

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS**

**DESENVOLVIMENTO EM MUDAS DE OLIVEIRA (*Olea europaea* L.) E
PROPAGAÇÃO POR MINIESTAQUIA EM CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO
INDOLBUTÍRICO**

PRISCILA MARIA MARTINS LISBOA

**ITAJUBÁ/MG
OUTUBRO/2011**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS**

PRISCILA MARIA MARTINS LISBOA

**DESENVOLVIMENTO EM MUDAS DE OLIVEIRA (*Olea europaea* L.) E
PROPAGAÇÃO POR MINIESTAQUIA EM CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO
INDOLBUTÍRICO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Recursos Hídricos, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciências em Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

Área de Concentração: Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Orientadora: Prof^a. Dra. Maria Inês Nogueira Alvarenga

Coorientador: Dr. João Vieira Neto

**ITAJUBÁ/MG
OUTUBRO/2011**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Mauá –
Bibliotecária Cristiane Carpinteiro- CRB_6/1702

L769d

Lisboa, Priscila Maria Martins

Desenvolvimento em mudas de oliveira (*Olea europaea* L.) e propagação por miniestaquia em concentrações de ácido indolbutírico. / por Priscila Maria Martins Lisboa. -- Itajubá (MG) : [s.n.], 2011.

79 p. : il.

Orientadora : Profa. Dra. Maria Inês Nogueira Alvarenga.

Coorientador : Prof. Dr. João Vieira Neto .

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Itajubá.

1. Desenvolvimento vegetal. 2. Filocrono. 3. Enraizamento de mini-estacas. 4. AIB. I. Alvarenga, Maria Inês Nogueira, orient. II. Vieira Neto, João, coorient. III. Universidade Federal de Itajubá. IV. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS**

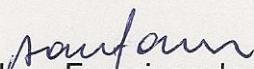
PRISCILA MARIA MARTINS LISBOA

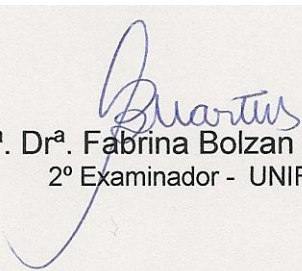
**DESENVOLVIMENTO EM MUDAS DE OLIVEIRA (*Olea europaea* L.) E
PROPAGAÇÃO POR MINIESTAQUIA EM CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO
INDOLBUTÍRICO**


Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Recursos Hídricos, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciências em Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

APROVADA em 24 de outubro de 2011.

BANCA EXAMINADORA


Dr. Adelson Francisco de Oliveira
1º Examinador – EPAMIG - Lavras


Profª. Drª. Fabrina Bolzan Martins
2º Examinador - UNIFEI


Profª. Drª. Maria Inês Nogueira Alvarenga
3º Examinador (Orientadora) - UNIFEI

**ITAJUBÁ/MG
OUTUBRO/2011**

A Deus, por ter me dado força e coragem para chegar até aqui,

OFEREÇO

À minha mãe, Fátima, pelo exemplo de amor e sacrifícios feitos em prol de meus estudos,
Ao meu pai, Assis, pela vontade de viver e por ser hoje mais do que um amigo para mim,
Ao meu marido, Júnior, por todo amor, apoio e infinita paciência desde o princípio,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as bênçãos alcançadas e proteção em todos os momentos da vida.

À Professora Maria Inês Nogueira Alvarenga, pela dedicação na orientação, incentivo, ensinamentos e por ter acreditado sempre em mim.

Ao Pesquisador João Vieira Neto, pela indispensável colaboração prestada como coorientador durante a fase de planejamento dos experimentos e análise estatística dos dados.

À Professora Fabrina Bolzan Martins, pelas contribuições à dissertação.

À Professora Juliana Cespedes, pela ajuda com as análises estatísticas dos dados.

Ao Diogo, pela enorme ajuda com a coleta dos dados e por suportar comigo aqueles dias às vezes tão frios e às vezes tão quentes de Maria da Fé.

À minha prima Graziela, pela ajuda com o inglês.

À Universidade Federal de Itajubá e ao Instituto de Recursos Naturais, pela oportunidade oferecida.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa concedida.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig) e, em especial, ao gerente da Fazenda Experimental de Maria da Fé (FEMF), Nilton Caetano de Oliveira, por disponibilizar o espaço e as mudas de oliveira para a realização deste trabalho.

A todos os pesquisadores e funcionários da FEMF, pela ajuda e atenção.

À banca examinadora, pelas valiosas sugestões à dissertação.

Aos meus pais, Fátima e Assis, que me deram colo, coragem e apoio e acompanharam de perto todo este processo.

Ao meu marido Júnior, que dividiu dia-a-dia todas as alegrias e agonias desta etapa, e me fez acreditar valer a pena seguir em frente. Saiba que a vida faz sentido ao seu lado.

Às minhas queridas tias, pelo amor, carinho, ajuda, preocupação e presença constante ao meu lado, em especial à tia Lúcia, pelos inúmeros “quebra-galhos”, caronas e companhia durante o almoço e idas e vindas de Itajubá; e às tias Tereza, Glorinha, Adelaide, Maria José e Bernadete, pelo apoio financeiro em certos momentos e por fazerem companhia ao meu pai na ausência minha e de minha mãe.

À minha irmã Poliana, pelo entusiasmo, paciência e por acreditar tanto em mim.

Às minhas sobrinhas Mariana e Ana Laura, por me proporcionarem alegria e esperança de criança, mesmo nos dias mais difíceis.

À minha segunda família, Dona Maria, Cristiane, Eugênia, Douglas, Régis, Lucas, Ana Laura e Rinaldo, por todos os momentos de alegria e pelo apoio nos momentos difíceis.

Aos amigos do mestrado, em especial à Emilienne, pela amizade, risadas e conversas durante o trajeto Brasópolis-Itajubá, e à Luciana e Mariana, pelo companheirismo. Obrigada por terem me dado força nos dias mais difíceis da minha vida!

Aos meus velhos e bons amigos, Leonor, Maria Rita, Míriam, Rafael e Sabrina, por me apoiarem em todas as decisões e por fazerem parte da minha história.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADA!

RESUMO GERAL

LISBOA, Priscila Maria Martins. **Desenvolvimento em mudas de oliveira (*Olea europaea* L.) e propagação por miniestaquia em concentrações de ácido indolbutírico**. 2011. 79 p. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Instituto de Recursos Naturais, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2011.

A determinação das exigências bioclimáticas e do método de propagação de uma espécie são fundamentais para o sucesso da produção de mudas e para o bom desempenho das mesmas no campo. Este estudo teve dois objetivos. O primeiro objetivo foi avaliar o desenvolvimento de duas cultivares de oliveira, MGS ASC315 e Arbequina, durante a fase de muda, em diferentes épocas de aclimação. O segundo objetivo foi avaliar o enraizamento de miniestacas das mesmas cultivares em diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB) e em dois substratos. Para isso, foram conduzidos dois experimentos na Fazenda Experimental da Epamig, em Maria da Fé, MG. O primeiro foi conduzido a campo, com cinco épocas de aclimação, e a variável avaliada foi o filocrono. O segundo foi conduzido em casa de vegetação, com cinco concentrações de AIB e dois substratos, avaliando-se a porcentagem de sobrevivência de miniestacas, a porcentagem de miniestacas enraizadas, a porcentagem de miniestacas com calo, o número total médio de raízes e o comprimento médio da maior raiz. No primeiro experimento, o filocrono para a cultivar MGS ASC315 foi de 14,7 °C dia folha⁻¹ (época 1), 31,7 °C dia folha⁻¹ (média das épocas 2, 3 e 4) e 60,2 °C dia folha⁻¹ (época 5), enquanto o filocrono para a cultivar Arbequina foi de 17,3 °C dia folha⁻¹ (média das cinco épocas de aclimação, uma vez que não apresentou diferença significativa entre as épocas). Nas épocas de aclimação 3, 4 e 5, o menor filocrono foi para a Arbequina, não havendo diferenças significativas entre as cultivares nas épocas 1 e 2. No segundo experimento, a porcentagem de sobrevivência de miniestacas foi alta para as duas cultivares e para os dois substratos avaliados (superior a 87%). No substrato areia, a cultivar Arbequina apresentou melhores resultados de porcentagem de miniestacas enraizadas, porcentagem de miniestacas com calo, número total médio de raízes e comprimento médio da maior raiz que a cultivar MGS ASC315, a qual obteve melhor desempenho no substrato perlita do que no substrato areia. O AIB aumentou a porcentagem de miniestacas enraizadas e o comprimento médio da maior raiz, no substrato perlita, e a porcentagem de sobrevivência de miniestacas e o número total médio de raízes, em ambos os substratos.

Palavras-chave: Desenvolvimento vegetal, filocrono, enraizamento de miniestacas, AIB.

GENERAL ABSTRACT

LISBOA, Priscila Maria Martins. **Development in olive seedlings (*Olea europaea* L.) and propagation by minicutting in concentrations of indolbutiric acid.** 2011. 79 p. Dissertation (Master in Environment and Water Resources) – Natural Resources Institute, Federal University of Itajubá, Itajubá, 2011.

The determination of bioclimatic requirements and method of propagation of species are fundamental to the success of seedlings production and the good performance of those in the field. This study had two objectives. The first objective was to evaluate the development of two olive cultivars, MGS ASC315 and Arbequina, during the seedling phase, at different periods of acclimation. The second objective was to evaluate the rooting of minicuttings of the same cultivars in different concentrations of indolbutiric acid (IBA) and in two substrates. For this, two experiments were carried out at the Epamig Experimental Farm, in Maria da Fé, Minas Gerais. The first was carried out at the field, with five periods of acclimation, and the variable evaluated was the phyllochron. The second was carried out in a greenhouse, with five concentrations of IBA and two substrates, evaluating the survival percentage of minicuttings, the percentage of rooted minicuttings, the percentage of minicuttings with callus, the average total number of roots and the average length of the longest root. In the first experiment, the phyllochron for the MGS ASC315 cultivar was 14,7 °C day leaf⁻¹ (period 1), 31,7 °C day leaf⁻¹ (average of the periods 2, 3 and 4) and 60,2 °C day leaf⁻¹(period 5), while for the Arbequina cultivar the phyllochron was 17,3 °C day leaf⁻¹ (average of the five periods of acclimation, since no significant difference between periods). In the periods of acclimation 3, 4 and 5, the smallest phyllochron was for the Arbequina, with no significant differences among cultivars in the periods of acclimation 1 and 2. In the second experiment, the survival percentage of minicuttings was high for both evaluated cultivars and substrates (greater than 87%). In the sand substrate, the Arbequina cultivar showed better results of percentage of rooted minicuttings, percentage of minicuttings with callus, average total number of roots and average length of the longest root than the MGS ASC315 cultivar, which performed better in perlite substrate than in sand. The AIB increased the percentage of rooted minicuttings and the average length of the longest root in perlite substrate, and the survival percentage of minicuttings and the average total number of roots in both substrates.

Keywords: Plant development, phyllochron, rooting minicuttings, IBA.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Estaca semilenhosa enraizada e ausente de brotação de oliveira. Maria da Fé, MG, 2010. 40
- Figura 2** – a) Estaca semilenhosa enraizada de oliveira plantada em saco plástico de polietileno; b) saco plástico de polietileno envolvido com papel jornal. Maria da Fé, MG, 2010. 41
- Figura 3** – Brotações em estaca enraizada de oliveira, identificadas por anéis coloridos. Maria da Fé, MG, 2010. 42
- Figura 4** – Relação entre o número de folhas emitidas (NF) e a soma térmica acumulada (STa) utilizada para a estimativa do filocrono para a cultivar MGS ASC315, nas cinco épocas de aclimação (E1 a E5). Os dados de cada gráfico correspondem a uma repetição (saco plástico com uma estaca semilenhosa enraizada). Syx é o erro padrão da estimativa e r^2 é o coeficiente de determinação. Maria da Fé, MG, 2010. 45
- Figura 5** – Relação entre o número de folhas emitidas (NF) e a soma térmica acumulada (STa) utilizada para a estimativa do filocrono para a cultivar Arbequina, nas cinco épocas de aclimação (E1 a E5). Os dados de cada gráfico correspondem a uma repetição (saco plástico com uma estaca semilenhosa enraizada). Syx é o erro padrão da estimativa e r^2 é o coeficiente de determinação. Maria da Fé, MG, 2010. 46
- Figura 6** – Miniestacas de MGS ASC315 e Arbequina enterradas em bancadas de propagação contendo os substratos a) areia e b) perlita. Maria da Fé, MG, 2010. 59
- Figura 7** – Minijardim clonal constituído por minicepas de MGS ASC315 e Arbequina. Maria da Fé, MG, 2010. 61
- Figura 8** – Média do rendimento em número de miniestacas (RNM) por minicepa por coleta das cultivares MGS ASC315 e Arbequina em quatro coletas sucessivas (C1 – 26/04/2010; C2 – 26/07/2010; C3 – 26/10/2010; e C4 – 26/01/2011) e média das coletas (MC) realizadas no minijardim clonal. Maria da Fé, MG, 2010. 74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Médias das temperaturas mínima, média e máxima diárias do ar (°C), nas diferentes épocas de aclimação (E1 a E5), correspondentes ao período que se estende da data de instalação de cada época até a última observação do NF. Maria da Fé, MG, 2010.	44
Tabela 2 – Resumo da análise de variância para valores estimados de filocrono em mudas de oliveira, considerando os fatores cultivar e época de aclimação.	47
Tabela 3 – Médias do filocrono (°C dia folha ⁻¹) para as duas cultivares de oliveira nas cinco épocas de aclimação (E1 a E5). Maria da Fé, MG, 2010.....	48
Tabela 4 – Resumo da análise de variância para porcentagem de sobrevivência de miniestacas em miniestacas de oliveira, considerando os fatores cultivar, concentração de AIB e substrato.	62
Tabela 5 – Médias da porcentagem de sobrevivência de miniestacas (%) para as quatro concentrações de AIB. Maria da Fé, MG, 2010.	63
Tabela 6 – Resumo da análise de variância para porcentagem de miniestacas enraizadas em miniestacas de oliveira, considerando os fatores cultivar, concentração de AIB e substrato.	63
Tabela 7 – Médias da porcentagem de miniestacas enraizadas (%) para as duas cultivares de oliveira nos dois substratos. Maria da Fé, MG, 2010.	64
Tabela 8 – Médias da porcentagem de miniestacas enraizadas (%) para as quatro concentrações de AIB nos dois substratos. Maria da Fé, MG, 2010.	65
Tabela 9 – Resumo da análise de variância para porcentagem de miniestacas com calo em miniestacas de oliveira, considerando os fatores cultivar, concentração de AIB e substrato.	66
Tabela 10 – Médias da porcentagem de miniestacas com calo (%) para as duas cultivares de oliveira nos dois substratos. Maria da Fé, MG, 2010.	67
Tabela 11 – Resumo da análise de variância para número total médio de raízes em miniestacas de oliveira, considerando os fatores cultivar, concentração de AIB e substrato.	68
Tabela 12 – Médias do número total médio de raízes (raízes por miniestaca) para as duas cultivares de oliveira, nas quatro concentrações de AIB e nos dois substratos (comparação de médias entre cultivares, dentro de concentração de AIB e substrato, e entre concentrações de AIB, dentro de cultivar e substrato). Maria da Fé, MG, 2010.	69

Tabela 13 – Médias do número total médio de raízes (raízes por miniestaca) para as duas cultivares de oliveira, nas quatro concentrações de AIB e nos dois substratos (comparação de médias entre substratos, dentro de cultivar e concentração de AIB). Maria da Fé, MG, 2010.....	70
Tabela 14 – Resumo da análise de variância para comprimento médio da maior raiz em miniestacas de oliveira, considerando os fatores cultivar, concentração de AIB e substrato.....	71
Tabela 15 – Médias do comprimento médio da maior raiz (cm) para as duas cultivares de oliveira nos dois substratos. Maria da Fé, MG, 2010.....	72
Tabela 16 – Médias do comprimento médio da maior raiz (cm) para as quatro concentrações de AIB nos dois substratos. Maria da Fé, MG, 2010.....	72

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 A ESPÉCIE <i>Olea europaea</i> L. E SUA IMPORTÂNCIA ECONÔMICA.....	15
2.2 DESENVOLVIMENTO VEGETAL	17
2.2.1 Temperatura do ar e soma térmica	17
2.2.2 Filocrono	18
2.3 PROPAGAÇÃO VEGETATIVA.....	19
2.3.1 Propagação por enxertia	20
2.3.2 Propagação por estaquia	20
2.3.3 Propagação por miniestaquia	22
2.4 FATORES QUE INFLUENCIAM O ENRAIZAMENTO DE ESTACAS.....	23
2.4.1 Fatores intrínsecos	24
2.4.1.1 Fatores anatômicos	24
2.4.1.2 Fatores fisiológicos.....	25
2.4.1.3 Juvenilidade e maturação.....	26
2.4.2 Fatores extrínsecos	27
2.4.2.1 Época de coleta das estacas	27
2.4.2.2 Condições ambientais	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
CAPÍTULO 2: DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DE DUAS CULTIVARES DE OLIVEIRA (<i>Olea europaea</i> L.) NA FASE DE MUDA	36
RESUMO	37
ABSTRACT	38
1 INTRODUÇÃO	39
2 MATERIAL E MÉTODOS	40
2.1 PROTOCOLO EXPERIMENTAL	40
2.2 MÉTODO DE SOMA TÉRMICA	42
2.3 ESTIMATIVA DO FILOCRONO	43
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4 CONCLUSÕES	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

CAPÍTULO 3: PROPAGAÇÃO DA OLIVEIRA (<i>Olea europaea</i> L.) POR ENRAIZAMENTO DE MINIESTACAS SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO E SUBSTRATOS	55
RESUMO.....	56
ABSTRACT	57
1 INTRODUÇÃO	58
2 MATERIAL E MÉTODOS	59
2.1 AVALIAÇÃO DO ENRAIZAMENTO DE MINIESTACAS.....	59
2.2 AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO MINIJARDIM CLONAL.....	60
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
3.1 AVALIAÇÃO DO ENRAIZAMENTO DE MINIESTACAS.....	62
3.1.1 Porcentagem de sobrevivência de miniestacas.....	62
3.1.2 Porcentagem de miniestacas enraizadas.....	63
3.1.3 Porcentagem de miniestacas com calo	66
3.1.4 Número total médio de raízes	68
3.1.5 Comprimento médio da maior raiz.....	71
3.2 AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO MINIJARDIM CLONAL.....	73
3.2.1 Sobrevivência das minicepas	73
3.2.2 Rendimento em número de miniestacas	73
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75
5 CONCLUSÕES.....	76
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77

CAPÍTULO 1: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1 INTRODUÇÃO

O aumento do consumo de azeite de oliva, devido à sua importância no tratamento de várias doenças, como diabetes, câncer e doenças cardiovasculares (BARCELOS; ANGELIS-PEREIRA; OLIVEIRA, 2006), entre outras doenças, tem despertado o interesse de produtores de todo o mundo pelo cultivo da oliveira (*Olea europaea* L.). Nos últimos anos, foi observado um grande aumento na produção mundial de azeite, promovido principalmente por países da região do Mediterrâneo, como Portugal, Espanha, Itália e Grécia (MESQUITA; OLIVEIRA; MESQUITA, 2006).

No Brasil, a oliveira ainda é pouco cultivada, tornando o País um dos maiores importadores de azeitona e azeite do mundo (VIEIRA NETO et al., 2008). Para o alcance da auto-suficiência na produção, estudos que relacionem o desenvolvimento da oliveira com as condições ambientais das regiões brasileiras e estudos sobre o manejo adequado em todas as fases da cultura, inclusive na fase de produção de mudas, são fundamentais.

As condições ambientais de uma região são essenciais para o bom desempenho das culturas, pois são essas condições que determinarão os padrões de crescimento e desenvolvimento das plantas (LIVRAMENTO; OLIVEIRA, 2006). A temperatura do ar é o fator ambiental que mais afeta o desenvolvimento vegetal (YAN; HUNT, 1999). Assim, o conhecimento das exigências térmicas é fundamental para a previsão do ciclo de uma determinada cultura (GADIOLI et al., 2000).

