizamento adequadas, sendo essa implementação promissora para a produção de mudas clonais na oliveira.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal de Lavras pelo permanente apoio à pesquisa. Especialmente ao Departamento de Ciências Florestais, ao Setor de Fruticultura do Departamento de Agricultura e ao Departamento de Biologia setor da Botânica Aplicada.

Financiamento

Este estudo foi parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001. Além, os autores agradecem o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento

Científico e Tecnológico - Brasil (CNPq) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - Brasil (FAPEMIG).

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, G.B et al. **Efeito da idade da muda e da estação do ano no enraizamento de miniestacas de *Pinus taeda* L.** Revista *Árvore*, v.31, n.3, p.399-404, 2007.
- AL-IMAM, N. M. A.; HAMID, Q. Q. **Effect of the date and concentrations of the IBA on rooting and growth of semi-hard wood cuttings of two olive (*Olea europaea* L.) varieties.** Basrah Journal of Agricultural Sciences, v.32, p.59-69, 2019. doi:10.37077/25200860.2019.140
- ALVARENGA, Â.A et al. **Nutritional quality of olives and olive oil produced in the Serra da Mantiqueira from Brazil.** Agricultural Sciences, v. 8, p. 518-526, 2017.
- ALVARES, C. A. et al. **Köppen's climate classification map for Brazil.** Meteorologische Zeitschrift, v.22, n.6, p.711-728, 2013.
- APPEZZATO DA GLORIA, B.; HAYASHI, A.H. **Raiz.** Em: Anatomia vegetal. Ed. Appezzato da Gloria, B. e Carmello Guerreiro, S.M. Editora UFV. 404p.2013
- ARAÚJO, V.S.J.; BENDER, A.; REUTEMANN, A. et al. **Influencia del grado de lignificación de los propágulos de jardín y minijardín clonal en el enraizamiento de estacas y miniestacas de *Prosopis alba* Griseb.** FAVE Sección Ciencias Agrarias, v.20, n. 1, p.287-304, 2021.
- BORGES, S.R.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, LS.; MELO, L.A.; ROSADO, A.M. **Enraizamento de miniestacas de clones híbridos de *Eucalyptus globulus*.** Revista *Árvore*, v.35, n. 3, p. 425-434, .2011
- BRONDANI, G.E.; BACCARIN, F.J.B.; BERGONCI, T.; GONÇALVES, A.N.; ALMEIDA, M. **Miniestaquia de *Eucalyptus benthamii*: efeito do genótipo, AIB, zinco, boro e coletas de brotações.** Cerne, v.20, n.1, p.147-156, 2014.
- BURGER, L. M.; SPAHN, B. Richter. **Anatomia da madeira.** São Paulo: Editora Nobel, 1991.
- CAPPELLARO, T.H et al. **Production of 'Arbequina' olive tree seedlings under soilless growing systems.** Agronomy Science and Biotechnology, v.3, n.2, p.66-73, 2017.
- CASARIN, J. V.; MOREIRA, R. M.; RAASCH, C. G.; TIMM, C. R. F.; SCHUCH, M. W. **Productivity and rooting of olive mini-cuttings grown in a clonal mini-garden according to season.** Comunicata Scientiae, v.8, n.4, p.537-543, 12, 2017.

