



Revista  
Técnico-Científica



## GERMINAÇÃO E ACLIMATAÇÃO DE OLIVEIRA cv. ARBEQUINA

Fabiana Fonseca dos Santos<sup>1\*</sup>; André Samuel Strassburger<sup>2</sup>; Juliana de Magalhães Bandeira<sup>3</sup>; Enilton Fick Coutinho<sup>4</sup>; Dario Munt de Moraes<sup>5</sup>; Solange Almeida<sup>6</sup>

<sup>1</sup>. Bióloga, Doutora, Programa de Pós-graduação em Fisiologia Vegetal (PPGFV), Instituto de Biologia (IB), Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Caixa Postal 354, CEP 96001-970, Capão do Leão/RS Brasil. \*Autor para contato: fabianaproambiente@gmail.com.br; <sup>2</sup>. André Samuel Strassburger Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor, Faculdade de Agronomia, UFRGS, CEP 91501-970, Porto Alegre/RS, Brasil; <sup>3</sup>. Bióloga, Doutora, Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, Campus São Borja. CEP 97670-000, São Borja, RS, Brasil.; <sup>4</sup>. Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Rod. BR 392, km 78, 9º Distrito, CEP 96010-971, Pelotas, RS, Brasil; <sup>5</sup>. Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Associado, IB/UFPEL. Caixa Postal 354, CEP 96001-970, Capão do Leão/RS, Brasil; <sup>6</sup>. Engenheira Agrônoma, Pós-doutora, Professora, Instituto Federal Sul-rio-grandense Campus Pelotas-Visconde da Graça, CEP 96060-290, Pelotas, RS, Brasil.

**RESUMO:** A germinação de sementes de oliveiras (*Olea europaea* L.) continua a ser um grande problema, pois é lenta e irregular. O objetivo deste trabalho foi verificar o potencial germinativo de embriões e de sementes de oliveira, bem como o crescimento inicial das mudas. Sementes de oliveira cv. Arbequina com e sem endocarpo foram submetidas a teste de germinação, em casa de vegetação com substrato comercial. Para inoculação in vitro foram utilizados embriões e sementes sem endocarpo, inseridas em frascos contendo meio de cultivo MS com AG<sub>3</sub> (ácido giberélico) e antioxidante PPM. Após, as plantas obtidas da germinação in vitro, foram transferidas para condição ex vitro. As variáveis analisadas foram: número de folhas por planta, altura das plantas, diâmetro do colo e o nº de ramos secundários formados. De acordo com os resultados obtidos e com as condições em que os experimentos foram realizados, pode-se concluir que: sementes de oliveira cv.

Arbequina apresentam baixo potencial germinativo. A remoção do endocarpo é necessária para possibilitar a germinação. O uso de embriões é o mais recomendado na cv. Arbequina para a obtenção de mudas. A aclimação de mudas em casa de vegetação e com uso de substrato não requer o uso de fertilizantes. Palavras-chave: crescimento, nutriente, *Olea europaea* L., semente viabilidade

### *OLIVE GERMINATION AND ACCLIMATIZATION 'ARBEQUINA'*

**ABSTRACT:** Germination of olive (*Olea europaea* L.) seeds remains a major problem as it is slow and irregular. The objective of this work was to verify the germination potential of embryos and seeds of cultivar Arbequina, with and without endocarp, as well as, after the acclimatization of the resulting seedlings, to analyze the response to fertilizer use. Seeds with and without endocarp were submitted to germination test in a greenhouse with commercial substrate. For in vitro inoculation were used embryos and seeds without endocarp, inserted in vials containing MS culture medium with AG3 (gibberellic acid) and antioxidant PPM. Plants obtained from in vitro germination, seeds without endocarp, were transferred to ex vitro condition. The variables analyzed were: number of leaves per plant, plant height, neck diameter and the number of secondary branches formed. Seedling survival was considered. The seeds in vivo (intact and without endocarp) presented low germination potential. In vitro cultivation of seeds without endocarp and isolated embryos resulted in the highest germination percentages. Greenhouse acclimatization of seedlings from in vitro-grown endocarp seeds does not require the use of fertilizers.

**Keywords:** *growth, nutrient, Olea europaea* L., *seed, viability*

### INTRODUÇÃO

O cultivo da oliveira (*Olea europaea*) é crescente no Brasil devido seu potencial econômico e pelos benefícios que seus produtos oferecem à saúde

humana. Entretanto, alguns fatores limitantes, como condições de solo e clima, precisam ser superados (Sachet et al., 2017).

As técnicas de propagação de oliveais evoluíram ao longo do tempo a partir de estacas lenhosas de campo ou viveiro de mudas, para estacas semi-lenhosas sob nebulização e, mais recentemente, para técnicas de cultivo in vitro (Porfírio et al., 2016). Embora as oliveiras sejam propagadas comercialmente por métodos de propagação vegetativa, a germinação de sementes é o único método que permite a geração controlada de híbridos e, portanto, a possibilidade de obtenção de novas variedades em programas de melhoramento (Brhadda et al., 2000). Todavia, existe a necessidade da superação da dormência em sementes de oliveira. E numerosos tratamentos tem sido aplicados para superar a dormência e melhorar a germinação das sementes, entre eles a escarificação mecânica e química, manipulação de temperaturas de pré-germinação, entre outros (Sotomayor León; Caballero, 1990).