O primeiro passo para a implantação ou renovação de uma cultura está relacionado ao método de propagação vegetativa (OLIVEIRA; ANTUNES; SCHUCH, 2006). Apesar da estaquia ter se tornado a técnica mais difundida para a propagação da oliveira (OLIVEIRA, 2001), o enraizamento ainda é considerado baixo. Uma técnica que tem promovido consideráveis avanços, principalmente em relação ao percentual de enraizamento e à melhoria do sistema radicular, é a miniestaquia (ALFENAS et al., 2004).

Esta dissertação foi dividida em três capítulos. O capítulo 1 refere-se à revisão bibliográfica. O capítulo 2 teve como objetivo avaliar o desenvolvimento de duas cultivares de oliveira, MGS ASC315 e Arbequina, durante a fase de muda, em diferentes épocas de aclimação. O capítulo 3 teve como objetivo avaliar o enraizamento de miniestacas das mesmas cultivares sob diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB) e substratos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A ESPÉCIE *Olea europaea* L. E SUA IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

A oliveira (*Olea europaea* L.) pertence à família Oleaceae, a qual compreende cerca de trinta gêneros, entre eles *Fraxinus*, *Ligustrum*, *Olea* e *Syringa*. (OLIVEIRA, 2001).

Quando cultivada, é uma árvore de tamanho médio e formato arredondado, apresentando duas fases bastante distintas, a juvenil e a adulta, as quais se distinguem pela capacidade de reprodução, potencial de enraizamento e morfologia de ramos e folhas. O sistema radicular é caracterizado por uma raiz pivotante central, quando a planta provém de sementes, ou por raízes adventícias, quando a planta se origina de estacas. As folhas adultas são simples e de forma elíptica, elíptica-lanceolada ou lanceolada. A flor é composta por quatro sépalas verdes, quatro pétalas brancas, dois estames e um pistilo. O fruto, denominado azeitona, é uma drupa de tamanho pequeno e forma elipsoidal, constituída de uma semente e três tecidos fundamentais: endocarpo (caroço), mesocarpo (polpa) e exocarpo (pele). O acúmulo de azeite se localiza nos vacúolos das células do mesocarpo (RAPOPORT, 1998 apud OLIVEIRA, 2001).

O azeite de oliva é rico em várias substâncias com capacidade antioxidante, como os compostos fenólicos. É, ainda, a principal fonte de ácido oléico na dieta humana, o qual desempenha funções importantes no tratamento de várias doenças, como diabetes, doenças cardíaco-coronarianas, câncer, entre outras, sendo consumido em larga escala em várias regiões do mundo (BARCELOS; ANGELIS-PEREIRA; OLIVEIRA, 2006).

A oliveira é proveniente de regiões em que o clima é caracterizado por um inverno chuvoso e por um verão seco, podendo ter seu desenvolvimento e crescimento afetados quando introduzida fora de seu habitat natural (LIVRAMENTO; OLIVEIRA, 2006). No Brasil, regiões com condições edafoclimáticas adequadas ao cultivo de espécies de clima temperado, como a região da Alta Mantiqueira, onde se localiza o município de Maria da Fé, sul de Minas Gerais, têm realizado o cultivo de diferentes variedades de oliveira durante os últimos anos (OLIVEIRA; ANTUNES; SCHUCH, 2006).

Não há certeza da origem da oliveira. Alguns relatos indicam a Síria, o Líbano e Israel. Sua domesticação teve início entre 10.000 e 3.000 a.C., na Mesopotâmia, de onde foi

difundida para outros países, como Egito, Ásia Menor e Grécia Continental e, mais tarde, para o Mediterrâneo, Oriente Médio e Europa (VIEIRA NETO et al., 2008).

A área cultivada de oliveira no mundo corresponde à cerca de 10,6 milhões de hectares, com mais de um bilhão de plantas de oliveira sendo cultivadas (INTERNATIONAL OLIVE COUNCIL, 2011), das quais menos de 10% são destinadas ao preparo de azeitonas e mais de 90% à extração de azeite (OLIVEIRA et al., 2008). Nos últimos 20 anos, a produção mundial de azeite subiu de 1,45 milhão de toneladas (1990/1991) para 3,08 milhões de toneladas (2010/2011), representando um aumento de 112% (INTERNATIONAL OLIVE COUNCIL, 2011).

Apesar de haver um incremento na produção de azeitona e azeite em todo o mundo, ela ainda é concentrada na região do Mediterrâneo (MESQUITA; OLIVEIRA; MESQUITA, 2006). Em países da Comunidade Econômica Européia (CEE), a produção de azeite de oliva em 2010/2011 foi de 2,2 milhões de toneladas, ou seja, 73,1% da produção de todo o mundo, da qual 46,0% proveio da Espanha, 14,6% da Itália e 9,9% da Grécia (INTERNATIONAL OLIVE COUNCIL, 2011).

Entretanto, estas tradicionais áreas de cultivo estão limitadas aos plantios já existentes, com pouca possibilidade de ampliação dos mesmos. Já na Austrália e na América do Sul, as oliveiras ganham cada vez mais espaço, com 20 mil hectares cultivados na Austrália, 60 mil hectares na Argentina e 10 mil hectares no Chile (EMBRAPA, 2005). No Brasil, o cultivo de oliveiras é uma atividade econômica recente e em expansão (OLIVEIRA et al., 2010), com novos plantios comerciais instalados na região sul de Minas Gerais (OLIVEIRA, 2009).

O Brasil ainda se apresenta como um dos maiores importadores de azeitona e azeite de oliva da América do Sul, sendo Argentina, Espanha e Portugal os principais fornecedores (VIEIRA NETO et al., 2008). Nos nove meses entre outubro/2010 e junho/2011, as importações de azeite de oliva aumentaram em 23% para o Brasil em relação ao mesmo período de 2009/2010 (INTERNATIONAL OLIVE COUNCIL, 2011). O aumento das importações de azeitona e azeite, bem como o aumento do consumo pelos brasileiros, faz do Brasil um mercado promissor destes produtos (MESQUITA; OLIVEIRA; MESQUITA, 2006), possibilitando uma maior agregação de valores ao agronegócio brasileiro pela cultura da oliveira (EMBRAPA, 2005). Segundo Vieira Neto et al. (2008), a auto-suficiência na produção de azeitona e azeite, pelo Brasil, seria alcançada com o plantio de cerca de 62 mil hectares de oliveira, o que evitaria gastos anuais de 340 milhões de reais com importações e resultaria em uma remuneração para os agricultores de, aproximadamente, 24 mil reais por hectare, a partir do sexto ano.

2.2 DESENVOLVIMENTO VEGETAL

Desenvolvimento e crescimento vegetal são processos distintos, mas relacionados, que podem ocorrer de forma simultânea ou não (WILHELM; McMASTER, 1995), sendo, por isso, termos muitas vezes confundidos ou utilizados de maneira inadequada (SCHONS et al., 2009). O desenvolvimento inclui eventos que se estendem desde a iniciação, aparecimento de órgãos e diferenciação celular até a senescência da planta, sendo o número de folhas (NF) uma variável importante na quantificação do desenvolvimento. O crescimento refere-se ao aumento irreversível de dimensões físicas, como área foliar, altura, diâmetro e peso seco (WILHELM; McMASTER, 1995; TAIZ; ZEIGER, 2004).

2.2.1 Temperatura do ar e soma térmica

A duração das fases fenológicas de uma cultura, avaliada em dias civis, varia entre regiões, anos e datas de semeadura, devido, principalmente, às variações climáticas (GADIOLI et al., 2000). A temperatura do ar, em vários estudos, tem-se apresentado como o fator ambiental que mais influencia o desenvolvimento das plantas (DELLAI et al., 2005; FAGUNDES et al., 2007; MARTINS; SILVA; STRECK, 2007; PIVETTA et al., 2007; SCHONS et al., 2007; STRECK et al., 2007; KOEFENDER et al., 2008; PAULA; STRECK, 2008; FAGUNDES et al., 2009; MALDANER et al., 2009; ROSA et al., 2009). Segundo Larcher (2000 apud LIVRAMENTO; OLIVEIRA, 2006), a temperatura ideal da fotossíntese para oliveira varia entre 15 °C e 30 °C, podendo ser inibida a partir de 35 °C.

Uma maneira de quantificar a influência da temperatura do ar sobre o desenvolvimento vegetal é fazendo uso da soma térmica, com unidade °C dia (GILMORE; ROGERS, 1958; ARNOLD, 1960; BRUNINI et al., 1976; XUE; WEISS; BAENZIGER, 2004). O método da soma térmica fundamenta-se na premissa de que uma planta necessita de um somatório térmico para completar uma determinada fase fenológica ou o ciclo total (GADIOLI et al., 2000; STORCK et al., 2009), sendo uma melhor medida de tempo biológico que dias do calendário civil (GILMORE; ROGERS, 1958).

Neste método considera-se uma temperatura mínima ou temperatura base, abaixo da qual a planta paralisa o seu desenvolvimento. Na forma mais simples de cálculo, a soma

térmica é obtida subtraindo a temperatura base da planta da temperatura média diária do ar (BRUNINI et al., 1976). A temperatura base, além de variar com a espécie ou variedade da planta, pode variar com a idade ou fase fenológica da mesma, sendo comum considerar apenas uma temperatura base para todo o ciclo da planta (PRETT, 1992 apud GADIOLI et al., 2000).

O método de soma térmica pressupõe, ainda, uma relação linear entre acréscimo de temperatura e desenvolvimento vegetal (BRUNINI et al., 1976; GADIOLI et al., 2000; STRECK et al., 2005b). Entretanto, essa pressuposição adéqua-se somente à faixa de temperatura entre a temperatura base e a temperatura ótima (STRECK et al., 2005b). Desta forma, quando as temperaturas não são consideradas ótimas para o desenvolvimento, o método da soma térmica poderá gerar erros no cálculo (KOEUFENDER et al., 2008).

Apesar da limitação do método, ele continua sendo utilizado com sucesso na quantificação da temperatura do ar em modelos de desenvolvimento em muitas espécies de interesse agrícola (VOLPE; SCHÖFFEL; BARBOSA, 2002; PIVETTA et al., 2007; STRECK et al., 2007; TRENTIN et al., 2008; FAGUNDES et al., 2009; MALDANER et al., 2009; ROSA et al., 2009; STORCK et al., 2009; MIRANDA; CAMPELO JÚNIOR, 2010), florestal (MARTINS; SILVA; STRECK, 2007), medicinal (FAGUNDES et al., 2008; KOEFENDER et al., 2008) e ornamental (FAGUNDES et al., 2007).

Modelos utilizados para estimar a época de ocorrência das fases fenológicas de uma planta auxiliam a implantação da cultura e as práticas de manejo, fazendo da soma térmica um importante parâmetro para a redução de possíveis riscos, já que o conhecimento das exigências térmicas de uma cultura contribui para a previsão da duração do ciclo da planta (TRENTIN et al., 2008).

2.2.2 Filocrono

Um importante parâmetro de desenvolvimento vegetal é o número de folhas emitidas (NF) (MALDANER et al., 2009), considerado uma excelente medida de desenvolvimento vegetal (STRECK et al., 2003; XUE; WEISS; BAENZIGER, 2004). O NF pode ser estimado através da determinação do filocrono, definido como o intervalo de tempo entre o surgimento de folhas sucessivas em uma haste (WILHELM; McMASTER, 1995; XUE; WEISS; BAENZIGER, 2004), sendo o tempo expresso em °C dia e o filocrono, em °C dia folha⁻¹

(XUE; WEISS; BAENZIGER, 2004; KOEFENDER et al., 2008; STRECK et al., 2009). É uma variável de desenvolvimento vegetativo atraente devido a sua facilidade de obtenção e a sua relação com outros eventos associados ao desenvolvimento e crescimento (STRECK et al., 2003; ROSA et al., 2009).

O filocrono é influenciado por diversos fatores, como temperaturas extremas, estresses nutricional e hídrico, altas concentrações de sal e de CO₂, fotoperíodo (WILHELM; McMASTER, 1995), bem como pelos diferentes métodos de cálculo da soma térmica (ROSA et al., 2007).

Uma das desvantagens do modelo do filocrono é o fato dele supor que a resposta do desenvolvimento é linear à temperatura (YAN; HUNT, 1999), sendo que processos biológicos podem responder não-linearmente a este fator meteorológico (XUE; WEISS; BAENZIGER, 2004).

Trabalhos de pesquisa utilizando o conceito de filocrono foram realizados para culturas perenes, como laranjeira (VOLPE; SCHÖFFEL; BARBOSA, 2002), eucalipto (MARTINS; SILVA; STRECK, 2007; MARTINS; STRECK, 2007) e araucária (NETO, 2008), e principalmente para culturas anuais, como trigo (XUE; WEISS; BAENZIGER, 2004; ROSA et al., 2009), batata (DELLAI et al., 2005), cártamo (STRECK et al., 2005a), tomateiro (PIVETTA et al., 2007), arroz (STRECK et al., 2007), mandioca (SCHONS et al., 2007; FAGUNDES et al., 2009), berinjela (MALDANER et al., 2009) e milho (STRECK et al., 2009). Com relação à oliveira, estudos sobre o seu desenvolvimento são escassos, como o de Melo-Abreu et al. (2004), que avaliaram três diferentes modelos de soma térmica a fim de prever a floração da espécie em três cenários distintos de aquecimento global.

2.3 PROPAGAÇÃO VEGETATIVA

A propagação vegetativa é o passo inicial para a implantação ou renovação de uma cultura (OLIVEIRA; ANTUNES; SCHUCH, 2006). Sua principal função é manter a constituição de um determinado genótipo ao longo das gerações (SANTOS, 2009).

Justifica-se o uso econômico da propagação vegetativa quando existem genótipos de alta produtividade ou quando a semente é insumo limitado (XAVIER et al., 2003). Em algumas espécies, como o jambeiro-rosa (*Syzygium malacensis*), por ser comum a existência de frutos de sementes ausentes, torna-se necessário que a propagação seja realizada através de

processos vegetativos, como a estaquia (MARTINS; GRACIANO; SILVA, 2001). Em outras, como o alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*), a estaquia é recomendada em função da dificuldade de coleta e manipulação das sementes, as quais são muito pequenas e com baixos índices de germinação (MATOS; OLIVEIRA, 1998 apud CARVALHO JÚNIOR; MELO; MARTINS, 2009). No caso da oliveira, apesar das sementes apresentarem-se viáveis, a propagação vegetativa ainda é a técnica mais indicada para o estabelecimento de plantios comerciais, por manter as características genéticas da planta-mãe e por proporcionar porte reduzido, uniformidade e precocidade de produção, qualidades que nem sempre são adquiridas pela planta através da reprodução sexual (OLIVEIRA et al., 2009).

2.3.1 Propagação por enxertia

A enxertia é uma técnica de propagação assexuada, onde se juntam partes de tecidos de duas plantas distintas que se unem e crescem como uma única planta (HARTMANN et al., 2002 apud OLIVEIRA, 2009), a qual é composta de duas partes, o enxerto e o porta-enxerto (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005). O porta-enxerto influencia a absorção de água e nutrientes da variedade enxertada e, assim, a sua composição mineral, crescimento, volume de produção e qualidade dos frutos (SCHÄFER et al., 2001).

Um dos fatores que podem inviabilizar a enxertia é a incompatibilidade entre enxerto e porta-enxerto (OLIVEIRA, 2001), sejam estes de gêneros distintos, como observado na combinação entre oliveira e ligustro (*Lygustrum* sp.) (FERNANDES, 1985 apud DUTRA et al., 2004), ou de gêneros afins, como verificado entre oliveira e porta-enxertos de outras espécies do mesmo gênero (HARTMANN et al., 1986 apud DUTRA et al., 2004). A carência de estudos sobre a melhor combinação entre enxerto e porta-enxerto, faz com que a estaquia seja, atualmente, a técnica mais utilizada na propagação da oliveira (OLIVEIRA, 2001).

2.3.2 Propagação por estaquia

A estaquia é um método de propagação assexuada, onde os segmentos de uma planta emitem raízes, originando uma nova planta com as mesmas características da planta-mãe

(PASQUAL et al., 2001 apud OLIVEIRA, 2009) e com um curto período de tempo para alcançar a idade de produção (DONADIO; MARTINS; VALENTE, 1992 apud MARTINS; GRACIANO; SILVA, 2001).

As estacas provenientes do caule são as mais utilizadas na propagação vegetativa, podendo ser classificadas, segundo a natureza do lenho, em lenhosas (tecidos lignificados, sem folhas e coletadas durante a época da poda), herbáceas (tecidos tenros, com folhas e coletadas na fase de desenvolvimento vegetativo) e semilenhosas (tecido em estágio intermediário entre tenro e lignificado, com folhas e coletadas no fim do verão), havendo grandes diferenças na capacidade de enraizamento entre as diferentes classes de estacas (HARTMANN et al., 2002 apud OLIVEIRA, 2009).

Até o final do século XX, a técnica mais utilizada para a propagação da oliveira foi o enraizamento de estacas lenhosas de aproximadamente 60 cm de comprimento, colocadas diretamente nas covas de plantio. Posteriormente, passou-se a enraizar estacas de cerca de 20 cm, as quais eram acondicionadas em viveiro até a formação das mudas. Os principais inconvenientes deste método são: a propagação pode ser realizada apenas uma vez ao ano, na época da poda; a utilização de estacas a partir de ramos obtidos de podas possibilita a multiplicação de variedades não desejadas; a necessidade de grande quantidade de material vegetativo, quando a área de plantio é considerável, dificulta sua obtenção com qualidade; e o enraizamento diretamente na cova condiciona a área do futuro olival como viveiro de mudas durante um ano, implicando em maiores gastos (CABALLERO; RÍO, 2006).

Atualmente, a propagação da oliveira é realizada através do enraizamento de estacas semilenhosas de 12 cm de comprimento e dois pares de folhas, sob nebulização intermitente. As principais vantagens deste método são: o pequeno tamanho das estacas, possibilitando a obtenção de um grande número de mudas a partir de uma pequena quantidade de material vegetativo, assegurando a identidade da variedade e suas qualidades sanitárias; a garantia de um maior enraizamento e de mudas de melhor qualidade, uma vez que as estacas são obtidas de plantas matrizes em crescimento vegetativo constante, destinadas somente à produção de estacas; e o bom desenvolvimento do sistema radicular no campo, possibilitando um alto índice de pegamento e um crescimento rápido da planta, favorecendo, desta forma, a precocidade de produção (CABALLERO; RÍO, 2006).

Apesar dessas vantagens, o enraizamento para cultivares de oliveira ainda é considerado baixo. Oliveira et al. (2008) verificaram um percentual de estacas enraizadas de MGS ASC315 de apenas 30,3% quando tratadas com 3.000 mg L⁻¹ de ácido indolbutírico

(AIB). Sebastiani e Tognetti (2004) observaram que estacas da cultivar Gentile di Larino apresentaram baixo enraizamento (0 a 18%) mesmo com a aplicação de 4.000 mg L⁻¹ de AIB.

2.3.3 Propagação por miniestaquia

O baixo índice de enraizamento e a baixa qualidade do sistema radicular constituem as principais limitações da estaquia tradicional (ALFENAS et al., 2004). Dentre as diversas técnicas de propagação vegetativa, a miniestaquia vem sendo utilizada com sucesso na propagação de espécies florestais, como eucalipto (WENDLING; XAVIER, 2003; WENDLING; XAVIER, 2005a, b; ALMEIDA et al., 2007; GOULART; XAVIER, 2008; GOULART; XAVIER; CARDOSO, 2008), cedro-rosa (XAVIER et al., 2003; XAVIER; SANTOS; OLIVEIRA, 2003) e cedro-australiano (SOUZA et al., 2009); frutíferas, como maracujazeiro (CARVALHO; SILVA; FAQUIM, 2007) e goiabeira (MARINHO et al., 2009); e medicinais, como erva-mate (WENDLING; DUTRA; GROSSI, 2007) e espinheira-santa (LIMA et al., 2009). Em relação à cultura da oliveira, a miniestaquia é uma técnica ainda pouco estudada e que pode apresentar um grande potencial.