- CASARIN, J. V.; RAMM, A.; RAASCH, C. G.; TIMM, C. R. F.; SCHUCH, M. W. **Rooting of olive minicuttings at different seasons grown in clonal minigarden.** *Comunicata Scientiae*, v.9, n.1, p.41-49, 2018.
- CENTENO, A.; GÓMEZ-DEL-CAMPO, M. **Effect of Root-promoting Products in the Propagation of Organic Olive (*Olea europaea* L. cv. Cornicabra) nursery plants.** *HortsCience*, v.43, n.7, p.2066–2069, 2008.
- CHATZISSAVVIDIS, C.; THERIOS, I.; ANTONOPOULOU, C.; GIANNAKOULA, A. **The behavior of seven olive (*Olea europaea* L.). Cultivars grown on a soil containing Ca in relation to iron nutrition.** *Acta horticulturae*, v.949, p.177–183, 2012. doi:10.17660/actahortic.2012.949.24
- CIRILLO, C.; RUSSO, R.; FAMIANI, F.; DI VAIO, C. **Investigation on rooting ability of twenty olive cultivars from Southern Italy.** *Advances in Horticulture Science.*, v.31, n.4, p311-317, 2017.
- COUTINHO, E.F.; JORGE, R.O.; HAERTER, J.A.; COSTA, V.B. **Oliveira: aspectos técnicos e cultivo no Sul do Brasil.** Brasília: Embrapa clima temperado, 181p. 2015.
- CUNHA, A.C.M.C.M.; DE PAIVA, H.N.; DE BARROS, N.F.; LEITE, H.G.; LEITE, F.P. **Relação do estado nutricional de minicepas com o enraizamento de miniestacas de eucalipto.** *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v.33, no.3, p.591-599, 2009a.
- CUNHA, A.C.M.C.M.; DE PAIVA, H.N.; LEITE, H.G.; DE BARROS, N.F.; LEITE, F.P. **Relações entre variáveis climáticas com produção e enraizamento de miniestacas de eucalipto.** *Rev. Árvore*, v.33, n.2, p.195-203, 2009b.
- DE SÁ, F.P., GOMES, E.N., DE ALMEIDA MAGGIONI, R. et al. **Biochemical and anatomical features of adventitious rhizogenesis in apical and basal mini-cuttings of *Ilex paraguariensis*.** *New Forests*, 2021.
- DENAXA, N.K.; VEMMOS, S.N.; ROUSSOS, P.A. **Shoot girdling improves rooting performance of Kalamata olive cuttings by upregulating carbohydrates, polyamines and phenolic compounds.** *Agriculture*, v.11, n.71, p.2-16, 2021.
- DENAXA, N.; ROUSSOS, P. A.; VEMMOS, S. N.; FASSEAS, K. **Assessing the effect of oxidative enzymes and stem anatomy on adventitious rooting of *Olea europaea* (L.) leafy cuttings.** *Spanish Journal of Agricultural Research*, v.17, n.3, p. 1-13. 2019.
- DENAXA, N.K.; VEMMOS, S. N.; ROUSSOS, P. A. **The role of endogenous carbohydrates and seasonal variation in rooting ability of cuttings of an easy and a hard to root olive cultivars (*Olea europaea* L.).** *Scientia Horticulturae*, v. 143, p. 19–28, 2012.
- DENAXA, N.K.; VEMMOS, S.N.; ROUSSOS, P.A.; KOSTELENOS, G. **The effect of IBA, NAA and carbohydrates on rooting capacity of leafy cuttings in three olive cultivars (*Olea europaea* L.).** *Acta Horticulturae*, v. 924, p.101-109, 2011.

EMER, A.A.; AVRELLA, E.D.; FIOR, C.S.; SCHAFFER, G. **Nitrogen fertilization for minicuttings of *Campomanesia aurea* O. Berg and its influence on productivity and rooting of minicuttings at different seasons of the year.** Rev. Bras. Cienc. Agrar. v.14, n.2, p. 1-8, 2019.

ESAÚ, K. **Anatomia das plantas com semente.** 12^a ed. São Paulo, Edgard Blucher, 1993. 293p.

ESTEVEZ, R. L.; CHAMBO, A.P.; STANGARLIN, J.R.; KUHN, O.J. **Doses of calcium sulphate increase the peroxidase activity and the rooting of eucalyptus clones.** Ciência Florestal, v.30, n. 2, p. 396-405, 2020.

FABBRI, A.; BARTOLONI, G.; LAMBARDI, M.; KAILIS, S.G. **Olive propagation manual.** By Collingwood, Australia: CSIRO publishing. 2004. 139p.

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

FERRARI, M.P.; GROSSI, F.; WENDLING, I. **Propagação vegetativa de espécies florestais.** Embrapa Florestas. 2004. 22p.