Rugini e Sivestri (2016) consideram que a cultura de tecidos pode ser uma prática viável para a propagação da oliveira. Entre as técnicas, a cultura de embriões in vitro, além de reduzir o tempo para obtenção de um novo indivíduo, garante alto percentual de germinação. A germinação in vitro de embriões extraídos pode quebrar rapidamente a dormência e encurtar o tempo necessário para a produção de mudas, acelerando os programas de melhoramento de oliveiras e a produção de porta-enxertos (Germana et al., 2014). Ainda, segundo os autores, as diferenças encontradas nas porcentagens de germinação são devido ao genótipo e ao tipo de explante.

Dentre as cultivares plantadas no Brasil destaca-se a 'Arbequina', com 50% da área plantada, Oliveira et al. (2012). O conhecimento do comportamento da variedade 'Arbequina' e avaliação do seu estado nutricional em condições agrícolas irrigadas para a elaboração de programas de fertilização se torna uma necessidade para melhor administrar suas potencialidades para uma melhor produção neste setor (Malek; Mustapha, 2013). Estudos de Rufat et al. (2014), verificaram o comportamento da 'Arbequina' e foi demonstrado ser afetado pela disponibilidade de

nitrogênio e potássio. A adubação nitrogenada teve um efeito direto no aumento da produtividade, mas o potássio foi apenas útil se reservas do solo e da planta tinham sido esgotadas.

De acordo com Othman e Leskovar (2019) o uso de nitrogênio (N) em oliveiras é fundamental para o desenvolvimento de vários mecanismos de desenvolvimento que controlam a capacidade de absorção de brotos, raízes e nutrientes. Ainda, segundo Haberman et al. (2019), a disponibilidade de N afeta significativamente as características reprodutivas da planta. A adubação adequada é considerada fundamental para o manejo bem-sucedido de mudas de oliva.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial germinativo de embriões e de sementes da oliveira cv Arbequina, bem como a produção de mudas em resposta ao uso de fertilizantes.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados três experimentos com sementes de oliveiras (*Olea europaea* L.) da cultivar Arbequina, do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Clima Temperado, no período de 28/01/2015 a 31/07/2015, as quais foram semeadas in vitro e in vivo, bem como para a avaliação do crescimento e desenvolvimento inicial das mudas para uso como porta-enxertos. Sendo os dados submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

### Experimento 1. Germinação in vitro (sementes x embriões)

O experimento foi realizado no laboratório de Cultura de Tecidos de Plantas da Embrapa Clima Temperado. Inicialmente, os endocarpos foram rompidos com auxílio de torno de bancada, para retirada das sementes. As sementes foram desinfetadas com álcool etílico (70%), durante um minuto, hipoclorito de sódio (2,5% cloro ativo) por 15 minutos, monooleato de sorbitan (Tween<sup>TM</sup> 80) e lavagem

tríplice com água (destilada e autoclavada). Logo em seguida, as sementes foram embebidas em água esterilizada por 24 h.

Em câmara de fluxo laminar, a metade dessas sementes foram rompidas com auxílio de estilete para extração do embrião. As sementes como os embriões foram inoculados em frascos contendo meio MS (MURASHIGE e SKOOG, 1962) acrescido de ácido giberélico ( $0,01 \text{ mg L}^{-1}$ ) e  $1 \text{ mg L}^{-1}$  do antioxidante PPM (Plant Preservative Mixture), com pH ajustado para 6,2. Os frascos com as sementes e embriões foram mantidos em sala de crescimento a  $25 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ , intensidade luminosa de  $32 \text{ } \mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$  e fotoperíodo de 16 horas. Após 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias foram avaliadas a germinação das sementes sem o endocarpo e dos embriões. Aos 90 dias de incubação, avaliou-se o percentual de contaminação bacteriana. Os frascos que apresentaram contaminação foram eliminados após registro.

Aos 115 dias, avaliaram-se o comprimento da parte aérea e o número de folhas, diâmetro de colo e ramos secundários por plântula.

O delineamento experimental adotado foi o completamente casualizado com cinco repetições, de cinco explantes em cada frasco, totalizando 25 sementes e 25 embriões.

Experimento 2. Germinação in vivo (casa de vegetação) de sementes íntegras e sementes sem endocarpo

O experimento foi realizado no laboratório de Fisiologia de Sementes da Universidade Federal de Pelotas. Sementes de oliveira com e sem endocarpo, foram submetidas às condições de casa de vegetação para verificar a germinação. Antes do teste de germinação as sementes foram armazenadas em câmara fria por 21 dias, a temperatura constante de  $5 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Foram utilizadas 200 sementes com endocarpo e 200 sementes sem endocarpo. No segundo grupo, os endocarpos foram rompidos com auxílio de torno de bancada, para retirada das sementes, distribuídas em vasos com substrato comercial plantmax®. Foram realizadas quatro regas por semana, e avaliação semanal da germinação. Após o período de quatro meses foram realizadas as

avaliações de sobrevivência e crescimento (número de folhas, altura e diâmetro de colo). Os resultados foram expressos em porcentagem de plantas germinadas.