Na miniestaquia, propágulos vegetativos (miniestacas) são coletados da própria estaca enraizada pelo método tradicional de estaquia ou do estoque de mudas previamente enraizadas (minicepas). Ao conjunto de minicepas dá-se o nome de minijardim clonal (ALFENAS et al., 2004).

Nos últimos anos, houve um grande avanço das pesquisas objetivando a potencialização do enraizamento de miniestacas (GOULART; XAVIER; CARDOSO, 2008), possibilitando clonar comercialmente genótipos de difícil enraizamento e proporcionando incrementos na porcentagem de miniestacas enraizadas (ALFENAS et al., 2004) e no número e comprimento das raízes (SCHNECK, 1996 apud WENDLING; XAVIER, 2005a), o que tem refletido positivamente na sobrevivência, no arranque inicial e no desempenho da planta no campo (ALFENAS et al., 2004).

Dentre as principais vantagens do processo de miniestaquia, destacam-se: eliminação ou redução do uso de reguladores de crescimento; substituição dos jardins clonais pelos minijardins clonais, disponibilizando maiores áreas de plantio; redução de investimentos em casa de vegetação, devido a maior velocidade de enraizamento; maior controle de pragas, doenças, fertilização e irrigação, resultando em melhoria da qualidade das mudas (ALFENAS

et al., 2004); e redução dos custos com transporte e coleta das brotações (XAVIER et al., 2003). Dentre as principais desvantagens, estão a necessidade de mão-de-obra qualificada e o maior controle sobre o manejo, planejamento e elaboração de atividades de produção de mudas (ALFENAS et al., 2004).

Titon et al. (2003b), avaliando a eficiência de minijardins clonais quanto à sobrevivência, vigor e capacidade produtiva de minicepas de *Eucalyptus grandis* em coletas sucessivas de miniestacas, verificaram que a técnica de miniestaquia, visando a propagação clonal, pode ser considerada eficiente na produção de propágulos para os clones em estudo. Almeida et al. (2007) observaram que a miniestaquia apresentou respostas satisfatórias quanto aos índices de enraizamento de clones de *Eucalyptus cloeziana*, considerada uma espécie de difícil propagação vegetativa. Souza et al. (2009) concluíram que é viável a propagação do cedro-australiano (*Toona ciliata*) por enraizamento de miniestacas oriundas de minicepas de origem seminal, as quais apresentaram 100% de sobrevivência após coletas sucessivas de miniestacas. Resultados semelhantes foram encontrados por Xavier et al. (2003), ao avaliarem a técnica de miniestaquia como método de propagação do cedro-rosa (*Cedrela fissilis*).

2.4 FATORES QUE INFLUENCIAM O ENRAIZAMENTO DE ESTACAS

Diversos fatores podem afetar o enraizamento de estacas, sejam eles intrínsecos ou extrínsecos ao material vegetal (OLIVEIRA, 2001; ALFENAS et al., 2004; FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005). Dentre os fatores intrínsecos destacam-se a anatomia e a fisiologia do enraizamento, bem como o estado de maturação da planta-mãe. Em relação aos fatores extrínsecos pode-se citar a época de coleta das estacas e as condições ambientais (OLIVEIRA, 2001; OLIVEIRA, 2007).

O sucesso ou fracasso da produção de mudas através do enraizamento adventício estão fundamentalmente relacionados ao conhecimento desses fatores (CUNHA et al., 2009). Uma vez que 70 a 90% da produção vegetal depende do sucesso de enraizamento de estacas (ANON, 1991 apud MANCUSO, 1999), é necessário identificar todos os fatores que controlam esse processo.

2.4.1 Fatores intrínsecos

“A formação de raízes em estacas é um processo anatômico e fisiológico complexo, associado à desdiferenciação e ao redirecionamento do desenvolvimento de células vegetais totipotentes para a formação de meristemas que darão origem a raízes adventícias” (ALFENAS et al., 2004, p. 39).

2.4.1.1 Fatores anatômicos

Ao contrário do que ocorre na propagação sexuada, onde são formadas raízes do tipo pivotante, as raízes oriundas de estacas são classificadas como adventícias (PASQUAL et al., 2001 apud OLIVEIRA, 2007), as quais se originam de grupos de células já diferenciadas que retornam a um estado meristemático após um processo de desdiferenciação (OLIVEIRA, 2001).

Para algumas espécies de difícil enraizamento, entretanto, as raízes adventícias podem apresentar origem exógena, ou seja, a partir de células parenquimatosas do calo de cicatrização (PEIXE et al., 2007), formado a partir do câmbio vascular, do córtex ou da medula, representando o início do processo de regeneração (HARTMANN et al., 2002 apud OLIVEIRA, 2007). Para Silva, Faquim e Carvalho (2006), a calogênese é um prenúncio importante para a formação de raízes adventícias em estacas, enquanto para Hartmann et al. (2002 apud OLIVEIRA, 2007), a formação de calo e de raízes são processos independentes na maioria das plantas.

A dificuldade de enraizamento pode estar relacionada, ainda, à presença de um anel contínuo de esclerênquima entre o floema e o córtex, ponto de origem das raízes adventícias. Em estudos de estacas de oliveira e estacas maduras de difícil enraizamento de *Hedera helix* e *Ficus pumila*, a presença de um anel de esclerênquima foi associada à recalcitrância da estaca, enquanto estacas de fácil enraizamento foram caracterizadas pela descontinuidade deste anel (HARTMANN et al., 2002 apud SANTOS, 2009). Em outros estudos, entretanto, foi verificado que este anel era descontínuo ou inexistente, em algumas variedades difíceis de enraizar, e contínuo, em outras de fácil enraizamento, sugerindo que o esclerênquima não é um fator restritivo ao enraizamento (SACHS; LORETI; DE BIE, 1964).

2.4.1.2 Fatores fisiológicos

A aplicação de reguladores vegetais, com destaque para as auxinas, é decisiva para a formação de raízes em estacas de várias espécies (FIORI; ZUCCONI, 1968 apud OLIVEIRA, 2007), inclusive para estacas de oliveira (OLIVEIRA, 2007). Entre as auxinas sintéticas, destacam-se o ácido indolacético (AIA), o ácido indolbutírico (AIB), o ácido naftaleno acético (ANA) e o 2-4-diclorofenoxiacético (2,4-D) (BLAZICH, 1987 apud TITON et al., 2003a). O AIB é o regulador vegetal de crescimento mais utilizado para o aumento do potencial rizogênico em estacas, por ser uma substância fotoestável, de ação localizada e menos sensível à degradação biológica quando comparado a outras auxinas (HINOJOSA, 2000 apud OLIVEIRA, 2009).

Aplicações exógenas de auxina, em função da sua concentração, promovem uma maior porcentagem, velocidade, qualidade e uniformidade de enraizamento até um determinado ponto, após o qual ocorre efeito inibitório (TITON et al., 2003a; GOULART; XAVIER; CARDOSO, 2008). As concentrações do produto variam com a espécie, o clone, o estado de maturação do propágulo e a forma de aplicação (TITON et al., 2003a).

Pio et al. (2005), ao avaliarem o efeito de diferentes concentrações de AIB no enraizamento de estacas semilenhosas de oliveira, observaram que a concentração de 2.000 mg L⁻¹ de AIB promoveu maior percentual de enraizamento, e que a concentração de 3.000 mg L⁻¹ induziu a melhores respostas quanto ao número de raízes por estacas e comprimento médio das raízes. Oliveira et al. (2008) verificaram que o tratamento de estacas semilenhosas com AIB afetou de forma crescente a porcentagem de estacas enraizadas, o número médio de raízes e o comprimento médio das raízes. Titon et al. (2003a), trabalhando com clones de *Eucalyptus grandis*, constataram aumento nos índices de enraizamento de miniestacas nas concentrações de 1.000 mg L⁻¹ e 2.000 mg L⁻¹, na maioria dos clones. Já Wendling e Xavier (2005b), trabalhando com clones da mesma espécie, verificaram que a aplicação de AIB não resultou em incremento no enraizamento das miniestacas, sendo observados certos níveis de toxidez nas concentrações acima de 500 mg L⁻¹ em alguns clones. Almeida et al. (2007) concluíram que clones de *Eucalyptus cloeziana* com maior potencial rizogênico apresentaram melhores respostas de enraizamento de miniestacas com concentrações menores de AIB, enquanto para aqueles com potencial rizogênico reduzido, houve uma tendência de as maiores concentrações serem mais efetivas ao enraizamento. Xavier et al. (2003) e Souza et al. (2009)

constatarem que miniestacas de cedro-rosa (*Cedrela fissilis*) e cedro-australiano (*Toona ciliata*), respectivamente, são capazes de enraizar sem a necessidade de aplicação de AIB.

Além do balanço hormonal, os hidratos de carbono, formados durante a fotossíntese, também influenciam o enraizamento de estacas, fazendo com que a presença das folhas seja fundamental para a formação do novo sistema radicular (OLIVEIRA, 2001). A presença de folhas garante a sobrevivência das estacas tanto pela síntese de carboidratos quanto pelo fornecimento de auxinas e outras substâncias importantes para a formação de raízes (LIONAKIS, 1981 apud CHAGAS et al., 2008).

A nutrição mineral é outro fator que afeta o enraizamento de estacas. Através dela será definida a quantidade de auxinas, carboidratos e outros compostos metabólicos, essenciais à indução e ao crescimento das raízes (CUNHA et al., 2009). Os macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) e os micronutrientes (Zn e B) estão envolvidos em inúmeros processos metabólicos (OLIVEIRA, 2007). Muitas vezes, a adubação das plantas matrizes com nitrogênio influencia mais no enraizamento das estacas do que a adubação com outros macronutrientes (OLIVEIRA, 2009). Em geral, o enraizamento está correlacionado negativamente com os teores de nitrogênio. Entretanto, a deficiência extrema deste nutriente pode ser prejudicial, já que ele é necessário para a formação de ácidos nucléicos e para a síntese de proteínas (HARTMANN et al., 1997 apud CUNHA, 2006). Adubações com zinco aumentam os teores de auxina endógena dos ramos e, assim, das estacas (OLIVEIRA, 2007). Assim, espera-se que uma fertilização suplementar ao substrato utilizado no enraizamento possa aumentar as taxas de enraizamento das estacas (OLIVEIRA, 2009).

2.4.1.3 Juvenildade e maturação

Com a transição para o estado maduro ocorrem, entre outros aspectos, variações na capacidade de propagação vegetativa, na qualidade e na velocidade da formação de raízes, tornando fundamental a identificação de indivíduos ou órgãos e tecidos que se apresentam juvenis ou que possam ser rejuvenescidos (WENDLING; XAVIER, 2001).

A capacidade de enraizamento diminui à medida que a planta apresenta características de maturação (GOULART; XAVIER; CARDOSO, 2008). Nesse sentido, o rejuvenescimento de células e tecidos torna-se um dos fatores mais importantes para uma propagação vegetativa efetiva (BONGA, 1982 apud TITON; XAVIER; OTONI, 2002). Quanto mais juvenil o

propágulo, maior a chance de enraizamento expresso em porcentagem, velocidade de formação de raízes, qualidade do sistema radicular e capacidade de crescimento da planta formada (GOMES, 1987 apud ALFENAS et al., 2004).

Segundo Alfenas et al. (2004, p. 43), “a juvenilidade expressa pela capacidade de enraizamento, aumenta do ápice para a base da planta matriz e é maior quando se utilizam miniestacas oriundas de minicepas”. Assim, de acordo com os mesmos autores, a garantia de bons níveis de enraizamento de estacas e miniestacas depende fundamentalmente da posição de coleta das brotações.

2.4.2 Fatores extrínsecos

2.4.2.1 Época de coleta das estacas

Embora algumas espécies enraízem bem em qualquer época do ano, outras, como a oliveira, enraízam com êxito somente em algumas épocas (MANCUSO, 1999). A influência da época de coleta das estacas sobre o enraizamento está ligada diretamente à consistência das estacas, sendo que, em geral, estacas mais herbáceas apresentam um maior potencial de enraizamento (SIMONETTO, 1990 apud REZENDE, 2007). As estacas se apresentam mais herbáceas quando coletadas em período de crescimento vegetativo intenso (primavera-verão), enquanto aquelas coletadas em período de dormência (inverno), apresentam-se mais lignificadas, tendendo a enraizar menos (HARTMANN et al., 2002 apud SANTOS, 2009).

Mancuso (1999) verificou acentuada variação sazonal na capacidade de enraizamento de estacas de oliveira, com porcentagens mais elevadas (80%) durante o período de primavera-verão e valores mínimos (20-30%) no inverno. Oliveira (2001) obteve um percentual de estacas enraizadas de MGS ASC315 de 44,28%, quando coletadas no mês de fevereiro, e de 16,64%, quando coletadas em abril, todas tratadas com 3.000 mg L⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB). Mayer, Pereira e Nachtigal (2001), em experimento conduzido com umezeiro (*Prunus mume*), entre os meses de setembro e novembro, obtiveram percentuais de enraizamento entre 78,13 e 93,75%, enquanto Nachtigal et al. (1999 apud MAYER; PEREIRA; NACHTIGAL, 2001), obtiveram, como melhor resultado, o percentual de 36,8%, entre os meses de março e maio.

2.4.2.2 Condições ambientais

Luminosidade, temperatura, umidade e substrato são os fatores ambientais que mais exercem influência na propagação vegetativa (CUNHA, 2006; OLIVEIRA, 2007; REZENDE, 2007; SANTOS, 2009).

A luz é fonte de energia para a fotossíntese, sendo indispensável para a síntese de carboidratos, auxinas, substâncias endógenas de crescimento e co-fatores de enraizamento (CUNHA, 2006), compostos fundamentais para a iniciação e o desenvolvimento radicular (ALFENAS et al., 2004).

A temperatura exerce importante função regulatória no metabolismo das plantas, devendo fornecer condições que promovam a indução, o desenvolvimento e o crescimento das raízes, bem como a manutenção e a sobrevivência das folhas, gemas e ramos (BERTOLOTTI; GONÇALVES, 1980). Baixas temperaturas reduzem o metabolismo das estacas, aumentando o tempo de enraizamento (XAVIER, 2002 apud CUNHA, 2006), enquanto temperaturas muito elevadas estimulam o desenvolvimento de gemas laterais, antes do aparecimento de raízes, bem como a perda de água pelo aumento da transpiração (HARTMANN et al., 1997 apud CUNHA, 2006).

A umidade é um fator primordial para a propagação vegetativa, principalmente quando se utilizam estacas menos lignificadas, nas quais a perda de água é maior (REZENDE, 2007). A escassez hídrica é uma das principais causas da morte de estacas antes da formação das raízes, uma vez que a ausência destas impede a absorção de água suficiente para compensar a perda de água por transpiração pelas folhas (ZUFFELLATO-RIBAS; RODRIGUES, 2001 apud CUNHA, 2006). Segundo Bertolotti e Gonçalves (1980), a umidade do ar deve ser mantida em torno de 80% durante toda a fase de enraizamento. Uma maneira usada para a manutenção de água nas estacas, de acordo com Oliveira (2007), é o uso de um sistema de nebulização intermitente nas estruturas de aclimatização.

O substrato, cuja função é sustentar as estacas durante a fase de enraizamento e proporcionar ambiente úmido, escuro e aerado à base das mesmas (HOFFMANN et al., 1996 apud SANTOS, 2009), deve apresentar, entre outros aspectos, composição uniforme, baixa densidade, boa porosidade, boa capacidade de retenção de água e ausência de ervas daninhas, pragas e patógenos (PAIVA, 2000 apud GATTI, 2002). Segundo Caballero e Ríó (2006), a perlita tem sido o substrato mais utilizado no enraizamento de estacas semilenhosas de oliveira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa: UFV, 2004. 442 p.
- ALMEIDA, F. D.; XAVIER, A.; DIAS, J. M. M.; PAIVA, H. N. Eficiência das auxinas (AIB e ANA) no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 455-463, mai./jun. 2007.
- ARNOLD, C. Y. Maximum-minimum temperatures as a basis for computing heat units. **American Society for Horticultural Science**, Boston, v. 76, n. 1, p. 682-692, 1960.
- BARCELOS, M. F. P.; ANGELIS-PEREIRA, M. C.; OLIVEIRA, A. F. Aspectos nutricionais do azeite de oliva e sua influência na dieta humana. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 231, p. 98-104, mar./abr. 2006.
- BERTOLOTTI, G.; GONÇALVES, A. N. **Enraizamento de estacas: especificações técnicas para a construção do módulo de propagação**. Piracicaba: IPEF, 1980. 9 p. (IPEF. Circular Técnica, 94).
- BRUNINI, O.; LISBÃO, R. S.; BERNARDI, J. B.; FORNASTER, J. B.; PEDRO JÚNIOR, M. J. Temperatura-base para alface cultivar "White Boston", em um sistema de unidades térmicas. **Bragantia**, Campinas, v. 35, n. 19, p. 213-219, jul. 1976.
- CABALLERO, J. M.; RÍO, C. del. Propagação da oliveira por enraizamento de estacas semilenhosas sob nebulização. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 231, p. 33-38, mar./abr. 2006.
- CARVALHO JÚNIOR, W. G. O.; MELO, M. T. P.; MARTINS, E. R. Comprimento da estaca no desenvolvimento de mudas de alecrim-pimenta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 7, p. 2199-2202, out. 2009.
- CARVALHO, R. I. N.; SILVA, I. D.; FAQUIM, R. Enraizamento de miniestacas herbáceas de maracujazeiro amarelo. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 387-392, jul./set. 2007.
- CHAGAS, J. H.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; NALON, F. H. Produção de mudas de hortelã-japonesa em função da idade e de diferentes tipos de estaca. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 8, p. 2157-2163, nov. 2008.
- CUNHA, A. C. M. C. M. **Relações do estado nutricional de minicepas e condições meteorológicas com o número e o enraizamento de miniestacas de eucalipto**. 2006. 99 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.
- CUNHA, A. C. M. C. M.; PAIVA, H. N.; BARROS, N. F.; LEITE, H. G.; LEITE, F. P. Relação do estado nutricional de minicepas com o enraizamento de miniestacas de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 591-599, mai./jun. 2009.

DELLAI, J.; TRENTIN, G.; BISOGNIN, D. A.; STRECK, N. A. Filocrono em diferentes densidades de plantas de batata. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1269-1274, nov./dez. 2005.

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

EMBRAPA. **Embrapa Semi-Árido e Codevasf avaliam oliveiras para produção de azeitona e azeite**. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2005/marco/noticia.2005-03-03.8839941469/>>. Acesso em: 30 junho 2011.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2005. 221 p.

FAGUNDES, J. D.; SANTIAGO, G.; MELLO, A. M.; BELLÉ, R. A.; STRECK, N. A. Crescimento, desenvolvimento e retardamento da senescência foliar em girassol de vaso (*Helianthus annuus* L.): fontes e doses de nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 987-993, jul./ago. 2007.

FAGUNDES, J. D.; STRECK, N. A.; STORCK, L.; REINIGER, L. R. S.; KRUSE, N. D. Temperatura base, plastocrono e número final de nós no malmequer-do-campo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 9, p. 2471-2477, dez. 2008.

FAGUNDES, L. K.; STRECK, N. A.; LOPES, S. J.; ROSA, H. T.; WALTER, L.; ZANON, A. J. Desenvolvimento vegetativo em diferentes hastes da planta de mandioca em função da época de plantio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 3, p. 657-663, mai./jun. 2009.

GADIOLI, J. L.; DOURADO-NETO, D.; GARCIA, A. G.; BASANTA, M. del V. Temperatura do ar, rendimento de grãos de milho e caracterização fenológica associada à soma calórica. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 3, p. 377-383, jul./set. 2000.

