

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA  
CAMPUS ITAQUI  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**MORFOLOGIA DE ESTACAS ENRAIZADAS DE DUAS CULTIVARES DE  
OLIVEIRA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Aline Diehl Pinheiro Fanti**

**Itaqui, RS, Brasil  
2017**

**Aline Diehl Pinheiro Fanti**

**MORFOLOGIA DE ESTACAS ENRAIZADAS DE DUAS CULTIVARES DE OLIVEIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Orientador: Dr. Anderson Weber

Itaqui, RS, Brasil  
2017

Fanti, Aline Diehl Pinheiro.

Morfologia de estacas enraizadas de duas cultivares de oliveira  
/ Aline Diehl Pinheiro Fanti. 2017.

Número de folhas: 32; tamanho (30 cm)

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Agronomia)  
Universidade Federal do Pampa, data. Orientação: Anderson  
Weber.

1. Propagação de plantas. 2. Estaquia. 3. *Olea europaea*.  
I. Weber, Anderson. II. Morfologia de estacas enraizadas de  
duas cultivares de oliveira.

**Aline Diehl Pinheiro Fanti**

**MORFOLOGIA DE ESTACAS ENRAIZADAS DE DUAS CULTIVARES DE OLIVEIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em: <dia> de <mês> de <ano>.

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Anderson Weber  
Orientador  
Curso de Agronomia - Unipampa

---

Prof. Dr. Daniel Ândrei Robe Fonseca  
Curso de Agronomia - Unipampa

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Luciana Zago Ethur  
Curso de Agronomia - Unipampa

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu pai Elcio da Silva Pinheiro e minha mãe Marciane Diehl Pinheiro, que não mediram esforços para a realização deste sonho, sempre me incentivando a nunca desistir e sendo fontes inesgotáveis de amor e compreensão.

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço, primeiramente, a Deus pelo dom da vida e por ser meu socorro nas horas difíceis.

Ao meu pai, Elcio da Silva Pinheiro, e minha mãe, Marciane Diehl Pinheiro por serem meus maiores incentivadores e por apoiarem minhas escolhas sempre estendendo a mão quando mais precisei. Aos meus irmãos Karine, Vinicius e Gabrieli por tocerem e estarem sempre ao meu lado, mesmo que distantes fisicamente. Ao meu avô Dorval Diehl e minha avó Odeti Diehl por todo carinho e inspiração. Ao meu esposo Andrews Fanti pela paciência e por sempre me encorajar a seguir em frente. Aos demais familiares que de alguma forma contribuíram para minha formação e compreenderam minha ausência.

As minhas amigas e colegas Albinha Marques, Fabiana Schimitz e Giordana Medeiros por me acompanharem durante a graduação, sempre com momentos únicos me dando muita força, coragem e me apoiando em momentos difíceis, tornando tudo mais fácil.

Ao seu Alexandre, dona Alba, Lidiane e Larissa que me acolheram de forma carinhosa e sempre torceram por mim.

Aos meus colegas Francis Junior e Daniela Kener pela ajuda na execução desse trabalho.

Ao professor Anderson Weber por toda a orientação e suporte.

A professora Elizete Radmann pelas inúmeras experiências e conhecimentos que me ofertou em boa parte da minha graduação.

A empresa Olivas Sul pela atenção e por fornecer o material para a realização deste trabalho.

A Universidade Federal do Pampa pela oportunidade, bem como aos professores pela dedicação e pela troca de conhecimentos durante a minha formação, assim como aos funcionários pela atenção prestada.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação.

**Muito obrigada!**

## RESUMO

### MORFOLOGIA DE ESTACAS ENRAIZADAS DE DUAS CULTIVARES DE OLIVEIRA

Autor: Aline Diehl Pinheiro Fanti

Orientador: Dr. Anderson Weber

Local e data: Itaqui, 04 de dezembro de 2017.

O Brasil é o maior importador mundial de azeite de oliva, e corresponde a 2,2 % do consumo mundial, por mais que o país tenha potencial para a produção de oliveira, vários desafios fazem com que essa produção seja posta em dúvidas pelos produtores, uma delas é a grande dificuldade na produção de mudas. Com isso, o objetivo desse trabalho é avaliar o enraizamento de duas cultivares de *Olea europaea* L. com diferentes tipos de hormônio sintético e em diferentes concentrações, para a obtenção de mudas. Para isso foram utilizadas duas cultivares de oliveira, sendo elas 'Arbequina' e 'Arbosana', com concentrações de 0, 500, 2000 e 4000 ppm de hormônios sintéticos AIA e AIB, sendo acondicionados em câmara FITOTROM com controle de temperatura, umidade e luminosidade. Devido a desuniformidade da câmara FITOTROM e ao ataque de patógenos, houve um grande número de estacas mortas, porém estacas da cultivar 'Arbosana' tratadas com concentrações de 500 e 2000 ppm de AIB, tiveram maior indução de brotos e folhas, comparados a aplicação de 4000 ppm de AIB. Observou-se ainda que, quanto maior o tamanho de raiz, menor é a qualidade da muda, ao passo que, quando maior o número de raízes adventícias melhor a qualidade das mudas. Pode-se concluir que doses baixas de hormônio sintético contribuíram para a indução de brotações e ao baixo enraizamento das estacas, e ainda que a qualidade das mudas está relacionada ao número de emissões de raízes, e não ao seu comprimento.

Palavras-chave: *Olea europaea*, 'Arbosana', Arbequina, auxina, raízes adventícias.

## ABSTRACT

### MORPHOLOGY OF ROOTED STAGES OF TWO OLIVE CULTIVARS

Author: Aline Diehl Pinheiro Fanti

Advisor: Dr. Anderson Weber

Data: Itaqui, December 04, 2017.

Brazil is the world's largest importer of olive oil, accounting for 2.2% of world consumption, although the country has potential for olive production, several challenges cause this production to be doubted by producers, one of them is the great difficulty in the seedlings production. Therefore, the objective of this work was to evaluate the adventitious root formation of two cultivars of *Olea europaea* L. with different types of synthetic hormone application and in different concentrations to rotted cuttings. For this, two olive cultivars were used, being 'Arbequina' and 'Arbosana', with concentrations of 0, 500, 2000 and 4000 ppm of synthetic hormones IAA and IBA, being allocated in a FITOTRON chamber with temperature, humidity and luminosity control. Due to the lack of uniformity of the FITOTRON chamber and the pathogen attack, there were a large number of dead cuttings, but cuttings of the 'Arbosana' cultivar treated with of 500 and 2000 ppm IBA, had higher leaf and shoot induction, compared to the application of 4000 ppm IBA. It was also observed that, when the root size was larger lower was the quality of the cutting, whereas, the higher the number of adventitious roots better the quality cutting. Therefore, it was possible to conclude that low doses of synthetic hormone contributed to the induction of sprouts and low rooting of the cuttings, and even though the quality of the cuttings is related to the number of roots emissions, and not to their length.

