

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

GIOVANA RITTER

**MICROORGANISMOS E SUBSTÂNCIAS HÚMICAS NO ENRAIZAMENTO DE
ESTACAS DE CULTIVARES DE OLIVEIRA**

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ
2019**

GIOVANA RITTER

**MICROORGANISMOS E SUBSTÂNCIAS HÚMICAS NO ENRAIZAMENTO DE
ESTACAS DE OLIVEIRA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do programa de Pós- Graduação em Agronomia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Fabíola Villa
Coorientadores: Prof. Dr. Vandeir Francisco
Guimarães e Dr^ª. Elisiane Inês Dall'Oglio

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ
2019**

Ritter, Giovana

Microrganismos e substâncias húmicas no enraizamento de estacas de cultivares de oliveira / Giovana Ritter; orientador(a), Fabíola Villa; coorientador(a), Vandeir Francisco Guimarães, coorientador(a)II, Elisiane Inês Dall'Olgio, 2019.

56 f.

Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2019.

1. Olea euroapea L.. 2. Estaquia. 3. Propagação. I. Villa, Fabíola . II. Guimarães, Vandeir Francisco. III. Dall'Olgio, Elisiane Inês. IV. Título.



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
 Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46
 Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>
 Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000
 Marechal Cândido Rondon - PR.



PARANÁ
 GOVERNO DO ESTADO

GIOVANA RITTER

Microorganismos e substâncias húmicas no enraizamento de estacas de cultivares de oliveira

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestra em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, linha de pesquisa Manejo de Culturas, APROVADO(A) pela seguinte banca examinadora:

F. Villa

 Orientador(a) - Fabiola Villa

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon
 (UNIOESTE)

Marcia de Moraes Echer

 Marcia de Moraes Echer

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon
 (UNIOESTE)

Daniel Fernandes da Silva

 Daniel Fernandes da Silva

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon
 (UNIOESTE)

Ellen Toews Dell Hojo

 Ellen Toews Dell Hojo

Faculdade Assis Gurgacz (FAG)

Marechal Cândido Rondon, 28 de fevereiro de 2019

A Deus,
pelo dom da vida. E à minha família que apoia,
acredita e torce pela minha vitória.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por permitir essa conquista.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), pela oportunidade de realização do curso de Mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

À orientação e amizade da professora Dr^a. Fabíola Villa, sempre disponível em ensinar, auxiliar e ajudar.

Aos amigos do Grupo de Estudos em Fruticultura e Floricultura que me ensinaram a viver e lidar com as diferenças, proporcionaram boas risadas e me ajudaram em todas as etapas dos experimentos, em especial ao amigo Daniel Fernandes da Silva, que não mede esforços para que tudo dê certo.

As amigas da turma de mestrado que sempre estiveram presentes nos bons momentos e nas dificuldades: Daniele Schons, Leila Alves Netto, Tatiane Eberling e Tauane Santos Brito.

À minha família Roque e Bernadete (pais), Suzana e Jordana (irmãs) e Diogo (cunhado) que torceram por mim e me estimularam nessa jornada.

Aos meus primos gêmeos preferidos, Henrique e Heloísa que me acolheram em sua moradia durante meses.

Ao Fernando Corti Zaminhan pela sua generosidade, compreensão, otimismo e amor.

MUITO OBRIGADA.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence no mínimo fará coisas admiráveis”.

José de Alencar

RESUMO

RITTER, Giovana. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, fevereiro - 2019. **Microrganismos e substâncias húmicas no enraizamento de estacas de cultivares de oliveira**. Orientadora: Dr^a. Fabíola Villa. Coorientadores: Dr. Vandeir Francisco Guimarães e Dr^a. Elisiane Inês Dall'Oglio.

A produção de mudas na olivicultura se dá, principalmente, pelo método de estaquia, no entanto, ainda é necessário aperfeiçoar o processo. Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho é avaliar o enraizamento de estacas de oliveiras com inoculação de microrganismos e substâncias húmicas e sua melhor forma de aplicação. Foram realizados quatro experimentos, onde os dois primeiros ocorreram de outubro/17 a janeiro/18, avaliando o enraizamento de estacas de quatro cultivares (Koroneiki, Ascolano, Picual e Maria da Fé). No primeiro experimento, as estacas foram inoculadas com três espécies de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs - *Gigaspora margarita*, *Glomus clarum* e *Glomus. etunicatum*) mais o controle, e no segundo avaliou-se o enraizamento das quatro cultivares inoculadas com quatro doses (0, 25, 50 e 75 mL L⁻¹) de inoculante comercial Nitro 1000[®], contendo *Azospirillum brasilense*. O delineamento experimental utilizado nos dois primeiros experimentos foi blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 4. Os outros dois experimentos foram realizados no período de novembro/18 a fevereiro/19, avaliando o enraizamento de estacas das cultivares Maria da Fé e Ascolano. O terceiro experimento consistiu de 4 aplicações e 5 tratamentos (T1 - produto comercial SoloHumics[®], T2 - ácido húmico, T3 - ácido fúlvico, T4 - água residual de turfa e T5 - testemunha) em estacas previamente tratadas com 3000 mg L⁻¹ de AIB. O delineamento experimental utilizado no terceiro experimento foi blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 5. O quarto experimento constituiu-se no enraizamento das mesmas cultivares do experimento 3, com 3 formas de aplicação do produto comercial SoloHumics[®] (imersão das estacas, pulverização e irrigação do substrato) + testemunha (AIB). O delineamento experimental do quarto experimento foi blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 4. As avaliações ocorreram 75 dias após a montagem dos experimentos, mensurando a porcentagem de estacas enraizadas, calejadas e brotadas, número e comprimento de brotações e comprimento da maior raiz. A utilização de FMAs nas cultivares Maria da Fé e Picual tem resposta positiva no enraizamento de estacas e os fungos beneficiam a qualidade das mudas pela maior quantidade de brotações e maior comprimento de raiz. A relação *Azospirillum brasilense*/cultivar é específica, comportando-se de forma diversa entre os genótipos, sendo que a cultivar Picual não responde a inoculação da bactéria, possuindo menor viabilidade na

propagação por estaquia. Maria da Fé tem as melhores porcentagens de enraizamento com a utilização da dose de inoculante de 75 mL L⁻¹ e a Koroneiki com 55 mL L⁻¹ de inoculante. As estacas da cultivar Ascolano 315 apresentaram o melhor enraizamento no tratamento com ácidos húmicos. O produto comercial favoreceu maior comprimento médio da maior raiz para a cultivar Maria da Fé e os ácidos fúlvicos favoreceram para a Ascolano 315. O melhor método de aplicação de substâncias húmicas deu-se na forma de irrigação do leito para a cultivar Maria da Fé.

Palavras-chave: *Olea europaea* L., propagação assexuada, *Azospirillum* sp., micorriza, fertilizante orgânico.

ABSTRACT

RITTER, Giovana. Western Paraná State University – UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon. February 2019. **Microrganisms and humic substances in the olive cuttings cultivar rooting.** Advisor: Dr.Sc. Fabíola Villa. Co-Advisors: Dr.Sc. Vandeir Francisco Guimarães e Dr.Sc. Elisiane Inês Dall'Oglio.

The production of seedlings in olive growing is mainly due to the cutting method, but it is still necessary to improve the process. Considering that, the objective of the present work was to evaluate the rooting of olive cuttings with inoculation of microorganisms and humic substances and its best form of application. Four experiments were carried out, the first two occurred from October / 17 to January / 18 and they evaluated the rooting of cuttings of four cultivars (Koroneiki, Ascolano, Picual and Maria da Fé). In the first experiment the cuttings were inoculated with three species of arbuscular mycorrhizal fungi (FMAs - *Gigaspora margarita*, *Glomus clarum* and *Glomus etunicatum*) plus control, and in the second one the rooting of the four cultivars inoculated with four doses (0, 25, 50 and 75 mL L⁻¹) of commercial inoculant Nitro 1000® containing *Azospirillum brasilense*. The experimental design used in the first two experiments was randomized blocks in a 4 x 4 factorial scheme. The other two experiments were carried out from November / 18 to February / 19, evaluating the rooting of cuttings of the cultivars Maria da Fé and Ascolano. The third experiment consisted of 4 applications and 5 treatments (T1 - commercial product SoloHumics®, T2 - humic acid, T3 - fulvic acid, T4 - peat residual water and T5 - control) in cuttings previously treated with 3000 mg L⁻¹ of AIB. The experimental design used in the third experiment was randomized blocks, in a 2 x 5 factorial scheme. The fourth experiment consisted in rooting the same cultivars of experiment 3, with 3 forms of application of the commercial product SoloHumics® (stake immersion, irrigation of the substrate) + control (AIB). The experimental design of the fourth experiment was randomized blocks, in a 2 x 4 factorial scheme. Evaluations occurred 75 days after assembly of the experiments, measuring the percentage of rooted cuttings, callus and sprouts, number and length of shoots, length of the largest root. The use of AMF in the cultivars Maria da Fé and Picual has a positive response to cutting rooting and the fungi benefit the quality of the seedlings by the higher number of shoots and larger root length. The relation *Azospirillum brasilense* / cultivar is specific, behaving differently among the genotypes, and the Picual cultivar does not respond to inoculation of the bacterium having less viability in the propagation by cutting. Maria da Fé has the best rooting percentages with the use of inoculant dose up to 75 mL L⁻¹ and Koroneiki with 55 mL L⁻¹ of inoculant. The cuttings of the cultivar Ascolano 315 presented the

best rooting in the treatment with humic acids. The commercial product favored a greater average length of the highest root for the Maria da Fé cultivar and the fulvic acids favored Ascolano 315. The best method of application of humic substances occurred in the form of bed irrigation for the cultivar Maria da Fé.

Keywords: *Olea europaea* L., asexual propagation, *Azospirillum* sp., mycorrhizae, organic fertilizer.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES**Artigo 1.**

Figura 1. Temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%) medidas durante a experimentação. Unioeste, *Campus Marechal Cândido Rondon*, PR. 2019.....**8**

Figura 2. Porcentagem de estacas enraizadas (A), brotadas (B), número de raízes (C) e comprimento médio das raízes de cultivares de oliveira em função de concentrações de inoculante Nitro1000®. Unioeste, *Campus Marechal Cândido Rondon*, PR. 2019.....**14**

LISTA DE TABELAS

Artigo 1.

Tabela 1. Porcentagem de enraizamento de estacas em função das cultivares e FMA.....	11
Tabela 2. Porcentagem de estacas calejadas (EC), estacas brotadas (EB), número de raízes (NR) e comprimento da maior raiz (CMR) em função das cultivares de oliveira.	12
Tabela 3. Número de brotações (NB), comprimento de brotações (CB) e comprimento da maior raiz (CMR) em função dos tratamentos com fungos micorrízicos arbusculares (FMA). .	13
Tabela 4. Estacas calejadas (EC), comprimento de brotações (CB) e comprimento da maior raiz (CMR) de cultivares de oliveira em função da inoculação de <i>Azospirillum brasilense</i>	13

Artigo 2.

Tabela 1. Porcentagem de estacas enraizadas e comprimento de raiz (cm) em função das cultivares e dos tratamentos com substâncias húmicas.....	31
Tabela 2. Porcentagem de estacas calejadas e número de brotações em função das cultivares e dos tratamentos com substâncias húmicas.	32
Tabela 3. Porcentagem de estacas brotadas (%), número de raízes e comprimento de broto (cm) das cultivares Maria da Fé e Ascolano 315.....	33
Tabela 4. Número de raízes e comprimento de brotações (cm) em função dos tratamentos com substâncias húmicas.	34
Tabela 5. Porcentagem de estacas enraizadas em função das cultivares e dos tratamentos utilizados.	34
Tabela 6. Número de raízes, porcentagem de estacas calejadas e brotadas, comprimento de brotações e número de brotações das cultivares.....	35
Tabela 7. Comprimento da maior raiz, número de raízes, porcentagem de estacas calejadas, número de brotações e comprimento de brotações nos tratamentos.	36

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	1
2	ARTIGO 1.....	3
	RESUMO.....	3
	ABSTRACT.....	4
2.1	INTRODUÇÃO.....	4
2.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	7
2.3	RESULTADOS	10
2.3.1	Experimento I.....	10
2.3.2	Experimento II.....	13
2.4	DISCUSSÃO.....	16
2.4.1	Experimento I.....	16
2.4.2	Experimento II.....	18
2.5	CONCLUSÕES	20
	AGRADECIMENTOS	21
	REFERÊNCIAS	21
3	ARTIGO 2.....	26
	RESUMO.....	26
	ABSTRACT.....	26
3.1	INTRODUÇÃO.....	27
3.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.2.1	Experimento I.....	28
3.2.2	Experimento II.....	29
3.3	RESULTADOS	30
3.3.1	Experimento I.....	30
3.3.2	Experimento II.....	34
3.4	DISCUSSÕES	36
3.4.1	Experimento I.....	36
3.4.2	Experimento II.....	37
3.5	CONCLUSÕES	38
	AGRADECIMENTOS	38
	REFERÊNCIAS	38
4	CONCLUSÕES GERAIS.....	41

1. INTRODUÇÃO GERAL

Apesar de ser uma cultura antiga, a olivicultura tem ganhado cada vez mais espaço no cenário brasileiro em virtude do alto consumo de azeite e azeitonas na alimentação, proporcionando benefícios à saúde. A produção brasileira ainda é pequena quando comparada com os Itália, Espanha, Argentina e Grécia, mas ela está ganhando destaque justamente por seus pomares serem jovens e seus produtos apresentarem frescor e qualidade.