GATTI, K. C. **Propagação vegetativa de pau mulato (*Calycophyllum spruceanum* (Benth) K. Schum), jequitibá (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) e teca (*Tectona grandis* Linn f.) por miniestaquia**. 2002. 72 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2002.

GILMORE, E. C.; ROGERS, J. S. Heat units as a method of measuring maturity in corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 50, n. 10, p. 611-615, 1958.

GOULART, P. B.; XAVIER, A. Efeito do tempo de armazenamento de miniestacas no enraizamento de clones de *Eucalyptus grandis* X *E. urophylla*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 671-677, jul./ago. 2008.

GOULART, P. B.; XAVIER, A.; CARDOSO, N. Z. Efeito dos reguladores de crescimento AIB e ANA no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis* X *Eucalyptus urophylla*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1051-1058, nov./dez. 2008.

INTERNATIONAL OLIVE COUNCIL. Madrid, 2011. Disponível em:
<<http://www.internationaloliveoil.org/>>. Acesso em: 29 novembro 2011.

KOEFENDER, J.; STRECK, N. A.; BURIOL, G. A.; TRENTIN, R. Estimativa do filocrono em calêndula. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 5, p. 1246-1250, ago. 2008.

LIMA, D. M.; TANNO, G. N.; PURCINO, M.; BIASI, L. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, C. K.; ZANETTE, F. Enraizamento de miniestacas de espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reissek) em diferentes substratos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 617-623, mar./abr. 2009.

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

MALDANER, I. C.; GUSE, F. I.; STRECK, N. A.; HELDWEIN, A. B.; LUCAS, D. D. P.; LOOSE, L. H. Filocrono, área foliar e produtividade de frutos de berinjela conduzidas com uma e duas hastes por planta em estufa plástica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 3, p. 671-677, mai./jun. 2009.

MANCUSO, S. Seasonal dynamics of electrical impedance parameters in shoots and leaves relate to rooting ability of olive (*Olea europaea*) cuttings. **Tree Physiology**, Oxford, v. 19, n. 2, p. 95-101, fev. 1999.

MARINHO, C. S.; MILHEM, L. M. A.; ALTOÉ, J. A.; BARROSO, D. G.; POMMER, C. V. Propagação da goiabeira por miniestaquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 607-611, jun. 2009.

MARTINS, A. B. G.; GRACIANO, F. A.; SILVA, A. V. C. Clonagem do jambeiro-rosa (*Syzygium malacensis*) por estaquia de ramos enfolhados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 365-368, ago. 2001.

MARTINS, F. B.; SILVA, J. C.; STRECK, N. A. Estimativa da temperatura-base para emissão de folhas e do filocrono em duas espécies de eucalipto na fase de muda. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 373-381, mai./jun. 2007.

MARTINS, F. B.; STRECK, N. A. Aparecimento de folhas em mudas de eucalipto estimado por dois modelos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 8, p. 1091-1100, ago. 2007.

MAYER, N. A.; PEREIRA, F. M.; NACHTIGAL, J. C. Propagação do umezeiro (*Prunus mume* Sieb & Zucc.) por estaquia herbácea. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 673-676, dez. 2001.

MELO-ABREU, J. P.; BARRANCO, D.; CORDEIRO, A. M.; TOUS, J.; ROGADO, B. M.; VILLALOBOS, F. J. Modelling olive flowering date using chilling for dormancy release and thermal time. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 125, n. 1-2, p. 117-127, set. 2004.

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

MIRANDA, M. N.; CAMPELO JÚNIOR, J. H. Soma térmica para o subperíodo semeadura-maturação de feijão cv. Carioca em Colorado do Oeste, Rondônia. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 2, p. 180-185, abr./jun. 2010.

NETO, A. A. **Plastocrono e filocrono aparentes anual em *Araucaria angustifolia* (BERT.) O. KTZE., no município de Colombo – PR.** 2008. 55 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

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

OLIVEIRA, A. F.; ANTUNES, L. E. C.; SCHUCH, M. W. Caracterização morfológica de cultivares de oliveira em coleção e considerações sobre o seu cultivo no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 231, p. 55-62, mar./abr. 2006.

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**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 79-85, jan./fev. 2009.

OLIVEIRA, A. F.; VIEIRA NETO, J.; ALVARENGA, A. A.; MESQUITA, H. A.; GONÇALVES, E. D. **Propagação da oliveira por enraizamento de estacas semilenhosas.** Belo Horizonte: EPAMIG, 2008. 48 p. (EPAMIG. Boletim Técnico, 90).

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**, Curitiba, v. 11, n. 4, p. 317-322, jul./ago. 2010.

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

OLIVEIRA, M. C. **Enraizamento de estacas de oliveira submetidas à aplicação de fertilizantes orgânicos e AIB.** 2009. 52 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

PAULA, G. M.; STRECK, N. A. Temperatura base para emissão de folhas e nós, filocrono e plastocrono das plantas daninhas papuã e corriola. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 9, p. 2457-2463, dez. 2008.

PEIXE, A.; SERRAS, M.; CAMPOS, C.; ZAVATTIERI, M. A.; DIAS, M. A. S. Estudo histológico sobre a formação de raízes adventícias em estacas caulinares de oliveira (*Olea europaea* L.). **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 30, n. 1, p. 476-482, jan. 2007.

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

PIVETTA, C. R.; TAZZO, I. F.; MAASS, G. F.; STRECK, N. A.; HELDWEIN, A. B. Emissão e expansão foliar em três genótipos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 5, p. 1274-1280, set./out. 2007.

REZENDE, A. A. **Enraizamento de estacas de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish)**. 2007. 75 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

ROSA, H. T.; WALTER, L. C.; STRECK, N. A.; ALBERTO, C. M. Métodos de soma térmica e datas de semeadura na determinação de filocrono de cultivares de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 11, p. 1374-1382, nov. 2009.

SACHS, R. M.; LORETI, F.; DE BIE, J. Plant rooting studies indicate schlerenchyma tissue is not a restricting factor. **California Agriculture**, Richmond, v. 18, n. 9, p. 4-5, set. 1964.

SANTOS, J. P. **Potencial de enraizamento de estacas lenhosas de espécies florestais da mata ciliar**. 2009. 84 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

SCHÄFER, G.; PANZENHAGEN, N. V.; SARTORI, I. A.; SCHWARZ, S. F.; KOLLER, O. C. Produção e desenvolvimento da tangerineira-‘Montenegrina’ propagada por enxertia e estaquia, no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 668-672, dez. 2001.

SCHONS, A.; STRECK, N. A.; KRAULICH, B.; PINHEIRO, D. G.; ZANON, A. J. Emissão de folhas e início de acumulação de amido em raízes de uma variedade de mandioca em função da época de plantio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1586-1592, nov./dez. 2007.

SCHONS, A.; STRECK, N. A.; STORCK, L.; BURIOL, G. A.; ZANON, A. J.; PINHEIRO, D. G.; KRAULICH, B. Arranjos de plantas de mandioca e milho em cultivo solteiro e consorciado: crescimento, desenvolvimento e produtividade. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 1, p. 155-167, jan./fev./mar. 2009.

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**, Amsterdam, v. 100, n. 1-4, p. 75-82, mar. 2004.

SILVA, I. D.; FAQUIM, R.; CARVALHO, R. I. N. Calogênese em diferentes estacas de caqui tratado com frio e ácido indolbutírico. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 7, n. 1-2, p. 113-118, 2006.

SOUZA, J. C. A. V.; BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. A.; TEIXEIRA, S. L.; BALBINOTI, E. Propagação vegetativa de cedro-australiano (*Toona ciliata* M. Roemer) por miniestaquia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 205-213, mar./abr. 2009.

- STORCK, L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; LOPES, S. J.; TOEBE, M.; SILVEIRA, T. R. Duração do subperíodo semeadura-florescimento, crescimento e produtividade de grãos de milho em condições climáticas contrastantes. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 8, n. 1, p. 27-39, 2009.
- STRECK, N.A.; BELLÉ, R. A.; ROCHA, E. K.; SCHUH, M. Estimating leaf appearance rate and phyllochron in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1448-1450, nov./dez. 2005a.
- STRECK, N. A.; LAGO, I.; SAMBORANHA, F. K.; GABRIEL, L. F.; SCHWANTES, A. P.; SCHONS, A. Temperatura base para aparecimento de folhas e filocrono da variedade de milho BRS Missões. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 224-227, jan./fev. 2009.
- STRECK, N. A.; MICHELON, S.; ROSA, H. T.; WALTER, L. C.; BOSCO, L. C.; PAULA, G. M.; CAMERA, C.; SAMBORANHA, F. K.; MARCOLIN, E.; LOPES, S. J. Filocrono de genótipos de arroz irrigado em função de época de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 2, p. 323-329, mar./abr. 2007.
- STRECK, N. A.; TIBOLA, T.; LAGO, I.; BURIOL, G. A.; HELDWEIN, A. B.; SCHNEIDER, F. M.; ZAGO, V. Estimativa do plastocrono em meloeiro (*Cucumis melo* L.) cultivado em estufa plástica em diferentes épocas do ano. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1275-1280, nov./dez. 2005b.
- STRECK, N.A.; WEISS, A.; XUE, Q.; BAENZIGER, S. Incorporating a chronology response into the prediction of leaf appearance rate in winter wheat. **Annals of Botany**, Oxford, v. 92, n. 2, p. 181-190, ago. 2003.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.
- TITON, M.; XAVIER, A.; OTONI, W. C. Dinâmica do enraizamento de microestacas e miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 665-673, nov./dez. 2002.
- TITON, M.; XAVIER, A.; OTONI, W. C.; REIS, G. G. Efeito do AIB no enraizamento de miniestacas e microestacas de clones de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 1-7, jan./fev. 2003a.
- TITON, M.; XAVIER, A.; REIS, G. G.; OTONI, W. C. Eficiência das minicepas e microcepas na produção de propágulos de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 619-625, set./out. 2003b.
- TRENTIN, R.; SCHREIBER, F.; STRECK, N. A.; BURIOL, G. A. Soma térmica de subperíodos do desenvolvimento da planta de melancia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 9, p. 2464-2470, dez. 2008.
- VIEIRA NETO, J.; OLIVEIRA, A. F.; OLIVEIRA, N. C.; DUARTE, H. S. S.; GONÇALVES, E. D. **Aspectos técnicos da cultura da oliveira**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2008. 56 p. (EPAMIG. Boletim Técnico 88).

VOLPE, C. A.; SCHÖFFEL, E. R.; BARBOSA, J. C. Influência da soma térmica e da chuva durante o desenvolvimento de laranjas – ‘Valência’ e ‘Natal’ na relação entre sólidos solúveis e acidez e no índice tecnológico do suco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 436-441, ago. 2002.

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**, Brasília, v. 42, n. 2, p. 289-292, fev. 2007.

WENDLING, I.; XAVIER, A. Gradiente de maturação e rejuvenescimento aplicado em espécies florestais. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 8, n. 1, p. 187-194, jan./dez. 2001.

WENDLING, I.; XAVIER, A. Miniestaquia seriada no rejuvenescimento de clones de *Eucalyptus*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 4, p. 475-480, abr. 2003.

WENDLING, I.; XAVIER, A. Influência da miniestaquia seriada no vigor radicular de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 681-689, set./out. 2005a.

WENDLING, I.; XAVIER, A. Influência do ácido indolbutírico e da miniestaquia seriada no enraizamento e vigor de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 921-930, nov./dez. 2005b.

WILHELM, W. W.; McMASTER, G. S. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses. **Crop Science**, Madison, v. 35, n. 1, p. 1-3, jan./fev. 1995.

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**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 351-356, mai./jun. 2003.

XAVIER, A.; SANTOS, G. A.; WENDLING, I.; OLIVEIRA, M. L. Propagação vegetativa de cedro-rosa por miniestaquia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 139-143, mar./abr. 2003.

XUE, Q.; WEISS, A.; BAENZIGER, P. S. Predicting leaf appearance in field-grown winter wheat: evaluating linear and non-linear models. **Ecological Modeling**, Amsterdam, v. 175, n. 3, p. 261-270, jul. 2004.

YAN, W.; HUNT, L. A. An equation for modelling the temperature response of plants using only the cardinal temperatures. **Annals of Botany**, Oxford, v. 84, n. 5, p. 607-614, nov. 1999.

**CAPÍTULO 2: DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DE DUAS CULTIVARES DE
OLIVEIRA (*Olea europaea* L.) NA FASE DE MUDA**

RESUMO

LISBOA, Priscila Maria Martins. **Desenvolvimento vegetativo de duas cultivares de oliveira (*Olea europaea* L.) na fase de muda**. 2011. 18 p. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Instituto de Recursos Naturais, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2011.

O desenvolvimento de plantas, influenciado pela temperatura do ar, pode ser estimado através do conceito de filocrono, definido como o intervalo de tempo entre o surgimento sucessivo de folhas em uma haste, sendo o tempo expresso em °C dia e o filocrono em °C dia folha⁻¹. O objetivo deste estudo foi avaliar o desenvolvimento de duas cultivares de oliveira, MGS ASC315 e Arbequina, durante a fase de muda, em diferentes épocas de aclimação, utilizando o conceito de filocrono. O experimento foi conduzido a campo, na Fazenda Experimental da Epamig, em Maria da Fé, MG. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 5, com duas cultivares (MGS ASC315 e Arbequina), cinco épocas de aclimação (maio, junho, julho, agosto e setembro de 2010) e 15 repetições. O filocrono foi estimado pelo inverso do coeficiente angular da regressão linear entre o número de folhas emitidas (NF) e a soma térmica acumulada (STa). O filocrono em MGS ASC315 foi de 14,7 °C dia folha⁻¹ (época 1), 31,7 °C dia folha⁻¹ (média das épocas 2, 3 e 4) e 60,2°C dia folha⁻¹ (época 5). O filocrono em Arbequina foi de 17,3 °C dia folha⁻¹ (média das cinco épocas de aclimação, uma vez que não apresentou diferença significativa entre as épocas). Nas épocas de aclimação 3, 4 e 5, o menor filocrono foi para a Arbequina. Nas épocas 1 e 2, não houve diferenças significativas entre as cultivares.

Palavras-chave: Filocrono, soma térmica, temperatura do ar.

ABSTRACT

LISBOA, Priscila Maria Martins. **Vegetative development of two olive cultivars (*Olea europaea* L.) in seedling phase**. 2011. 18 p. Dissertation (Master in Environment and Water Resources) – Natural Resources Institute, Federal University of Itajubá, Itajubá, 2011.

Plants development, influenced by air temperature, can be estimated through the concept of phyllochron, defined as the time interval between the appearance of successive leaves on a stem, being the time expressed in °C day and the phyllochron in °C day leaf⁻¹. The objective of this study was to evaluate the development of two olive cultivars, MGS ASC315 and Arbequina, during the seedling phase, at different periods of acclimation, using the concept of phyllochron. The experiment was carried out at the field, at the Epamig Experimental Farm, in Maria da Fé, Minas Gerais. The delineation was completely casual in a 2 x 5 factorial scheme with two cultivars (MGS ASC315 and Arbequina), five periods of acclimation (May, June, July, August and September 2010) and 15 repetitions. The phyllochron was estimated through the inverse of the slope of the linear regression between the number of issued leaves (NF) and the accumulated thermal time (STa). The phyllochron in MGS ASC315 was 14,7 °C day leaf⁻¹ (period 1), 31,7 °C day leaf⁻¹ (average of the periods 2, 3 and 4) and 60,2 °C day leaf⁻¹ (period 5). The phyllochron in Arbequina was 17,3 °C day leaf⁻¹ (average of the five periods of acclimation, since no significant difference between periods). In the periods of acclimation 3, 4 and 5, the smallest phyllochron was for the Arbequina. In the periods of acclimation 1 and 2, there were no significant differences among cultivars.

Keywords: Phyllochron, thermal time, air temperature.

1 INTRODUÇÃO

A família Oleaceae abrange cerca de trinta gêneros, entre eles o gênero *Olea* (OLIVEIRA, 2001). A espécie mais conhecida desse gênero é a oliveira (*Olea europaea* L.), cuja origem possivelmente seja a Síria, o Líbano e Israel (VIEIRA NETO et al., 2008).

A importância do cultivo da oliveira está relacionada, principalmente, à produção de azeite de oliva (VIEIRA NETO et al., 2011). Com o aumento do consumo pelo azeite e sua importância no tratamento de várias doenças, como diabetes, câncer e doenças cardiovasculares (BARCELOS; ANGELIS-PEREIRA; OLIVEIRA, 2006), entre outras importantes, tornou-se necessário elevar a produtividade da oliveira em todo o mundo. Para isso, é importante a realização de estudos que relacionem o desenvolvimento da oliveira com as condições ambientais das regiões que não sejam as suas regiões de origem.

A temperatura do ar tem-se apresentado como o fator ambiental que mais afeta o desenvolvimento vegetal (DELLAI et al., 2005; FAGUNDES et al., 2007; MARTINS; SILVA; STRECK, 2007; PIVETTA et al., 2007; SCHONS et al., 2007; STRECK et al., 2007; KOEFENDER et al., 2008; PAULA; STRECK, 2008; FAGUNDES et al., 2009; MALDANER et al., 2009; ROSA et al., 2009). Uma maneira tradicional de relacionar o desenvolvimento vegetal com a temperatura do ar é através do conceito de filocrono, definido como o intervalo de tempo, em °C dia, entre o surgimento sucessivo de folhas em uma haste, com unidade °C dia folha⁻¹ (WILHELM; McMASTER, 1995; XUE; WEISS; BAENZIGER, 2004). O número de folhas emitidas (NF) é utilizado no conceito de filocrono por ser uma variável importante na quantificação do desenvolvimento vegetal (ROSA et al., 2009).

Estudos utilizando o conceito de filocrono são escassos para a cultura da oliveira. Esse tipo de informação auxilia no conhecimento do desenvolvimento da planta e pode ser importante na implantação e manejo da cultura. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento de duas cultivares de oliveira, MGS ASC315 e Arbequina, durante a fase de muda, em diferentes épocas de aclimação em condições de campo, utilizando o conceito de filocrono.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 PROTOCOLO EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido a campo na Fazenda Experimental de Maria da Fé (FEMF), pertencente à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig), em Maria da Fé, MG (latitude: 22°18'29" S; longitude: 45°22'31" W; e altitude: 1.276 m).

Para a realização do experimento, foram utilizadas mudas de oliveira provenientes do enraizamento de estacas semilenhosas e ausentes de brotação (Figura 1).



Figura 1 – Estaca semilenhosa enraizada e ausente de brotação de oliveira. Maria da Fé, MG, 2010.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado organizado em esquema fatorial 2 x 5, com duas cultivares (MGS ASC315 e Arbequina), cinco épocas de aclimação (maio, junho, julho, agosto e setembro de 2010) e 15 repetições.

As cinco épocas foram escolhidas por serem as de maior ocorrência de plantio da oliveira à campo (VIEIRA NETO et al., 2008). Cada época de aclimação foi instalada em intervalos de aproximadamente trinta dias. A época 1 foi instalada em 04/05/2010; a época 2, em 02/06/2010; a época 3, em 12/07/2010; a época 4, em 06/08/2010; e a época 5, em 10/09/2010. O intuito de utilizar cinco épocas de aclimação foi expor as plantas a diferentes condições meteorológicas e, assim, estimar o filocrono com maior exatidão.

Cada repetição foi constituída de uma estaca semilenhosa enraizada de oliveira plantada em saco plástico de polietileno (Figura 2a), preenchido com substrato constituído de terra e composto orgânico comercial (Provaso®). Cada 1 m³ de substrato foi enriquecido com 5 kg de superfosfato simples (18 dag.kg⁻¹ de P₂O₅), 1 kg de cloreto de potássio (58 dag.kg⁻¹ de K₂O) e 2,5 kg de calcário dolomítico (PRNT 100%).

Os sacos plásticos foram envolvidos com papel jornal (Figura 2b) a fim de minimizar a absorção da radiação solar e, desta forma, evitar o aumento de temperatura do substrato, o que poderia afetar o desenvolvimento das mudas. A irrigação foi realizada regularmente, de modo a minimizar o estresse hídrico nas plantas.