Keywords: *Olea europaea*, 'Arbosana', Arbequina, auxin, adventitious roots.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Importação brasileira de azeite de oliva. ....	18
Figura 2 – Eventos histológicos durante a formação de raízes adventícias de estacas de oliveira após tratamento com AIB.....	20
Figura 3 – Estaca com três gemas e um par de folhas, com corte em bisel abaixo da última gema basal, e um corte reto acima da última gema apical. ....	24
Figura 4 – Acondicionamento das estacas em sacos plásticos com substrato de nome comercial Mecplant.....	25
Figura 5 – Estacas sendo imersas em solução hormonal. ....	25
Figura 6 – Número de folhas dos brotos de estacas de oliveira ‘Arbequina’ e ‘Arbosana’ enraizadas com AIA e AIB.....	28
Figura 7 – A: Crescimento de brotos em estacas de oliveira ‘Arbequina’ e ‘Arbosana’ enraizadas com AIA e AIB; B: Indução rápida e crescimento constante; C: Indução rápida e fase de estagnação; D: Indução lenta. ....	29
Figura 8 – A: estaca com grande número de raízes adventícias; B: estaca com poucas raízes adventícias e comprimento expressivo. ....	31
Figura 9 – Relações entre comprimento de raízes, número de raízes, raízes com ramificações, massa fresca e massa seca das raízes em mudas de oliveira ‘Arbequina’ e ‘Arbosana’ tratadas com AIA e AIB. ....	32

## LISTA DE SIGLAS

AIA – Ácido indolilacético

AIB – Ácido indolbutírico

MF – Massa fresca

MS – Massa seca

## **Sumário**

1 INTRODUÇÃO .....	15
1.1 Objetivo geral.....	16
1.2 Objetivos específicos .....	16
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	17
2.1 Descrição botânica .....	17
2.2 Cenário da olivicultura .....	17
2.3 Propagação da oliveira .....	19
2.4 Fatores que afetam o enraizamento .....	21
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	33
6 REFERÊNCIAS.....	34

## 1 INTRODUÇÃO

A *Olea europaea* L. conhecida popularmente por oliveira, pertence à família *Oleaceae*, que compreende espécies de plantas distribuídas em regiões tropicais e temperadas do mundo. É originária de uma região geográfica que ocupa desde o Sul do Cáucaso até as altiplanícies do Irã, Palestina e a zona costeira da Síria, estendendo-se pelo Chipre até o Egito, povoando todos os países que margeiam o Mediterrâneo (Coutinho *et al.*, 2009).

Na América do Sul, foi introduzida primeiramente no México e Peru, difundindo-se para os países do Chile e Argentina. No Brasil a oliveira foi introduzida vários séculos e em quase todos os estados da federação, porém com maior frequência no Sul e Sudeste. No Rio Grande do Sul a cultura foi incorporada oficialmente em 1948, em que o município pioneiro foi Uruguaiana, com a implantação de cerca de 72.000 mudas (Coutinho *et al.*, 2009).

Segundo o Conselho Oleícola Internacional (2017), a população brasileira consumiu nos seis últimos anos uma média de 65,3 mil toneladas de azeite de oliva, isso corresponde 2,2 % do consumo mundial. Nos anos de 2014 e 2015 a média de importação do azeite de oliva foi de 67,6 mil toneladas, sendo que nos anos de 2012 e 2013 a média chegou em 74,8 mil toneladas. Em frente a esses dados fica nítido a necessidade de investimento em pesquisas para o desenvolvimento da olivicultura no país, em toda a sua cadeia produtiva, da produção de mudas ao processamento da colheita.

Oliveira *et al.* (2009) explica que a reprodução sexual não é desejada no estabelecimento de plantios comerciais, porque as plantas assim obtidas serão distintas da planta-mãe e apresentarão longo período juvenil, apesar de apresentar sementes viáveis. Coutinho *et al.* (2009) cita que a estaquia é o método de propagação comercial de oliveira mais utilizado, pois permite, sem maiores dificuldades, que uma planta mantenha as características da planta-mãe da qual se retiraram as estacas, além de ser um método em que a planta atinge o estágio adulto mais rápido.

Segundo Fachinello *et al.* (2005) o desenvolvimento dos primórdios e emergência, por meio do córtex e epiderme da estaca, das raízes adventícias, acompanhada da sua conexão com o sistema vascular da estaca, e este local de emissão dos primórdios radiculares é bastante variável, conforme a espécie e o tipo

de estaca. Em estacas semilenhosas as raízes, geralmente, são emitidas a partir do floema.

### **1.1 Objetivo geral**

Avaliar a morfologia do enraizamento de duas cultivares de *Olea europaea* L. com diferentes tipos de hormônio sintético e em diferentes concentrações, para a obtenção de mudas comerciais.

### **1.2 Objetivos específicos**

Os objetivos específicos que constituem este trabalho são:

- Contagem do Número de folhas;
- Mensuração do crescimento de brotos;
- Relacionar o comprimento de raízes, número de raízes, raízes com ramificações, massa fresca e massa seca das raízes.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Descrição botânica

A oliveira, *Olea europaea* L., pertence à família botânica Oleaceae, e está distribuída nas regiões tropicais e temperada do mundo, constituídas principalmente de árvores e arbustos, mas também inclui trepadeiras. Existem cerca de 35 espécies do gênero *Olea* e estão incluídas na espécie *Olea europea* L. todas as oliveiras cultivadas e também as oliveiras silvestres. A *Olea europaea* L. é a única espécie da família Oleaceae com frutas comestíveis (Coutinho *et al.*, 2009).

Segundo Ribeiro (2010), a oliveira cultivada é descrita como uma árvore de tamanho médio e formato arredondado, cujo porte, densidade da copa, distância dos entrenós e cor da madeira, variam em função da variedade e de condições de cultivo. Podem apresentar duas fases, juvenil e adulto, sendo essas fases distinguidas pela capacidade reprodutiva potencial de enraizamento de estacas e aparência de folhas e ramos.

A produção de oliveira é um dos mais antigos cultivos utilizados pelo homem, com relatos de cultivos em torno de 3000 - 4000 anos antes de Cristo na zona da Palestina (Tapia *et al.*, 2003). Segundo Ribeiro (2010), a oliveira normalmente se concentra entre as latitudes 30 e 45°, tanto no Hemisfério Norte como no Sul, em regiões climáticas do tipo Mediterrâneo, caracterizadas por um verão seco e quente, necessitando de baixas temperaturas no período de floração para ocorrência de produções satisfatórias.