O Brasil apresenta condições favoráveis para o cultivo de oliveiras (*Olea europaea* L.), plantas naturalmente de clima temperado que se adaptaram e puderam ser domesticadas por meio de intenso trabalho e pesquisa. Essas pesquisas são realizadas nas mais diversas áreas, como produção de mudas, fenologia, nutrição, superação de dormência, produção de frutos, identificação e controle de pragas e doenças, colheita, pós-colheita e extração de azeite.

A produção comercial de mudas de oliveira é feita por meio de propagação assexuada pelo método de estaquia caulinar, uma vez que permite a obtenção em maior quantidade e homogeneidade e ainda é possível selecionar a matriz para manter as características na nova planta. No entanto, a porcentagem de enraizamento das estacas de oliveira ainda é muito baixa, mesmo utilizando o regulador vegetal AIB, por isso outras técnicas são pesquisadas e acrescentadas na estaquia, visando o aumento na rizogênese e a maximização do processo.

Além dos fatores intrínsecos e extrínsecos, o uso de microrganismos benéficos para os vegetais também pode ser inserido no processo (VOGEL et al., 2014). Os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) são capazes de realizar associação simbiótica com as plantas e por meio da emissão do arbúsculo no córtex vegetal sobrevivem e fornecem nutrientes e água para a estaca. Também as bactérias promotoras de crescimento vegetal (BPCV) se tornam benéficas devido à produção de hormônios vegetais, sendo o ácido indol acético (AIA) o mais produzido por elas.

Na matéria orgânica do solo, vermicomposto e águas naturais estão presentes nas substâncias húmicas, capazes de promover efeitos diretos sobre o crescimento das plantas. Dividem-se em ácidos húmicos, fúlvicos e humina e também apresentam uma atividade hormonal, promotora do crescimento de plantas, além de fornecer nutrientes para as estacas por meio da mineralização. Esses efeitos são dependentes das fontes de obtenção, doses utilizadas e espécie de planta estudada.

Tendo como base os fatores supracitados, é importante o estudo de cada cultivar em interação com os microorganismos e substâncias húmicas antes de recomendá-los aos produtores de mudas, conhecendo bem os efeitos de cada um para que possa se tornar uma prática difundida

na agricultura, visando o sucesso na estaquia de oliveira que irá proporcionar um bom desempenho destes no campo.

2 ARTIGO 1

Azospirillum brasilense e fungos micorrízicos arbusculares no enraizamento de estacas de oliveira

(Elaborado segundo as normas da Revista Scientiae Horticulturae)

G. Ritter^{a,1}, F. Villa^a, D. F. da Silva^a, O. Alberton^b, T. Eberling^a, V. F. Guimarães^a

^a Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Rua Pernambuco, 1777, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil.

^b Universidade Paranaense, Campus Umuarama, Praça Mascarenhas de Moraes, Centro, 4282, Umuarama, Paraná, Brasil.

RESUMO

O método mais utilizado na propagação de oliveira é a estaquia, embora que, para algumas cultivares, a técnica ainda não tenha muito sucesso. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o uso de bactéria promotora de crescimento vegetal e fungos micorrízicos arbusculares no enraizamento de estacas de oliveira. Foram conduzidos dois experimentos em outubro de 2017, com estacas oriundas de quatro cultivares de oliveira (Ascolano 315, Koroneiki, Maria da Fé e Picual) de plantas de 4 anos de idade. O primeiro experimento constou de 4 cultivares de oliveira, 3 espécies de micorrizas (*Gigaspora margarita*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) mais a testemunha, e o segundo experimento de 3 concentrações de inoculante comercial (0, 50, 10 e 150 mL L⁻¹), contendo *Azospirillum brasilense*. As estacas foram tratadas com 3000 mg L⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB). O delineamento experimental utilizado nos dois experimentos foi blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 4, contendo 25 estacas por repetição e 3 repetições. As estacas foram mantidas sob condições de telado e dentro de um túnel baixo de enraizamento. Após 75 dias, foram avaliados a porcentagem de estacas enraizadas, calejadas e brotadas (%), comprimento da maior raiz (cm), número e comprimento de brotações (cm). A utilização de FMA para Maria da Fé e Picual tem resposta positiva no enraizamento de estacas e os fungos beneficiam a qualidade das mudas pela maior quantidade de brotações e maior comprimento de raiz. A relação *Azospirillum brasilense*/cultivar é específica, sendo que a cultivar Picual não responde a inoculação da bactéria, possuindo menor

¹ Autor correspondente.

Endereço de email: rittergiovana@gmail.com (G. RITTER).

viabilidade na propagação por estaquia. Maria da Fé e Koroneiki têm as melhores porcentagens de enraizamento com a utilização de 75 e 52 mL L⁻¹ de inoculante, respectivamente.

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

ABSTRACT

The most widely used method of olive propagation is cutting, although for some cultivars the technique is still limited. The objective of this work was to evaluate the use of plant growth promoter bacteria and arbuscular mycorrhizal fungi in the rooting of olive cuttings. Two experiments were conducted in October 2017 with cuttings from four olive varieties (Ascolano 315, Koroneiki, Maria da Fé and Picual) from four - year - old plants. The first experiment consisted of 4 olive cultivars and 3 mycorrhizal species plus the control and the second experiment of 3 concentrations of commercial inoculant (Nitro1000[®]), containing *Azospirillum brasilense* plus control. The cuttings were treated with 3000 mg L⁻¹ of indolebutyric acid (IBA). The experimental design used in the two experiments was randomized blocks, in a 4 x 4 factorial scheme, containing 25 stakes per replicate and 3 replicates. The cuttings were kept under weaver conditions and within a low rooting tunnel. After 75 days, the percentage of rooted cuttings, callus and sprouts (%), length of the largest root (cm) number and length of shoots (cm) were evaluated. The use of FMA in Maria da Fé and Picual has a positive response to cutting rooting and the fungi benefit the quality of the seedlings by the higher number of shoots and larger root length. The relation *Azospirillum brasilense* / cultivar is specific, being that, the cultivar Picual does not respond to inoculation of the bacterium having less viability in the propagation by cutting. Maria da Fé and Koroneiki varieties have the best percentages of rooting with the use of 75 and 52 mL L⁻¹ of inoculant, respectively.

Keywords: Propagation, *Olea europaea* L., microorganism.

1. Introdução

Existe uma grande variedade de cultivares de oliveira no mundo, as quais recebem nomes diferentes e são usualmente referenciadas pelas suas características, como árvore e destinação de frutos e origem, o que faz ser difícil a descrição e identificação de todas estas (Farinelli et al., 2015; Cirillo et al., 2017). O crescimento e o desenvolvimento de cada cultivar é diferente do seu lugar de origem, necessitando de uma pesquisa específica em cada região para escolher a cultivar mais adequada para o propósito da pesquisa (Oliveira et al., 2012).

O uso de mudas de qualidade interfere diretamente na formação do pomar. Quanto à forma de propagação, o fruto da oliveira apresenta viabilidade de sementes, porém, a reprodução sexuada não é desejada para plantios comerciais, pois as plantas acabam apresentando características diferentes da planta-mãe, heterogeneidade e período juvenil longo (Silva et al., 2009). Dessa forma, a propagação vegetativa ou assexuada torna-se a técnica mais viável para a formação de mudas, mantendo as características das matrizes e antecipação de produção (Fachinello et al., 2011; Smarsi et al., 2008).

Para a oliveira, a estaquia caular é a forma de propagação mais utilizada. Esse método refere-se à regeneração de raízes a partir de um segmento de ramo (Fachinello et al. 2011), porém, ainda se tem dificuldade na eficiência desse método para a espécie, devido ao comportamento diverso entre os genótipos.

Os principais fatores envolvidos no enraizamento de estacas são o balanço hormonal, a constituição genética da planta matriz (potencial e variabilidade genética dentro da espécie), maturação/juvenildade dos propágulos, época do ano de coleta, os fatores abióticos (temperatura, luz e umidade), uso de reguladores de crescimento e qualidade do substrato (Fachinello et al., 2011). A partir de pesquisas sobre estaquia de oliveira, Oliveira et al. (2010) citam a baixa porcentagem, em torno de 30%, de enraizamento de estacas de várias cultivares, destacando a necessidade de aplicação de auxina exógena e estudos mais aprofundados para potencializar a rizogênese das estacas e maximizar o processo.

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) são um grupo de microrganismos capazes de realizar associações simbióticas mutualísticas benéficas com as plantas, por meio do qual o fungo emite uma estrutura interativa no interior do córtex vegetal, chamado arbúsculo (Gai et al., 2015). As oliveiras apresentam em suas raízes uma intensa colonização de FMA, principalmente das famílias Gigasporaceae, Acaulosporaceae e Glomaceae, comprovando a compatibilidade fungo-planta (Kachkouch et al., 2012).

Resultados positivos foram observados por Chaer et al. (2011), quando micorrizas foram inoculadas no substrato de plantio, contribuindo para a qualidade de mudas e, de acordo com esses autores, beneficiando no crescimento das plantas e absorção de nutrientes. Do mesmo modo, Bompadre et al. (2014) observaram e afirmaram que inocular FMA em fase de viveiro beneficia o desenvolvimento das mesmas, facilitando o transplantio no campo. Além dos fatores citados acima, há a garantia de sobrevivência e dispersão desses fungos em fases sucessivas, que ocorre pela formação de esporos nas hifas extra radiculares (Gai et al., 2015).

Outro grupo de microrganismos que também é usado na fruticultura é o das bactérias promotoras de crescimento vegetal (BPCV). Estudos demonstraram que as BPCV podem

estimular o crescimento de plantas por meio da sua capacidade de produzir hormônios vegetais, como auxina, giberelinas, citocinas, etileno e ácido abscísico (Silva et al., 2016), sendo o ácido indolacético (AIA) a mais produzida por essas bactérias (Vejan et al., 2016).

Entre todas as espécies de bactérias, aquelas pertencentes ao gênero *Azospirillum* são as produtoras de AIA mais conhecidas e estudadas, e seus efeitos estão relacionados principalmente ao crescimento e morfologia das raízes (Masciarelli et al., 2013). Por não ser hospedeira obrigatória, esse gênero pode colonizar áreas superficiais ou mesmo se instalar em outros órgãos vegetais, como filoplano e tecidos internos (Fukami et al., 2016).

Diante do exposto, objetivou-se estudar o enraizamento de estacas de oliveira, utilizando juntamente com o hormônio sintético AIB, fungos micorrízicos arbusculares e bactéria promotora de crescimento vegetal.

2. Material e Métodos

Dois experimentos foram desenvolvidos de outubro de 2017 a janeiro de 2018, conduzidos no viveiro de mudas da Estação Experimental de Horticultura e Cultivo Protegido “Professor Mário César Lopes”, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), *Campus* Marechal Cândido Rondon (PR). O viveiro situa-se nas coordenadas geográficas de latitude 24° 32’ 22” S, longitude 54° 03’ 24” S e altitude de 420 metros.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é tipo *Cfa* subtropical úmido (Alvarez et al., 2013), com média de precipitação anual entre 1600 e 1800 mm e umidade relativa entre 70-75% (Caviglione et al., 2000). A média anual de temperatura encontra-se na faixa dos 22-23°C.

A condução dos experimentos ocorreu sob condições de telado com 50% de retenção da radiação solar. O enraizamento das estacas ocorreu em canteiro de alvenaria, preenchido com areia de granulometria média esterilizada e lavada. Sobre o canteiro de areia, foi construído um túnel baixo (5,00 m x 0,80 m x 0,55 m de comprimento, largura e altura, respectivamente), utilizando madeira e coberto com plástico transparente de 150 µ. Dentro do túnel instalou-se o sistema de irrigação tipo microaspersão, com acionamento das 7h às 18h, a cada 30 minutos por 3 minutos, para manter a umidade relativa do ar e do substrato elevadas.