FILODA, P.F.; CHAVES, F.C.; HOFFMANN, J.F.; ROMBALDI, F.V. **Olive oil: a review on the identity and quality of olive oils produced in Brazil.** Revista Brasileira de Fruticultura, v. 43, n. 3, p. 1-22., 2021

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

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

HARTMANN, H. T.; DAVIES, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices.** 8th Edition. New Jersey. USA. Prentice-Hall, 2011. 915p

HATTAB, Z. N. A.; ABDULMAJEED, W. A.; ANI, M. A. A. **The influence of growth regulators on the rooting capacity of semi hardwood cuttings of olive *Olea europaea* L.** Bioscience Research, v.15, n.1, p. 412-417, 2018.

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D. I. **The water culture method for growing plants without soils.** Berkeley: California Agricultural Experimental Station, v, 347. 2nd edit p.32, 1950.

INOCENTE, V.I.; NIENOW, A.A.; TRE, L. **Time of treatment with IBA in Olive cultivars rooting.** Rev. Bras. Frutic., v. 40, n. 1: (e-800), 2018.

ISFENDIYAROGLU, M.; ÖZEKER, E.; BASER, S. **Rooting of "Ayvalik" olive cuttings in different media.** Spanish Journal of Agricultural Research, v. 7, n. 1, p. 165-172, 2009.

KOYAMA, A.M.A.; BORGES, W.F.S.; YAMAMOTO, L.Y.; COLOMBO, C.R. *et al.* **Multiplication of blueberry mini-cuttings in different growth media.** Agronomy Science and Biotechnology, v. 4, (1), p.28-35, 2018.

KRAUS, J. E.; M. ARDUIN. 1997. **Manual Básico de Métodos em Morfologia Vegetal.** Ed. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro,

MEDRADO, M. S. J.; Appezzato-da-Glória, B.; Costa, J. D. **Alterações anatômicas em estacas de seringueira (Hevea brasiliensis clone RRIM 600) em resposta a diferentes técnicas de indução de enraizamento.** Scientia Agrícola, v. 52, n. 1, p. 89-95, 1995

MEHRI, H.; MHANNA K.; SOLTANE, A et al. **Performance of olive cuttings (*Olea europaea* L.) of different cultivars growing in the agro-climatic conditions of Al-Jouf (Saudi Arabia).** American Journal of Plant Physiology, v.8, n.1, p.41-49. 2013a.

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, 2013b.

MOREIRA, R.M.; SILVA, J.B.; RAMM, A.; SCHUCH, M.W.; FAGUNDES, C.M.; MACIEJEWSKY, P.; TOMAZ, Z.F. **Ácido indolbutírico no enraizamento de miniestacas de oliveira “Barnea”.** Revista Congrega Urcamp, v.1, p. 428-438, 2017.

OLIVEIRA, A.F.; CHALFUN, N.N.J.; ALVARENGA, A.A.; VIEIRA NETO, J.; PIO, R.; OLIVEIRA, D.L. **Estaquia de oliveira em diferentes épocas, substratos e doses de AIB diluído em NaOH e álcool.** Ciência e Agrotecnologia, v.33, n.1, p.79-85, 2009.

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

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

OLIVEIRA, M.C.; DE, VIERA NETO, J.; PIO, R.; OLIVEIRA, A. F.; RAMOS, J. D. **Enraizamento de estacas de oliveira submetidas a aplicação de fertilizantes orgânicos e AIB.** Ciência e Agrotecnologia, 34(2), 337–344, 2010.

ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D.; De Pinho, S. Z. **Action of auxins and/or boron, in the process of root formation in cuttings of coffee (*Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo).** Boron In Agriculture, n.2, p. 14-14, 1996.

PENSO, G.A.; SACHET, M.R.; MARO, L.A.; 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, n.3, p.355-360, 2016.