### Experimento 3. Estabelecimento inicial e nutrição das mudas

O experimento foi realizado nos Campos Experimentais da Embrapa Clima Temperado.

As mudas obtidas do experimento 1 foram utilizadas para esse experimento. Aos 115 dias após sementeira, as plantas obtidas da germinação *in vitro* (sementes sem endocarpo), foram transferidas para condição *ex vitro*, em casa de vegetação da Embrapa Clima Temperado, com umidade relativa do ar em torno de 80% e temperatura de 27°C, em recipientes com substrato comercial Plantmax®, (vasos de 15x10).

Foram estabelecidos quatro tratamentos, sendo: T1 = Testemunha; T2 = Produto Supra Starter®, formulação N:P:K 13-13-21 + 1,8% de Boro, T3 = Produto Suprafol® formulação de N:P:K 08-02-03 + 15% de Carbono Orgânico e T4 = que une os tratamentos 2 e 3.

Para o T1 foi adicionado apenas água destilada e nutrição exclusiva proporcionada pelo substrato. Para o T2 utilizou-se o produto Supra Starter® com aplicação no substrato na dose de 2,0 g.muda<sup>-1</sup>, conforme recomendação do fabricante. Para o T3 foi utilizado o produto Suprafol® na dose de 1,0 mL para 200 mL de água, sendo utilizado em aplicação foliar nas plantas, de acordo com recomendações técnicas da empresa. T4 uniu os tratamentos 2 e 3 (Supra Starter® em aplicação no substrato mais a aplicação do produto Suprafol em aplicação foliar).

Foram realizadas três aplicações nos tratamentos: primeira com 20 dias após o transplante, a segunda 20 dias após a primeira e a terceira 20 dias após a segunda. A irrigação foi realizada quatro vezes por semana durante todo o experimento.

As variáveis analisadas foram: número de folhas por planta, altura das plantas, diâmetro do colo e número de ramos secundários formados.

As variáveis foram mensuradas da seguinte forma: primeira (caracterização do material): no dia da repicagem, segunda: 20 dias após a primeira avaliação, terceira: 20 dias após a segunda avaliação, quarta, 20 dias após a terceira avaliação.

O delineamento experimental foi completamente casualizado, com cinco repetições de dez plantas por tratamento, totalizando duzentas plantas.

## RESULTADOS

### Germinação in vitro de sementes e embriões

Os embriões de oliveira cv. Arbequina (Figura 1b) germinaram em aproximadamente 15 dias depois de colocados no meio de cultura, alcançando 53% de germinação aos 30 dias e mantendo-se nesta faixa até os 90 dias. A germinação de sementes iniciou aos 30 dias, elevando-se progressivamente até os 90 dias, alcançando máximo de 42,11% de germinação, enquanto que os embriões um máximo de 55,33%.

No presente estudo, foi mais rápida e elevada a porcentagem de germinação de embriões do que de sementes (Figura 1).

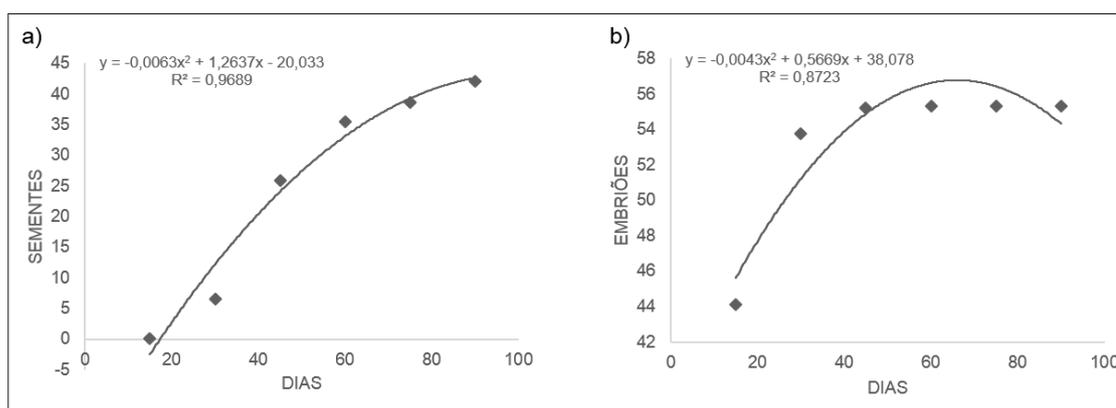


Figura 1: Porcentagem de germinação de sementes (a) e embriões (b) de oliveiras 'Arbequina' in vitro. Embrapa Clima Temperado, 2015

As medidas de crescimento (Tabela 1) foram realizadas, e as variáveis número de folhas e diâmetro não diferiram significativamente. Plântulas obtidas de sementes sem endocarpo apresentaram maior altura diferindo significativamente daquelas oriundas de embriões.

