

# FERTILIZAÇÃO DO OLIVAL EM SEBE COM FERTIRREGA

IMPORTÂNCIA DA FENOLOGIA DA FLORAÇÃO/FRUTIFICAÇÃO DA OLIVEIRA



# Índice

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| <b>1.</b> | <b>Introdução</b>  | <b>3</b>  |
|           | Bibliografia   | 4         |
| <b>2.</b> | <b>Caracterização dos olivais</b>  | <b>4</b>  |
| 2.1       | Distribuição e idade   | 4         |
| 2.2       | Estado de fertilidade do solo  | 5         |
| 2.3       | Origem e qualidade da água de rega   | 5         |
| 2.4       | Produção de azeitona e de azeite   | 6         |
| 2.5       | Outras características   | 6         |
|           | Bibliografia   | 7         |
| <b>3.</b> | <b>Recomendações de fertilização para olivais em sebe com fertirrega</b>                                   | <b>7</b>  |
| 3.1       | Valores de referência para interpretação dos resultados da análise foliar                                  | 7         |
| 3.2       | Recomendações de fertilização de produção  | 8         |
| 3.3       | Colheita de amostras de terra, de folhas e de água de rega   | 10        |
|           | Bibliografia   | 11        |
| <b>4.</b> | <b>Influência da cultivar na composição mineral de folhas da oliveira</b>                                  | <b>12</b> |
| 4.1       | Endurecimento do endocarpo   | 12        |
| 4.2       | Repouso Invernal   | 13        |
| 4.3       | Utilização dos valores de referência   | 13        |
|           | Bibliografia   | 13        |
| <b>5.</b> | <b>Caracterização da fenologia da floração</b>   | <b>14</b> |
| 5.1       | Caracterização do ciclo reprodutivo  | 14        |
| 5.2       | Fenologia da floração  | 16        |
| 5.3       | Como avaliar o estado fenológico   | 18        |
| 5.4       | Fenologia da floração dos olivais acompanhados pelo GO Nutriolea   | 19        |
|           | Bibliografia   | 21        |
| <b>6.</b> | <b>Evolução da composição mineral das folhas das cultivares ‘Arbequina’ e ‘Arbosana’ ao longo do ciclo</b> | <b>21</b> |
| 6.1       | Evolução do azoto, potássio e boro nas folhas ao longo do ciclo  | 21        |
| 6.2       | Evolução do fósforo, cálcio e magnésio nas folhas ao longo do ciclo  | 22        |
|           | Bibliografia   | 23        |
| <b>7.</b> | <b>Conclusões</b>  | <b>23</b> |

## Ficha Técnica

### Título

Fertilização do olival em sebe com fertirrega.  
Importância da fenologia da floração/frutificação da oliveira

### Autores

Pedro Jordão<sup>1</sup>, Anabela Veloso<sup>1</sup>, Ana Albardeiro<sup>3</sup>, Ana Raposo<sup>1</sup>, António Cordeiro<sup>2</sup>, Carla S. Inês<sup>2</sup>, Cristina Sempiterno<sup>1</sup>, Fernanda Rebelo<sup>1</sup>, Paula Martins<sup>4</sup>, Isabel Ribeiro<sup>5</sup>, José Casimiro Martins<sup>1</sup>, José L. Fernandes<sup>2</sup>, José Pragana<sup>2</sup>, Laura Cambolias<sup>4</sup>, Maria João Moura<sup>1</sup>, Raquel Mano<sup>1</sup>, Rocio Arias Calderón<sup>2</sup>, Teresa Carvalho<sup>2</sup>, Maria da Encarnação Marcelo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INIAV - Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P., UEIS-SAFSV/LQARS, Tapada da Ajuda, 1300-596 Lisboa

<sup>2</sup> INIAV - Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P., UEIS-BRG/Polo de Elvas, Estrada de Gil Vaz, Apartado 6, 7351-901 Elvas

<sup>3</sup> AORE - Associação dos Olivicultores da Região de Elvas, Av. Dia de Portugal n.º 53, 7350-229 Elvas

<sup>4</sup> SOFAC - Sociedade Olivícola F. A. Callado, S.A., Lagar do Marmelo/ ELAIA, Herdade do Marmelo, Apartado 43, 7900-909 Ferreira do Alentejo