Para os experimentos, utilizaram-se estacas de quatro cultivares de oliveira [Koroneiki, Ascolano (MGS ASC315), Maria da Fé (MGS Mariense) e Picual], retiradas de ramos coletados de plantas matrizes de quatro anos, cultivadas na Fazenda Experimental “Antônio Carlos dos

Santos Pessoa”, da Unioeste *Campus* Marechal Cândido Rondon. A coleta ocorreu pela manhã e foram utilizadas estacas da posição do terço médio de ramos retilíneos e sem brotações nas gemas.

Os ramos foram coletados em outubro de 2017 e imediatamente transportados ao viveiro para o preparo das estacas. Estas foram preparadas com 12 cm de comprimento e 4 mm de diâmetro, mantendo dois pares de folhas na parte superior e corte reto na base conforme recomendado por Oliveira et al. (2010). Em seguida, todas as estacas, em ambos os experimentos, foram tratadas com 3000 mg L⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB), tendo sua base imersa na solução por 15s e, na sequência, levadas ao canteiro de areia e dispostas em espaçamento de 5 x 3 cm, com 5 cm do seu comprimento enterrado.

Para o monitoramento das condições ambientais no interior do túnel, instalou-se um datalogger[®] dentro de um abrigo meteorológico, realizando mensurações horárias da temperatura e umidade relativa do ar durante todo o período experimental, constatando-se, ao final desse período, a temperatura e umidade relativa do ar médias de 22°C e 78,7%, respectivamente (Fig. 1).

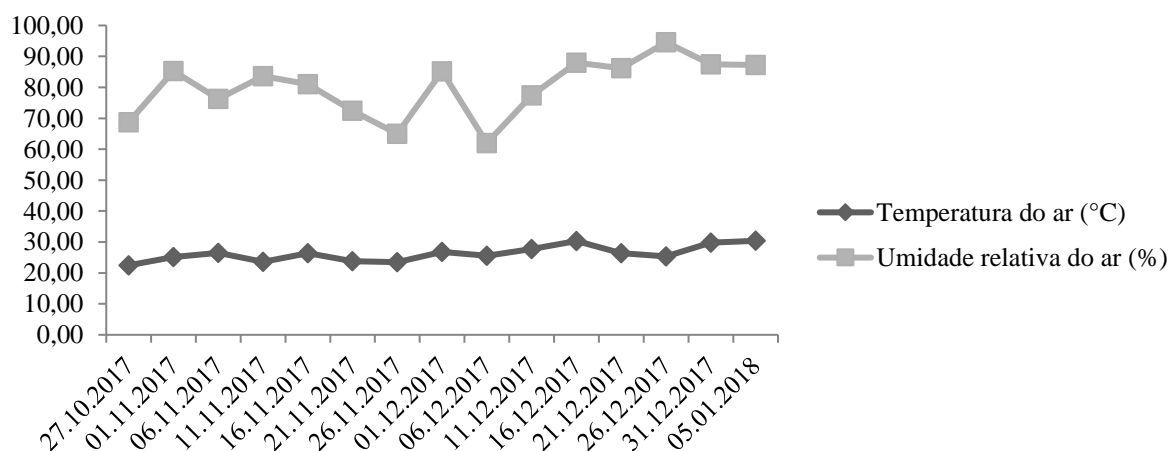


Fig. 1. Temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%) medidas durante a experimentação. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon, PR. 2019.

No experimento I, antes de dispor das estacas, três espaços foram separados (0,75 x 0,80 m) no canteiro, mantendo uma pequena distância entre eles para evitar o contato entre os microrganismos (fungos micorrízicos arbusculares).

Foram utilizadas três espécies de fungos micorrízicos arbusculares (FMA), sendo *Gigaspora margarita*, *Glomus clarum* e *G. etunicatum*, provenientes do Banco Ativo de Germoplasma da Universidade Paranaense (UNIPAR), *Campus* de Umuarama (PR). Para a

inoculação dos FMA, foi acrescentado à areia do canteiro 2 kg de uma mistura de solo, areia e raízes, contendo os esporos de cada FMA e incorporada a uma profundidade de 5 cm, misturando com a areia presente no canteiro.

Para o cálculo da quantidade de esporos, fez-se uma estimativa para cada FMA a partir da densidade em 50 g de solo (DE 50). Diante deste cálculo, em 2 kg da mistura com *Gigaspora margarita* (DE 50 = 71) depositou-se em torno de 2.840 esporos. Para *Glomus clarum* (DE 50 = 64), acrescentou-se em torno de 2.560 esporos e para *G. etunicatum* (DE 50 = 118) em torno de 4.720 esporos.

O delineamento experimental utilizado no experimento I foi blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 4 (3 espécies de FMA + controle x 4 cultivares de oliveira), contendo 3 repetições de 25 estacas cada, totalizando 1.200 estacas.

No experimento II, antes do preparo das estacas, foram divididos quatro espaços, onde foram inoculadas as concentrações de *Azospirillum brasilense*, com distância entre os tratamentos, a fim de evitar o contato entre os microrganismos presentes. Para o preparo da solução com *A. brasilense*, foi utilizado o produto comercial Nitro1000[®] (contém estirpes AbV5, AbV6 e 200 milhões de células mL⁻¹). Os tratamentos utilizados foram 0, 50, 100 e 150 mL, acrescentando-se água até atingir o volume de 2 L, conferindo as concentrações de 0, 25, 50 e 75 mL L⁻¹ de Nitro1000[®], respectivamente. As soluções foram aplicadas uniformemente sobre as estacas dispostas no canteiro de areia com auxílio de regador.

O delineamento do experimento II foi blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 4 (3 concentrações da solução contendo *Azospirillum brasilense* + controle x 4 cultivares de oliveira), contendo 3 repetições de 25 estacas cada, totalizando 1.200 estacas.

Após 75 dias, foram realizadas as avaliações quanto a porcentagem de estacas enraizadas, de estacas calejadas e de estacas brotadas (%), comprimento da maior raiz (cm), número de brotações e comprimento das brotações (cm). Para medir os comprimentos, foi utilizado paquímetro digital.

Os dados foram tabulados e foi aplicado o teste de normalidade Shapiro-Wilk, sendo transformados para $(Y+1,0)^{0,5}$ quando necessário. Posteriormente, foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro para o primeiro experimento. Para as médias do experimento II, empregou-se o teste de Tukey para os dados qualitativos e análise de regressão para dados quantitativos. Para a análise dos resultados, utilizou-se o programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2011).

3. Resultados

3.1 Experimento I

Por meio da análise de variância, verificou-se interação significativa entre os FMA e as cultivares de oliveira apenas para a porcentagem de estacas enraizadas (Tabela 1). Para as cultivares Koroneiki e Ascolano, a porcentagem de enraizamento foi superior no tratamento controle, enquanto que a cultivar Picual apresentou a menor porcentagem de enraizamento nesse tratamento.

Para as cultivares Maria da Fé e Picual, diferentemente das outras duas avaliadas, houve um aumento no enraizamento com a inoculação dos FMA, evidenciado pela diferença estatística, destacando a cultivar Maria da Fé, em que os dois maiores percentuais podem ser verificados em estacas tratadas com *Glomus clarum* e *G. etunicatum* (69,33 e 72,60%, respectivamente).

Tabela 1 - Porcentagem de enraizamento de estacas em função das cultivares e FMA.

FMA	Cultivares de oliveira			
	Koroneiki	Ascolano 315	Maria da Fé	Picual
Testemunha	46,29 aA*	52,00 aA	36,33 bAB	22,67 bB
<i>Gigaspora margarita</i>	23,10 aB	25,73 bAB	48,00 abA	38,30 abAB
<i>Glomus clarum</i>	31,10 aB	52,00 aAB	69,33 aA	54,67 aAB
<i>Glomus etunicatum</i>	35,40 aB	49,33 abAB	72,60 aA	36,00 abB
CV ¹ (%)	13,87			

*Letras minúsculas diferem estatisticamente entre si na coluna e maiúsculas na linha, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. ¹Coeficiente de variação.

Também o fungo *Gigaspora margarita* apresentou resultados superiores em relação ao tratamento controle, o que demonstra efeito benéfico na utilização desses microrganismos para essas cultivares. Para Koroneiki não se observou diferença entre os tratamentos; para a Ascolano 315 a inoculação de fungos do gênero *Glomus* não diferiu da testemunha, porém, estacas tratadas com *G. margarita* apresentaram o menor potencial rizogênico.

Para a porcentagem de estacas calejadas, brotadas e número de raízes, verificou-se significância apenas para cultivar (Tabela 2). Levando em consideração a porcentagem de

estacas calejadas, a cultivar Ascolano 315 apresentou o menor valor, o que pode estar relacionado ao seu alto percentual de enraizamento (52%).

As cultivares Koroneiki e Maria da Fé que apresentaram os maiores valores de calejamento não obtiveram necessariamente maiores percentuais de enraizamento, ressaltando a formação de raízes como um fator associado ao potencial rizogênico de cada genótipo e não condicionado a pré-existência de calo.

Tabela 2. Porcentagem de estacas calejadas (EC), estacas brotadas (EB), número de raízes (NR) e comprimento da maior raiz (CMR) em função das cultivares de oliveira.

Cultivares de oliveira	EC (%)	EB (%)	NR	CMR (cm)
Koroneiki	19,58 a*	24,69 ab	7,95 c	9,18 a
Ascolano 315	1,33 c	30,40 ab	16,47 a	10,32 a
Maria da Fé	10,97 ab	39,32 a	10,27 bc	6,86 b
Picual	6,96 b	21,29 b	13,52 ab	5,79 b
CV ¹ (%)	24,01	26,28	13,84	18,96

*Letras minúsculas diferem estatisticamente entre si na coluna, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. ¹Coefficiente de variação.

A brotação de estacas durante o enraizamento tem relação direta com a formação de raízes, pois, para ambos os processos, há necessidade de consumo de carboidratos reserva presente nas estacas. As estacas com maiores reservas tendem a brotar e enraizar com mais facilidade, no entanto nem sempre elas são suficientes para o enraizamento, mas, sim, para a brotação, a exemplo do ocorrido com as cultivares Maria da Fé e Koroneiki, que obtiveram alto percentual de estacas brotadas mas que não foram superiores quanto ao enraizamento (Tabela 2).

O comprimento da maior raiz apresentou significância tanto para o fator cultivar quanto para a inoculação com fungos, sendo que nas cultivares Koroneiki e Ascolano o comprimento da maior raiz foi estatisticamente superior ao das cultivares Maria da Fé e Picual, fato possivelmente atribuído ao genótipo (Tabela 2).

Quando submetidas a inoculação de fungos, o comprimento da maior raiz foi superior em todos os tratamentos em comparação com a testemunha, comprovando o benefício do uso de FMA no enraizamento de estacas oliveiras (Tabela 3).

A Tabela 3 apresenta ainda o número de brotações, onde as médias foram superiores quando submetidas aos tratamentos com fungos micorrízicos. Porém, o comprimento das brotações foi maior quando utilizado apenas o regulador de crescimento vegetal AIB.

Tabela 3. Número de brotações (NB), comprimento de brotações (CB) e comprimento da maior raiz (CMR) em função dos tratamentos com fungos micorrízicos arbusculares (FMA).

FMA	NB	CB (cm)	CMR (cm)
Testemunha	1,27 b*	1,57 a	6,09 b
<i>Gigaspora margarita</i>	1,65 a	1,26 b	8,82 a
<i>Glomus clarum</i>	1,67 a	1,32 b	9,13 a
<i>Glomus etunicatum</i>	1,70 a	1,30 b	8,12 a
CV ¹ (%)	10,08	10,56	18,96

*Letras minúsculas diferem estatisticamente entre si na coluna, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. ¹Coefficiente de variação.

3.2 Experimento II

A Figura 2A apresenta a porcentagem de enraizamento das cultivares de oliveira com relação às concentrações do inoculante contendo *A. brasilense*. Observa-se diferentes comportamentos em relação às concentrações do inoculante nos genótipos estudados.

A Porcentagem de estacas enraizadas para Koroneiki apresenta uma curva com um pico ótimo da concentração de inoculante, estimado em 55 mL L⁻¹. Para Maria da Fé, a resposta foi linear crescente, ou seja, na medida em que a concentração do inoculante aumenta, ocorre também aumento na porcentagem de enraizamento, sendo 75 mL L⁻¹ a melhor concentração encontrada. As cultivares Ascolano e Picual não apresentaram variação no enraizamento nas concentrações testadas.