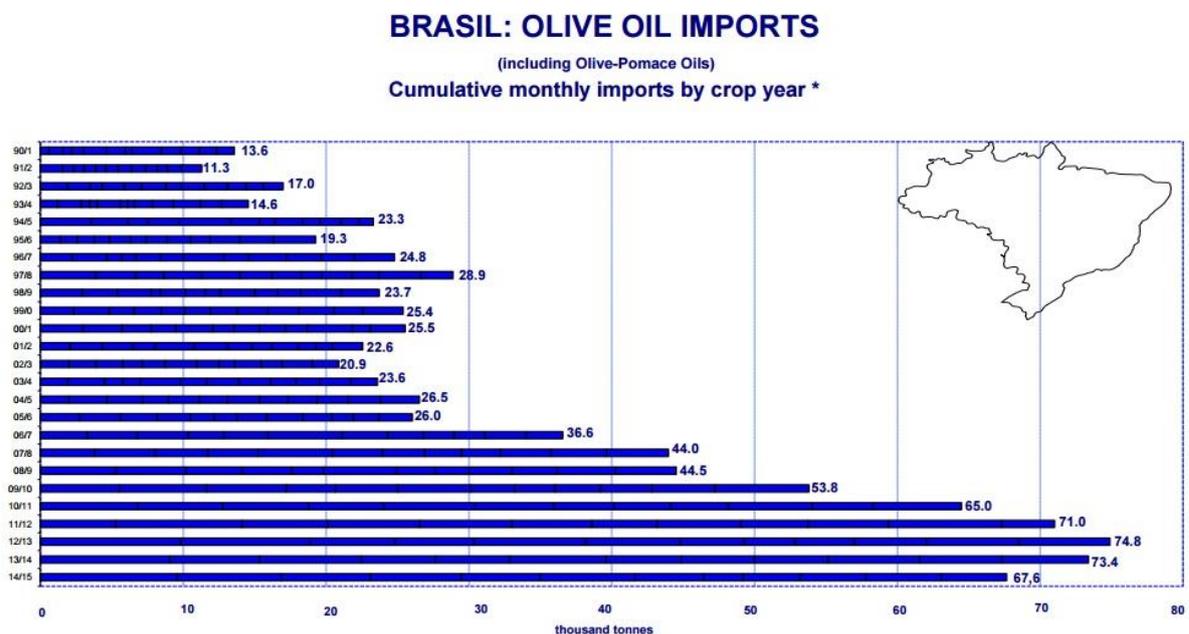
### 2.2 Cenário da olivicultura

Segundo o conselho oleícola internacional, o maior produtor de oliveira do mundo é a Europa, com 868 mil toneladas de azeitonas e 1434,5 mil toneladas de azeite de oliva, sendo a Espanha o principal país, em que, na safra de 2014/2015 produziu 555,6 mil toneladas de azeitona de mesa, e 842,2 mil toneladas de azeite de oliva. Na América do Sul o maior produtor de oliveira é a Argentina com 30 mil toneladas de azeite de oliva e 120 mil toneladas de azeitonas na safra de 2014/2015, o país ainda exportou 12 mil toneladas de azeite.

Segundo Bertoncini *et al.* (2010), o Brasil é totalmente dependente de importação tanto dos frutos para mesa quanto dos azeites, importando 86,5% da Comunidade Econômica Europeia, e 13,4% da Argentina. Coutinho *et al.* (2009), cita

que o Brasil é o quinto maior importador mundial de azeite de oliva e o quarto maior importador mundial de azeitonas de mesa.

Em dados do conselho oleícola internacional, em 2015/2014 o Brasil importou 66,5 mil toneladas de azeite de oliva (Figura 1) e 103 mil toneladas de azeitona. Apesar do consumo de azeitonas ser maior que o de azeite, o índice de consumo per capita brasileiro é considerado baixo, em torno de 0,2 kg/habitante/ano, enquanto na Grécia, e em países como a Espanha e Itália, o consumo é de 23 e 12 kg/habitante/ano, respectivamente.



Fonte: Conselho oleícola Internacional.

**Figura 1**– Importação brasileira de azeite de oliva.

Bertoncini *et al.* (2010) cita que existem algumas regiões com produção de oliveiras no Brasil, em microclimas favoráveis a cultura, como é o caso de algumas regiões da serra da Mantiqueira nos estados de Minas Gerais e São Paulo, com altitudes maiores que 1000 metros e regiões do sul do Brasil, como nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Segundo Coutinho *et al.* (2009), em 1948 foi no estado do Rio Grande do Sul, se deu as primeiras produções de oliveira, por meio da criação do Serviço Oleícola pela Secretaria da Agricultura do estado, com objetivo de orientar trabalhos de fomento e pesquisa. O autor ressalta que na cidade de Uruguaiana houve um plantio

de 72.000 mudas, porém, por falta de conhecimentos técnicos, resultou na formação de olivais de baixa produtividade.

Atualmente, a área cultivada com oliveiras no estado é próxima a 400 ha, com propriedades variando de 3,0 a 15,0 ha (Bertoncini *et al.*, 2010). Como incentivo, o governo do estado do Rio Grande do Sul, em outubro de 2016, assinou um decreto de redução da carga tributária, através de crédito fiscal de ICMS presumido, passando a alíquota de 18% para 7% nas vendas internas (dentro do estado) de azeite fabricado com azeitonas produzidas no país.

Em Minas Gerais o cultivo está sendo conduzido em 400 ha, com 200.000 plantas cultivadas em 50 municípios, em 70 propriedades rurais, tudo isso se deu com a ajuda da EPAMIG – Empresa de Pesquisa e Agropecuária de Minas Gerais, depois da olivicultura passar por diversas dificuldades no estado (Bertoncini *et al.*, 2010).

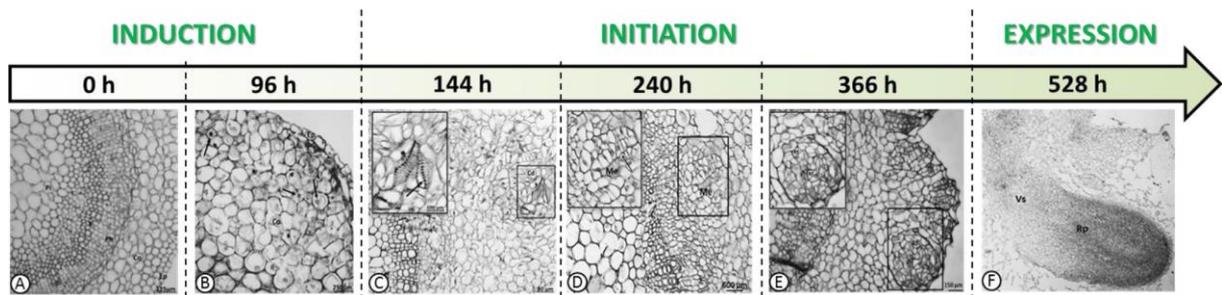
### **2.3 Propagação da oliveira**

A estaquia é o termo usado para a propagação vegetativa por meio de estaca, que pode ser feito através de diferentes partes da planta, ramo raiz ou folhas, por exemplo, quando colocados em meio adequados, são capazes de formar raízes adventícias e dar origem a uma nova planta (Franzon *et al.* 2010).