<sup>5</sup> SOFAC - Sociedade Olivícola F. A. Callado, S.A., Lagar do Marmelo/ NUTRIFARMS, Herdade do Marmelo, Apartado 43, 7900-909 Ferreira do Alentejo

### Colaboração

Adozinda Curto, Alejandro Trigo, Álvaro Labela Quesada, Amélia Lopes, Anabela Fernandes, Arminda Dias, Benvindo Maçãs, Clara Martins, Eurico Matias, Fátima Calouro, FERTIEX, S.L., Francisco Gonçalves, Isabel Patanita, Isabel Monteiro, Joedna Campo, José M. Falcão, José Rato Nunes, João Vítor G. Mendes, José Silvestre, Juan Carlos Canasveras Sanchez, M.ª Fátima Gonçalves, Maria João Soares, M.ª de S. Luís Centeno, Mário Figueira, Marta Sobral, Miguel Gonçalves, Nelson Rodrigues, Patrícia Palma, Paulo Jesus Carvalho, Pedro Cardoso, Regina Alves, Rosa Maricato, Teresa Teixeira.

### Edição

Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P. (INIAV)

### Coordenação

Pedro Jordão

### Revisão

Fátima Calouro

### Composição gráfica e capa

Whitespace

### ISBN

978-972-579-072-4 [edição impressa]

978-972-579-073-1 [edição eletrónica]

### Tiragem

400 exemplares

### Agradecimento

Aos parceiros do projeto, Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P. (INIAV), Associação dos Olivicultores da Região de Elvas (AORE), Associação de Olivicultores do Sul (OLIVUM) e Sociedade Olivícola F. A. Callado, S.A. (SOFAC), seus responsáveis e colaboradores. A José M. Falcão e restantes proprietários dos olivais onde se desenvolveu o trabalho experimental, pela sua disponibilidade e empenho na realização das atividades deste projeto. A todos os que participaram na colheita, preparação e análise das amostras. Ao Conselho de Orientação e Fiscalização e Grupos Focais do presente Grupo Operacional, bem como ao Gabinete de Apoio aos Projetos (GAP) do INIAV, I.P., pelo importante apoio dado. À Rede Rural Nacional, na pessoa da sua Coordenadora, M.ª Custódia P. Correia, pela compreensão manifestada pelas múltiplas consequências que a situação pandémica vivida no país teve no desenrolar das atividades. A todos os que, de uma forma ou de outra, contribuíram para o bom término do presente Grupo Operacional, o nosso **Muito Obrigado**.

# 1.

## INTRODUÇÃO

Cerca de 100 anos após o início da utilização da análise foliar por Lagatu & Maume (1926), na vinha, esta continua a ser o meio de diagnóstico mais utilizado para caracterizar o estado de nutrição das culturas, especialmente arbustivas e arbóreas, com o objetivo de fundamentar uma recomendação de fertilização racional. A sua utilização assenta na relação existente entre a concentração de nutrientes nas folhas, em determinadas fases do seu ciclo, e o desenvolvimento vegetativo, a produtividade e ou a qualidade da produção. A existência de tal relação significa que a composição mineral das folhas reflete o grau de disponibilidade dos nutrientes no solo e a sua capacidade em alimentar as plantas. Para que seja possível fazer tal diagnóstico é necessário saber interpretar os resultados obtidos, o que pressupõe que se estabeleçam *valores de referência* para cada um dos nutrientes numa ou mais fases do ciclo, em folhas previamente selecionadas. Estes valores serão comparados com os determinados em amostras de folhas colhidas em condições similares àquelas em que os mesmos foram obtidos. Desta comparação é possível perceber quais os nutrientes que estão em situação de *insuficiência*, *elevados*, ou num nível *adequado*, permitindo a formulação de recomendações de fertilização que corrijam os desequilíbrios detetados.