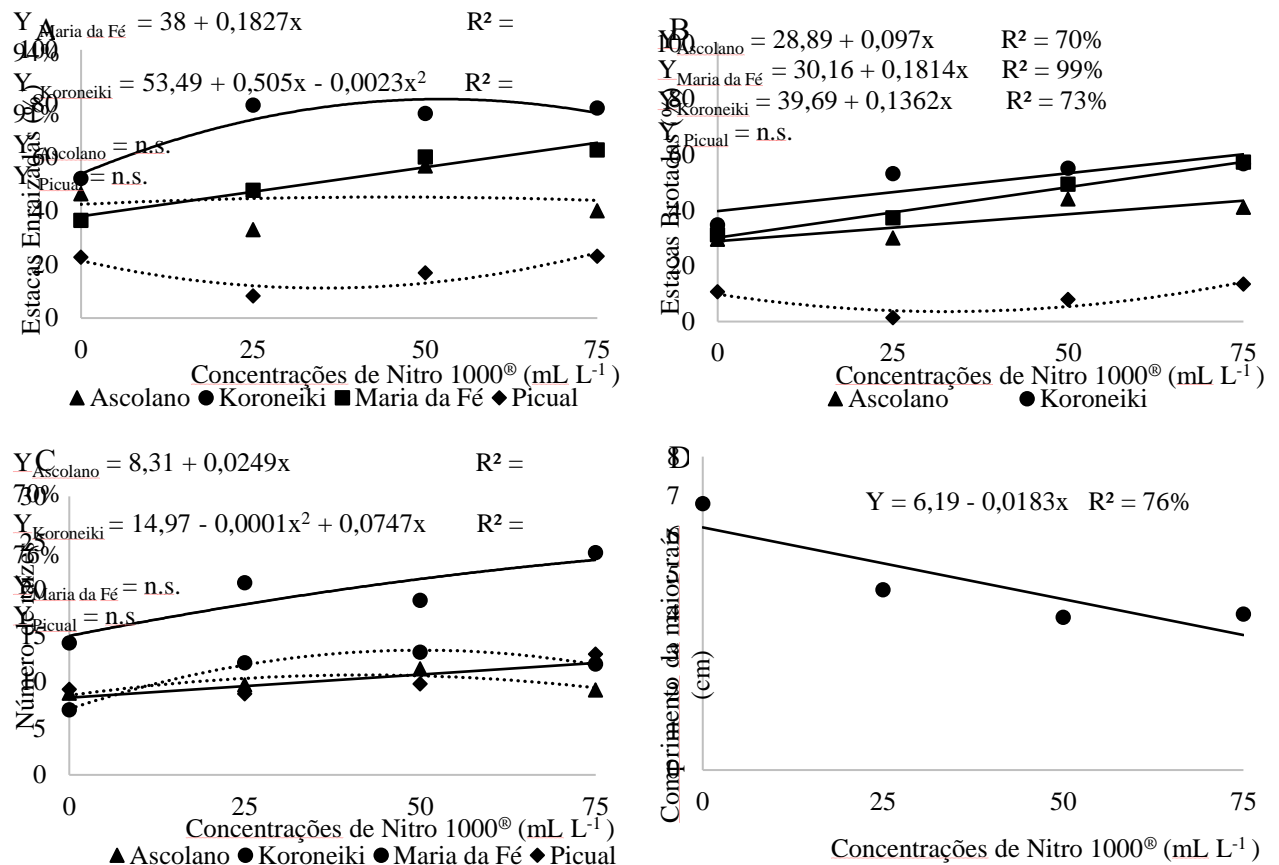


Figura 2. Porcentagem de estacas enraizadas (A), brotadas (B), número de raízes (C) e comprimento médio das raízes de cultivares de oliveira em função de concentrações de inoculante Nitro1000®.

De acordo com a análise de variância para os parâmetros estacas calejadas, comprimento de brotações e comprimento da maior raiz avaliada, houve efeito significativo para o fator cultivar (Tabela 4), enquanto que o número de brotações não apresentou diferenças significativas. Para Picual, houve uma porcentagem de estacas calejadas superior a Ascolano 315, porém, estatisticamente, não diferente de Maria da Fé e Koroneiki, que, por sua vez, não diferiram de Ascolano.

As estacas da cultivar Ascolano apresentaram um comportamento peculiar, no qual observa-se uma baixa formação de calo nas estacas, sendo que quase a totalidade das mesmas apresentavam-se, no momento da avaliação, com a presença de raízes ou mortas.

Tabela 4. Estacas calejadas (EC), comprimento de brotações (CB) e comprimento da maior raiz (CMR) de cultivares de oliveira em função da inoculação de *Azospirillum brasilense*.

Cultivares de oliveira	EC (%)	CB (cm)	CMR (cm)
Ascolano 315	0,01 a*	0,59 a	4,99 a
Koroneiki	10,67 ab	0,71 a	5,69 a
Maria da Fé	12,00 ab	0,68 a	3,63 b
Picual	15,17 b	0,35 b	2,62 b
CV (%)	21,66	6,70	23,99

*Letras minúsculas diferem estatisticamente entre si na coluna, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. ¹Coefficiente de variação.

No comprimento de brotações evidencia-se a cultivar Picual por apresentar brotações estatisticamente menores, possivelmente influenciados pelo seu genótipo, pois em outros parâmetros avaliados relacionados a parte aérea a mesma também apresenta resultados não satisfatórios em termos de formação de mudas a partir de estacas.

Em concordância com essas afirmações, para a rizogênese de estacas de oliveira, as brotações aparentam ser benéficas, pois as cultivares com maior porcentagem de estacas brotadas e maior comprimento de brotações foi também as que apresentaram maior enraizamento (Tabela 4, Fig. 2B). Conforme descrito anteriormente, a brotação de estacas não significa sucesso total no processo de enraizamento, pois as brotações podem ocorrer devido a presença de reservas na própria estaca. Para a brotação de estacas em função das concentrações de inoculante, apenas a cultivar Picual não apresentou efeito significativo. Para as demais houve uma resposta linear positiva (Fig. 2B).

A concentração de 75 ml L⁻¹ de inoculante contendo *Azospirillum brasilense* apresentou as melhores taxas de brotação, o que pode ser atrelado ao fato do microrganismo produzirem ácido indol-3-acético (AIA), melhorando o equilíbrio hormonal da estaca, proporcionando enraizamento e brotação.

A qualidade do sistema radicular, dada pelo comprimento e número de raízes desenvolvidas, diferiu entre as cultivares, sendo maior para Koroneiki e Ascolano sem o uso de *Azospirillum brasilense*, mesmas cultivares que obtiveram maior número de raízes quando inoculadas com 75 mL L⁻¹ do produto comercial. Em relação a concentração de Nitro1000[®], pode-se observar decréscimo no comprimento da maior raiz, conforme aumento da concentração utilizada, sendo o melhor desempenho sem a utilização do produto (Fig. 2D).

4. Discussão

4.1 Experimento I

O enraizamento pode ser considerado como uma característica intrínseca da cultivar, pois resultados semelhantes foram encontrados por Hechmi et al. (2013) que, avaliando o enraizamento de estacas de oliveira em diferentes substratos, observou menor porcentagem de enraizamento para a cultivar Picual, que, mesmo em seu melhor potencial no substrato areia, obteve 17%.

Ressaltando a baixa capacidade de enraizamento da cultivar Picual em relação a outros genótipos, Villa et al. (2017) constataram 49% de enraizamento de estacas desta cultivar em areia, ocupando posição intermediária entre dez cultivares avaliadas. Dessa forma, devido ao grande número de genótipos de oliveira descritos na literatura, é possível fazer uma divisão entre cultivares de fácil, médio e difícil enraizamento, mesmo que esse parâmetro seja resultado da interação entre diversos fatores bióticos e abióticos e não só do potencial genético (Pio et al., 2010).

A interação positiva das micorrizas com a cultivar Maria da Fé nesse experimento pode estar atrelada ao fato de que esses mesmos gêneros de FMA serem encontrados facilmente na rizosfera de plantas adultas dessa cultivar, conforme Vieira et al. (2011), sendo essa associação uma ocorrência natural no ambiente.

A relação benéfica entre a associação de micorrizas e a rizosfera de oliveiras é amplamente relatada na literatura, assim, Kachkouf et al. (2012) relatam associação de raízes de oliveiras e FMA principalmente dos gêneros *Glomus* e *Gigaspora* em diferentes localidades do Marrocos, bem como Chatzistathis et al. (2013) descrevem a presença dos mesmos gêneros associados às raízes de cultivares gregas de oliveiras, e Ferreira et al. (2015) constataram que a presença desses fungos proporciona maior biomassa seca da parte aérea e raízes de mudas de oliveira desenvolvidas em viveiro.

De acordo com Fachinello et al. (2011), a formação de calo pode ou não ser um evento associado ao enraizamento, pois sua formação é um processo de regeneração da estaca em resposta ao corte dos vasos de xilema e floema. Essa massa celular indiferenciada, denominada calo, pode evoluir para a diferenciação em raízes adventícias ou atuar como cicatrizador no local da lesão, impedindo a desidratação na área lesionada.

Analisando a formação de calos em estaquia de oliveira, a formação de calos na cultivar Picual também foi inferior se comparado à outras cultivares no estudo de Villa et al. (2017). No

entanto, para a cultivar Koroneiki, Penso et al. (2016) encontraram 60% de calejamento, resultado três vezes maior ao do presente estudo. Estacas com maiores reservas tendem a brotar e enraizar com mais facilidade, no entanto, algumas cultivares emitem brotações devido as reservas endógenas nas estacas, sendo essas reservas não suficientes para a emissão de raízes, o que torna baixo o potencial rizogênico das mesmas (Pio et al., 2010).

Quanto ao número de raízes por estacas, vários autores também encontraram diferenças na variável (Oliveira et al. 2009; Villa et al., 2017). De acordo com Rosa et al. (2017), essas diferenças podem ocorrer devido aos vários fatores intrínsecos, como substrato utilizado, estágio fenológico da planta mãe e período de coleta e cultivar, pois interferem diretamente no fluxo e mobilização de substâncias reservas, afetando a produção de raízes.

Ressaltando a influência do genótipo no número de raízes formadas, Hechmi et al. (2013) encontraram variação entre três cultivares estudadas, sendo média de 1,8 para Picual e 2,6 em Koroneiki, ambos resultados inferiores ao presente estudo, que, apesar de apresentar maior número de raízes por estaca, teve Koroneiki com o menor desempenho entre as cultivares avaliadas.

Para comprimento de raiz quando inoculado com FMA se deve ao grande potencial que os mesmos têm em promover o desenvolvimento de plantas, principalmente em solos de baixa fertilidade (Mohan et al., 2014), no caso a areia, substrato inerte utilizado no experimento.

Quando a estaca emite brotações, os açúcares e nutrientes são translocados, sendo direcionados para as brotações. Conforme a relação fonte/dreno, um maior número de brotações promove a partição desses assimilados, diminuindo seu crescimento (Taiz et al., 2017). A inoculação de fungos micorrízicos pode atuar sobre a formação e desenvolvimento de brotações das estacas, pois um dos benefícios desses microrganismos é o aumento na absorção de nutrientes e água, transferindo-os ao tecido vegetal com o qual estão diretamente em contato (Séry et al., 2016), fazendo com que a estaca receba um aporte de nutrientes, mesmo ainda não possuindo raízes, promovendo brotações e alongamento dos brotos.

4.2 Experimento II

Corroborando os resultados do presente trabalho, Silva et al. (2017) apresentam resultados de enraizamento positivos para estacas de oliveiras das cultivares Arbequina e Grappolo 541, inoculadas com *A. brasilense*. Porém, para Ascolano 315, não houve aumento na porcentagem de enraizamento, o que pode apontar uma baixa interação entre o genótipo e

esta bactéria, diazotrófica, assim, essa interação entre microrganismos e cultivares torna-se seletiva e depende da cultivar utilizada.

Resultado semelhante de formação de calo foi observado por Oliveira et al. (2012), em que as estacas da cultivar Ascolano, tratadas com regulador de crescimento vegetal AIB, apresentaram valores muito inferiores de calejamento quando comparadas ao enraizamento.

Para ocorrer a brotação das estacas durante o enraizamento, diversos fatores são envolvidos, como a quantidade de reserva disponível na estaca e a própria formação de raízes adventícias (Hartmann et al., 2017). A brotação em estacas durante o enraizamento pode ser benéfica, pois a síntese de fitormônios, como as auxinas, ativos nesse processo, ocorrem em gemas e folhas jovens, além da síntese de compostos fenólicos que, em interação com essas auxinas, podem induzir a formação de raízes (Vignolo et al., 2014) e aumentar a área fotossintética da planta em formação. Por outro lado, brotos formados antes de raízes funcionam como dreno de carboidratos e compostos nitrogenados, podendo levar a exaustão dessas reservas e, conseqüentemente, morte da estaca (Lima et al., 2006).

A baixa porcentagem de estacas brotadas para a cultivar Picual pode ser característica inerente ao genótipo visto que a mesma apresentou brotações de comprimento reduzido em relação das demais cultivares estudadas. Essa variação da porcentagem de estacas brotadas entre os diferentes genótipos de uma mesma espécie é relatada entre outras frutíferas temperadas, a exemplo do pessegueiro estudado por Rosa et al. (2017) e amoreira-preta (Picolotto et al., 2015).