A formação das raízes adventícias pode ser dividida em duas fases, sendo que a primeira fase é caracterizada pela divisão celular, e a segunda fase é caracterizada pela diferenciação das células. Desenvolvimento dos primórdios e emergência, por meio do córtex e epiderme da estaca, das raízes adventícias, acompanhada da sua conexão com o sistema vascular da estaca, em que o local de emissão dos primórdios radiculares é bastante variável, conforme a espécie e o tipo de estaca (Fachinello *et al.*, 2005).

Já, Porfírio *et al.* (2016), descreve a formação de raízes adventícias em três fases distintas (Figura 2). Inicialmente uma fase de indução em que ainda não é possível visualizar nenhum evento histológico e que é compreendido por eventos bioquímicos e moleculares de preparação à formação das raízes. Posteriormente a fase de iniciação, em que o primeiro evento histológico ocorre, como a organização do primórdio radicular, e é caracterizado pela ocorrência de células pequenas com núcleos grandes e com citoplasma denso. E, finalmente, a fase de expressão, que

envolve o desenvolvimento da estrutura típica de raiz, crescimento interno da raiz até a emergência do primórdio radicular.



Fonte: Porfírio *et al.* 2016.

**Figura 2** – Eventos histológicos durante a formação de raízes adventícias de estacas de oliveira após tratamento com AIB.

Oliveira *et al.* (2009) explica que a reprodução sexual não é desejada no estabelecimento de plantios comerciais de oliveira, pois as plantas assim obtidas serão distintas da planta-mãe e apresentarão longo período juvenil, apesar de apresentar sementes viáveis. Coutinho *et al.* (2009), cita que a estaquia é o método de propagação comercial de oliveira mais utilizado, pois permite, sem maiores dificuldades, que uma planta mantenha as características da planta-mãe da qual se retiraram as estacas, além de ser um método em que a planta atinge o estágio adulto em um curto período. Porfírio *et al.* (2015), explica que a estaquia é uma forma fácil, simples e economicamente vantajosa para obtenção de mudas, porém, espécies como crisântemo (*Chrysanthemum indicum*) apresenta facilidade para o enraizamento e uma capacidade de enraizamento uniforme, já espécies como a oliveira, mostram diferentes respostas de enraizamento entre cultivares.

Porfírio *et al.* (2016), realizou um experimento comparando o comportamento bioquímico das cultivares ‘Galega Vulgar’ e ‘Cobrançosa’, onde a cultivar ‘Galega Vulgar’ apresentou uma taxa de enraizamento de 60 % e a cultivar ‘Cobrançosa’ apresentou 4 % de enraizamento. A autora explica que houve várias diferenças nos níveis de auxina entre cultivares. Os níveis de AIA foram significativamente mais elevados nas estacas da cultivar ‘Galega Vulgar’ na fase inicial de indução e também durante a iniciação. Por outro lado, os níveis de AIA foram maiores nas estacas ‘Cobrançosa’ durante as fases de indução e expressão tardia. Em contraste, os níveis de AIB foram maiores nas estacas ‘Galega Vulgar’ durante a fase de indução (4-8 h), enquanto as estacas ‘Cobrançosa’ tiveram níveis AIB iguais ou

maiores do que as estacas 'Galega Vulgar' durante a iniciação e expressão precoce. Somente no final do período de enraizamento avaliado (624-720 h) esta tendência se inverteu.

Segundo Ribeiro (2010), a viabilidade das mudas obtidas por estaquia depende da capacidade de formação de raízes, da qualidade do sistema radicular formado e do desenvolvimento posterior da planta propagada, na área de produção.

#### **2.4 Fatores que afetam o enraizamento**

O estudo dos fatores que afetam o enraizamento é importante para que se possa explicar por que uma espécie tem facilidade ou dificuldade de enraizar. Para que haja maior sucesso na produção de mudas é necessário o manejo adequado para cada fator (Fachinello *et al.*, 2005).

Dentre os fatores, Fachinello *et al.* (2005), cita as condições fisiológicas da planta-matriz, em que se trata de um conjunto das características internas da mesma. Estacas retiradas de uma planta-matriz com déficit hídrico não apresentaram bom enraizamento, comparadas a aqueles ao material retirados de plantas-matrizes sob adequado suprimento de água. As condições nutricionais da planta também pode ser um fator de baixo enraizamento, pois quando o teor de carboidrato se encontra abundantemente na planta-matriz, haverá maior percentual de enraizamento, e ainda, um conteúdo equilibrado de alguns nutrientes como o fósforo, potássio, cálcio e magnésio favorecem o enraizamento. Para que ocorra a biossíntese dos ácidos nucléicos e proteínas da auxina, é necessário que haja uma fonte de carboidratos, e assim, ocorra a formação de raízes.

Os carboidratos são as principais fontes de energia para impulsionar o enraizamento. Os acúmulo de carboidratos da planta-mãe está relacionado com o estágio vegetativo. As alterações diárias do teor de açúcar foram relacionados com as mudanças nos níveis de auxina, sendo que os açúcares afetam a conjugação e/ou transporte de auxinas (Porfirio *et al.*, 2015). Del Rio *et al.* (1986 apud Porfirio *et al.* 2018), conseguiram aumentar consideravelmente a capacidade de enraizamento das estacas de oliveira da cultivar 'Picual', imergindo a base das estacas em uma solução de sacarose.

Fachinello *et al.* (2005) salienta que a relação C/N pode interferir no enraizamento, pois, quando a mesma for elevada, há maior indução de raízes, mas com produção de uma pequena parte aérea. Quando a relação C/N de estacas for

baixa mostram pouca formação de raízes, já que devido a um elevado teor de nitrogênio, são pobres em compostos necessários ao enraizamento.

A lesão na base da estaca pode aumentar o enraizamento, pois promovem a divisão celular através da auxina e acúmulo de carboidratos no local do ferimento e, também facilita a absorção de auxina sintética. Os estudos realizados com lesões em estacas de oliveira são contraditórios, enquanto em algumas cultivares as lesões melhoram o enraizamento, em outras não se observa diferenças significativas (Porfirio *et al.*, 2015).

O balanço hormonal tem forte influência no enraizamento de estacas, fazendo-se necessário um equilíbrio entre os fito-hormônios, especialmente entre auxinas, giberilinas e citocininas (Fachinello *et al.*, 2005). As auxinas são uma classe de fito-hormônio amplamente utilizado na propagação de plantas, sendo a auxina endógena principal é o ácido indolilacético (AIA), e o ácido indolbutírico (AIB) a segunda auxina mais encontrada. A auxina endógena é sintetizada em meristemas e tecidos jovens, a partir desses tecidos, ela é transportada, basicamente através do xilema para os demais tecidos. Pode se mover passivamente por fluxo de massa, ou ser ativamente transportado através do cambium vascular de forma polar. A partir desses tecidos de origem, o AIA é transportado basicamente através do tronco para afundar os tecidos. Como hormônios vegetais, as auxinas atuam em níveis muito baixos, por isso, se faz necessária a aplicação de auxina exógena (Porfirio *et al.*, 2015).