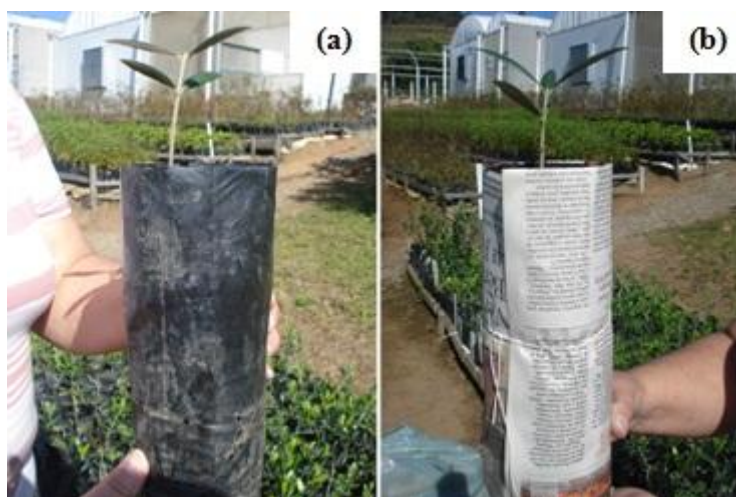


Figura 2 – a) Estaca semilenhosa enraizada de oliveira plantada em saco plástico de polietileno; b) saco plástico de polietileno envolvido com papel jornal. Maria da Fé, MG, 2010.

O número de folhas emitidas (NF) pelas estacas enraizadas foi contado numa frequência de uma vez por semana. Para a sua contagem, cada brotação recebeu um anel colorido para fins de identificação (Figura 3). A contagem foi iniciada quando havia uma folha visível e, para tanto, considerou-se como folha visível aquela com, no mínimo, 1,0 cm de comprimento. Decidiu-se finalizar a fase de muda quando cada repetição atingisse 20 folhas visíveis, no mínimo.

Os dados diários de temperatura mínima e máxima do ar foram obtidos de uma estação meteorológica convencional pertencente à própria FEMF e localizada a, aproximadamente, 100 m do local de instalação do experimento.



Figura 3 – Brotações em estaca enraizada de oliveira, identificadas por anéis coloridos. Maria da Fé, MG, 2010.

2.2 MÉTODO DE SOMA TÉRMICA

O método utilizado para o cálculo da soma térmica foi o proposto por Arnold (1960), que considera a média aritmética das temperaturas mínimas e máximas diárias do ar menos a temperatura base inferior da cultivar (Equação 1).

$$STd = \frac{TM + Tm}{2} - Tb. 1 \text{ dia; se } \frac{TM + Tm}{2} \leq Tb, \text{então } STd = 0 \quad (\text{Equação 1})$$

em que: STd = soma térmica diária (°C dia);

TM = temperatura máxima diária do ar (°C);

Tm = temperatura mínima diária do ar (°C);

Tb = temperatura base inferior da cultivar (°C).

A temperatura base inferior usada no cálculo da soma térmica para ambas as cultivares de oliveira foi de 8,5 °C (MELO-ABREU et al., 2004).

Para o cálculo da soma térmica acumulada (STa), utilizou-se o somatório das somas térmicas diárias (STd) a partir da data de instalação de cada época de aclimação no campo, ou seja, $STa = \sum STd$.

2.3 ESTIMATIVA DO FILOCRONO

Para cada repetição (saco plástico com uma muda proveniente do enraizamento de estaca semilenhosa), em cada cultivar e época de aclimação, foi ajustada uma regressão linear simples entre NF e STa a partir da data de instalação de cada época no campo (Equação 2). Para o ajuste das regressões foi utilizado o programa estatístico Statgraphics Plus 2.1 (STATISTICAL GRAPHICS CORPORATION, 1999).

$$NF = a \cdot STa + b \quad (\text{Equação 2})$$

em que: a = coeficiente angular;

b = coeficiente linear;

STa = $\sum STd$ (°C dia).

O valor do filocrono foi obtido pelo inverso do coeficiente angular da regressão linear (Equação 2), ou seja, Filocrono = $1/a$ (XUE; WEISS; BAENZIGER, 2004; KOEFENDER et al., 2008; FAGUNDES et al., 2009; MALDANER et al., 2009; STRECK et al., 2009).

Os pressupostos de normalidade do erro e homogeneidade de variância para os valores estimados de filocrono foram verificados pelo teste de Shapiro-Wilk e pelo teste de Bartlett, respectivamente (FERREIRA; RANAL; FILGUEIRA, 2002; BARBIERI et al., 2005; RIBEIRO et al., 2009). Quando tais pressupostos não foram atendidos, os valores de filocrono foram transformados, seguindo a transformação de Box e Cox (1964), através do programa estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2009).

A análise de variância dos valores de filocrono para as duas cultivares e cinco épocas de aclimação foi feita através do programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 1999), comparando-se as médias dos filocronos das quinze repetições pelo teste de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante as cinco épocas de aclimação, houve grande variação nas condições meteorológicas. O menor valor absoluto da temperatura mínima do ar foi de $-1,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ (durante a época 4) e o maior valor absoluto da temperatura máxima do ar foi de $31,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (durante a época 5). A época de aclimação com a menor temperatura média do ar foi a época 1 (E1), com temperatura média de $15,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, enquanto a época de aclimação que obteve a maior temperatura média do ar foi a época 5 (E5), com temperatura média de $19,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Tabela 1). Essas variações nas condições meteorológicas afetaram a velocidade de emissão de folhas e, assim, o valor do filocrono, sendo importantes no estudo de desenvolvimento da oliveira.

Tabela 1 – Médias das temperaturas mínima, média e máxima diárias do ar ($^{\circ}\text{C}$), nas diferentes épocas de aclimação (E1 a E5), correspondentes ao período que se estende da data de instalação de cada época até a última observação do NF. Maria da Fé, MG, 2010.

Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)			
Época de Aclimação	Mínima	Média	Máxima
E1	6,8	15,2	23,7
E2	7,6	15,8	24,1
E3	9,2	17,1	25,0
E4	9,7	17,6	25,5
E5	12,7	19,3	26,0

A relação entre o número de folhas emitidas pelas estacas enraizadas (NF) e a soma térmica acumulada (STa) foi linear, com coeficiente de determinação (r^2) acima de 0,72 para ambas as cultivares avaliadas, em todas as épocas de aclimação (Figuras 4 e 5). Este resultado indica que mais de 72% das variações no NF são explicados pela STa. Desta forma, a temperatura do ar foi o fator ambiental que mais influenciou na emissão de folhas das duas cultivares de oliveira, podendo a regressão linear ser considerada um método apropriado para estimar o desenvolvimento através do conceito de filocrono, como tem sido observado para diversas culturas agrícolas (DELLAI et al., 2005; PIVETTA et al., 2007; SCHONS et al., 2007; STRECK et al., 2007; FAGUNDES et al., 2009; MALDANER et al., 2009; ROSA et al., 2009; STRECK et al., 2009) e algumas florestais (MARTINS; SILVA; STRECK, 2007), medicinais (KOEFFENDER et al., 2008) e ornamentais (FAGUNDES et al., 2007).

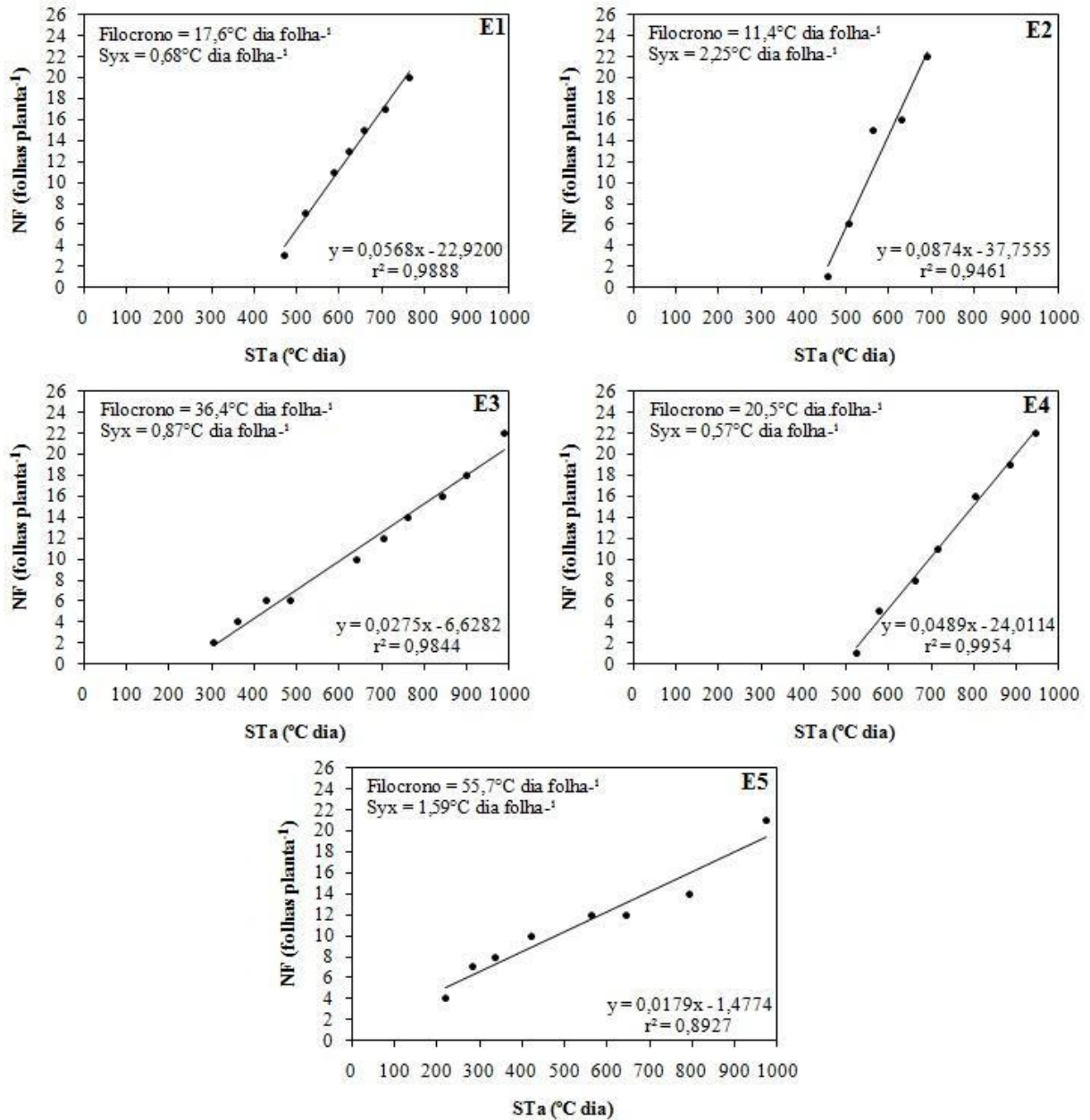


Figura 4 – Relação entre o número de folhas emitidas (NF) e a soma térmica acumulada (STa) utilizada para a estimativa do filocrono para a cultivar MGS ASC315, nas cinco épocas de aclimação (E1 a E5). Os dados de cada gráfico correspondem a uma repetição (saco plástico com uma estaca semilenhosa enraizada). Syx é o erro padrão da estimativa e r^2 é o coeficiente de determinação. Maria da Fé, MG, 2010.

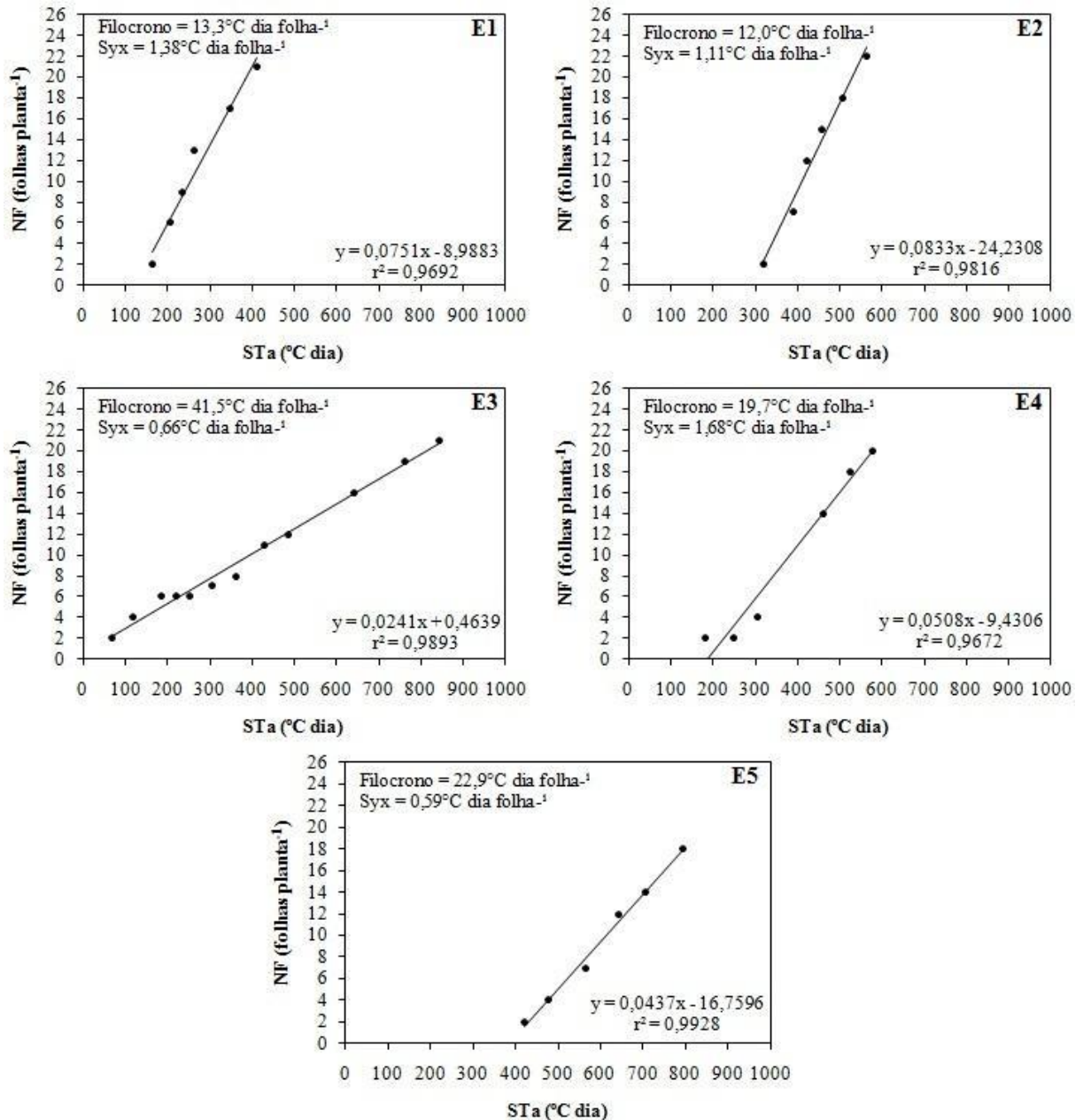


Figura 5 – Relação entre o número de folhas emitidas (NF) e a soma térmica acumulada (STa) utilizada para a estimativa do filocrono para a cultivar Arbequina, nas cinco épocas de aclimação (E1 a E5). Os dados de cada gráfico correspondem a uma repetição (saco plástico com uma estaca semilenhosa enraizada). Syx é o erro padrão da estimativa e r^2 é o coeficiente de determinação. Maria da Fé, MG, 2010.

Uma vez que os pressupostos de normalidade do erro e homogeneidade de variância para os valores estimados de filocrono não foram atendidos pelo teste de Shapiro-Wilk ($p = 0,01252$) e pelo teste de Bartlett ($p = 3,344 \times 10^{-9}$) (FERREIRA; RANAL; FILGUEIRA, 2002; BARBIERI et al., 2005; RIBEIRO et al., 2009), respectivamente, os valores de filocrono foram transformados, seguindo a transformação de Box e Cox (1964), através do programa estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2009).

A análise de variância mostrou que houve diferença significativa a 5% de probabilidade para os fatores cultivar e época de aclimação e para a interação dos fatores (Tabela 2), indicando que o filocrono entre as cultivares diferiu dependendo da época de aclimação.

Uma vez que houve 31 unidades amostrais (repetições) perdidas durante a fase experimental, os graus de liberdade do erro e total da análise de variância foram, na prática (Tabela 2), menores do que seriam caso não houvesse unidades amostrais perdidas.

Tabela 2 – Resumo da análise de variância para valores estimados de filocrono em mudas de oliveira, considerando os fatores cultivar e época de aclimação.

Fontes de Variação	GL	QM ¹
Cultivar	1	4,135*
Época de Aclimação	4	1,534*
Cultivar x Época de Aclimação	4	0,537*
Erro	109	0,125
Total	118	
CV (%)		15,33

¹Valores originais submetidos à transformação de Box e Cox (1964).

*Significativo, a 5% de probabilidade.

O filocrono variou entre as cultivares apenas nas épocas de aclimação 3, 4 e 5, nas quais o menor filocrono foi da Arbequina (Tabela 3). O menor valor de filocrono significa que a planta necessita de menor quantidade de energia (°C) para emitir uma folha, ou seja, quanto menor o filocrono maior é o desenvolvimento. Nas épocas de aclimação 1 e 2, o filocrono não variou entre as cultivares (Tabela 3), indicando que, nestas épocas, tanto MGS ASC315 quanto Arbequina necessitaram da mesma quantidade de energia térmica (°C dia) para emitir uma folha. Observou-se que nas épocas de aclimação 1 e 2 as condições meteorológicas foram bastante semelhantes (Tabela 1).

O filocrono variou entre as épocas de aclimação apenas para a cultivar MGS ASC315, para a qual o filocrono teve a sequência $E1 < E2 = E3 = E4 < E5$ (Tabela 3). Assim, os menores valores de filocrono ocorreram no outono-inverno (época 1) e os maiores valores

durante a primavera-verão (época 5). Salienta-se que, durante a época 1, os valores de temperatura média do ar foram os menores entre todas as épocas avaliadas, e que, durante a época 5, esses valores foram os maiores. Essa tendência de aumento do filocrono com a elevação da temperatura do ar também foi observada em mandioca (SCHONS et al., 2007) e calêndula (KOEFEENDER et al., 2008). Para a cultivar Arbequina, o filocrono não variou entre as épocas de aclimação (Tabela 3).

Tabela 3 – Médias do filocrono ($^{\circ}\text{C dia folha}^{-1}$) para as duas cultivares de oliveira nas cinco épocas de aclimação (E1 a E5). Maria da Fé, MG, 2010.

Cultivares	Épocas de Aclimação				
	E1	E2	E3	E4	E5
MGS ASC315	14,7 Ca	28,9 Ba	33,1 Ba	33,0 Ba	60,2 Aa
Arbequina	12,3 Aa	18,3 Aa	18,9 Ab	16,7 Ab	19,6 Ab

*Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

As razões para menores valores de filocrono em oliveira ocorrerem nas épocas de temperaturas mais amenas e os maiores valores ocorrerem nas épocas de temperaturas mais quentes, em MGS ASC315, ainda precisam ser elucidadas, uma vez que é comum ocorrer o oposto ao observado neste estudo (maior filocrono em épocas mais frias e menor filocrono em épocas mais quentes).

Talvez o fotoperíodo possa ter um papel importante nessa resposta, afetando a velocidade de emissão de folhas (PAULA; STRECK, 2008). No entanto, para verificar a influência do fotoperíodo no filocrono é necessário realizar um experimento com um maior número de épocas de aclimação. Além disso, a temperatura base pode ser diferente da utilizada neste estudo ($8,5^{\circ}\text{C}$), gerando erro no cálculo da soma térmica e, conseqüentemente, erro na estimativa do filocrono.