Tabela 1. Comprimento da parte aérea, número de folhas e diâmetro de colo de plantas originadas de sementes e embriões de oliveira cv. Arbequina cultivadas in vitro, aos 115 dias após inoculação.

	Número folhas	Altura (cm)	Diâmetro colo (mm)
Embriões	6,71 ± 3,54a	2,9 ± 1,53a	0,96 ± 0,33a
Sementes	7,47 ± 3,84a	5,4 ± 2,81b	1,15 ± 0,29a

\* Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na vertical não diferem a nível de significância de 5% pelo Teste de Tukey

Germinação in vivo (casa de vegetação) de sementes íntegras e sementes sem endocarpo de (*Olea europaea* L.) cv. Arbequina

A germinação in vivo de sementes da 'Arbequina' com endocarpo não ocorreu e sem o endocarpo uma porcentagem muito baixa germinou, apenas 8,5% (Tabela 2), aos 120 dias. . No presente trabalho as sementes que germinaram formaram mudas (Tabela 2).

Tabela 2. Germinação de sementes de oliveira cv. Arbequina, com e sem endocarpo e desenvolvimento inicial das plantas em casa de vegetação.

Sementes com endocarpo 0%	Sementes sem endocarpo 8,50%	
Variáveis de desenvolvimento das plantas*		
Número de folhas	Altura	Diâmetro de colo
6,71±2,62cm	5,28±0,2cm	1,53±0,1cm

\*Média±desvio padrão de 17 plantas aos 120 dias após instalação do experimento.

Estabelecimento inicial e nutrição das mudas

Houve interação entre os fatores fertilizantes utilizados e o tempo para todas as variáveis avaliadas (Figura 2 e Tabela 3). A evolução do número de folhas apresentou comportamento linear para os tratamentos T1 (Testemunha) e T3 (Produto Suprafol®) aumentando o número de folhas ao longo do tempo. Para os tratamentos T2 (Produto Supra Starter®) e T4 (que une os tratamentos 2 e 3), o comportamento observado foi quadrático com tendência de redução do número de folhas ao longo do período de avaliação. Observou-se superioridade dos tratamentos T1 e T3, apenas, a partir dos 40 dias após a semeadura (DAS).

O diâmetro do colo apresentou comportamento ajustado a um modelo matemático de segundo grau, sendo que houve uma drástica redução dos valores nos tratamentos T2 e T4 a partir dos 40 DAS.

Para a altura da planta, para todos, o comportamento observado foi quadrático, todavia com tendência de redução para os tratamentos T2 e T4 e com tendência de incremento para T1 e T3, observado a partir dos 40 DAS.