Porfirio *et al.* (2015), observou que a auxina é um fator limitante para o enraizamento de oliveira, já que na ausência do tratamento exógeno, as taxas de enraizamento são muito baixas. Em cultivares consideradas de fácil enraizamento a aplicação de auxina sintética em altas concentrações (500 a 6000 ppm) por períodos curto de tempo (10 a 20 segundos), permite taxas de enraizamentos de 70 a 90 %. Em cultivares de difícil enraizamento, é evidente que outros fatores estão relacionados as baixas taxas de enraizamento. Embora muitos parâmetros vem sendo testados, incluindo os métodos de aplicação, concentrações, duração do tratamento, tipos de auxinas sintéticas, entre outros, o motivo das baixas taxas de enraizamento em determinadas cultivares ainda não foi evidenciado.

Outro fator que vem sendo estudado é as características anatômicas do material a ser enraizado, pois, esses estudos são fundamentais para compreender os eventos histológicos que levam à formação de raiz acidental, permitindo

identificar células e/ou tecidos que dão origem a raízes adventícias e quais é o alvo para a auxina e outros fatores indutores; determinar a presença ou ausência de primórdios radiculares pré-formados; estabelecer uma relação entre as características anatômicas do caule e a capacidade de enraizamento; criar uma relação entre os dados fisiológicos e bioquímicos e as fases anatômicas da formação radicular (Altamura, 1996).

Nas estacas semi-lenhosas de oliveira pode-se observar um anel contínuo de esclerênquima entre o floema e o córtex e esta característica é considerada característica do gênero *Olea* e já foi apontada como uma possível barreira mecânica para a emergência de raízes em cultivares recalcitrantes. No entanto, os dados mais recentes mostram que esse anel, mesmo com 3-6 camadas de células, não pode ser um fator restritivo para o enraizamento quando se desmorona durante o processo de roteamento, mesmo em cultivares onde apenas ocorre formação de calo e a formação da raiz não é alcançada (Porfirio *et al.*, 2015).

Em *Grevillea spp.* como em oliveiras, cultivares com diferentes habilidades de enraizamento também apresentaram estacas de caule anatomicamente semelhantes, com um anel de esclerênquima contínuo que separa o córtex e o floema. No entanto, ao contrário de oliveiras, diferentes mudanças anatômicas foram observadas durante o enraizamento de estacas *Grevillea*. Nas cultivares fáceis de raiz, a divisão celular foi observada apenas em uma área localizada de tecido vascular, deslocando as fibras do esclerênquima, deixando outras regiões não afetadas desses tecidos. Em contraste, os cultivares difíceis de raiz mostraram rápida divisão celular em todos os tecidos (exceto a medula) e desagregação total do anel de esclerênquima, contudo, esses eventos não resultaram na organização de novas células para formar primórdios radiculares (Porfirio *et al.*, 2015).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi conduzido em Câmara de crescimento FITOTRON, na Universidade Federal do Pampa, Campus Itaqui (29°09'22.3"S, 56°33'02.7"W), com controle de temperatura a 25 °C, umidade a 85 % e luminosidade de 12 horas. O material vegetativo foi coletado em pomar comercial na propriedade denominada Olivas do Sul, no município de Cachoeira do Sul, RS (30°00'31.9"S, 52°51'56.9"W). Sua implantação foi no dia 2 de novembro de 2016.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente causalizado, com os tratamentos arranjados no esquema trifatorial, 2 x 2 x 4, com quatro repetições e dezoito estaca por parcela, compreendendo duas cultivares ('Arbequina' e 'Arbosana'), dois hormônios sintéticos (AIA e AIB), 4 doses dos hormônios (0, 500, 2000 e 4000 ppm) e uma e duas lesões para a cultivar 'Arbosana'.

As estacas foram preparadas deixando-se três gemas e um par de folhas, com corte em bisel abaixo da última gema basal, e um corte reto acima da última gema apical (Figura 3). As mesmas foram acondicionadas em sacos plásticos com substrato de nome comercial Mecplant (Figura 4), que é composto de casca de pinus, vermiculita, corretivo de acidez e macronutrientes.



**Figura 3** – Estaca com três gemas e um par de folhas, com corte em bisel abaixo da última gema basal, e um corte reto acima da última gema apical.



**Figura 4** – Acondicionamento das estacas em sacos plásticos com substrato de nome comercial Mecplant.

Os homônimos sintéticos utilizados foram o ácido indolacético e o ácido indolbutírico, diluídos em solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,5 N, completando o volume com água de acordo com a concentração. A aplicação das soluções com hormônio sintético foi por meio de imersão rápida por 10 segundos (figura 3) e as testemunhas apenas imersas em água deionizada.



**Figura 5** – Estacas sendo imersas em solução hormonal.

As mudas, estacas enraizadas, foram avaliadas quanto a sua morfologia. As variáveis morfológicas analisadas foram: número de brotos, altura de brotos (cm), número de folhas, número de raiz, comprimento de maior raiz (cm), número de raízes adventícias e massa seca de raiz. A variáveis número de broto e altura de brotos, foram avaliadas semanalmente a partir de 35 dias de implantação do

experimento, já a variável número de folhas foi avaliada 84 e 91 dias após a instalação do experimento. As variáveis de número de raiz, comprimento da maior raiz, número de raízes adventícias e massa seca foram analisadas após 91 dias de instalação do experimento. Para avaliação de massa seca as raízes foram acondicionadas em sacos de papel e levadas em estufa de ar forçado em temperatura de 68 °C por 72 horas.

Os resultados foram submetidos a análise de regressão para níveis de fatores quantitativos e teste de Tukey a 5 % de probabilidade para níveis de fatores qualitativos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O índice de sobrevivência e enraizamento foi muito baixo, com 1,16 % de estacas vivas e 0,87 % de estacas enraizadas, sendo que a cultivar que apresentou a maior taxa de sobrevivência foi a 'Arbosana', demonstrando que esta é mais resistente. Desta forma, os resultados foram apresentados de forma qualitativa a fim de explorar o crescimento e desenvolvimento das mudas que enraizaram e formaram novas folhas.