A concentração de 75 ml L⁻¹ de inoculante contendo *Azospirillum brasilense* apresentou as melhores taxas de brotação, o que pode ser atrelado ao fato do microrganismo produzirem ácido indol-3-acético (AIA), melhorando o equilíbrio hormonal da estaca, proporcionando enraizamento e brotação (Montero-Calasanz et al., 2013). Essa interação pode ou não ocorrer em função da cultivar de oliveira, confirmado por Silva et al. (2017), que verificaram aumento da porcentagem de brotação em estacas da cultivar Grappolo com inoculação de *A. brasilense*, redução desse parâmetro na cultivar Ascolano sob o mesmo tratamento, e, ainda, indiferença da cultivar Arbequina com a presença do microrganismo.

A diferenciação no número de raízes adventícias está atrelada à relação entre o genótipo da planta e o microrganismo inoculado, pois, segundo Quadros et al. (2014), as cultivares respondem de forma diferente à colonização da bactéria, fato esse relacionado à quimiotaxia, onde cada cultivar apresenta uma composição química diferente dos seus exudatos radiculares, atraindo ou não as bactérias para estas fontes de carbono, o que pode ter influenciado comprimento de raiz nestas cultivares, fazendo-as alongar-se mais. Por outro lado, a elevada

população de *A. brasilense* colonizando o sistema radicular aumenta a disponibilidade de reguladores vegetais, principalmente auxina, o que compromete o alongamento dessas raízes, causando efeito inibitório (Fukami et al., 2016).

O uso de microrganismos tem se mostrado eficiente no processo de formação de mudas e, devido a grande diversidade de cultivares de oliveira e de espécies de fungos micorrízicos e bactérias promotoras de crescimento, faz-se necessário mais estudos desta associação para que o uso dos mesmos se torne prática difundida na agricultura.

5. Conclusões

A utilização de FMA nas cultivares Maria da Fé e Picual são benéficas no enraizamento de estacas e os fungos beneficiam a qualidade das mudas pela maior quantidade de brotações e comprimento de raiz.

A relação *Azospirillum brasilense*/cultivar é específica, comportando-se de forma diversa entre os genótipos, sendo que a cultivar Picual não responde a inoculação da bactéria, possuindo menor viabilidade na propagação por estaquia.

Maria da Fé e Koroneiki obtiveram as melhores porcentagens de enraizamento com a utilização da dose de inoculante de 75 mL L⁻¹ e 55 mL L⁻¹, respectivamente.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal e Superior (CAPES), Brasil.

Referências

- Alvarez, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M., Sparovek, G., 2013. Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorol Zeitsc*, 22 (6), 711-728. <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.
- Bompadre, M.J., Périgola, M., Fernández Bidondo, L., Colombo, R.P., Silvani, V. A., Pardo, A.G., Ocampo, J.A., Godeas, A.M., 2014. Evaluation of arbus-cular mycorrhizal fungi capacity to alleviate abiotic stress of olive (*Olea europaea*L.) plants at different transplant conditions. *The Sci World J.* 1 (1), 1-13. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/378950>.
- Cavaglione, J.H., Kiihl, L.R., Aramori, P.H., Oliveira, D., 2000. Climate charts from Paraná: IAPAR. 1 CD-ROM.

- Chaer, G.M., Resende, A.S., Campello, E.F.C., Faria, S.M., Boddley, R.M., 2011. Nitrogen-Fixing legume tree species for the reclamation of severely degraded lands in Brazil. *Tree Physiology*. 31(2), 139-149. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpq116>.
- Chatzistathis, T., Orfanoudakis, M., Alifragis, D., Therios, I., 2013. Colonization of Greek olive cultivars root system by arbuscular mycorrhizal fungus: Root morphology, growth, and mineral nutrition of olive plants. *Sc Agric*. 70 (1), 185-94. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162013000300007>.
- Cirillo, C., Russo, R., Famiani, F., Vaio, C., 2017. Investigation on rooting ability of twenty olive cultivars from Southern Italy. *Adv Horticult Sc*. 31(4), 311-317.
- Fachinello, J.C., Hoffmann, A., Nachtigal, J.C., 2011. Fruit plants propagation. Brasília, DF: [s.n.], 221 p.
- Farinelli, D., Breton, C.M., Famiani, F., Bervillé, A., 2015. Specific features in the olive self-incompatibility system: a method to decipher S-allele pairs based on fruit settings. *Sci Horticult*, 181, 62-75.
- Ferreira, D.F., 2011. SISVAR: a computer statistical analysis system. *Ciênc Agrotec*. 35 (6), 1039-1042. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.
- Ferreira, G.M.R., Melloni, R., Silva, L.F.O., Martins, F.M., Gonçalves, E.D., 2015. Arbuscular mycorrhizal fungi in the development of olive tree seedlings (*Olea europaea* L.) Cultivated in southern Minas Gerais. *Rev Bras Ciênc Solo*. 39 (1), 361-366. <http://dx.doi.org/10.1590/01000683rbc20140082>.
- Fukami, J., Nogueira, M.A., Araujo, R.S., Hungria, M., 2016. Assessing inoculation methods of maize and wheat with *Azospirillum brasilense*. *AMB Exp*. 6 (1), 3. <http://dx.doi.org/10.1186/s13568-015-0171-y>.
- Gai, J., Gao, W., Liu, L., Chen, Q., Feng, G., Zhang, J., Christie, P., Li, X., 2015. Infectivity and community composition of arbuscular mycorrhizal fungi from different soil depths in intensively managed agricultural ecosystems. *J Soils Sed*. 15 (5), 1-12. <http://dx.doi.org/10.1007/s11368-015-1060-3>.
- Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies Jr., F.T, Geneve, R.L., Wilson, S.B., 2017. *Plant Propagation: Principles and Practices*. Pearson, 9 ed., pp. 1024.
- Hechmi, M., Khaled, M., Abed, S., El-Hassen, A., Faiez, R., Mhamed, A., 2013. Performance of olive cuttings (*Olea europaea* L.) of different cultivars growing in the agro-climatic conditions of Al-Jouf (Saudi Arabia). *Am J Plant Phys*. 8 (1), 41-49. doi: <http://dx.doi.org/10.3923/ajpp.2013.41.49>.

- Kachkouch, W., Touhami, A.O., Filali-Maltouf, A., Modafar, C., Moukhli, A., Oukabli, A., Benkirane, R., Douira, A., 2012. Arbuscular mycorrhizal fungi species associated with rhizosphere of *Olea europaea* L. in Morocco. *J Anim Plant Sci.* 15 (3), 2275-2287. Available in: <<http://www.m.elewa.org/JAPS/2012/15.3/6.pdf>>. Access in: 06 set 2018.
- Lima, R.L.S., Siqueira, D.L., Weber, O.B., Cazetta, J.O., 2006. Length of cuttings and part of the branch in the formation of saplings. *Rev Bras Frut.* 28 (1), 83-86. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452006000100024>.
- Masciarelli, O., Urbani, L., Reinoso, H., Luna, V., 2013. Alternative mechanism for the evaluation of indole-3-acetic acid (IAA) production by *Azospirillum brasilense* strains and its effects on the germination and growth of maize seedlings. *J Microb.* 51 (5), 590-597. <http://dx.doi.org/10.1007/s12275-013-3136-3>.
- Mohamed, Y.I., 2015. Evaluation the effect of rooting media and hormonal concentrations (IBA) in three olive cultivars growing in SiwaOesis-Egypt. *Intern J Agric Sci.* 5 (3), 500-503. Available in: <http://www.internationalscholarsjournals.org/download.php?id=286382959885981978.pdf&type=application/pdf&op=1>. Access in: 27 set 2018.
- Mohan, J.E., Cowden, C.C., Baas, P., Dawadi, A., Frankson, P.T., Helmick, K., Hughes, E., Khan, S., Lang, A., Machmuller, M., 2014. Mycorrhizal fungi mediation of terrestrial ecosystem responses to global change: mini-review. *Fungal Eco.* 10 (1), 3-19. <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2014.01.005>.
- Montero-Calasanz, M.C., Santamaría, C., Albareda, M., Daza, A., Duan, J., Glock, B.R., Camacho, M., 2013. Alternative rooting induction of semi-hardwood olive cuttings by several auxin-producing bacteria for organic agriculture systems. *Span J Agric Res.* 11 (1), 146-154. Available in: <<http://revistas.inia.es/index.php/sjar/article/view/2686>>. Access in: 27 set 2018.
- Oliveira, A.F., Chalfun, N.N.J., Alvarenga, A.A., Vieira Neto, J., Pio, R., Oliveira, D.L., 2009. Olive cuttings at different times, substrates and doses of IBA diluted in NaOH and alcohol. *Ciênc Agrotec.* 33 (1), 79-85. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542009000100011>.
- Oliveira, M.C., Vieira Neto, J., Oliveira, R.S., Pio, R., Oliveira, N.C., Ramos, J.D., 2010. Rooting of cuttings of two olive cultivars submitted to the application of different fertilizers. *Brag.* 69 (1), 99-103. Available in: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v69n1/14.pdf>>. Access in: 21 agos. 2018.

- Oliveira, M.C., Ramos, J.D., Pio, R., Santos, V.A., Silva, F.O.R., 2012. Enraizamento de estacas em cultivares de oliveiras promissoras para a Serra da Mantiqueira. *Rev Cer.* 59 (1), 147-150. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2012000100021>.
- Penso, G.A., Sachet, M.R., Maro, L.A.C., Patto, L.S., Citadin, I., 2016. Propagação de oliveira ‘Koroneiki’ pelo método de estaquia em diferentes épocas, concentrações de AIB e presença de folhas. *Rev Cer.* 63 (3), 355-360. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737X201663030012>.
- Picolotto, L., Vignolo, G.K., Pereira, I.S., Goncalves, M.A., Antunes, L.E.C., 2015. Enraizamento de estacas de amoreira-preta em função da adubação nitrogenada na planta matriz. *Rev Cer.* 62 (3), 294-300. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737X201562030009>.
- Pio, R., Costa, F.C., Curi, P.N., Moura, P.H.M., 2010. Enraizamento de estacas lenhosas de cultivares de kiwizeiro. *Sci Agr.* 11 (3), 271-274. <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v11i3.17498>.
- Quadros, P.D., Roesch, L.F.W., Silva, P.R.F., Vieira, V.M., Roehrs, D.D., Camargo, F.A.O., 2014. Desempenho agrônômico a campo de híbridos de milho inoculados com *Azospirillum*. *Rev Cer.* 61 (2), 209-218. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2014000200008>.
- Rosa, G.G., Zanandrea, I., Mayer, N.A., Bianchi, V.J., 2017. Propagação de porta-enxerto de *Prunus* spp. por estaquia: efeito do genótipo, do estágio de desenvolvimento do ramo e tipo de estaca. *Rev Cer.* 64 (1), 90-97. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737x201764010013>.
- Séry, D.J., Kouadio, Z.G., Voko, B.R., Zézé, A., 2016. Selecting native arbuscular mycorrhizal fungi to promote cassava growth and increase yield under Field conditions. *Front Microb.* 22 (7), 2063-2074. <http://dx.doi.org/10.33-89/fmicb.2016.02063>.
- Silva, F.J., Ribeiro, R.C.F., Xavier, A.A., Santos Neto, J.A., Souza, M.A., Dias-Arieira, C.R., 2016. Rizobactérias associadas a materiais orgânicos no controle de *Meloidogyne javanica* em tomateiro. *Hortic Bras.* 34 (1), 59-65. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620160000100009>.
- Silva, T.F., Melloni, R., Melloni, E.G.P., Gonçalves, E.D., 2017. Bactérias diazotróficas não simbióticas e enraizamento de estacas semilenhosas de oliveira (*Olea europaea* L.). *Ciênc Flor.* 27 (1), 67-71. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509826447>.
- Smarsi, R.C., Chagas, E.A., Reis, L.L., Oliveira, G.F., Mendonça, V., Tropaldi, L., Pio, R., Scarpate Filho, J.A., 2008. Concentrações de ácido indolbutírico e tipos de substrato na propagação vegetativa de lichia. *Rev Bras Frutic.* 30 (1), 7-11. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452008000100004>.