A composição mineral das folhas de oliveira varia ao longo do ano e com a sua exposição na copa ou idade. É igualmente influenciada por fatores como a cultivar, a idade das plantas, a distribuição do seu sistema radicular e atividade do mesmo, o nível de produção, as condições climáticas, a disponibilidade de água e de nutrientes e as práticas culturais, nomeadamente a poda, a rega, a manutenção do solo, os tratamentos fitossanitários e a fertilização. No que respeita à época de amostragem, os primeiros trabalhos realizados na cultura da oliveira apontavam para a época do *repouso invernal* (Bouat *et al.*, 1955; Brito, 1974/76) e, mais tarde, para junho - julho (Beutel *et al.*, 1978; Fernández-Escobar, 1994; Freeman & Carlson, 1994), período que na maior parte das situações corresponderia ao *repouso estival* que, no geral, coincide com a fase de *endurecimento do endocarpo*. No que respeita à seleção do tipo de folhas a amostrar, as completamente desenvolvidas, não deterioradas e inseridas no terço médio ou metade inferior dos lançamentos da última primavera integram a norma adotada. Na amostragem correspondente ao *endurecimento do endocarpo*, período mais utilizado, as folhas a colher terão quatro a cinco meses de idade, sendo mais novas do que as colhidas no repouso invernal.

Estudos efetuados em Portugal com o objetivo de estabelecer valores de referência para duas das mais importantes cultivares nacionais de oliveira ('Galega Vulgar' e 'Cobrançosa') permitiram, através de aplicação de metodologia adequada, a sua obtenção nas duas épocas atrás referidas (Marcelo *et al.*, 2004), embora para uma região geograficamente limitada. O sucessivo enriquecimento desta base de dados com outros obtidos em diferentes regiões olivícolas, predominantemente de sequeiro, bem como a adaptação dos valores utilizados para distintas cultivares, permitiu colocar à disposição do setor produtivo um meio de diagnóstico do estado de nutrição da cultura, contribuindo desta forma para uma fertilização racional, onde são apenas aplicados os nutrientes de que o olival necessita, nas quantidades e épocas mais indicadas (MADRP, 2010; Marcelo *et al.*, 2014). Todavia, os *valores de referência* existentes para interpretação da análise foliar podem já não se encontrar ajustados, quer aos níveis de produção que se obtêm nos olivais em sebe, também designados por superintensivos, quer às cultivares utilizadas, ou à tecnologia de aplicação de nutrientes. Destinando-se a azeitona da 'Arbequina', cultivar dominante nos olivais em sebe no país, à produção de azeite e tendo sido sobre esta que incidiu, no essencial, o presente estudo, utilizou-se a *produção de azeite* como fator discriminante na definição dos *valores de referência* para esta cultivar.

As épocas de amostragem das folhas para análise foliar encontram-se associadas a *estados fenológicos* específicos, pelo que se procurou definir a sua ocorrência nas principais zonas produtoras do olival em sebe, no Alentejo. Todavia, com o advento das *alterações climáticas*, considerou-se importante, ainda, disponibilizar aos olivicultores um conjunto de orientações conducentes à marcação de árvores de observação, com o objetivo de permitir, a cada um, a avaliação do *estado fenológico* das cultivares do seu olival. Esta informação está integrada no capítulo *Caracterização da fenologia da floração*. Outra, igualmente obtida no âmbito do presente Grupo Operacional Nutrição e fertilização do olival superintensivo (GO Nutriolea), incluída na linha de ação em que se avaliou o *Efeito da cultivar na composição mineral das folhas*, bem como na que tinha como objetivo comparar a *Evolução dos nutrientes ao longo do ciclo nas folhas das cultivares 'Arbequina' e 'Arbosana'*, são um importante contributo para a otimização da fertilização do olival em sebe, complementando, também, o capítulo da *Fertilização* na publicação *Boas práticas no olival e no lagar*, de 2014, bem como o *Manual de fertilização das culturas*, coordenado por Calouro, de 2022. O setor olivícola passará a dispor de mais uma *ferramenta* que, acreditamos, contribuirá para a obtenção de melhores produções, salvaguardando, simultaneamente, o ambiente.

Lisboa, 11 de maio de 2023  
O coordenador do GO Nutriolea  
**Pedro M. B. V. Jordão**

## BIBLIOGRAFIA

Beutel, J., Uriu, K. & Lilleland, O. 1978. Leaf analysis for californian deciduous fruits. In: *Soil and plant tissue testing in California*. California, EUA: Ed. HM. Reisenauer, 1979. / Univ. of Calif., Bull. 1879, 11-14.

Bouat, A., Renaud, P. & Dulac, J. 1955. Etude sur la physiologie de la nutrition de l'olivier (quatrième memoire). *Ann. Agron. Serie A.*, 6:635-660.