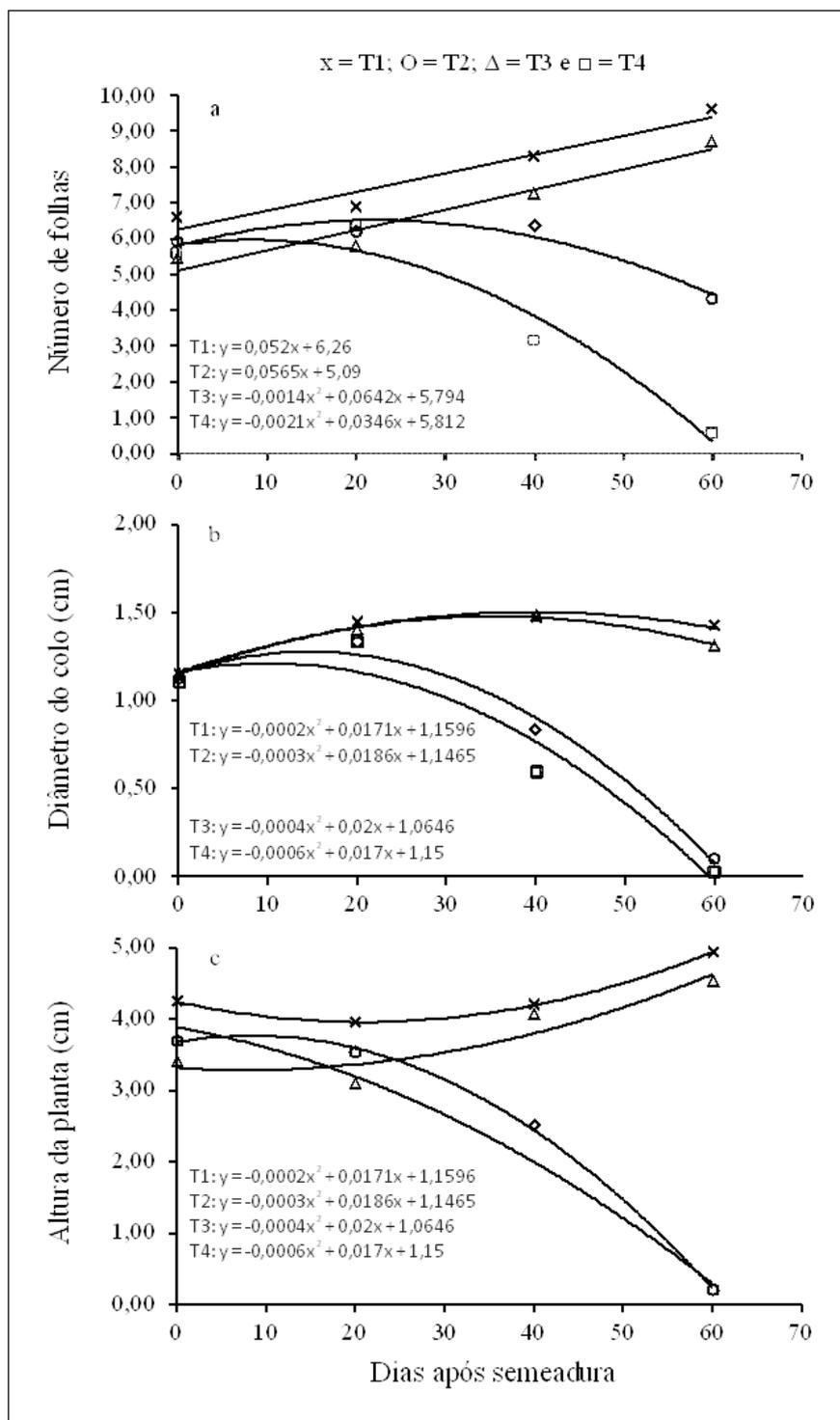


Figura 2. Evolução do número de folhas, do diâmetro e da altura das mudas de oliveiras submetidas a diferentes tratamentos com fertilizantes. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2015.

Tabela 3. Número de folhas, diâmetro do caule e altura de mudas de oliveira produzidas em casa de vegetação. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2015.

Trat.	Número de folhas				Diâmetro do colo (cm)				Altura de planta (cm)			
	Dias após a semeadura				Dias após a semeadura				Dias após a semeadura			
	0	20	40	60	0	20	40	60	0	20	40	60
T1	6,58a	6,86a	8,26a	9,58a	1,15a	1,45a	1,47a	1,42a	4,24a	3,95a	4,2a	4,93a
T2	5,90a	6,18a	4,32b	0,42b	1,13a	1,33a	0,83b	0,10b	3,69a	3,53a	2,5b	0,21b
T3	5,42a	5,78a	7,24a	8,70a	1,15a	1,40a	1,48a	1,31a	3,41a	3,09a	4,06a	4,53a
T4	5,58a	6,36a	3,14b	0,56b	1,10a	1,33a	0,59b	0,03b	3,73a	3,63a	1,56b	0,44b
CV	21,90				13,89				31,75			

Médias seguidas de mesma letra na coluna, dentro de cada data de avaliação, não diferenciam entre si pelo teste DMS de Fisher ( $P \geq 5\%$ ). 2. Tratamentos (Trat.) T1 = Testemunha; T2 = Produto Supra Starter®; T3 = Produto Suprafol® e T4 = T2 + T3. \*\*dia "0": caracterização das plantas e transplante em substrato Plantmax®; 20 dias após transplante (DAT); 40 DAT e 60 DAT.

## DISCUSSÃO

### Germinação in vitro de sementes e embriões

De acordo com Acebedo et al. (1997), embriões de variedades de oliveira apresentam germinação dentro de 10-14 dias em meio de cultura, enquanto que para sementes esse período é de 55-95 dias, dependendo da cultivar.

Segundo Santos et al. (2015), é importante ressaltar que a germinação de embriões é mais rápida comparada às sementes íntegras reduzindo o tempo para obtenção de um novo indivíduo, devido a presença de inibidores na semente. No trabalho de Acebedo et al. (1997), a germinação de embriões foi de 3 a 15 vezes mais elevada do que o valor observado quando de sementes, variando de acordo com a cultivar. Conforme Souza et al. (2011), embriões da cv. Santa Catalina tiveram 100% de germinação em meio MS in vitro. Esta alta taxa de germinação e a rapidez nos processos observados devem-se, segundo os autores, à qualidade fisiológica dos embriões e à alta disponibilidade de macro e micronutrientes, vitaminas e aminoácidos no meio básico MS, além de condições controladas de ambiente. Germana et al. (2014), após 60 dias de cultivo in vitro, observaram que

suas cultivares apresentaram maior germinação quando de embriões e menor quando utilizadas sementes com caroço.

Anatomicamente a capacidade de desenvolvimento de embriões de oliveira para germinar *in vitro* parece estar relacionada com um maior conteúdo metabólico e integridade citoplasmática, (Linãn et al., 1999). Os embriões apresentaram maior porcentagem de germinação, mas sua taxa de crescimento é mais lenta, devido à falta de reservas de sementes (Acebedo et al., 1997). De acordo com Cançado et al. (2013), os embriões de oliveira não são exigentes quanto à composição do meio de cultura, podendo tanto ser germinados em meio MS básico, como suplementados com água-de-coco. No entanto, na medida que a plântula originada a partir do embrião muda seu metabolismo autotrófico para o metabolismo heterotrófico, mais importante e fundamental se torna o papel do meio de cultura para a manutenção do desenvolvimento. A germinação alta dos embriões da cv. Arbequina pode indicar uma melhor capacidade de adaptação desta cultivar à seca ou condições de estresse hídrico (Acebedo et al., 1997).