PIO, R.; BASTOS, D.; BERTI, A.J.; SCARPARE FILHO, J.A.; MOURÃO FILHO, F.A.A.; ENTELMANN, F.A.; ALVEZ, 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, 3, p.562-567, 2005.
- ROSA, D. D.; VILLA, F.; DA SILVA, D. F.; CORBARI, F. **Rooting of semihardwood cuttings of olive: Indolbutyric acid, calcium and *Azospirillum brasilense*.** *Comunicata Scientiae*, v.9, n.1, p.34-40, 2018.
- SAYKHUL, A.; CHATZISTATHIS, T.; CHATZISSAVVIDIS, C.; KOUNDOURAS, S.; THERIOS, I. DIMASSI, K. **Potassium utilization efficiency of three olive cultivars grown in a hydroponic system,** *Scientia Horticulturae*, v.162, p.55-62, 2013.
- SAYKHUL, A.; CHATZISTATHIS, T.; CHATZISSAVVIDIS, C.; THERIOS, I.; MENEXES, G. **Root growth of cultivated and “wild” olive in response to potassium mineral nutrition.** *Journal of Plant Nutrition*, v.39, n.11, p.1513–1523, 2016.
- SCHUCH, M.W.; TOMAZ, Z.F.; CASARIN, J.; MOREIRA, R.; SILVA, J. **Advances in vegetative propagation of Olive tree.** *Rev. Bras. Frutic*, v.41, n.2, p. 1-11, 2019.
- SCHUCH, M.W.; TOMAZ, Z.F.P. **Advances in the spread of vegetative blueberry.** *Rev. Bras. Frutic.*, v.41, n.1, p.1-8, 2019.
- SEBASTIANI, L.; TOGNETTI, R. **Growing season and hydrogen peroxide effects on root induction and development in *Olea europaea* L. (cvs ‘Frantoio’ and ‘Gentile di Larino’) cuttings.** *Scientia Horticulturae*, v. 100, p.75-82, 2004
- SEBASTIANI, L.; VITAGLIANO, C.; DI PAOLO, P.; TOGNETTI, R. (2002). **Hydrogen peroxide and indole-3-butyric acid effects on root induction and development in cuttings of *Olea europaea* L. (cv. Frantoio and Gentile di Larino).** *Advances in Horticultural Science*, v.16, n.1, p. 7-12, 2002.
- 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, v.4, p.88-492, 2012.
- STEFFENS, B.; RASMUSSEN, A. **The Physiology of Adventitious Roots.** *Plant Physiol.*, v. 170, n. 2, p. 603–617, 2016.
- STUEPP, C.A et al **Ex vitro system for *Acer palmatum* plants propagation by mini-cuttings technique.** *Cerne*, v. 22, n. 3, pp. 355-364. 2016.
- TONIETTO, A.; FORTES, G.R.L.; SILVA, J.B. **Enraizamento de miniestacas de ameixeira.** *Rev. Bras. Frutic.*, v.23, n.3, p.643-646, 2001.
- ULLAH, E.; AWAN, A.A.; ABBAS, S.J.; FARHATULLAH, F.; MASROOR, M.; KHAN, O. **Growth response of various olive cultivars to different cutting lengths.** *Pak. J. Bot.*, v.44, n.2, p.683-686, 2012.
- VERSTRAETEN, I.; BEECKMAN, T.; GEELLEN, D.; VERSTRAETEN, I.; BEECKMAN, T.; GEELLEN, D. **Adventitious root induction in *Arabidopsis thaliana* as a model for in vitro root organogenesis.** *Methods in Molecular Biology*, v. 959, p. 159-175, 2013.

VILLA, F et al. **Performance of substrates in rooting capacity of olive tree cuttings.** Revista de Ciências Agroveterinárias, v.16, n.2, p.95-101, 2017.

VOYIATZI, C.; PETRIDOU, M.; PRITSA, T.; SOTIRIOU, M.; VOYIATZIS, D. **Rooting capacity of cuttings as a criterion for the evaluation of the progeny of five olive cultivars.** Acta Hort., v. 586, p. 927-930, 2002.

WANG, J et al. **Youth tree behavior of olive (*Olea europaea* L.) cultivars in Wudu, China: Cold and drought resistance, growth, fruit production, and oil quality.** Scientia Horticulturae, v. 236, p.106-122, 2018.

WENDLING, I.; XAVIER, A.; PAIVA, H.A. **Influência da miniestaquia seriada no vigor de minicepas de clones de *Eucalyptus grandis*.** Revista Árvore, v.27, n.5, p.611-618, 2003.

WIESMAN, Z.; LAVEE, S. **Relationship of carbohydrate sources and indole-3-butyric acid in olive cuttings.** Australian Journal of Plant Physiology, v.22, n.5, p.811-816, 1995.