Brito, F.V. 1974/76. Diagnostique foliaire de l'olivier. Contribution pour un mode d'échantillonnage adapté aux oliverais du Portugal. *Revista da Sociedade de Ciências Agrárias de Portugal*, 1 (2): 123-133.

Calouro, F. (Coord.) 2022. *Manual de fertilização das culturas* [on-line]. 3.ª ed. Oeiras: Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P. ISBN 978-972-579-063-2. Disponível em: [Manual\\_Fertilizacao\\_das\\_culturas.pdf](#) (iniav.pt)

Fernández-Escobar, R. 1994. Fertilización del olivar. In: *Olivicultura*, p. 55-63. Ed. Fundación 'La Caixa' e Agro Latino.

Freeman, M. & Carlson, M.R. 1994. Mineral Nutrient Availability. In: *Olive Production Manual*. Louise Ferguson, G. Steven Sibbett and George C. Martin (Eds.). University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland, CA. Publication 3353, 69-86.

Lagatu, H. & Maume, L. 1926. Diagnostique de l'alimentation d'un végétal par l'évolution chimique d'une feuille convenablement choisie. In: *Compte Rendues de l'Académie des Sciences* n° 182, 635-655.

MADRP, 2010. *Produção Integrada do Olival*. 2ª edição (ao abrigo do artº 11º do Decreto-Lei nº 256/2009 de 24 de setembro). DGADR (Ed.). Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Coordenação: DGADR e INRB, I.P. ISBN 978-972-8649-96-8

Marcelo, M.E., Calouro, F. & Jordão, P. 2014. Análise foliar (Fertilização). In: *Boas Práticas no Olival e no Lagar*. Coordenação: Pedro Jordão. INIAV, I.P. (Ed.), 111-129. ISBN 978-972-579-041-0

Marcelo, M.E., Jordão, P., Santinho, J., Duarte, L., Calouro, F. & Rocha, V. 2004. Concentrações foliares de referência para oliveiras das cultivares Galega e Cobrançosa. Valores preliminares para a região da Beira Litoral. In: *Nutrição Mineral: Causas e consequências da dependência da fertilização*. M.A. Martins-Loução e C. Cruz (Eds.), 284-290. ISBN:972-9348-11-1

# 2.

## CARATERIZAÇÃO DOS OLIVAIS

Pedro Jordão, Paula Martins, Ana Sofia Albardeiro, António Cordeiro, Laura Camboias, Isabel Ribeiro, Maria Fernanda Rebelo, Anabela Veloso, Teresa Carvalho, José Casimiro Martins, José Fernandes, José Pragana, Maria da Encarnação Marcelo, Raquel Mano

No GO Nutriolea consideraram-se oliveiras em sebe da cultivar 'Arbequina' no Alentejo (**Figura 1**), onde se marcaram *unidades de amostragem* (UA), cada uma constituída por 10 conjuntos de quatro árvores contíguas, de igual desenvolvimento, que se identificaram individualmente (**Figura 2**). Estas UA eram representativas das condições dominantes do olival em que se inseriam, tendo cada olival 1000 ou mais plantas por hectare.



**Fig. 1** Distribuição das unidades de amostragem (Fonte: INIAV); **Fig. 2** Oliveira marcada de uma unidade de amostragem (Foto: INIAV)

### 2.1. Distribuição e idade

As 30 UA consideradas foram marcadas em 10 concelhos de três distritos do Alentejo, a saber: Beja, com 33,3% das UA (Beja - 1, Ferreira do Alentejo - 8 e Serpa - 1); Évora, com 3,3% (Mourão - 1) e Portalegre, com 63,3% dos casos (Alter do Chão - 1, Avis - 2, Campo Maior - 4, Elvas - 7, Fronteira - 1 e Monforte - 4).

Das UA marcadas 53,3% apresentam uma densidade de 1975 árvores/ha (1,35 m x 3,75 m), 26,7% possuem 1667 árvores/ha (1,5 m x 4,0 m), enquanto as restantes 20% correspondem a 1111 árvores/ha, com um compasso de 1,5 m x 6,0 m.

Quanto à idade, em 2018 3,3% tinham 14 anos, 80% possuíam 10 anos, grupo largamente maioritário, 3,3% sete anos e 13,3% quatro anos e meio. Destes 30 olivais, 96,6% encontrava-se em Modo de Produção Integrada (PRODI) e 3,3% em Modo de Proteção Integrada (PI).