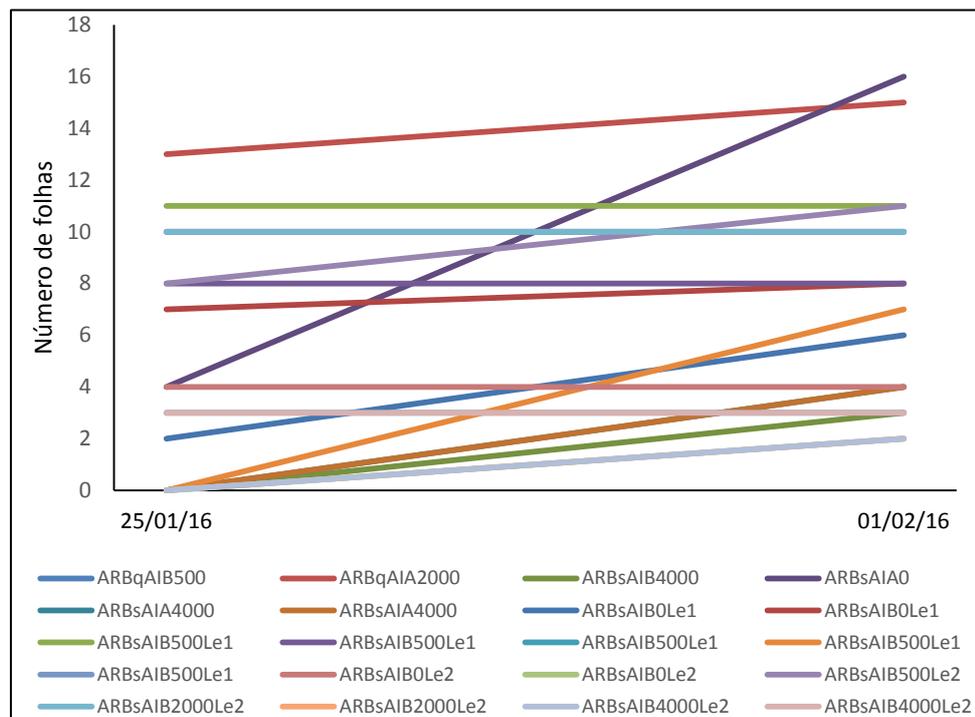
A baixa sobrevivência de estacas ocorreu devido a desuniformidade da câmara FITOTROM e ao ataque de patógenos. A época de coleta das estacas também pode ter sido um fator para o insucesso do experimento, pois em estudos realizados por Oliveira *et al.* (2009), as maiores taxas de enraizamento de estacas de oliveira foram obtidas com material coletados nos meses de abril e junho. Oliveira *et al.* (2009) explica ainda que, o preparo de estacas semilenhosas para enraizamento, a partir de ramos colhidos de plantas adultas ou em produção, está condicionado ao estágio fenológico em que se encontra a planta, por isso, em seu trabalho os melhores resultados foram observados em estacas coletadas no mês de abril. Este tempo permitiu que houvesse recuperação das plantas, quanto ao seu vigor vegetativo.

Fachinello (2005), explica que a auxina requer uma fonte de carbono para a biossíntese dos ácidos nucléicos e proteínas para a formação das raízes e que, o teor de carboidratos varia conforme a época do ano, sendo que em ramos de crescimento ativo (primavera/verão) o teor é mais baixo e ramos maduros e mais lignificados (outono/inverno) tendem a apresentar mais carboidratos. Além do teor de carboidrato, a relação C/N é importante, pois relações C/N elevadas induzem a um maior enraizamento, mas com produção de uma pequena parte aérea, ao passo que estacas com baixa relação C/N, devido a um elevado teor de nitrogênio, são pobres em compostos necessários ao enraizamento e mostram pouca formação de raízes. Isso explica porque algumas estacas tiveram emissão de brotos e não tiveram emissão de raízes adventícias.

Foi observado ainda que estacas submetidas a tratamento com AIA tiveram menor índice de sobrevivência. Isso pode ser explicado pelo fato do AIA ser uma auxina instável, degradando-se facilmente pela ação da luz ou pela atividade microbiana. Esta auxina é considerada fraca, comparada às demais auxinas

sintéticas, por isso muitas vezes, as melhores respostas são com concentrações mais altas da AIA (Centellas *et al.*, 1999).

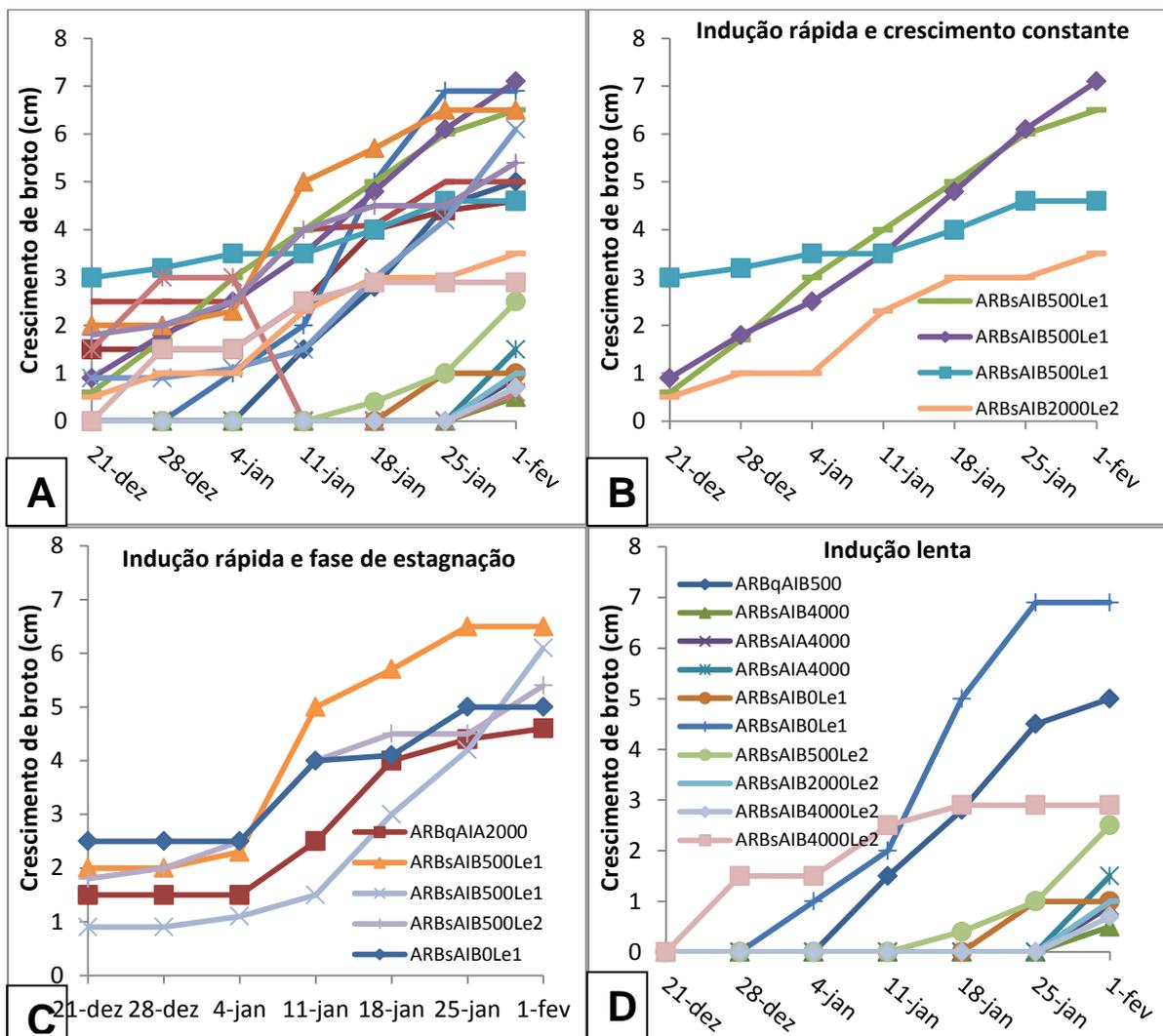
De modo geral, as estacas sobreviventes induziram a formação 2,3 folhas novas por semana (Figura 6) com menor concentração de hormônio sintético tiveram um maior número de folhas, onde destacou-se a cultivar ‘Arbosana’ sem aplicação de hormônio sintético, em que esta teve a quantidade de produção de folhas dobradas em sete dias e, ainda, a mesma cultivar com concentração de 500 ppm de AIB e com 1 lesão também teve um crescimento bem expressivo, onde no primeiro dia de avaliação não apresentava folhas e em sete dias teve a produção de sete folhas (Figura 6). Porfírio *et al.* (2016) recomendam a aplicação de AIB para enraizamento de oliveiras e as doses podem variar de 500 a 6000 ppm, ou seja, não há uma dose ideal para que ocorra emissão de raízes adventícias.