- Souza, R.A.V., Braga, F.T., Vieira Neto, J., Mendonça, E.A.F., Azevedo, P.H., Cançado, G.M.A., 2011. Viabilidade e germinação de embriões de oliveira submetidos a diferentes condições de armazenamento de frutos. *Pesq Agropec Bras.* 46 (3), 309-314. Available in: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v46n3/a12v46n3.pdf>>. Access in: 25 ago 2018.
- Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I.M., Murphy, A., 2017. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 858 p.
- Vejan, P., Abdullah, R., Khadiran, T., Ismail, S., Boyce, A.N., 2016. Role of plant growth promoting rhizobacteria in agricultural sustainability. *Molec.* 21 (5), 573. <http://dx.doi.org/10.3390/molecules21050573>.
- Vieira, V.C.S., Melloni, R., Vieira Neto, J., 2011. Avaliação da interação micorrízica em cultivares de oliveira (*Olea europaea* L.). *Rev Bras Ciênc Solo.* 35 (6), 1885-1892. Available in: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v35n6/a05v35n6.pdf>>. Access in: 12 set 2018.
- Vignolo, G.K., Picoletto, L., Gonçalves, M.A., Pereira, I.S., Antunes, L.E.C., 2014. Presença de folhas no enraizamento de estacas de amoreira-preta. *Ciênc Rur.* 44 (3), 467-472. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782014000300013>.
- Villa, F., Silva, D.F., Dall'Oglio, P., Potrich, C., Menegusso, F.J., 2017. Performance of substrates in rooting capacity of olive tree cuttings. *Rev Ciênc Agrovet.* 16 (2), 95-101. <http://dx.doi.org/10.5965/2238-11711622017095>.

3 ARTIGO 2

Enraizamento de estacas semilenhosas de oliveiras com substâncias húmicas e formas de aplicação

(Elaborado segundo as normas da Revista Spanish Journal of Agricultural Research)

Giovana Ritter¹, Fabíola Villa¹, Daniel F. da Silva¹, Joyce D. R. Soares², Luciana S. da Silva¹ e
Fernanda J. Menegusso¹

¹ *Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Rua Pernambuco, 1777, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil.*

² *Universidade Federal de Lavras, Campus Universitário, s/n, Lavras, Minas Gerais, Brasil.*

Resumo

O objetivo do trabalho foi avaliar o enraizamento de estacas semilenhosas de oliveiras por meio de substâncias húmicas e forma de aplicação. Foram conduzidos dois experimentos de novembro de 2018 a fevereiro de 2019, sob condições de telado com 30% de retenção da radiação e em canteiro de alvenaria, completo com areia. Sobre o canteiro, foi construído um túnel baixo nas dimensões de 5 x 0,80 m e 0,55 m de altura, coberto com plástico transparente e dentro um túnel em que havia um sistema de irrigação como nebulização intermitente. O primeiro experimento foi o enraizamento de estacas das cultivares Maria da Fé e Ascolano. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 5 com 3 repetições de 25 estacas. O segundo experimento constituiu-se no enraizamento das duas cultivares por meio de três formas de aplicação do produto comercial SoloHumics[®] mais a testemunha. O delineamento experimental foi de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 4. Os dados foram coletados 75 dias após a montagem e foram realizadas algumas avaliações fitotécnicas. As estacas da cultivar Ascolano 315 apresentaram o melhor enraizamento no tratamento com ácidos húmicos. O produto comercial favoreceu maior comprimento médio da maior raiz para a cultivar Maria da Fé e os ácidos fúlvicos favoreceram para a Ascolano 315. O melhor método de aplicação de substâncias húmicas deu-se na forma de irrigação do leito para a cultivar Maria da Fé.

Palavras-chave: *Olea europaea* L., propagação assexuada, fertilizantes orgânicos.

Abstract

The objective of this work was to evaluate the rooting of semi - hardwood cuttings of olive trees using humic substances and their application form. Two experiments were conducted from November 2018 to February 2019 under conditions of screen with 30% retention of the radiation and in masonry bed, complete with sand. A low tunnel was built on the site, measuring 5 x 0.80 m and 0.55 m high, covered with transparent tarpaulin, and within the tunnel was an irrigation system such as intermittent misting. The first experiment was the rooting of cuttings of the cultivars Maria da Fé and Ascolano. The experimental design was randomized blocks, in a 2 x 5 factorial scheme. The second experiment consisted in the rooting of the two cultivars by

means of three application forms of the commercial product SoloHumics® plus the control. The experimental design was randomized blocks in a 2 x 4 factorial scheme. Data were collected 75 days after assembly and some phytotechnical evaluations were performed. The cuttings of the cultivar Ascolano 315 presented the best rooting in the treatment with humic acids. The commercial product favored a greater average length of the highest root for the Maria da Fé cultivar and the fulvic acids favored Ascolano 315. The best method of application of humic substances occurred in the form of bed irrigation for the cultivar Maria da Fé.

Key-words: Propagation, *Olea europaea* L., asexual propagation, organic fertilizers.

Introdução

Para a produção de mudas de oliveira (*Olea europaea* L.), a reprodução assexuada pelo método de estaquia semilenhosa é o mais utilizado dentre todos os métodos existentes (Silva *et al.*, 2012). Nesse método, existem fatores intrínsecos (época do ano, planta-mãe, balanço hormonal e compostos fenólicos) e extrínsecos (luz, temperatura substrato e umidade), que estão envolvidos e influenciam o processo da rizogênese nas estacas (Fachinello *et al.*, 2011).

Na estaquia de oliveira é imprescindível o uso de fitorreguladores, sendo o mais comum o ácido indolbutírico (Oliveira *et al.*, 2010). Mesmo com o uso desses fitorreguladores, a porcentagem do enraizamento das estacas ainda é baixa e varia conforme a cultivar (Oliveira *et al.*, 2012; Penso *et al.*, 2016; Inocente *et al.*, 2018) sendo que algumas cultivares, como Misson e Frantoio, obtiveram 30% de enraizamento no estudo com enraizamento de estacas realizado por Villa *et al.* (2017). Por isso, outras técnicas e substâncias devem ser pesquisadas a fim de otimizar este processo (Dalla Rosa *et al.*, 2018).

Afim de utilizar outras substâncias para otimizar a estaquia, na matéria orgânica do solo estão presentes algumas capazes de promover efeitos diretos sobre o crescimento de plantas, além de fornecerem nutrientes para as plantas por meio da mineralização, denominadas substâncias húmicas (Canellas *et al.*, 2015). As substâncias húmicas são compostos orgânicos condensados produzidos pela ação microbiana durante o processo de degradação e são constituídas pelas frações ácidos húmicos (AH), ácidos fúlvicos (AF) e huminas (HU) (Baldotto & Baldotto, 2014).

Relacionando as substâncias húmicas ao enraizamento, alguns estudos de análise dessas substâncias apontam que elas influenciam no aumento e no crescimento de raízes de forma semelhante à promovida pela auxina, pois ativam a bomba de prótons (H^+), da plasmalema e do vacúolo, dentro da rota de biossíntese da auxina (Elena *et al.*, 2009; Trevisan *et al.*, 2011).

A disponibilidade de nutrientes também está relacionada ao processo de estaquia. Os mesmos são normalmente absorvidos pelas raízes das oliveiras, mas como a estaca não apresenta essas estruturas, outras formas de aplicação podem ser testadas (Araya, 2008).

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o enraizamento de estacas semilenhosas de cultivares de oliveira com o uso de substâncias húmicas e diferentes formas de aplicação.

Material e métodos

Dois experimentos foram conduzidos no período de novembro de 2018 a janeiro de 2019, no viveiro de mudas da Estação de Cultivo Protegido e Controle Biológico “Professor Mário César Lopes”. A Estação encontra-se nas coordenadas geográficas de latitude 24° 32’ 22” S, longitude 54° 03’ 24” W e altitude de 420 m e pertence ao Núcleo de Estações Experimentais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), *Campus* Marechal Cândido Rondon, PR.

A condução dos experimentos ocorreu sob condições de telado com 30% de retenção da radiação solar e em canteiro de alvenaria, completo com areia lavada de granulometria média. Sobre o canteiro, foi construído um túnel baixo (dimensões de 5,0 m x 0,80 m e 0,55 m de altura), utilizando mourões e estrutura de arames, coberto com lona transparente. Dentro deste instalou-se um sistema de irrigação por aspersão com nebulização intermitente, com acionamento das 7h às 18h, para manter a umidade relativa do ar e da areia elevada.

Experimento I

Ramos semilenhosos de oliveira das cultivares Maria da Fé e Ascolano foram coletados de plantas de 4 anos, localizadas na Fazenda Experimental “Professor Doutor Antônio Carlos dos Santos Pessoa”, da Unioeste *Campus* Marechal Cândido Rondon, e imediatamente levados ao viveiro de mudas para confecção das estacas. Estas foram preparadas com 12 cm de comprimento e diâmetro de 4 mm, mantendo dois pares de folha na parte superior e um corte reto na base, logo abaixo da gema. Em seguida, as estacas foram tratadas com 3000 mg L⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB), tendo sua base imersa na solução por 15 segundos e dispostas em espaçamento 2 x 3 cm no canteiro de alvenaria contendo areia, de acordo com as substâncias utilizadas, e com 5cm do comprimento, introduzidos no substrato.

Antes da colocação das estacas de oliveira nos canteiros, foram separados cinco espaços (dimensões de 0,50 x 0,80 m cada), evitando o contato entre as substâncias aplicadas [S1 = produto comercial SoloHumics® (PC); S2 = ácido húmico (AH); S3 = ácido fúlvico (AF); S4 = água residual de turfa (AT) e S5 = testemunha (T) sem produto, apenas água]. As substâncias S1 ao S4 foram diluídas em água, formando 2 L de calda no volume final e aplicadas sobre a areia por meio de irrigação com regador.

Como cada substância apresentava uma formulação diferente, foi estabelecida uma concentração de 2500 mg L⁻¹ de ingrediente ativo para todas, com o volume de área irrigado de 0,032 m³, resultando no uso de 10 mL de S1, 10 mL de S2, 50 mL de S3 e 30 mL de S4.

O produto comercial foi adquirido junto à empresa fabricante, tendo presente em sua composição substâncias húmicas, como ácido húmico (25%), ácido fúlvico (5%) e matéria orgânica (60%). As demais substâncias foram provenientes da separação do produto comercial, apresentando 1,30% de ingrediente ativo e cedida pela Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Durante a condução do experimento, os tratos culturais utilizados foram apenas a abertura do túnel para observação e controle do funcionamento da irrigação. Após 75 dias de experimentação, foram avaliadas a porcentagem (%) de estacas enraizadas, mortas, calejadas e brotadas, número e tamanho de brotações (cm) e comprimento da maior raiz (cm). Para medir os comprimentos, foi utilizado o paquímetro digital.

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 5 (2 cultivares de oliveira, sendo Maria da Fé e Ascolano x 4 substâncias húmicas + testemunha), cotendo 3 repetições e 25 estacas por parcela experimental, totalizando 750 estacas. Para a normalidade dos dados, foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk, onde as variáveis estacas enraizadas, calejadas e número de raízes não precisaram de transformação para $(Y+1,0)^{0,5}$. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas com o teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

Experimento II

O segundo experimento constituiu-se no enraizamento de duas cultivares de oliveira: Maria da Fé e Ascolano, por meio de três formas de aplicação do produto comercial SoloHumics®, imersão de estacas, pulverização e irrigação mais a testemunha. Os ramos foram coletados de matrizes do jardim clonal de oliveiras da área experimental pertencente à Unioeste e, a partir

deles, estacas foram confeccionadas, com comprimento de 12 cm e diâmetro de em torno de 4 mm, mantendo dois pares de folha na parte superior e corte reto na base.

Após a confecção das estacas, foi preparado as soluções de imersão e pulverização, onde a solução final de cada um apresentou 2500mg L^{-1} de ingrediente ativo, sendo utilizado 10 mL do produto comercial. As estacas do tratamento de imersão ficaram imersas na solução por 1 h 30 min e, posteriormente, todas as estacas foram tratadas com ácido indol butírico (AIB) na concentração de 3000 mg. L^{-1} , tendo sua base imersa na solução por 15 segundos, sendo imediatamente levadas ao canteiro de areia, dispostas em espaçamento de 5 x 3 cm e 5 cm do seu comprimento enterrado.

Para o tratamento, o produto comercial foi adquirido com a empresa responsável pela fabricação e em sua composição está presente as substâncias húmicas ácido húmico (25%), ácido fulvico (5%) e matéria orgânica (60%). Para as estacas que receberam o tratamento por pulverização nas folhas, as mesmas inicialmente receberam tratamento com ácido indol butírico (AIB) na concentração de 3000 mg L^{-1} e foram dispostas no canteiro de areia; posteriormente, foi preparado a solução do produto na mesma concentração de ingrediente ativo da imersão. A solução foi colocada em um pulverizador manual e aplicada nas folhas das estacas, sendo o processo repetido a cada 7 dias, totalizando 11 aplicações foliares. O tratamento por irrigação foi aplicado diretamente no substrato de enraizamento antes das estacas tratadas com AIB, e a testemunha recebeu apenas o tratamento com AIB.