Germinação *in vivo* (casa de vegetação) de sementes íntegras e sementes sem endocarpo de (*Olea europaea* L.) cv. Arbequina

Essa baixa germinação também foi observada por Canãs et al. (1987), que obtiveram 8% de germinação do total de sementes avaliadas, sendo mais baixa a taxa de germinação do que para embriões isolados. Ainda conforme estes autores, nos casos em que a semente germinou, esta não atingiu a fase de crescimento.

. A germinação de embriões de oliveira é impedida pela presença de inibidores na semente. O exato mecanismo pelo qual os inibidores atuam e como eles são inativados permanecem desconhecidos até hoje (Canãs et al., 1987).

Dessa forma, as sementes (caroços) de oliveiras apresentam dormência mecânica e/ou fisiológica. O endocarpo rígido, forma uma barreira tegumentar, além de outros fatores que também influenciam na sua dormência como a imposta pelo endosperma e pelo próprio embrião (Lagarda et al., 1983). Segundo Morales-Sillero

et al. (2012), as cultivares mostram grande variabilidade em relação às exigências de desempenho de sementes e crescimento de plântulas. De acordo com Lal et al. (2015), os tempos médios para a germinação e porcentagem média de germinação são influenciados por cultivares e tratamentos.

#### Estabelecimento inicial e nutrição das mudas

Conforme Haberman et al. (2019), o maior nível de N se mostrou o mais eficaz em promover o crescimento vegetativo, mas não induziu um aumento no rendimento. Todavia, a forma de N ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ , UREIA,  $\text{NH}_4^+\text{NO}_3^-$ ) influenciam a absorção de nutrientes pelas plantas de oliveira. Tsabarducas et al. (2017) mostra que a forma mais indicada de N para a oliveira é a ureia. No entanto, segundo Othman e Leskovar (2019) o tratamento com nitrato de cálcio, apresentou melhores resultados que a ureia. No presente estudo, os resultados obtidos com T2 e T4 evidenciaram que, a aplicação de 2 g de N no substrato parece ter sido prejudicial as mudas, pois a adubação nitrogenada em excesso pode causar efeitos negativos nas plantas, que podem apresentar maior sensibilidade a ataque de pragas e a doenças e desordens fisiológicas que afetam a produção e a qualidade dos frutos (Fernández-Escobar et al., 2009). Othman e Leskovar (2019) observaram que a aplicação de N reduziu o comprimento das raízes das estacas em comparação com aquelas não fertilizadas (controle) também apresentaram maior altura, diâmetro de caule e número de ramos do que as olivas que receberam adubação nitrogenada. Dag et al. (2018) encontrou correlação entre a alta concentração de N na fruta e a acidez do óleo. Os resultados desse autor relativos aos efeitos negativos do excesso de N, sugerem que, a fertilização controlada e equilibrada é necessária para obter altos rendimentos. Ainda, conforme o Manual de Adubação e Calagem para os estados do RS e SC SBCS, (2016), deve-se dar preferência para fontes orgânicas de N em relação a fontes minerais no cultivo da oliveira. As quantidades de N sugeridas variam de acordo com o teor de matéria orgânica do solo e a idade do pomar, variando de 20 a 40 kg de N.ha<sup>-1</sup>.

Em relação ao T3 Produto Suprafol (1,0 mL para 200mL de água) aplicação nas plantas, sua formulação com teores mais baixos de N:P:K 08-02-03, mais a sua composição mineral juntamente com 15% de carbono orgânico que é um dos principais componentes da matéria orgânica do solo e seu estoque é influenciado pelo sistema de manejo adotado (Steiner et al., 2011) e sua aplicação via foliar parece ser mais adequado para as mudas, que juntamente com o T1 Testemunha (água destilada), foram os tratamentos com os resultados mais positivos para as plantas aclimatadas de oliveiras. Isto sugere que a adubação foliar, pode ser utilizada como uma alternativa barata e viável para a produção de mudas de oliveiras. Porém o T4 que une os tratamentos 2 e 3 Produto Supra Starter (2,0 g/muda com aplicação no substrato), e Produto Suprafol (1,0 mL para 200 mL de água) aplicação nas plantas, ao que tudo indica foram doses muito elevadas, que resultaram em morte das mudas antes do término do experimento. Ainda, Roussos et al. (2017) obteve maior rendimento de cultivares Koroneiki com a aplicação de fertilizantes orgânicos, chegando a quase 55% de aumento em comparação com o uso de apenas fertilizantes inorgânicos.