**Figura 6** – Número de folhas dos brotos de estacas de oliveira ‘Arbequina’ e ‘Arbosana’ enraizadas com AIA e AIB.

O enraizamento de estacas de qualquer espécie passa por três fases as quais são: indução, iniciação e, finalmente, expressão das raízes. O tempo de cada fase depende da espécie a ser enraizada (Porfírio *et al.*, 2016). No presente trabalho pode-se observar que ocorreram diferentes padrões de indução de crescimento dos brotos (Figura 7). Foram identificados três padrões distintos: indução rápida com crescimento constante; indução rápida com posterior estagnação de crescimento; e,

indução lenta. Esses padrões de indução de crescimento podem estar relacionados à fase de indução de raízes. As plantas induzidas à formação de raízes adventícias respondem diferentemente quanto ao seu desenvolvimento, ou seja, algumas espécies podem antes de desenvolver raízes formar *callus* que por sua vez diferenciam em raízes. Esse comportamento poderia retardar a fase de expressão de raízes e como, consequência, retardar o crescimento da parte aérea (porfírio *et al.*, 2016).



**Figura 7** – A: Crescimento de brotos em estacas de oliveira ‘Arbequina’ e ‘Arbosana’ enraizadas com AIA e AIB; B: Indução rápida e crescimento constante; C: Indução rápida e fase de estagnação; D: Indução lenta.

A indução rápida e crescimento constante deu-se em concentrações entre 500 ppm e 2000 ppm, sendo que a concentração de 500 ppm foi a mais significativa, e todas elas com uma lesão na estaca (Figura 7).

De acordo com Fachinello (2005), concentrações altas de auxinas favorecem a iniciação radicular, enquanto reprimem a formação de brotos e conseqüentemente a produção de folhas, e concentrações altas de citocininas induzem a iniciação de brotos e suprimem o enraizamento. Em estudos realizados por Stein *et al* (2007) com a cultura nativa de ingazeiro, foi observado um efeito inibitório quanto ao tamanho de brotação à medida em que foi aumentada a concentração de BAP e na ausência de ANA. Quando as diferentes concentrações de BAP foram combinadas com 0,5µM de ANA, houve uma tendência a aumento no número de brotações, até a concentração de 2,5 µM BAP. No entanto, aumentando-se a concentração de ANA para 2,5 µM, novamente ocorreu uma tendência à redução no tamanho médio de brotações, à medida que foi aumentada a concentração de BAP, demonstrando assim, que há uma combinação de concentrações para que haja um equilíbrio entre parte aérea e raiz.

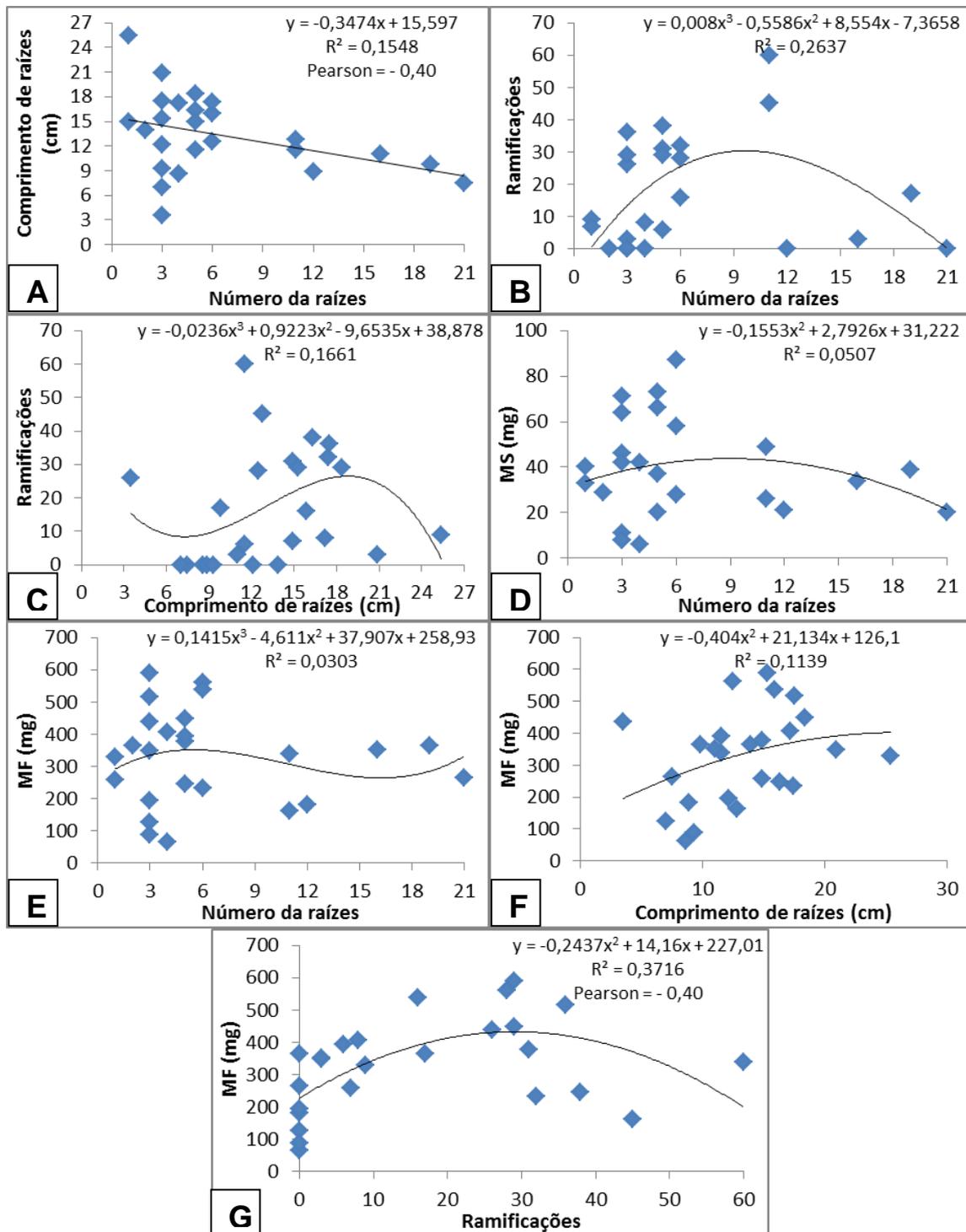
Segundo Fachinello (2005) as lesões permitem que ocorra maior absorção de água e de reguladores de crescimento. Assim como estacas com as mesmas concentrações tiveram indução rápida e uma fase de estagnação. Já estacas com maiores concentrações e algumas com duas lesões, tiveram indução lenta. Isso comprova os estudos realizados por Botin e Carvalho (2015) que em fases iniciais do enraizamento o balanço hormonal entre citocininas e auxinas estimulam as divisões celulares, pois o elevado conteúdo de citocinina favorece o desenvolvimento da parte aérea, enquanto, elevados teores de auxina favorecem o desenvolvimento radicular.