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, em esquema fatorial 2×4 , onde o primeiro fator corresponde as duas cultivares utilizadas, e o segundo fator corresponde as 3 formas de aplicação do produto mais a testemunha, com 3 repetições de 25 estacas cada, totalizando 600 estacas.

Durante a condução do experimento houve abertura do túnel para observação e controle do funcionamento da irrigação. Os dados foram coletados aos 75 dias após a instalação do experimento e foram avaliadas a porcentagem (%) de estacas enraizadas, mortas, calejadas e brotadas, número e tamanho de brotações (cm) e comprimento da maior raiz (cm). Para medir os comprimentos, foi utilizado o paquímetro digital. Posteriormente, os dados foram submetidos ao teste de normalidade de shapiro-wilk, onde apenas as variáveis de número de raízes e estacas enraizadas não receberam transformação de $(Y+1,0)^{0,5}$. Os dados passaram por análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro pelo programa SISVAR (Ferreira, 2011).

Resultados

Experimento I

Por meio da análise de variância verificou-se interação significativa entre os tratamentos e as cultivares de oliveira para a porcentagem de estacas enraizadas (Tabela 1). A cultivar Maria da Fé apresentou porcentagens de enraizamento estatisticamente iguais, independente do tratamento utilizado, porém, maiores do que a outra cultivar. A cultivar Ascolano 315 obteve as melhores porcentagens de enraizamento na testemunha e quando foram tratadas com ácidos húmicos.

Quando tratadas com ácidos fúlvicos, as estacas da cultivar Ascolano 315, obtiveram a menor taxa de enraizamento, embora o resultado tenha sido estatisticamente igual e menor ao dos tratamentos com o produto comercial e água residuária de turfa. Quanto aos tratamentos, nenhum deles apresentou diferença estatística dentro das duas cultivares utilizadas para o enraizamento das estacas.

Tabela 1. Porcentagem de estacas enraizadas e comprimento de raiz (cm) em função das cultivares e dos tratamentos com substâncias húmicas.

Tratamentos	Estacas enraizadas (%)	
	Maria da Fé	Ascolano 315
PC	14,0 aA*	5,3 bA
AH	9,67 aA	7,3 aA
AF	9,00 aA	2,6 bA
AT	12,6 aA	6,0 bA
T	9,00 aA	8,0 aA
CV(%)	27,26	
Comprimento médio da maior raiz (cm)		
PC	2,72 aA*	2,55 abA
AH	2,04 abA	2,21 abA
AF	1,79 bB	2,90 aA
AT	2,13 abA	2,30 abA
T	2,25 abA	2,09 bA
CV(%)	13,60	

*Letras minúsculas diferem estatisticamente entre si na coluna e letras maiúsculas na linha, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. PC= produto comercial; AH= ácidos húmicos; AF= ácidos fúlvico; AT= Água residuária de turfa; T= Testemunha; CV= coeficiente de variação.

Na interação entre as cultivares e os tratamentos para o comprimento médio da maior raiz (Tabela 1) nos tratamentos com substâncias húmicas, apenas o AF apresentou diferença

estatística dentro das cultivares no comprimento de raiz, sendo que para a Ascolano 315 a média do comprimento foi maior do que para a Maria da Fé.

Para as médias de comprimento de raiz na cultivar Maria da Fé, o produto comercial apresentou o maior valor, porém não diferenciou estatisticamente dos tratamentos com AH, AT e testemunha, assim como os três não diferenciaram estatisticamente do tratamento AF, tendo esse apresentado a menor média. Para a Ascolano 315, o AF apresentou a maior média, embora não tenha diferenciado de PC, AH e AT que, por sua vez, não apresentaram diferença da testemunha.

A porcentagem de estacas calejadas também apresentou interação significativa entre as cultivares e os tratamentos (Tabela 2). Nessa interação, apenas os tratamentos com AF e AT apresentaram diferença dentro das cultivares utilizadas, sendo que, quando utilizado o tratamento com ácidos fúlvicos, a cultivar Ascolano 315 obteve porcentagem menor de estacas calejadas (1,00%) do que a Maria da Fé (4,67%). O mesmo ocorreu quando utilizado tratamento com água residual de turfa, tendo a Ascolano 315 a menor porcentagem de estacas calejadas.

Tabela 2. Porcentagem de estacas calejadas e número de brotações em função das cultivares e dos tratamentos com substâncias húmicas.

Tratamentos	Estacas calejadas (%)	
	Maria da Fé	Ascolano 315
PC	5,00 bcA*	3,67 aA
AH	8,67 aA	1,33 abA
AF	4,67 bcA	1,00 bB
AT	6,33 abA	3,33 abB
T	3,00 cA	2,67 abA
CV(%)	23,92	
Tratamentos	Número de brotações	
	Maria da Fé	Ascolano 315
PC	1,59 aA*	1,45 abA
AH	1,52 aA	1,46 abA
AF	1,51 aA	1,58 abA
AT	1,44 aB	1,79 aA
T	1,52 aA	1,28 bA
CV(%)	11,00	

*Letras minúsculas diferem estatisticamente entre si na coluna e letras maiúsculas na linha, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. PC= produto comercial; AH= ácidos húmicos; AF= ácido fúlvico; AT= água residuária de turfa; T= testemunha; CV= coeficiente de variação.

Para a cultivar Maria da Fé, a maior porcentagem de estacas calejadas foi obtida no tratamento com AH, porém não diferiu estatisticamente do tratamento com AT que, juntamente aos tratamentos PC e AF, obtiveram resultados medianos e estatisticamente iguais, sendo os dois últimos, resultados estatísticos iguais ao tratamento testemunha, apresentando a menor

porcentagem de estacas calejadas. Para a cultivar Ascolano 315, o tratamento PC apresentou a maior porcentagem de estacas calejadas, sendo esse resultado estatisticamente igual aos tratamentos AH, AT e a testemunha, que também não diferiram estatisticamente do menor resultado encontrado no tratamento com AF.

Outra variável que apresentou interação significativa foi o número de brotações (Tabela 2), que dentro dos tratamentos apenas o AT obteve diferença nas cultivares, resultando em uma maior média para a Ascolano 315 (1,79) em comparação à média da Maria da Fé (1,44). A cultivar Maria da Fé não apresentou diferença para o número de brotações, independente do tratamento utilizado nas estacas. O tratamento AT proporcionou a maior média de número de brotações juntamente com os tratamentos PC, AH e AF, que não diferenciaram do tratamento testemunha, com a menor média na cultivar Ascolano 315.

No número de raízes em função das cultivares (Tabela 3), a Ascolano 315 teve destaque evidenciado pela estatística, apresentando a maior porcentagem comparada com a Maria da Fé. O contrário é demonstrado na porcentagem de estacas brotadas, onde a Maria da Fé obteve maior valor. O comprimento de brotações não apresentou diferença significativa entre as cultivares.

Tabela 3. Porcentagem de estacas brotadas (%), número de raízes e comprimento de broto (cm) das cultivares Maria da Fé e Ascolano 315.

Cultivares	EB (%)	NR	CB (cm)
Maria da Fé	2,27 a*	7,36 b	1,30 a
Ascolano 315	2,10 b	10,44 a	1,25 a
CV (%)	24,02	26,07	6,99

*Letras minúsculas diferem estatisticamente entre si na coluna, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. EB= estacas brotadas; NR= número de raiz; CB= comprimento de brotações; CV= coeficiente de variação.

O número de raízes também foi significativo para os tratamentos (Tabela 4), onde a maior média foi obtida com o produto comercial, embora não tivesse diferenciado estatisticamente de AH, AF e da testemunha, que, por sua vez, não diferiram do tratamento AT, com a menor média de valores. Da mesma forma que nas cultivares, o comprimento de brotações nos tratamentos também não apresentou significância.

Tabela 4. Número de raízes e comprimento de brotações (cm) em função dos tratamentos com substâncias húmicas.

Tratamentos	NR	CB (cm)
PC	11,87 a*	1,29 a
AH	8,03 ab	1,27 a
AF	9,32 ab	1,30 a
AT	7,47 b	1,25 a
T	7,83 ab	1,25 a
CV (%)	26,07	6,99

*Letras minúsculas diferem estatisticamente entre si na coluna, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. NR = número de raiz; CB = comprimento de brotações; PC = produto comercial; AH = ácidos húmicos; AF = ácido fúlvico; AT = água residuária de turfa; T= testemunha; CV = coeficiente de variação.

Experimento II

Por meio da análise de variância, verificou-se interação significativa entre as cultivares de oliveira e as formas de aplicação do produto apenas para a porcentagem de estacas enraizadas (Tabela 5). Para a cultivar Maria da Fé, a porcentagem de enraizamento foi superior no tratamento irrigação, enquanto que a menor taxa de enraizamento para essa cultivar se deu no tratamento de imersão.

Tabela 5. Porcentagem de estacas enraizadas em função das cultivares e dos tratamentos utilizados.

Tratamentos	Cultivares	
	Maria da Fé	Ascolano 315
Pulverização	11,33 abA*	5,33 abB
Imersão	6,00 cA	2,67 bA
Irrigação	14,00 aA	5,33 abB
Testemunha	9,00 bcA	8,00 aA
CV(%)	25,26	

*Letras minúsculas diferem estatisticamente entre si na coluna e letras maiúsculas na linha, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. CV= coeficiente de variação.

Da mesma forma ocorreu com a cultivar Ascolano 315, com menor percentual de enraizamento quando aplicado o tratamento de imersão, porém a maior taxa de enraizamento foi observada na testemunha. Nos tratamentos de pulverização e irrigação, ambos os resultados evidenciados pela diferença estatística se destacaram mais na cultivar Maria da Fé com 11,33 e

14%, respectivamente. Os demais tratamentos não apresentaram diferença dentro das cultivares.

A porcentagem de estacas brotadas apresentou diferença entre as cultivares utilizadas no experimento, sendo que a Maria da Fé obteve a maior taxa nesse parâmetro (Tabela 6). O número de raízes e a porcentagem de estacas calejadas apresentaram significância tanto para as cultivares quanto para as formas de aplicação, sendo que na cultivar Ascolano 315 o número de raízes foi estatisticamente maior do que a Maria da Fé (Tabela 8). Na porcentagem de estacas calejadas, a Maria da Fé apresentou o maior valor.

Tabela 6. Número de raízes, porcentagem de estacas calejadas e brotadas, comprimento de brotações e número de brotações das cultivares.

Cultivares	NR	EC (%)	EB (%)	CB (cm)	NB
Maria da Fé	7,97 b*	2,01 a	2,05 a	1,30 a	1,48 a
Ascolano 315	10,61 a	1,55 b	1,46 b	1,21 a	1,37 a
CV (%)	15,45	17,17	25,83	11,13	15,32

*Letras minúsculas diferem estatisticamente entre si na coluna, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. NR = número de brotações; EC = estacas calejadas; EB = estacas brotadas; CB = comprimento de brotações; NB = número de brotações, CV = coeficiente de variação.

Quando submetidos às formas de aplicação, o maior número de raízes foi observado apenas no tratamento por irrigação do substrato, onde a média foi de 11,88 raízes por estaca (Tabela 7). Para a variável porcentagem de estacas calejadas, as estacas do tratamento por irrigação apresentaram maior taxa de calejamento, mas não diferente do tratamento testemunha, e no tratamento de pulverização, o menor percentual, mas não diferente do tratamento de imersão.

O comprimento da maior raiz apresentou significância apenas para os tratamentos. O maior comprimento foi verificado no tratamento por irrigação do substrato, porém, esse resultado não diferenciou estatisticamente da pulverização e da imersão de estacas e os dois últimos não foram estatisticamente diferentes do tratamento testemunha, que apresentou o valor mais baixo de comprimento da maior raiz. Os parâmetros numéricos de brotações e comprimento de brotações não apresentaram diferença estatística tanto para a cultivar quanto para as formas de aplicação do produto comercial.

Tabela 7. Comprimento da maior raiz, número de raízes, porcentagem de estacas calejadas, número de brotações e comprimento de brotações nos tratamentos.

Tratamentos	CMR (cm)	NR	EC (%)	NB	CB (cm)
Pulverização	2,29 ab*	8,24 b	1,34 c	1,44 a	1,25 a
Imersão	2,28 ab	9,21 b	1,53 bc	1,35 a	1,20 a
Irrigação	2,63 a	11,88 a	2,29 a	1,52 a	1,29 a
Testemunha	2,07 b	7,83 b	1,95 ab	1,40 a	1,25 a
CV(%)	13,88	15,45	17,17	15,32	11,13

*Letras minúsculas diferem estatisticamente entre si na coluna, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. CMR= comprimento da maior raiz; NR= número de raiz; EC= estacas calejadas; NB= número de brotações; CB= comprimento de brotações.