Outro ponto que pode ter influenciado os valores de filocrono foi o método de cálculo da soma térmica utilizado no estudo, o qual considera apenas a temperatura base inferior da cultura. Outros métodos de cálculo de soma térmica que consideram a temperatura ótima e a temperatura base superior poderiam contribuir com respostas diferentes e mais satisfatórias para a estimativa do filocrono (ROSA et al., 2009), uma vez que os processos que resultam na emissão de folhas são desencadeados por reações enzimáticas que, pela natureza protéica, desnaturam em temperaturas elevadas, tendo suas velocidades de catalisação reduzidas quando a temperatura é superior a uma temperatura ótima (STRECK, 2004). Esta última questão pode ser reforçada analisando a média aritmética das temperaturas médias da época

de aclimação 1, em que houve o maior desenvolvimento para a cultivar MGS ASC315, que pode ser um indício da temperatura ótima (Tot) de 14,7 °C para esta cultivar. Na época de aclimação 5, as temperaturas médias do ar foram mais elevadas que o indício da Tot em praticamente todos os dias. Sendo assim, a inclusão da Tot no método de cálculo da soma térmica poderia reduzir os valores de STa na época 5 e nas outras épocas quentes, influenciando os valores estimados do filocrono.

Já a cultivar Arbequina apresentou um indício da Tot de 16,1 °C. Esse valor foi obtido pela média aritmética das temperaturas médias das cinco épocas de aclimação, já que não houve diferença significativa entre os valores de filocrono para a cultivar Arbequina nas cinco épocas de aclimação. Esse maior valor de Tot da Arbequina em relação a cultivar MGS ASC315 sugere que a Arbequina possui maior faixa de desenvolvimento, desenvolvendo-se tanto em épocas com temperaturas do ar mais amenas ou mais quentes, quanto em épocas com temperaturas do ar próximas à Tot (16,1 °C), quando se desenvolve plenamente. Além disso, a inserção de um valor maior de Tot em outros métodos de cálculo da soma térmica, poderá não influenciar significativamente a STa, o que indica que o método de soma térmica utilizado neste estudo foi coerente para a cultivar Arbequina.

O fato de não ter havido diferença significativa do filocrono em Arbequina nas cinco épocas de aclimação (Tabela 3) pode ser interpretado como um indicativo de que o fotoperíodo não afeta a velocidade de emissão de folhas, uma vez que, durante as cinco épocas de aclimação, as plantas se desenvolveram igualmente.

Para a cultivar MGS ASC315, o filocrono foi de 14,7 °C dia folha⁻¹ (época 1), 31,7 °C dia folha⁻¹ (épocas 2, 3 e 4) e 60,2 °C dia folha⁻¹ (época 5). Diferenças de filocrono para uma mesma cultivar em diferentes épocas já foram observadas em mandioca (SCHONS et al., 2007), arroz (STRECK et al., 2007), calêndula (KOEFFENDER et al., 2008), papuã (PAULA; STRECK, 2008) e milho (STRECK et al., 2009). Para a cultivar Arbequina, o filocrono adotado foi de 17,3 °C dia folha⁻¹ (média das cinco épocas de aclimação, uma vez que não apresentou diferença significativa entre as épocas).

Martins, Silva e Streck (2007) encontraram valores semelhantes aos da cultivar MGS ASC315, nas épocas de aclimação 2, 3 e 4, para as espécies *Eucalyptus grandis* (32,0 °C dia folha⁻¹) e *Eucalyptus saligna* (30,7 °C dia folha⁻¹). Os valores de filocrono da cultivar Arbequina foram semelhantes aos valores encontrados para batata (19,2 °C dia folha⁻¹ a 22,9 °C dia folha⁻¹) (DELLAI et al., 2005), genótipos de tomate (14,2 °C dia folha⁻¹ a 16,9 °C dia folha⁻¹) (PIVETTA et al., 2007), calêndula (15,9 °C dia folha⁻¹ a 24,5 °C dia folha⁻¹)

(KOEFENDER et al., 2008) e genótipos de berinjela ($17,4 \text{ }^\circ\text{C dia folha}^{-1}$) (MALDANER et al., 2009).

Em uma interpretação dos resultados de filocrono, considerando a fase final de muda (cerca de vinte folhas emitidas), a cultivar MGS ASC315 atingiu este patamar aos $519 \text{ }^\circ\text{C dia}$, aproximadamente, na época de aclimatação 1, e aos $1125 \text{ }^\circ\text{C dia}$, na época de aclimatação 5. Já a cultivar Arbequina atingiu este mesmo patamar em torno dos $594,7 \text{ }^\circ\text{C dia}$ (média das cinco épocas) após a aclimatação.

Essa diferença de STa ($^\circ\text{C dia}$) entre as duas cultivares pode representar vários dias do calendário civil, especialmente quando a temperatura do ar é baixa, menor que $15 \text{ }^\circ\text{C}$, comum de ocorrer na região Sul de Minas Gerais. Certamente, além de auxiliar no conhecimento do desenvolvimento da cultura da oliveira, esse tipo de informação é fundamental para o planejamento da implantação e do manejo da mesma no campo.

4 CONCLUSÕES

- O filocrono variou em função da cultivar de oliveira nas épocas de aclimação 3, 4 e 5, nas quais a cultivar Arbequina apresentou menor valor de filocrono do que a cultivar MGS ASC315.
- O filocrono variou em função da época de aclimação apenas para a cultivar MGS ASC315, que apresentou os menores valores durante a época de aclimação 1 (período de temperaturas mais amenas) e os maiores valores durante a época de aclimação 5 (período de temperaturas mais elevadas).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARNOLD, C. Y. Maximum-minimum temperatures as a basis for computing heat units. **American Society for Horticultural Science**, Boston, v. 76, n. 1, p. 682-692, 1960.
- BARBIERI, V. H. B.; LUZ, J. M. Q.; BRITO, C. H.; DUARTE, J. M.; GOMES, L. S.; SANTANA, D. G. Produtividade e rendimento industrial de híbridos de milho doce em função de espaçamentos e populações de plantas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 826-830, jul./set. 2005.
- BARCELOS, M. F. P.; ANGELIS-PEREIRA, M. C.; OLIVEIRA, A. F. Aspectos nutricionais do azeite de oliva e sua influência na dieta humana. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 231, p. 98-104, mar./abr. 2006.
- BOX, G. E. P.; COX, D. R. An analysis of transformations. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 26, n. 2, p. 211-252, 1964.
- DELLAI, J.; TRENTIN, G.; BISOGNIN, D. A.; STRECK, N. A. Filocrono em diferentes densidades de plantas de batata. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1269-1274, nov./dez. 2005.
- FAGUNDES, J. D.; SANTIAGO, G.; MELLO, A. M.; BELLÉ, R. A.; STRECK, N. A. Crescimento, desenvolvimento e retardamento da senescência foliar em girassol de vaso (*Helianthus annuus* L.): fontes e doses de nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 987-993, jul./ago. 2007.
- FAGUNDES, L. K.; STRECK, N. A.; LOPES, S. J.; ROSA, H. T.; WALTER, L.; ZANON, A. J. Desenvolvimento vegetativo em diferentes hastes da planta de mandioca em função da época de plantio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 3, p. 657-663, mai./jun. 2009.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR: Sistema de análise de variância para dados balanceados, versão 5.3**. Lavras: DEX/UFLA, 1999. (Programa estatístico).
- FERREIRA, W. R.; RANAL, M. A.; FILGUEIRA, F. A. R. Fertilizantes e espaçamento entre plantas na produtividade da couve-da-malásia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 635-640, dez. 2002.
- KOEFENDER, J.; STRECK, N. A.; BURIOL, G. A.; TRENTIN, R. Estimativa do filocrono em calêndula. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 5, p. 1246-1250, ago. 2008.
- MALDANER, I. C.; GUSE, F. I.; STRECK, N. A.; HELDWEIN, A. B.; LUCAS, D. D. P.; LOOSE, L. H. Filocrono, área foliar e produtividade de frutos de berinjela conduzidas com uma e duas hastes por planta em estufa plástica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 3, p. 671-677, mai./jun. 2009.
- MARTINS, F. B.; SILVA, J. C.; STRECK, N. A. Estimativa da temperatura-base para emissão de folhas e do filocrono em duas espécies de eucalipto na fase de muda. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 373-381, mai./jun. 2007.

MELO-ABREU, J. P.; BARRANCO, D.; CORDEIRO, A. M.; TOUS, J.; ROGADO, B. M.; VILLALOBOS, F. J. Modelling olive flowering date using chilling for dormancy release and thermal time. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 125, n. 1-2, p. 117-127, set. 2004.

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

PAULA, G. M.; STRECK, N. A. Temperatura base para emissão de folhas e nós, filocrono e plastocrono das plantas daninhas papuã e corriola. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 9, p. 2457-2463, dez. 2008.

PIVETTA, C. R.; TAZZO, I. F.; MAASS, G. F.; STRECK, N. A.; HELDWEIN, A. B. Emissão e expansão foliar em três genótipos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 5, p. 1274-1280, set./out. 2007.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2009. (Programa estatístico).

RIBEIRO, M. S.; LIMA, L. A.; FARIA, F. H. S.; REZENDE, F. C.; FARIA, L. A. Efeitos de águas residuárias de café no crescimento vegetativo de cafeeiros em seu primeiro ano. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, n. 4, p. 569-577, out./dez. 2009.

ROSA, H. T.; WALTER, L. C.; STRECK, N. A.; ALBERTO, C. M. Métodos de soma térmica e datas de semeadura na determinação de filocrono de cultivares de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 11, p. 1374-1382, nov. 2009.

SCHONS, A.; STRECK, N. A.; KRAULICH, B.; PINHEIRO, D. G.; ZANON, A. J. Emissão de folhas e início de acumulação de amido em raízes de uma variedade de mandioca em função da época de plantio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1586-1592, nov./dez. 2007.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, n. 3, p. 507-512, set. 1974.

STATISTICAL GRAPHICS CORPORATION. **Statgraphics Plus (2.1)**. Statistical Graphics Corporation, Rendón, Virginia, USA, 1999. (Programa estatístico).

STRECK, N. A. A temperature response function for modeling leaf growth and development of the African violet (*Saintpaulia ionantha* Wendl.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 55-62, jan./fev. 2004.

STRECK, N. A.; LAGO, I.; SAMBORANHA, F. K.; GABRIEL, L. F.; SCHWANTES, A. P.; SCHONS, A. Temperatura base para aparecimento de folhas e filocrono da variedade de milho BRS Missões. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 224-227, jan./fev. 2009.

STRECK, N. A.; MICHELON, S.; ROSA, H. T.; WALTER, L. C.; BOSCO, L. C.; PAULA, G. M.; CAMERA, C.; SAMBORANHA, F. K.; MARCOLIN, E.; LOPES, S. J. Filocrono de genótipos de arroz irrigado em função de época de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 2, p. 323-329, mar./abr. 2007.

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

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

WILHELM, W. W.; McMASTER, G. S. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses. **Crop Science**, Madison, v. 35, n. 1, p. 1-3, jan./fev. 1995.

XUE, Q.; WEISS, A.; BAENZIGER, P. S. Predicting leaf appearance in field-grown winter wheat: evaluating linear and non-linear models. **Ecological Modeling**, Amsterdam, v. 175, n. 3, p. 261-270, jul. 2004.

**CAPÍTULO 3: PROPAGAÇÃO DA OLIVEIRA (*Olea europaea* L.) POR
ENRAIZAMENTO DE MINIESTACAS SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE
ÁCIDO INDOLBUTÍRICO E SUBSTRATOS**

RESUMO

LISBOA, Priscila Maria Martins. **Propagação da oliveira (*Olea europaea* L.) por enraizamento de miniestacas sob diferentes concentrações de ácido indolbutírico e substratos**. 2011. 24 p. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Instituto de Recursos Naturais, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2011.

A propagação de plantas por miniestaquia, ainda pouco estudada para a cultura da oliveira, tem promovido incrementos no potencial rizogênico de outras espécies. O objetivo deste estudo foi avaliar o enraizamento de miniestacas de duas cultivares de oliveira, MGS ASC315 e Arbequina, em diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB) e em dois substratos. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Epamig, em Maria da Fé, MG. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 4 x 2, com duas cultivares (MGS ASC315 e Arbequina), quatro concentrações de AIB (0 mg L⁻¹, 1.000 mg L⁻¹, 2.000 mg L⁻¹ e 3.000 mg L⁻¹), dois substratos (areia e perlita) e quatro repetições, compreendendo um total de 64 parcelas, cada uma constituída de 15 miniestacas. Após 70 dias em casa de vegetação, foram avaliados a porcentagem de sobrevivência de miniestacas, a porcentagem de miniestacas enraizadas, a porcentagem de miniestacas com calo, o número total médio de raízes e o comprimento médio da maior raiz. A porcentagem de sobrevivência de miniestacas foi alta para as duas cultivares e para os dois substratos avaliados (superior a 87%). No substrato areia, a cultivar Arbequina apresentou melhores resultados de porcentagem de miniestacas enraizadas, porcentagem de miniestacas com calo, número total médio de raízes e comprimento médio da maior raiz que a cultivar MGS ASC315, a qual obteve melhor desempenho no substrato perlita do que no substrato areia. O AIB aumentou a porcentagem de miniestacas enraizadas e o comprimento médio da maior raiz, no substrato perlita, e a porcentagem de sobrevivência de miniestacas e o número total médio de raízes, em ambos os substratos.

Palavras-chave: Propagação vegetativa, miniestaquia, AIB.

ABSTRACT

LISBOA, Priscila Maria Martins. **Propagation of olive (*Olea europaea* L.) by rooting of minicuttings under different concentrations of indolbultiric acid and substrates.** 2011. 24 p. Dissertation (Master in Environment and Water Resources) – Natural Resources Institute, Federal University of Itajubá, Itajubá, 2011.

The propagation of plants by minicutting, still little studied for the cultivation of olive trees, has promoted increases in the rhizogenic potential in other species. The objective of this study was to evaluate the rooting of minicuttings of two olive cultivars, MGS ASC315 and Arbequina, in different concentrations of indolbultiric acid (IBA) and in two substrates. The experiment was carried out at the Epamig Experimental Farm, in Maria da Fé, Minas Gerais. The delineation was completely casual in a 2 x 4 x 2 factorial scheme with two cultivars (MGS ASC315 and Arbequina), four concentrations of IBA (0 mg L⁻¹, 1.000 mg L⁻¹, 2.000 mg L⁻¹ and 3.000 mg L⁻¹), two substrates (sand and perlite) and four repetitions, comprising a total of 64 experimental portions, each consisting of 15 minicuttings. After 70 days in a greenhouse, we evaluated the survival percentage of minicuttings, the percentage of rooted minicuttings, the percentage of minicuttings with callus, the average total number of roots and the average length of the longest root. The survival percentage of minicuttings was high for both evaluated cultivars and substrates (greater than 87%). In the sand substrate, the Arbequina cultivar showed better results of percentage of rooted minicuttings, percentage of minicuttings with callus, average total number of roots and average length of the longest root than the MGS ASC315 cultivar, which performed better in perlite substrate than in sand. The AIB increased the percentage of rooted minicuttings and the average length of the longest root in perlite substrate, and the survival percentage of minicuttings and the average total number of roots in both substrates.

Keywords: Vegetative propagation, minicutting, IBA.

1 INTRODUÇÃO

O cultivo da oliveira (*Olea europaea* L.) adquiriu especial importância em todo mundo pelo fato do azeite de oliva contribuir para a proteção de diversas enfermidades, como a diabete, o câncer e doenças cardiovasculares (BARCELOS; ANGELIS-PEREIRA; OLIVEIRA, 2006). No Brasil, a demanda de azeitona e azeite de oliva é suprida através de importações, principalmente da Argentina, Espanha e Portugal (VIEIRA NETO et al., 2008). A auto-suficiência na produção de azeitona e azeite possibilitaria a redução dos gastos com importações e uma maior arrecadação de impostos diretos (MESQUITA; OLIVEIRA; MESQUITA, 2006).

Um aspecto importante para a viabilização do cultivo econômico da oliveira no Brasil é a obtenção de mudas de qualidade (OLIVEIRA et al., 2003b). Apesar da estaquia ter se tornado a técnica mais difundida para a propagação da oliveira (OLIVEIRA, 2001), o baixo índice de enraizamento e a baixa qualidade do sistema radicular são fatores limitantes (ALFENAS et al., 2004). Essas limitações têm sido superadas pela técnica de miniestaquia, utilizada com sucesso na propagação de várias espécies, entre elas florestais (GOULART; XAVIER; CARDOSO, 2008; XAVIER et al., 2003; SOUZA et al., 2009), frutíferas (CARVALHO; SILVA; FAQUIM, 2007; MARINHO et al., 2009) e medicinais (WENDLING; DUTRA; GROSSI, 2007; LIMA et al., 2009). Contudo, é uma técnica ainda pouco estudada para oliveira.

Apesar do desenvolvimento de novas técnicas destinadas à propagação vegetativa, o seu sucesso depende, basicamente, do potencial rizogênico dos propágulos (HARTMANN et al., 2002 apud ALMEIDA et al., 2007), que pode ser estimulado com aplicações exógenas de substâncias reguladoras do crescimento, como as auxinas. As auxinas promovem uma maior porcentagem, velocidade, qualidade e uniformidade de enraizamento (TITON et al., 2003a). O ácido indolbutírico (AIB) é a auxina sintética mais utilizada para o aumento do potencial rizogênico em estacas e miniestacas (HINOJOSA, 2000 apud OLIVEIRA, 2009).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o enraizamento de miniestacas de duas cultivares de oliveira, MGS ASC315 e Arbequina, em diferentes concentrações de AIB e substratos. Essas informações poderão contribuir para a ampliação dos conhecimentos sobre a produção de mudas de oliveira, gerando mais um subsídio econômico para o País.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 AVALIAÇÃO DO ENRAIZAMENTO DE MINIESTACAS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação com sistema de nebulização intermitente e temperatura controlada ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$), na Fazenda Experimental de Maria da Fé (FEMF), pertencente à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig), em Maria da Fé, MG (latitude: $22^{\circ}18'29''$ S; longitude: $45^{\circ}22'31''$ W; e altitude: 1.276 m).

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado organizado em esquema fatorial $2 \times 4 \times 2$, com duas cultivares (MGS ASC315 e Arbequina), quatro concentrações de AIB (0 mg L^{-1} , 1.000 mg L^{-1} , 2.000 mg L^{-1} e 3.000 mg L^{-1}), dois substratos (areia e perlita) e quatro repetições, compreendendo um total de 64 parcelas, cada uma constituída por 15 miniestacas de 8 cm a 10 cm de comprimento e com dois pares de folhas na região apical.

As miniestacas de MGS ASC315 e Arbequina foram coletadas da base do caule de estacas semilenhosas enraizadas pelo método de estaquia convencional (minicepas) e preparadas no mesmo dia da instalação do experimento, em 26/04/2010.

O tratamento com AIB foi realizado antes da instalação do experimento, submergindo, por cinco segundos, cerca de 3 cm da base das miniestacas em solução hidroalcoólica 1:1 (v/v) contendo o produto. Em seguida, as miniestacas foram enterradas em bancadas de propagação, com areia ou perlita (Figura 6), à profundidade de 4 cm.