Conforme Hagag et al. (2011), parâmetros de crescimento que não foram afetados pelos tratamentos com fertilizantes pode ser atribuídos à baixa demanda nutricional de oliveiras jovens como mencionado por Xiloyannis et al. (2000), que indicou que, a demanda de oliveiras da cultivar Coratina para P e K é mínima durante os primeiros quatro anos após o plantio e pode ser naturalmente fornecida pelo solo. Baixas doses de N devem ser aplicadas através de fertilização localizada durante o ano. Para o estado do RS e SC, é recomendada a correção de acidez, de P e K em pré plantio SBCS (2016), visto que os solos do Brasil são naturalmente mais ácidos e contém baixos teores de P. Em Bouhafa et al. (2014), a aplicação de nitrogênio em 'Arbequina' não teve efeito sobre o rendimento de oliva e afetou negativamente o óleo.

De acordo com Othman e Leskovar (2019), no geral, as oliveiras do tratamento controle (não fertilizadas), apresentaram comprimento de raíz e brotação mais alto do que as tratadas com N, nitrato de cálcio e ureia. Altas doses de N no solo durante o estabelecimento de oliveiras jovens podem afetar negativamente o crescimento de raízes e brotos.

## CONCLUSÕES

De acordo com os resultado obtidos e com as condições em que os experimentos foram realizados, pode-se concluir que:

- Sementes de oliveira cv. Arbequina apresentam baixo potencial germinativo;
- A remoção do endocarpo é necessária para possibilitar a germinação;
- O uso de embriões é o mais recomendado na oliveira cv. Arbequina para a obtenção de mudas;
- A aclimação de mudas em casa de vegetação e com uso de substrato não requer o uso de fertilizantes.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Pelotas e a Embrapa Clima Temperado por todo o apoio com instalações, materiais, equipamentos e pessoal. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES), com concessão de bolsa de doutorado ao primeiro autor.

## REFERÊNCIAS

ACEBEDO, M. M.; LAVEE, S.; LIÑÁN, J.; TRONCOSO, A. In vitro germination of embryos for speeding up seedling development in olive breeding programmes. *Scientia Horticulturae*, v.69, p.207-215, 1997. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(97\)00004-6](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(97)00004-6)

BOUHAFI, K.; MOUGHLI, L.; BOUCHOUFI, K.; DOUAIK, A.; DAOUI, K. Nitrogen Fertilization of Olive Orchards under Rainfed Mediterranean Conditions. *American Journal of Experimental Agriculture*, v.4(8), p.890-901, 2014. DOI: <https://doi.org/10.9734/AJEA/2014/8719>

BRHADDA, N.; LOUDYI, D. M. W.; ABOUSALIM, A.; BENALI, D. Effet de la température et de l'endospermesurladormance et la germination des embryons d'olivier *Olea europaea* L. variété Picholine marocaine. *Agronomie*, v.20, n.6, p.643-653, 2000.

CAÑAS, L. A.; CARRAMOLINO, L.; VICENTE, M. Vegetative propagation of the olive tree from in vitro cultured embryos. *Plant Science*, v.50, n.1, p.85-90, 1987. DOI: [https://doi.org/10.1016/0168-9452\(87\)90034-3](https://doi.org/10.1016/0168-9452(87)90034-3)

CANÇADO, G. M.; BRAGA, F. T.; SOUZA, R. A. V.; NUNES, C. F.; RIBEIRO, A. P.; SOARES, B. D. F. Cultivo in vitro da oliveira e suas aplicações. In: Oliveira, A.F. (Ed.). *Oliveira no Brasil: tecnologias de produção*. Belo Horizonte: EPAMIG, 2013, p.275-310.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. SBCS-NRS: Brasil, 10 ed., Porto Alegre, 2016. 376p.

DAG, A.; EREL, R.; KEREM, Z.; BEN-GAL, A.; STERN, N.; BUSTAN, A.; ZIPORI, I.; YERMIYAHU, U. Effect of nitrogen availability on olive oil quality. *Acta Horticulturae*, v. 1199, p.465-470, 2018.

FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R.; MARIN, L.; SÁNCHEZ-ZAMORA, M. A.; GARCÍA-NOVELO, J. M.; MOLINA-SORIA, C.; PARRA, M. A. Long-term effects of N fertilization on cropping and growth of olive trees and on N accumulation in soil profile. *European Journal of Agronomy*, v. 31, n.4, p.223-232, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2009.08.001>

GERMANÀ, M. A.; CHIANCONE, B.; HAMMAMI, S. B. M.; RAPOPORT, H. F. Olive embryo in vitro germination potential: role of explant configuration and embryo structure among cultivars. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, v.118, p.409-417, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11240-014-0493-5>

HABERMAN, A.; DAG, A.; SHTERN, N.; ZIPORI, I.; EREL, R.; BEN-GAL, A.; YERMIYAHU, U. Significance of proper nitrogen fertilization for olive productivity in intensive cultivation. *Scientia horticultrae*, v.246, p.710-717, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.11.055>

HAGAG, L. F.; SHANIN, M. F. M.; EL-MIGEED, M. M. M. Effect of NPK and Humic Substance Applications on Vegetative Growth of Egazy Olive Seedlings. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci*, v.11(6), p.807-811, 2011.

LAGARDA, A.; MARTIN, G. C. 'Manzanillo' olive seed dormancy as influenced by exogenous hormone application and endogenous abscisic acid concentration. *Hort Science*, v.18, n.6, p.869-871, 1983.