Na figura 9A podemos observar que quando maior o tamanho das raízes, menor é a quantidade, o que fica evidente na figura 8, em que estacas com grande quantidade de raízes são de menor comprimento (figura 8A) e estacas com poucas raízes são de maior comprimento (figura 8B). Segundo Campos *et al.* (2005), é importante observar a quantidade de raízes, pois quanto maior o número de raízes, maior é o vigor da muda. Já maior comprimento de raiz em menor número, leva a formação de mudas menos vigorosas.



**Figura 8** – A: estaca com grande número de raízes adventícias; B: estaca com poucas raízes adventícias e comprimento expressivo.

O maior acúmulo de MS deu-se em estacas com aproximadamente nove raízes adventícias, (Figura 9D). Esse incremento na MS pode ser explicado devido ao maior número de ramificações (Figura 9B). Na figura 9E, podemos observar que o maior acúmulo de MF ocorreu em estacas que apresentava menor número de raízes. Já quando se trata do comprimento de raízes (Figura 9F), o maior acúmulo de MF foi em raízes com o comprimento maior, com tendência a decair quando o comprimento ultrapassa aproximadamente 23 cm. Na comparação do número de ramificação com o acúmulo de MF, obteve-se um comportamento quadrático, onde foi observado que estacas com, aproximadamente, vinte nove ramificações tiveram maior acúmulo de matéria seca.



**Figura 9** – Relações entre comprimento de raízes, número de raízes, raízes com ramificações, massa fresca e massa seca das raízes em mudas de oliveira ‘Arbequina’ e ‘Arbosana’ tratadas com AIA e AIB.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O hormônio sintético que obteve resultados mais satisfatórios foi o AIB, sendo que em baixas concentrações o mesmo contribuiu para a indução de brotações e formação de folhas.

A qualidade das mudas é inversamente proporcional ao tamanho das raízes. O número de raízes e ramificações, respectivamente até 9 e 30, podem dar origem a uma muda vigorosa. Acima desses números a muda tende perder o vigor.

Tanto uma, como duas lesões nas estacas foram favoráveis para melhor absorção dos fito-hormônios.

Para conclusões mais precisas é necessária uma nova execução do presente trabalho com condições de ambiente controlado adequado e desinfestação do material a ser utilizado para estaquia.

## 6 REFERÊNCIAS

Altamura, M. Root histogenesis in herbaceous and woody explants cultured in vitro. **A critical review. Agronomie, EDP Sciences**, 1996, p.589-602.

Bertoncini, E.I.; Teramoto, J.R.S. **Desafios para produção de azeite no Brasil**. 2010. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2010\\_4/DesafioOliva/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2010_4/DesafioOliva/index.htm)>. Acesso em: 2 fevereiro de 2017.

BOTIN, A.A; DE CARVALHO, A. Reguladores de crescimento na produção de mudas florestais. **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, MT, v.13, n.1, p.83-96, 2015.

CAMPOS, A. D; ANTUNES, L. E. C; RODRIGUES, A. C.; UENO, B. **Enraizamento de estacas de mirtilo provenientes de ramos lenhosos**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. 6 p. (Comunicado técnico, 133)

**Conselho Oleícola Internacional**. Disponível em: <http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/131-world-olive-oil-figures>. Acessado em: 16 de janeiro de 2017.

Coutinho, E. F.; Ribeiro, F. C.; Cappellaro, T. H. **Cultivo de Oliveira (*Olea europaea* L.)**. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, 2009, p. 125. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/783494/1/sistema16.pdf>. Acessado em: 12 de janeiro de 2017.

Fachinello, J. C.; Hoffmann, A.; Nachtigal, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 221 p.

Franzon, C. R.; Carpenedo, S.; Silva, J. C. S. **Produção de mudas: principais técnicas utilizadas na propagação de frutíferas**. Embrapa Cerrado. Planatina, DF, 2010, p. 58.

Oliveira A. F. de; Chalfun, N. N. J.; Alvarenga, A. A.; Neto, J. V.; Pio, R.; Oliveira, D. L. de. Estaquia de oliveira em diferentes épocas, substratos e doses de AIB diluído em NaOH e álcool. **Ciência agrotécnica**. Lavras, v. 33, n. 1, p. 79-85, jan./fev., 2009.

Porfírio, S.; Calado, M. L.; Noceda, C.; Cabrita, M. J.; Silva, M. G da; Azadi, P.; Peixe, A. Tracking biochemical changes during adventitious root formation in olive (*Olea europaea* L.). **Scientia Horticulturae**. Portugal, 2016, p. 41 – 53.

Porfírio, S.; Silva, M. D. R. G. da.; Cabrita, M. J.; Azadi, P.; Peixe, A. Reviewing current knowledge on olive (*Olea europaea* L.) adventitious root formation. **Scientia Horticulturae**. Portugal, 2015, p. 207–226.

Ribeiro, F. C. **Estaquia e enxertia de garfagem em oliveira**. 2010. 62 f. Tese (mestrado em agronomia) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2010.

Tapia, F.; Astorga, H.; Ibacache, A.; Martínez, L., Sierra, C.; Quiroz, C.; Larraín, P.; Riveros, F. **Manual del cultivo del olivo**. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro de Investigación Intihuasi. La Serena, Chile. 2003, Boletim técnico Nº 101, 128 p.

**Secretária da agricultura pecuária e irrigação do Rio Grande do Sul**. Disponível em <http://www.agricultura.rs.gov.br/estado-fortalece-cadeia-produtiva-da-olivicultura-com-incentivo-de-icms>. Acessado em 27 de janeiro de 2017.

Stein, V. C.; Paiva, R.; Rodrigues, M.; Nogueira, G.; Soares, F. P.; Martinotto, C. Organogênese Direta em Explantes Caulinares de Ingazeiro (*Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (DC.) T.D. Penn.). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 723-725, jul. 2007. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/viewFile/609/515>. Acessado em: 24 de agosto de 2017.