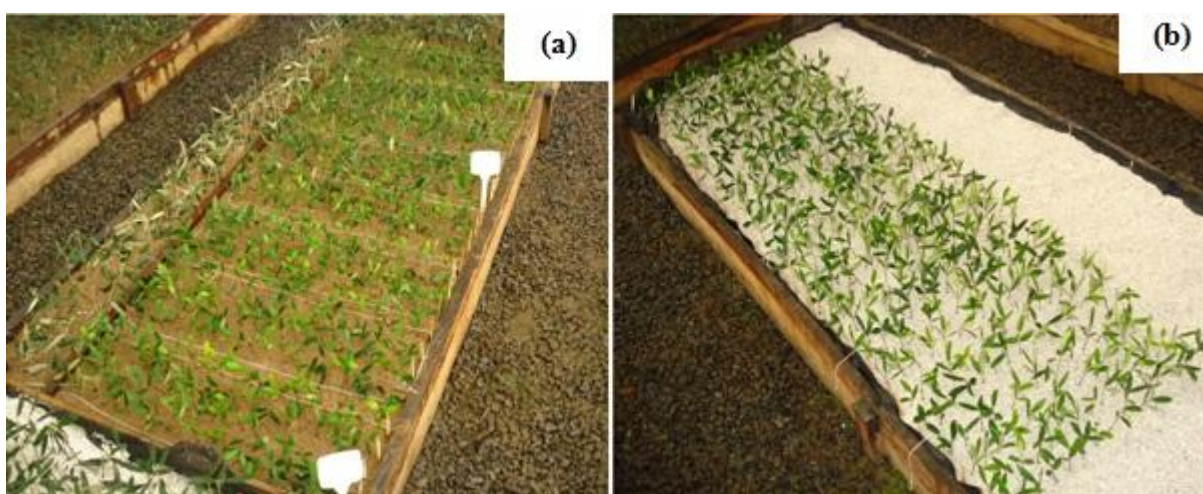


Figura 6 – Miniestacas de MGS ASC315 e Arbequina enterradas em bancadas de propagação contendo os substratos a) areia e b) perlita. Maria da Fé, MG, 2010.

Após 70 dias do plantio das miniestacas, foram avaliados a porcentagem de sobrevivência de miniestacas, a porcentagem de miniestacas enraizadas, a porcentagem de miniestacas com calo, o número total médio de raízes e o comprimento médio da maior raiz.

Os pressupostos de normalidade do erro e homogeneidade de variância para as variáveis avaliadas foram verificados pelo teste de Shapiro-Wilk e pelo teste de Bartlett, respectivamente (FERREIRA; RANAL; FILGUEIRA, 2002; BARBIERI et al., 2005; RIBEIRO et al., 2009), através do programa estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2009). Quando tais pressupostos não foram atendidos, os dados foram transformados por $(x + 0,5)^{1/2}$ (Equação 3).

As análises de variância dos dados para as duas cultivares, quatro concentrações de AIB e dois substratos foram feitas através do programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 1999), comparando-se as médias pelo teste de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

2.2 AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO MINIJARDIM CLONAL

A capacidade de produção de miniestacas pelas minicepas é uma característica importante para a propagação por miniestaquia. Nesse sentido, para complementação do trabalho, foi realizado um ensaio a fim de obter informações sobre o desempenho do minijardim clonal em coletas sucessivas de miniestacas.

O ensaio foi conduzido a campo na Fazenda Experimental de Maria da Fé (FEMF), pertencente à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epmig), em Maria da Fé, MG (latitude: 22°18'29" S; longitude: 45°22'31" W; e altitude: 1.276 m).

O minijardim clonal (Figura 7) foi instalado em abril de 2010 e constituído por 234 minicepas da cultivar MGS ASC315 e 234 minicepas da cultivar Arbequina. As minicepas foram obtidas do enraizamento de estacas semilenhosas propagadas pelo método de estaquia convencional e tratadas com solução de oxiclreto de cobre a 3%, a fim de prevenir ataque de fungos. Como recipientes para as minicepas foram utilizados sacos plásticos de polietileno contendo substrato constituído de terra e composto orgânico comercial (Provaso®). Cada 1 m³ de substrato foi enriquecido com 5 kg de superfosfato simples (18 dag kg⁻¹ de P₂O₅), 1 kg de cloreto de potássio (58 dag kg⁻¹ de K₂O) e 2,5 kg de calcário dolomítico (PRNT 100%). As minicepas foram irrigadas regularmente de modo a minimizar o estresse hídrico nas plantas.



Figura 7 – Minijardim clonal constituído por minicépas de MGS ASC315 e Arbequina. Maria da Fé, MG, 2010.

Foram realizadas quatro coletas sucessivas de miniestacas, em intervalos regulares de 13 semanas. A primeira coleta foi realizada em 26/04/2010, a segunda em 26/07/2010, a terceira em 26/10/2010 e a quarta em 26/01/2011. Em cada coleta, retirou-se, de cada minicepa, apenas brotações viáveis à preparação de miniestacas com 8 cm a 10 cm de comprimento. Após cada coleta, foram quantificados a sobrevivência das minicépas e o rendimento em número de miniestacas.

Não foi realizada uma análise estatística a fim de verificar se havia diferença significativa para os fatores cultivar e época de coleta e para a interação dos fatores, uma vez que isto não foi o objetivo do trabalho. O objetivo desse ensaio foi apenas contribuir com uma informação adicional para a cultura da oliveira.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 AVALIAÇÃO DO ENRAIZAMENTO DE MINIESTACAS

3.1.1 Porcentagem de sobrevivência de miniestacas

A análise de variância para a variável porcentagem de sobrevivência de miniestacas mostrou que houve diferença significativa a 5% de probabilidade apenas para o fator concentração de AIB, não havendo diferença significativa para os fatores cultivar e substrato e para as interações dos fatores (Tabela 4).

Tabela 4 – Resumo da análise de variância para porcentagem de sobrevivência de miniestacas em miniestacas de oliveira, considerando os fatores cultivar, concentração de AIB e substrato.

Fontes de Variação	GL	QM
Cultivar	1	2,778 ^{ns}
Concentração de AIB	3	1831,944*
Substrato	1	25,000 ^{ns}
Cultivar x Concentração de AIB	3	119,907 ^{ns}
Cultivar x Substrato	1	469,444 ^{ns}
Concentração de AIB x Substrato	3	315,278 ^{ns}
Cultivar x Concentração de AIB x Substrato	3	81,019 ^{ns}
Erro	48	117,245
Total	63	
CV (%)		12,29

* Significativo, a 5% de probabilidade.

^{ns}Não significativo, a 5% de probabilidade.

A porcentagem de sobrevivência de miniestacas foi alta para as duas cultivares e para os dois substratos avaliados (superior a 87%). A alta porcentagem de sobrevivência de miniestacas obtida neste estudo pode estar relacionada à permanência da maioria das folhas nas miniestacas durante a fase experimental, evidenciando um controle adequado das condições ambientais (umidade e temperatura) na casa de vegetação e demonstrando potencial de uso da miniestaquia para a cultura da oliveira.

A porcentagem de sobrevivência de miniestacas tratadas com AIB foi bastante elevada (superior a 93%), havendo uma redução significativa da sobrevivência quando as miniestacas não foram tratadas com AIB (72,08%) (Tabela 5).

Tabela 5 – Médias da porcentagem de sobrevivência de miniestacas (%) para as quatro concentrações de AIB. Maria da Fé, MG, 2010.

Concentrações de AIB	Porcentagem de sobrevivência de miniestacas (%)
0 mg L ⁻¹	72,08 b
1.000 mg L ⁻¹	93,99 a
2.000 mg L ⁻¹	93,33 a
3.000 mg L ⁻¹	93,13 a

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

3.1.2 Porcentagem de miniestacas enraizadas

A análise de variância para a variável porcentagem de miniestacas enraizadas mostrou que houve diferença significativa a 5% de probabilidade para os fatores cultivar, concentração de AIB e substrato e para as interações cultivar x substrato e concentração de AIB x substrato (Tabela 6). Assim, a análise estatística dessas interações foi desdobrada dentro de cada fator (Tabelas 7 e 8).

Tabela 6 – Resumo da análise de variância para porcentagem de miniestacas enraizadas em miniestacas de oliveira, considerando os fatores cultivar, concentração de AIB e substrato.

Fontes de Variação	GL	QM
Cultivar	1	2100,694*
Concentração de AIB	3	2123,206*
Substrato	1	925,174*
Cultivar x Concentração de AIB	3	221,875 ^{ns}
Cultivar x Substrato	1	4117,361*
Concentração de AIB x Substrato	3	657,928*
Cultivar x Concentração de AIB x Substrato	3	255,208 ^{ns}
Erro	48	160,938
Total	63	
CV (%)		32,96

* Significativo, a 5% de probabilidade.

^{ns}Não significativo, a 5% de probabilidade.

A porcentagem de miniestacas enraizadas variou entre as cultivares apenas no substrato areia, no qual a maior porcentagem de miniestacas enraizadas foi da cultivar Arbequina. No substrato perlita, a porcentagem de miniestacas enraizadas não variou entre as cultivares (Tabela 7).

A porcentagem de miniestacas enraizadas variou entre os substratos apenas para a cultivar MGS ASC315, para a qual a maior porcentagem de miniestacas enraizadas ocorreu no substrato perlita (Tabela 7). Este resultado concorda com aquele obtido por Oliveira et al. (2008), que verificaram que a perlita também possibilitou melhores resultados para porcentagem de estacas enraizadas de MGS ASC315 (22,7%). A razão disso pode estar relacionada ao fato da perlita apresentar maior capacidade de retenção de água e porosidade adequada para uma boa drenagem. Para a cultivar Arbequina, a porcentagem de miniestacas enraizadas não variou entre os substratos (Tabela 7).

Tabela 7 – Médias da porcentagem de miniestacas enraizadas (%) para as duas cultivares de oliveira nos dois substratos. Maria da Fé, MG, 2010.

Cultivares	Substratos	
	Areia	Perlita
MGS ASC315	20,94 Bb	44,58 Aa
Arbequina	48,44 Aa	40,00 Aa

*Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

A porcentagem de miniestacas enraizadas variou entre as concentrações de AIB apenas no substrato perlita, no qual a porcentagem de miniestacas enraizadas teve a sequência $0 \text{ mg L}^{-1} < 1.000 \text{ mg L}^{-1} = 2.000 \text{ mg L}^{-1} = 3.000 \text{ mg L}^{-1}$ (Tabela 8). Este resultado demonstra a importância da aplicação de AIB em miniestacas de oliveira. A necessidade de aplicação de AIB visando o incremento no percentual de enraizamento também foi observada em estacas semilenhosas de oliveira (OLIVEIRA, 2001; OLIVEIRA et al., 2003a; PIO et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2008) e miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis* (TITON et al., 2003a), de *Eucalyptus cloeziana* com baixo potencial rizogênico (ALMEIDA et al., 2007) e de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* (GOULART; XAVIER; CARDOSO, 2008). No substrato areia, a porcentagem de miniestacas enraizadas não variou entre as concentrações de AIB (Tabela 8). Estes resultados indicam que as miniestacas de oliveira responderam melhor à aplicação de AIB quando plantadas no substrato perlita. Quando plantadas no substrato areia, a aplicação de AIB não resultou em incremento no enraizamento das miniestacas.

A porcentagem de miniestacas enraizadas variou entre os substratos apenas nas concentrações de 1.000 mg L⁻¹ e 2.000 mg L⁻¹ de AIB, nas quais a maior porcentagem de miniestacas enraizadas ocorreu no substrato perlita. Para as concentrações de 0 mg L⁻¹ e 3.000 mg L⁻¹ de AIB, a porcentagem de miniestacas enraizadas não variou entre os substratos (Tabela 8).

Tabela 8 – Médias da porcentagem de miniestacas enraizadas (%) para as quatro concentrações de AIB nos dois substratos. Maria da Fé, MG, 2010.

Substratos	Concentrações de AIB			
	0 mg L ⁻¹	1.000 mg L ⁻¹	2.000 mg L ⁻¹	3.000 mg L ⁻¹
Areia	27,50 Aa	39,38 Ab	36,88 Ab	35,00 Aa
Perlita	16,67 Ba	57,50 Aa	50,83 Aa	44,17 Aa

*Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

Para a cultivar MGS ASC315, a porcentagem de miniestacas enraizadas foi de 20,94% (substrato areia) e 44,58% (substrato perlita). Para a cultivar Arbequina, a porcentagem de miniestacas enraizadas foi de 44,22% (média dos dois substratos, uma vez que não apresentou diferença significativa entre os mesmos). Percentuais de enraizamento semelhantes ao da cultivar MGS ASC315, no substrato perlita, e aos da cultivar Arbequina, em ambos os substratos, foram encontrados por Oliveira (2001), para estacas semilenhosas da cultivar MGS ASC315 (44,28%, tratadas com 3.000 mg L⁻¹ de AIB), e por Pio et al. (2005), para estacas semilenhosas da cultivar Grapollo (45,81%, tratadas com 2.000 mg L⁻¹ de AIB). Essa semelhança de percentuais de enraizamento entre estacas e miniestacas pode sugerir não ter havido nenhum incremento em enraizamento do método de estaquia para o método de miniestaquia. Entretanto, salienta-se que, no estudo de Oliveira (2001), as estacas foram coletadas no mês de fevereiro. Quando coletadas em abril, mesmo mês de coleta das miniestacas deste estudo, o autor observou um percentual de estacas enraizadas bem menor, de 16,64%, reforçando a influência da época de coleta de estacas, também observada por Mancuso (1999) e Oliveira et al. (2009). Assim, para verificar a influência da sazonalidade sobre o enraizamento de miniestacas é necessário realizar um experimento com um maior número de épocas de coletas, uma vez que, segundo Mancuso (1999), a oliveira enraíza com êxito apenas em certas épocas.

A porcentagem de miniestacas enraizadas da cultivar MGS ASC315, no substrato perlita, e a porcentagem de miniestacas enraizadas da cultivar Arbequina, em ambos os substratos, foram superiores às porcentagens de estacas enraizadas de MGS ASC315 obtidas

por Oliveira et al. (2008), as quais variaram de 8,1% a 30,3%, quando tratadas com AIB nas concentrações de 0 mg L⁻¹ a 3.000 mg L⁻¹, respectivamente. Assim, a miniestaquia, utilizada com sucesso na propagação vegetativa de diversas espécies, como *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* (GOULART; XAVIER; CARDOSO, 2008), *Cedrela fissilis* (XAVIER et al., 2003), *Toona ciliata* (SOUZA et al., 2009), *Passiflora edulis* (CARVALHO; SILVA; FAQUIM, 2007), *Psidium guajava* (MARINHO et al., 2009), *Ilex paraguariensis* (WENDLING; DUTRA; GROSSI, 2007) e *Maytenus ilicifolia* (LIMA et al., 2009), também apresenta um grande potencial para a cultura da oliveira. Os melhores resultados obtidos pela miniestaquia, quanto à capacidade de enraizamento, podem estar relacionados à maior juvenilidade apresentada pelas miniestacas (ALFENAS et al., 2004). Quanto mais juvenil o propágulo, maior a porcentagem de enraizamento (GOMES, 1987 apud ALFENAS et al., 2004).

3.1.3 Porcentagem de miniestacas com calo

A análise de variância para a variável porcentagem de miniestacas com calo mostrou que houve diferença significativa a 5% de probabilidade para o fator cultivar e para a interação cultivar x substrato (Tabela 9). Assim, a análise estatística dessa interação foi desdobrada dentro de cada fator (Tabela 10).

Tabela 9 – Resumo da análise de variância para porcentagem de miniestacas com calo em miniestacas de oliveira, considerando os fatores cultivar, concentração de AIB e substrato.

Fontes de Variação	GL	QM
Cultivar	1	2256,250*
Concentração de AIB	3	172,512 ^{ns}
Substrato	1	646,007 ^{ns}
Cultivar x Concentração de AIB	3	329,514 ^{ns}
Cultivar x Substrato	1	1806,250*
Concentração de AIB x Substrato	3	104,456 ^{ns}
Cultivar x Concentração de AIB x Substrato	3	340,625 ^{ns}
Erro	48	176,794
Total	63	
CV (%)		26,79

* Significativo, a 5% de probabilidade.

^{ns} Não significativo, a 5% de probabilidade.

A porcentagem de miniestacas com calo variou entre as cultivares apenas no substrato areia, no qual a maior porcentagem de miniestacas com calo foi da cultivar MGS ASC315. No substrato perlita, a porcentagem de miniestacas com calo não variou entre as cultivares (Tabela 10).

A porcentagem de miniestacas com calo variou entre os substratos apenas para a cultivar MGS ASC315, para a qual a maior porcentagem de miniestacas com calo ocorreu no substrato areia. Para a cultivar Arbequina, a porcentagem de miniestacas com calo não variou entre os substratos (Tabela 10).

Estes resultados indicam que o substrato areia não foi um bom meio de enraizamento para as miniestacas da cultivar MGS ASC315, uma vez que foram observadas, para esta cultivar, altas porcentagens de miniestacas com calo.

Tabela 10 – Médias da porcentagem de miniestacas com calo (%) para as duas cultivares de oliveira nos dois substratos. Maria da Fé, MG, 2010.

Cultivares	Substratos	
	Areia	Perlita
MGS ASC315	64,06 Aa	47,08 Ba
Arbequina	41,56 Ab	45,83 Aa

*Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

Para a cultivar MGS ASC315, a porcentagem de miniestacas com calo foi de 64,06% (substrato areia) e 47,08% (substrato perlita). Para a cultivar Arbequina, a porcentagem de miniestacas com calo foi de 43,70% (média dos dois substratos, uma vez que não apresentou diferença significativa entre os mesmos).

Os valores elevados de porcentagem de miniestacas com calo observados neste estudo podem ser um prenúncio para a formação de raízes adventícias em oliveira, como relatado por Silva, Faquim e Carvalho (2006) e Peixe et al. (2009), apesar dos processos de formação de calos e raízes serem independentes para a maioria das plantas (HARTMANN et al., 2002 apud OLIVEIRA, 2007).

3.1.4 Número total médio de raízes

Uma vez que o pressuposto de homogeneidade de variância para a variável número total médio de raízes não foi atendido pelo teste de Bartlett ($p = 0,036$) (FERREIRA; RANAL; FILGUEIRA, 2002; BARBIERI et al., 2005; RIBEIRO et al., 2009), realizado através do programa estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2009), os valores dessa variável foram transformados por $(x + 0,5)^{1/2}$ (Equação 3).

A análise de variância para a variável número total médio de raízes mostrou que houve diferença significativa a 5% de probabilidade para o fator concentração de AIB e para as interações cultivar x substrato e cultivar x concentração de AIB x substrato (Tabela 11). Assim, a análise estatística desta última interação foi desdobrada dentro de cada fator (Tabelas 12 e 13).

Tabela 11 – Resumo da análise de variância para número total médio de raízes em miniestacas de oliveira, considerando os fatores cultivar, concentração de AIB e substrato.

Fontes de Variação	GL	QM ¹
Cultivar	1	0,031 ^{ns}
Concentração de AIB	3	3,228*
Substrato	1	0,188 ^{ns}
Cultivar x Concentração de AIB	3	0,291 ^{ns}
Cultivar x Substrato	1	4,729*
Concentração de AIB x Substrato	3	0,217 ^{ns}
Cultivar x Concentração de AIB x Substrato	3	0,428*
Erro	48	0,118
Total	63	
CV (%)		20,33

¹Valores originais transformados por $(x + 0,5)^{1/2}$.

* Significativo, a 5% de probabilidade.

^{ns}Não significativo, a 5% de probabilidade.

No substrato areia, o número total médio de raízes variou entre as cultivares apenas nas concentrações de 1.000 mg L⁻¹ e 3.000 mg L⁻¹ de AIB, que promoveram maior número total médio de raízes para a cultivar Arbequina. Nas concentrações de 0 mg L⁻¹ e 2.000 mg L⁻¹ de AIB, o número total médio de raízes não variou entre as cultivares, no substrato areia (Tabela 12). No substrato perlita, o número total médio de raízes variou entre as cultivares apenas nas concentrações de 2.000 mg L⁻¹ e 3.000 mg L⁻¹ de AIB, que promoveram maior número total médio de raízes para a cultivar MGS ASC315. Nas concentrações de 0 mg L⁻¹ e

1.000 mg L⁻¹ de AIB, o número total médio de raízes não variou entre as cultivares, no substrato perlita (Tabela 12).

O número total médio de raízes variou entre as concentrações de AIB para as duas cultivares em ambos os substratos, nos quais o número total médio de raízes teve a sequência 0 mg L⁻¹ < 1.000 mg L⁻¹ = 2.000 mg L⁻¹ = 3.000 mg L⁻¹ (Tabela 12).