LAL, S.; AHMED, N.; SRIVASTAVA, K. K.; SINGH, D. B. Olive (*Olea europaea* L.) seed germination as affected by different scarification treatments. *African Journal of Agricultural Research*, v.10(35), p.3570-3574, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR2015.10224>

LIÑÁN, J.; TRONCOSO, A.; RAPOPORT, F. Olive embryo development stage and the possibility of obtaining viable seedlings *International Society for Horticultural Science Acta Horticulturae*, v.474, p.75-78, 1999.

MALEK, B. K.; MUSTAPHA, S. Response of Arbequina olive tree to reasonable fertilization. *African Journal of Agricultural Research*, v.8, n29, p.3911-3920, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR11.1190>

MORALES-SILLERO, A.; SUÁREZ, P. M.; JIMÉNEZ, R. M.; CASANOVA, L.; ORDOVÁS, J.; RALLO, P. Olive Seed Germination and Initial Seedling Vigor as Influenced by Stratification Treatment and the Female Parent. *HortScience*, v.47 n12, p.1672-1678, 2012. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.47.12.1672>

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and biossay with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, v.15, p.473-497, 1962.

OLIVEIRA, A. F.; ALVES, M. J.; ABRAHÃO, E.; SILVA, L. F. O. Caracterização e proteção de cultivares. In: Oliveira, A. F (Ed). *Oliveira no Brasil: tecnologias de produção*. Belo Horizonte: EPAMIG, p.251-274, 2012.

OTHMAN, A. Y.; LESKOVAR, D. Nitrogen management influenced root length intensity of young olive trees. *Scientia horticultrae*, v.246, p.726-733, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.11.052>

PORFÍRIO, S.; SILVA, M. D. R. G.; CABRITA, M. J.; AZADI, P.; PEIXE, A. Reviewing current knowledge on olive (*Olea europaea* L.) adventitious root formation. *Scientia*

horticulturae, v.198, p.207-226, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.11.034>

ROUSSOS, P.; GASPARATOS, D.; KECHROLOGOU, K.; KATSEKOS, P. Impact of organic fertilization on soil properties, plant physiology and yield in two newly planted olive (*Olea europaea* L.) cultivars under Mediterranean conditions. *Scientia horticulturae*, v. 220, p.11-19, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.03.019>

RUFAT, J.; VILLAR, J. M.; PASCUAL, M.; FALGUERA, V.; ARBONÉS, A. Productive and vegetative response to different irrigation and fertilization strategies of an Arbequina olive orchard grown under super-intensive conditions. *Agricultural Water Management*, v.144, p.33-41, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2014.05.014>

RUGINI, E.; CRISTOFORI, V.; SILVESTRI, C. Genetic improvement of olive (*Olea europaea* L.) by conventional and in vitro biotechnology methods. *Biotechnology Advances*, v.34, p.687-696, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2016.03.004>

SACHET, M. R.; DANNER, M. A.; CITADIN, I.; PERTILLE, R. H.; GUERREZI, M. T. Standard area diagram set for olive leaf spot assessment. *Ciência Rural*, v.47, n.6, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20160923>

SANTOS, F. F. DOS.; BANDEIRA, J. M. DE.; MARINI, P.; MARTINS, A. B. N.; VARGAS, D. P.; DUTRA, L. F.; COUTINHO, E. F.; MORAES, D. M. de. Relações entre viabilidade, vigor e cultivo *in vitro* de embriões e sementes de oliveira (*Olea europaea* L.). *R. Bras. Biociências*, v.13, n.3, p.130-133, 2015.

SOTOMAYOR-LEÓN, E. M.; CABALLERO, J. M. An easy method of breaking olive stones to remove mechanical dormancy. *Acta Horticulturae*, v.286, p.113-116, 1990.

SOUZA, R. A. V.; BRAGA, F. T.; NETO, J. V.; MENDONÇA, E. A. F.; AZEVEDO, P. H.; CANÇADO, G. M. A. Viabilidade e germinação de embriões de oliveira submetidos a diferentes condições de armazenamento de frutos. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.46(3), p.309-314, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2011000300012>

STEINER, F.; PIVETTA, L. A.; CASTOLDI, G.; COSTA, M. S. S. DE M.; COSTA, L. A. DE M. Carbono orgânico e carbono residual do solo em sistema de plantio direto, submetido a diferentes manejos. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.6, n.3, p.401-408, 2011.

TSABARDUCAS, V.; CHATZISTATHIS, T.; THERIOS, I.; PATAKAS, A. How nitrogen form and concentration affect growth, nutrient accumulation and photosynthetic

performance of *Olea europaea* L. (cv. 'Kalamon'). *Scientia horticultrae*, v.218, p.23-29, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.02.012>

XILOYANNIS, C.; CELANO, G.; PALESE, A. M.; DICHIO, B.; NUZZO, V. Mineral nutrient up take from the soil in irrigated olive trees, cultivar Coratina, over six years after planting. *Acta Horticulturae*, v. 586, p.453-456, 2000.