Discussões

Experimento I

Pelos percentuais de enraizamento entre a Maria da Fé e a Ascolano 315, pode-se verificar maior potencial rizogênico na primeira citada e, de acordo com Pio *et al.* (2010), dentre as várias cultivares de oliveira que existem, é possível classificá-las em grupos de alto, médio e baixo potencial de enraizamento, mesmo com a interação de fatores intrínsecos e extrínsecos.

A cultivar Ascolano 315 apresentou afinidade com o ácido húmico, pois foi o único tratamento, além da testemunha, que obteve destaque na porcentagem de enraizamento. A capacidade das substâncias húmicas em promover o crescimento de plantas e indução de raízes adventícias é relatada na literatura (Nardi *et al.*, 2009; Canellas e Olivares, 2014; Shen *et al.*, 2017), sendo assim, o ácido húmico torna-se um importante aliado na produção de mudas de oliveira.

Trabalhando com o enraizamento de estacas de oliveira da cultivar Cornicabra, Centeno e Gómez-del-Campo (2008), percebeu-se uma alta porcentagem de enraizamento (57%) em estacas tratadas com um bioestimulante orgânico. Essas substâncias orgânicas são capazes de induzir a formação de raízes adventícias por ativação do complexo da rota de biossíntese de auxina (Trevisan *et al.*, 2011). As diferentes cultivares de oliveira apresentam comportamentos diferentes entre si e entre os lugares em que estão se desenvolvendo (Vieira Neto *et al.*, 2010), e, por apresentar diferente desempenho, pode se atribuir esse fato à diferença de porcentagem

de enraizamento dos tratamentos de AF e AT, que apresentaram resultados diferentes nas cultivares.

Quanto a formação de calos nas estacas, pode ser esse um evento que tem associação com o enraizamento, pois é um processo de regeneração da estaca devido a lesão causada pelo corte (Fachinello *et al.*, 2011). O enraizamento é mais esperado do que o calejamento das estacas, mas não o torna um fator indesejado, visto que em alguns viveiros comerciais, se a estaca estiver viva e possuir calos ou apresentar espessamento basal, ela é retornada ao leito de enraizamento (Centeno e Gómez-del-Campo, 2008).

Para que a estaca possa emitir brotações, ela utiliza as reservas de fotoassimilados acumuladas no seu interior e essas mesmas reservas são utilizadas no processo de desenvolvimento de raízes adventícias (Taiz *et al.*, 2017), e, por esse motivo, o comportamento contrário nas variáveis de porcentagem de estaca brotadas e número de raízes pode ser explicado. Os tratamentos com PC, AH e AF também propiciaram um maior número de raízes, pois essas substâncias, além de promover efeitos sobre o crescimento, também fornecem nutrientes para as plantas e, conseqüentemente, um aumento do número de raízes e tamanho das mesmas (Canellas *et al.*, 2015).

O número de brotações pode ser uma característica intrínseca de cada cultivar, da mesma forma que a relação dela com os tratamentos utilizados. Essas brotações podem até mesmo ser benéficas no processo de enraizamento, pois aumenta a área fotossintética da planta em formação e a síntese de reguladores vegetais ocorre em gemas e folhas novas (Vignolo *et al.*, 2014).

Experimento II

A irrigação ter maior porcentagem de enraizamento para a cultivar Maria da Fé pode ser pelo fato de possuir disponibilidade de nutrientes para a rizogênese e tratamento rápido de regulador vegetal nas estacas.

O número de raízes influencia no desenvolvimento inicial da muda, pois as raízes realizam absorção de nutrientes e em maior quantidade aumentam essa absorção. A mesma condição de número de raízes desse experimento foi observada por Silva *et al.* (2012), onde a cultivar Ascolano 315 apresentou número de raízes superior a Ascolano 315.

Os mesmos autores ainda corroboram com os resultados de porcentagem de estacas calejadas, onde a Maria da Fé apresentou maior taxa em comparação com a Ascolano 315, nessa variável analisada. Da mesma forma, Dalla Rosa *et al.* (2018), trabalhando com estaquia das

cultivares Maria da Fé, Arbequina e clone 2, obteve resultados superiores com a primeira na variável porcentagem de estacas calejadas.

Para o comprimento de a maior raíz obter maiores tamanhos quando na aplicação dos tratamentos, pode ser justificado pela oferta de nutrientes do produto aplicado, sendo que a areia como substrato de enraizamento é considerada inerte em termos de disponibilidade e nutrientes minerais (Zeist *et al.*, 2015).

O tratamento por irrigação de substrato pode ter se destacado no número de raízes, pois, além de fornecer nutrientes que a testemunha não fornece, as estacas foram imediatamente tratadas com o regulador vegetal e colocadas no leito de enraizamento. O tratamento rápido permite o contato imediato da estaca com o regulador e o produto que está no substrato, antes da alta produção de compostos fenólicos, substâncias abundantes na oliveira (Erbay, Icier, 2010).

As substâncias húmicas têm se mostrado eficientes no desenvolvimento de plantas, porém ainda é necessário o estudo e pesquisas das mesmas no processo de enraizamento, podendo se tornar uma prática difundida.

Conclusões

As estacas da cultivar Ascolano 315 apresentaram o melhor enraizamento no tratamento com ácidos húmicos.

O comprimento médio da maior raiz da Maria da Fé e Ascolano 315 foi maior com aplicação de substâncias húmicas.

O melhor método de aplicação de substâncias húmicas deu-se na forma de irrigação do leito para a cultivar Maria da Fé.

Agradecimentos

A pesquisa foi financiada pela Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal e Superior (CAPES), Brasil.

Referências

Araya, A.H., 2008. Desarrollo produtivo. *Olint*. 1 (4): 12-15.

Baldotto, M.A., Baldotto, L.E.B., 2014. Ácidos húmicos. *Revista Ceres*. 61 (1): 856-881. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737x201461000011>.

Canellas, L.P., Olivares, F.L., 2014. Physiological responses to humic substances as plant growth promoter. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. 1 (1): 1-11. <https://doi.org/10.1186/2196-5641-1-3>.

Canellas, L.P., Olivares, F.L., Aguiar, N.O., Davey, L., Jones, D.L., Nebbioso, A., Mazzei, P., Piccolo, A., 2015. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Science Horticulturae*. 196 (1): 15–27. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.013>.

Centeno, A., Gómez-del-Campo, M., 2008. Effect of root-promoting products in the propagation of organic olive (*Olea europaea* L. cv Cornicabra) Nursery Plants. *HortScience*. 43 (7): 2066-2069. <https://doi.org/10.21273/hortsci.43.7.2066>.

Dalla Rosa, D., Villa, F., Silva, D. F., Corbari, F., 2018. Rooting of semihardwood cuttings of olive: indolbutyric acid, calcium and *Azospirillum brasilense*. *Comunicata Scientiae*. 9 (1): 34-40. <https://doi.org/10.14295/cs.v9i1.977>.

Elena, A., Lemenager, D., Bacaicoa, E., Fuentes, M., Roberto, B., Zamarreño, A.M., Garcia-Mina, J.M., 2009. The root application of a purified leonardite humic acid modifies the transcriptional regulation of the main physiological root responses to Fe deficiency in Fe-sufficient Cucumber plants. *Plant physiology*. 47 (1): 215-223. doi: 10.1016/j.plaphy.2008.11.013.

Erbay, Z., Icier, F., 2010. The importance and potential uses of olives leaves. *Food Reviews International*. 26 (1): 319-334. Doi: 10.1080/87559129.2010.496021.

Fachinello, J.C., Hoffmann, A., Nachtigal, J.C., 2011. Propagação de plantas frutíferas. Brasília, DF: [s.n.], 221 p.

Ferreira, D.F., 2011. SISVAR: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*. 35 (6): 1039-1042. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.

IOC. World table olive figures. 2013. <http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/132-world-table-olive-figures>. Acesso em: 12 dez. 2018.

Inocente, V.H.H., Nienow, A. A., Ter, L., 2018. Time of treatment with IBA in Olive cultivars rooting. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 40 (1): 1- 8 <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452018800>.

Nardi, S., Carletti, P., Pizzeghello, D., Muscolo, A. Biological activities of humic substances. In: Seni, N., Xing, B., Huang, P.M. Biochemico-chemical process involving natural nonliving organic matter in environmental systems. John Wiley & Sons: New York, 2009, p. 305-340. <https://doi.org/10.1002/9780470494950.ch8>.

Oliveira, M.C., Vieira Neto, J., Pio, R., Oliveira, A.F., Ramos, J.D., 2010. Enraizamento de estacas de oliveira submetidas a aplicação de fertilizantes orgânicos e AIB. *Ciência e Agrotecnologia*. 34 (1): 337-344.

Oliveira, M.C., Ramos, J.D., Pio, R., Santos, V.A., Silva, F.O.R., 2012. Enraizamento de estacas em cultivares de oliveiras promissoras para a Serra da Mantiqueira. *Revista Ceres*. 59 (1): 147-150 <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2012000100021>.

Penso, G.A., Sachet, M.R., Maro, L.A.C., Patto, L.S., Citadin, I., 2016. Propagação de oliveira 'Koroneiki' pelo método de estaquia em diferentes épocas, concentrações de AIB e presença de folhas. *Revista Ceres*. 63 (3): 355-360. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737X201663030012>.

Pio, R., Costa, F.C., Curi, P.N., Moura, P.H.M., 2010. Enraizamento de estacas lenhosas de cultivares de kiwizeiro. *Sci Agr*. 11 (3), 271-274. <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v11i3.17498>.

Shen, H., Shen, J.Z., Li, Y., Lai, Y.L., Jia, Z.H., Yi, J.H., 2017. Promotion of lateral root growth and leaf quality of flue-cured tobacco by the combined application of humic acids and NPK chemical fertilizers. *Explanation Agriculture*. 53 (1): 59-70. <https://doi.org/10.1017/S0014479716000065>.

Silva, L.F.O., Oliveira, A.F, Pio, R., Zambon, C.R., Oliveira, D.L., 2012. Enraizamento de estacas semilenhosas de cultivares de oliveira. *Bragantia*. 71 (1): 488-492.

Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I.M., Murphy, A., 2017. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 858 p.

Trevisan, S., Botton, A., Vaccaro, S., Vezzano, A., Quaggiotti, S., Nardi, S., 2011. Humic substances affect *Arabidopsis* physiology by altering the expression of genes involved in primary metabolism, growth and development. *Environmental and Experimental Botany*. 74 (1): 45-55. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2011.04.017>.

Vieira Neto, J., Cançado, G. M. A., Oliveira, A. F., Mesquita, H. A., Lucio, A. D., 2010. Fertilizers on production of olive rooted stem cuttings 'Arbequina'. *Scientia Agraria*. 11 (1): 49-55. <https://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/15943/11037>.

Vieira Neto, J., Oliveira, A.F., Caproni, C.M., Villa, F., Silva, L.F.O. 2011. Desempenho de jardins clonais de oliveira (*Olea europaea*) em cortes sucessivos visando a sua propagação por estaquia. *Cerne*. 17 (1):117-122.

Vignolo, G.K., Picolotto, L., Gonçalves, M.A., Pereira, I.S., Antunes, L.E.C., 2014. Presença de folhas no enraizamento de estacas de amoreira-preta. *Ciênc Rur*. 44 (3), 467-472. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782014000300013>.

Villa, F., Silva, D.F., Dall'Oglio, P., Potrich, C., Menegusso, F.J., 2017. Performance of substrates in rooting capacity of olive tree cuttings. *Revista Ciências Agroveterinárias*. 16 (2): 95-101. <http://dx.doi.org/10.5965/2238-11711622017095>.

Zeist, A.R., Silva, I.F.L, Lima Filho, R.B., Neumann, E.R., Giacobbo, C.L., Resende, J.T.V., 2015. Estaquia de *Physalis peruviana* em diferentes bandejas de poliestireno expandido e substratos. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*. 21 (1): 36-41.

CONCLUSÕES GERAIS

A utilização de FMA nas cultivares Maria da Fé e Picual são benéficas no enraizamento de estacas e os fungos beneficiam a qualidade das mudas pela maior quantidade de brotações e comprimento de raiz.

A relação *Azospirillum brasilense*/cultivar é específica, comportando-se de forma diversa entre os genótipos, sendo que a cultivar Picual não responde a inoculação da bactéria, possuindo menor viabilidade na propagação por estaquia.

Maria da Fé e Koroneiki obtiveram as melhores porcentagens de enraizamento com a utilização da dose de inoculante de 75 mL L⁻¹ e 55 mL L⁻¹, respectivamente.

As estacas da cultivar Ascolano 315 apresentaram o melhor enraizamento no tratamento com ácidos húmicos.

O comprimento médio da maior raiz da Maria da Fé e Ascolano 315 foi maior com aplicação de substâncias húmicas.

O melhor método de aplicação de substâncias húmicas deu-se na forma de irrigação do leito para a cultivar Maria da Fé.