Tabela 12 – Médias do número total médio de raízes (raízes por miniestaca) para as duas cultivares de oliveira, nas quatro concentrações de AIB e nos dois substratos (comparação de médias entre cultivares, dentro de concentração de AIB e substrato, e entre concentrações de AIB, dentro de cultivar e substrato). Maria da Fé, MG, 2010.

Concentrações de AIB	Substratos			
	Areia		Perlita	
	Cultivares			
	MGS ASC315	Arbequina	MGS ASC315	Arbequina
0 mg L ⁻¹	0,46 Ab	1,20 Ab	0,28 Ab	0,42 Ab
1.000 mg L ⁻¹	1,76 Ba	3,99 Aa	4,20 Aa	2,94 Aa
2.000 mg L ⁻¹	2,09 Aa	3,38 Aa	5,82 Aa	1,62 Ba
3.000 mg L ⁻¹	2,13 Ba	4,53 Aa	6,57 Aa	2,10 Ba

*Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha (dentro de cada substrato) e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

Para a cultivar MGS ASC315, o número total médio de raízes variou entre os substratos nas concentrações de 1.000 mg L⁻¹, 2.000 mg L⁻¹ e 3.000 mg L⁻¹ de AIB, nas quais o maior número total médio de raízes ocorreu no substrato perlita. Na concentração de 0 mg L⁻¹ de AIB, o número total médio de raízes não variou entre os substratos, para a cultivar MGS ASC315 (Tabela 13). Para a cultivar Arbequina, o número total médio de raízes variou entre os substratos apenas nas concentrações de 2.000 mg L⁻¹ e 3.000 mg L⁻¹ de AIB, nas quais o maior número total médio de raízes ocorreu no substrato areia. Nas concentrações de 0 mg L⁻¹ e 1.000 mg L⁻¹ de AIB, o número total médio de raízes não variou entre os substratos, para a cultivar Arbequina (Tabela 13).

Tabela 13 – Médias do número total médio de raízes (raízes por miniestaca) para as duas cultivares de oliveira, nas quatro concentrações de AIB e nos dois substratos (comparação de médias entre substratos, dentro de cultivar e concentração de AIB). Maria da Fé, MG, 2010.

Concentrações de AIB	Cultivares			
	MGS ASC315		Arbequina	
	Substratos			
	Areia	Perlita	Areia	Perlita
0 mg L⁻¹	0,46 A	0,28 A	1,20 A	0,42 A
1.000 mg L⁻¹	1,76 B	4,20 A	3,99 A	2,94 A
2.000 mg L⁻¹	2,09 B	5,82 A	3,38 A	1,62 B
3.000 mg L⁻¹	2,13 B	6,57 A	4,53 A	2,10 B

*Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha (dentro de cada cultivar), não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

Para a cultivar MGS ASC315, o número total médio de raízes promovido pela concentração de 0 mg L⁻¹ foi de 0,37 raízes por miniestaca (média dos dois substratos, uma vez que não apresentou diferença significativa entre os mesmos), enquanto o número total médio de raízes promovido pelas concentrações de 1.000 mg L⁻¹, 2.000 mg L⁻¹ e 3.000 mg L⁻¹ foi de 1,99 raízes por miniestaca (média das três concentrações no substrato areia) e 5,53 raízes por miniestaca (média das três concentrações no substrato perlita). O número total médio de raízes para a cultivar MGS ASC315, no substrato areia, foi semelhante ao encontrado por Oliveira et al. (2008), para estacas semilenhosas da mesma cultivar (1,9 raízes por estaca, tratadas com 3.000 mg L⁻¹ de AIB). O número total médio de raízes para a cultivar MGS ASC315, no substrato perlita, foi semelhante ao encontrado por Pio et al. (2005), para estacas semilenhosas da cultivar Grapollo (7,41 raízes por estaca, tratadas com 2.000 mg L⁻¹).

Para a cultivar Arbequina, o número total médio de raízes promovido pela concentração de 0 mg L⁻¹ foi de 0,81 raízes por miniestaca (média dos dois substratos, uma vez que não apresentou diferença significativa entre os mesmos), enquanto o número total médio de raízes promovido pelas concentrações de 1.000 mg L⁻¹, 2.000 mg L⁻¹ e 3.000 mg L⁻¹ foi de 3,97 raízes por miniestaca (média das três concentrações no substrato areia) e 2,22 raízes por miniestaca (média das três concentrações no substrato perlita).

3.1.5 Comprimento médio da maior raiz

A análise de variância para a variável comprimento médio da maior raiz mostrou que houve diferença significativa a 5% de probabilidade para os fatores cultivar, concentração de AIB e substrato e para as interações cultivar x substrato e concentração de AIB x substrato (Tabela 14). Assim, a análise estatística dessas interações foi desdobrada dentro de cada fator (Tabelas 15 e 16).

Tabela 14 – Resumo da análise de variância para comprimento médio da maior raiz em miniestacas de oliveira, considerando os fatores cultivar, concentração de AIB e substrato.

Fontes de Variação	GL	QM
Cultivar	1	1,823*
Concentração de AIB	3	1,410*
Substrato	1	0,333*
Cultivar x Concentração de AIB	3	0,129 ^{ns}
Cultivar x Substrato	1	1,638*
Concentração de AIB x Substrato	3	0,371*
Cultivar x Concentração de AIB x Substrato	3	0,043 ^{ns}
Erro	48	0,076
Total	63	
CV (%)		41,84

* Significativo, a 5% de probabilidade.

^{ns}Não significativo, a 5% de probabilidade.

O comprimento médio da maior raiz variou entre as cultivares apenas no substrato areia, no qual o maior comprimento médio da maior raiz foi da cultivar Arbequina. No substrato perlita, o comprimento médio da maior raiz não variou entre as cultivares (Tabela 15).

O comprimento médio da maior raiz variou entre os substratos apenas para a cultivar MGS ASC315, para a qual o maior comprimento médio da maior raiz ocorreu no substrato perlita. Para a cultivar Arbequina, o comprimento médio da maior raiz não variou entre os substratos (Tabela 15).

Tabela 15 – Médias do comprimento médio da maior raiz (cm) para as duas cultivares de oliveira nos dois substratos. Maria da Fé, MG, 2010.

Cultivares	Substratos	
	Areia	Perlita
MGS ASC315	0,26 Bb	0,72 Aa
Arbequina	0,92 Aa	0,74 Aa

*Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

O comprimento médio da maior raiz variou entre as concentrações de AIB apenas no substrato perlita, no qual o comprimento médio da maior raiz teve a sequência $0 \text{ mg L}^{-1} < 2.000 \text{ mg L}^{-1} = 3.000 \text{ mg L}^{-1} < 1.000 \text{ mg L}^{-1}$. No substrato areia, o comprimento médio da maior raiz não variou entre os substratos (Tabela 16).

O comprimento médio da maior raiz variou entre os substratos apenas na concentração de 1.000 mg L^{-1} de AIB, na qual o maior comprimento médio da maior raiz ocorreu no substrato perlita. Para as concentrações de 0 mg L^{-1} , 2.000 mg L^{-1} e 3.000 mg L^{-1} de AIB, o comprimento médio da maior raiz não variou entre os substratos (Tabela 16).

Tabela 16 – Médias do comprimento médio da maior raiz (cm) para as quatro concentrações de AIB nos dois substratos. Maria da Fé, MG, 2010.

Substratos	Concentrações de AIB			
	0 mg L^{-1}	1.000 mg L^{-1}	2.000 mg L^{-1}	3.000 mg L^{-1}
Areia	0,40 Aa	0,77 Ab	0,53 Aa	0,65 Aa
Perlita	0,17 Ca	1,25 Aa	0,78 Ba	0,73 Ba

*Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

Para a cultivar MGS ASC315, o comprimento médio da maior raiz foi de 0,26 cm (substrato areia) e 0,72 cm (substrato perlita). Para a cultivar Arbequina, o comprimento médio da maior raiz foi de 0,83 cm (média dos dois substratos, uma vez que não apresentou diferença significativa entre os mesmos). O comprimento médio da maior raiz para a cultivar MGS ASC315, no substrato perlita, e para a cultivar Arbequina, em ambos os substratos, foram semelhantes aos valores encontrados por Oliveira et al. (2008), para estacas semilenhosas da cultivar MGS ASC315 (0,80 cm, sem aplicação de AIB).

3.2 AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO MINIJARDIM CLONAL

3.2.1 Sobrevivência das minicepas

As quatro coletas sucessivas de miniestacas não afetaram a sobrevivência das minicepas, uma vez que não foi registrada mortalidade para nenhuma das cultivares avaliadas nesse período, indicando o alto potencial de resposta das cultivares à emissão de novas brotações. Estes resultados estão de acordo com os resultados obtidos por Xavier et al. (2003) e Souza et al. (2009), que também observaram 100% de sobrevivência das minicepas de cedro-rosa (*Cedrela fissilis*) e cedro-australiano (*Toona ciliata*), respectivamente. Resultados semelhantes também foram obtidos por Titon et al. (2003b), que verificaram uma taxa de sobrevivência de minicepas de *Eucalyptus grandis* superior a 98%.

3.2.2 Rendimento em número de miniestacas

Foi observada um rendimento médio de 1,4 e 2,2 miniestacas por minicepa por coleta de MGS ASC315 e Arbequina, respectivamente (Figura 8). Este resultado revela a capacidade de produção de novas brotações pelas minicepas após cada coleta de miniestacas, para ambas as cultivares, e sugere uma possível maior habilidade em produção pela cultivar Arbequina no período de temperaturas mais elevadas (coletas 3 e 4). Resultado semelhante foi obtido para cedro-australiano (*Toona ciliata*), cuja produtividade foi em torno de 1,1 miniestaca por minicepa na primeira coleta (10 semanas após implantação do minijardim clonal) (SOUZA et al., 2009).

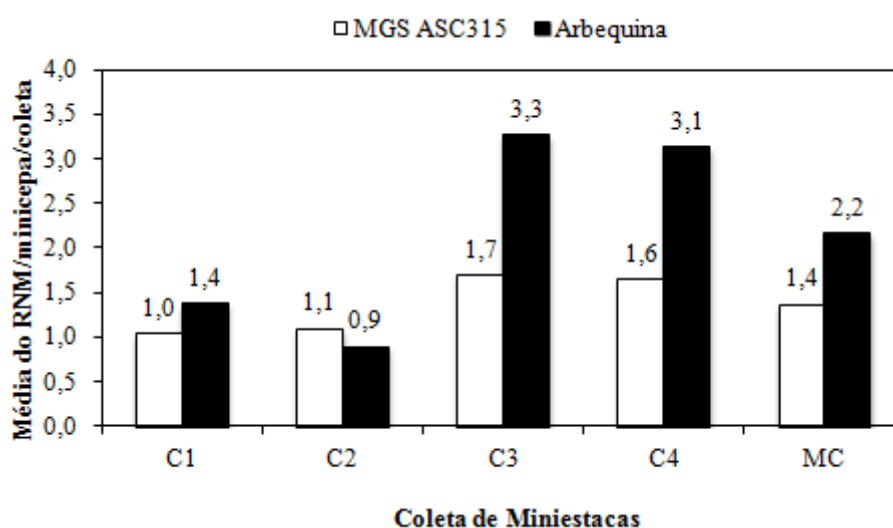


Figura 8 – Média do rendimento em número de miniestacas (RNM) por minicepa por coleta das cultivares MGS ASC315 e Arbequina em quatro coletas sucessivas (C1 – 26/04/2010; C2 – 26/07/2010; C3 – 26/10/2010; e C4 – 26/01/2011) e média das coletas (MC) realizadas no minijardim clonal. Maria da Fé, MG, 2010.

Uma vez que as médias de 1,4 e 2,2 miniestacas por minicepa por coleta das cultivares MGS ASC315 e Arbequina, respectivamente, correspondem à produtividade obtida em um período de 13 semanas (três meses), tem-se que, em um ano, foram produzidas 5,4 miniestacas por minicepa, de MGS ASC315, e 8,6 miniestacas por minicepa, de Arbequina. Ao avaliar o desempenho de jardins clonais de oliveira em cortes sucessivos visando sua propagação por estaquia, Oliveira et al. (2010) obtiveram um rendimento médio anual, em número de estacas por árvore, de 82,4, para MGS ASC315, e de 33,6, para Arbequina.

Apesar do rendimento em número de estacas ter sido superior ao de miniestacas, a miniestaquia apresenta vantagens sobre à estaquia. Além da maior porcentagem e velocidade de enraizamento e da melhor qualidade das mudas formadas, a miniestaquia substitui o jardim clonal convencional pelo minijardim clonal, que possibilita um grande número de material vegetativo em um pequeno espaço, garantindo uma maior produção de mudas quando comparada à técnica de estaquia (ALFENAS et al., 2004). Nesse sentido, a miniestaquia pode se tornar competitiva com o método de estaquia atualmente utilizado, sendo importante a realização de mais estudos sobre o assunto.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao contrário do que foi observado neste estudo para as miniestacas de oliveira, a cultivar MGS ASC315 tem apresentado, na maioria dos trabalhos desenvolvidos, maior aptidão ao enraizamento de estacas semilenhosas que a cultivar Arbequina. Os trabalhos com miniestaquia em oliveira são recentes, sendo necessária a realização de mais estudos para verificar a tendência dos resultados obtidos neste trabalho. Além de observações morfológicas, são fundamentais estudos mais apurados para caracterizar os processos bioquímicos e fisiológicos que regulam a rizogênese das cultivares.

No entanto, o menor enraizamento da cultivar MGS ASC315 no substrato areia, em comparação à cultivar Arbequina (Tabela 7), pode estar relacionado a dois fatores: menor capacidade de retenção de água da areia em relação à perlita e maior superfície foliar da cultivar MGS ASC315. Esses dois fatores associados possivelmente desestabilizaram o estado hídrico nas miniestacas desta cultivar. A perlita apresenta melhor estrutura física para retenção de água e maior estabilidade da temperatura do substrato.

Os resultados da Tabela 8, referentes às médias da porcentagem de miniestacas enraizadas para as quatro concentrações de AIB, nos dois substratos, parecem reforçar essas suspeitas, uma vez que, independente da cultivar, o efeito da concentração de AIB é potencializado quando utilizado o substrato perlita, provavelmente devido à maior diluição do hormônio e maior estabilidade da temperatura do substrato na zona de enraizamento da miniestaca, evitando fitotoxidez.

5 CONCLUSÕES

- A porcentagem de sobrevivência de miniestacas foi elevada para as duas cultivares e para os dois substratos avaliados.
- No substrato areia, a cultivar Arbequina apresentou melhores resultados de porcentagem de miniestacas enraizadas, porcentagem de miniestacas com calo, número total médio de raízes e comprimento médio da maior raiz que a cultivar MGS ASC315, a qual, por sua vez, obteve, para essas mesmas variáveis, melhor desempenho no substrato perlita do que no substrato areia.
- O AIB promoveu incrementos na porcentagem de miniestacas enraizadas e no comprimento médio da maior raiz, no substrato perlita, e na porcentagem de sobrevivência de miniestacas e no número total médio de raízes, em ambos os substratos, recomendando-se a aplicação de 1.000 mg L^{-1} de AIB para ambas as cultivares, por ser a concentração mais econômica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa: UFV, 2004. 442 p.
- ALMEIDA, F. D.; XAVIER, A.; DIAS, J. M. M.; PAIVA, H. N. Eficiência das auxinas (AIB e ANA) no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 455-463, mai./jun. 2007.
- BARBIERI, V. H. B.; LUZ, J. M. Q.; BRITO, C. H.; DUARTE, J. M.; GOMES, L. S.; SANTANA, D. G. Produtividade e rendimento industrial de híbridos de milho doce em função de espaçamentos e populações de plantas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 826-830, jul./set. 2005.
- BARCELOS, M. F. P.; ANGELIS-PEREIRA, M. C.; OLIVEIRA, A. F. Aspectos nutricionais do azeite de oliva e sua influência na dieta humana. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 231, p. 98-104, mar./abr. 2006.
- CARVALHO, R. I. N.; SILVA, I. D.; FAQUIM, R. Enraizamento de miniestacas herbáceas de maracujazeiro amarelo. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 387-392, jul./set. 2007.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR: Sistema de análise de variância para dados balanceados, versão 5.3**. Lavras: DEX/UFLA, 1999. (Programa estatístico).
- FERREIRA, W. R.; RANAL, M. A.; FILGUEIRA, F. A. R. Fertilizantes e espaçamento entre plantas na produtividade da couve-da-malásia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 635-640, dez. 2002.
- GOULART, P. B.; XAVIER, A.; CARDOSO, N. Z. Efeito dos reguladores de crescimento AIB e ANA no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis* X *Eucalyptus urophylla*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1051-1058, nov./dez. 2008.
- LIMA, D. M.; TANNO, G. N.; PURCINO, M.; BIASI, L. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, C. K.; ZANETTE, F. Enraizamento de miniestacas de espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reissek) em diferentes substratos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 617-623, mar./abr. 2009.
- MANCUSO, S. Seasonal dynamics of electrical impedance parameters in shoots and leaves relate to rooting ability of olive (*Olea europaea*) cuttings. **Tree Physiology**, Oxford, v. 19, n. 2, p. 95-101, fev. 1999.
- MARINHO, C. S.; MILHEM, L. M. A.; ALTOÉ, J. A.; BARROSO, D. G.; POMMER, C. V. Propagação da goiabeira por miniestaquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 607-611, jun. 2009.
- MESQUITA, D. L.; OLIVEIRA, A. F.; MESQUITA, H. A. Aspectos econômicos da produção e comercialização do azeite de oliva e azeitona. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 231, p. 7-12, mar./abr. 2006.

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

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**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 79-85, jan./fev. 2009.

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

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

OLIVEIRA, A. F.; VIEIRA NETO, J.; ALVARENGA, A. A.; MESQUITA, H. A.; GONÇALVES, E. D. **Propagação da oliveira por enraizamento de estacas semilenhosas**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2008. 48 p. (EPAMIG. Boletim Técnico, 90).

OLIVEIRA, A. F.; VIEIRA NETO, J.; VILLA, F.; SILVA, L. F. O. Desempenho de jardins clonais de oliveira obtidos por estaquia e enxertia em cortes sucessivos. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 11, n. 4, p. 299-305, jul./ago. 2010.

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

OLIVEIRA, M. C. **Enraizamento de estacas de oliveira submetidas à aplicação de fertilizantes orgânicos e AIB**. 2009. 52 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

PEIXE, A.; SERRAS, M.; CAMPOS, C.; ZAVATTIERI, M. A.; DIAS, M. A. S. Estudo histológico sobre a formação de raízes adventícias em estacas caulinares de oliveira (*Olea europaea* L.). **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 30, n. 1, p. 476-482, jan. 2007.

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

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2009. (Programa estatístico).

RIBEIRO, M. S.; LIMA, L. A.; FARIA, F. H. S.; REZENDE, F. C.; FARIA, L. A. Efeitos de águas residuárias de café no crescimento vegetativo de cafeeiros em seu primeiro ano. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, n. 4, p. 569-577, out./dez. 2009.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, n. 3, p. 507-512, set. 1974.

SILVA, I. D.; FAQUIM, R.; CARVALHO, R. I. N. Calogênese em diferentes estacas de caquizeiro tratadas com frio e ácido indolbutírico. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 7, n. 1-2, p. 113-118, 2006.

SOUZA, J. C. A. V.; BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. A.; TEIXEIRA, S. L.; BALBINOTI, E. Propagação vegetativa de cedro-australiano (*Toona ciliata* M. Roemer) por miniestaquia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 205-213, mar./abr. 2009.

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

TITON, M.; XAVIER, A.; REIS, G. G.; OTONI, W. C. Eficiência das minicepas e microcepas na produção de propágulos de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 619-625, set./out. 2003b.

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

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**, Brasília, v. 42, n. 2, p. 289-292, fev. 2007.

XAVIER, A.; SANTOS, G. A.; WENDLING, I.; OLIVEIRA, M. L. Propagação vegetativa de cedro-rosa por miniestaquia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 139-143, mar./abr. 2003.