## 2.2 Estado de fertilidade do solo

A colheita de amostras de terra para avaliação do estado de fertilidade do solo decorreu em todas as unidades de amostragem entre 2018 e 2019 e incidiu sobre as camadas de 0-20 cm e 20-50 cm, fora da zona de influência dos gotejadores dos 10 conjuntos de árvores de cada UA, e à profundidade de 0-30 cm junto aos gotejadores das mesmas árvores. A apreciação dos resultados analíticos revelou que os solos são, predominantemente, de textura  *fina*, de reação  *pouco alcalina*, com  *baixos* teores de matéria orgânica, teores variáveis de fósforo  *extraível* ( *médios* a  *altos* nas camadas superiores e  *muito baixos* a  *baixos* na camada mais profunda),  *altos* teores de potássio  *extraível* e  *muito altos* de magnésio  *extraível* (Jordão  *et al.*, 2022).

O cálcio e o magnésio de troca concentram-se especialmente nas classes  *alta* e  *média*, enquanto para o potássio e o sódio de troca tal ocorre, respetivamente, nas classes  *baixa* e  *média*, e  *baixa* e  *muito baixa*.

No que respeita aos teores de micronutrientes, verificou-se que os de ferro e os de manganês são maioritariamente  *altos* a  *muito altos*. Por outro lado, a classe de fertilidade  *média* reuniu a maior concentração de amostras no que respeita aos teores em zinco e em cobre, enquanto os de boro se encontram com teores  *baixos* a  *médios*, sendo estes dominantes nas camadas superficiais.

Os solos correspondentes às 30 UA incluem-se, predominantemente, nos Luvisolos (46,7%), Cambissolos (23,3%) e Vertissolos (16,7%), segundo os Grupos de Solos de Referência da classificação da FAO (2015).

## 2.3 Origem e qualidade da água de rega

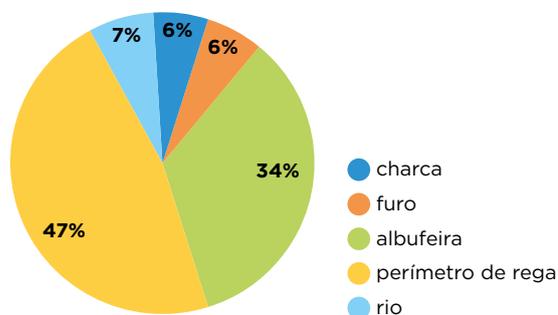
No período de observação (2018 a 2021) registou-se uma aplicação média de 2742 m<sup>3</sup> de água por hectare, com um máximo de 4354 m<sup>3</sup> em 2018 e um mínimo de 371 m<sup>3</sup> em 2019.

Da análise da água de rega utilizada nas UA nos quatro anos de estudo, constatou-se, em 85% das 106 amostras consideradas, um risco  *ligeiro* a  *moderado* de  *degradação da permeabilidade do solo* e da  *taxa de infiltração da água no solo*, em consequência do seu uso continuado. Quanto ao

risco de  *entupimento dos gotejadores*, traduzido por um Índice de Saturação de Langelier (IS) > 0, resultante da precipitação de carbonatos, verificou-se que, em média, 59% das amostras revelavam um  *risco ligeiro a moderado*. Todavia, uma apreciação mais cuidada permite ver que nas águas provenientes do Baixo Alentejo tal risco foi de 79%, superior ao das amostras no Alto Alentejo que foi de 49%. De referir, todavia, que a situação pode ser menos preocupante já que parte dos adubos utilizados na fertirrega é de reação ácida, podendo contribuir para a diminuição de tal risco. O controlo regular do pH da água é, assim, uma prática que se recomenda, incluindo junto aos gotejadores, nomeadamente no período em que se está também a fertilizar. Verifica-se, pelo contrário, que o  *risco de entupimento dos gotejadores* devido a  *sólidos em suspensão* foi muito reduzido (3%).

Por outro lado, se a água de rega pode ser uma importante fonte de nutrientes (a necessidade em magnésio, por exemplo, é passível de ser colmatada, nas zonas estudadas, já que a água naturalmente veicula, em média, 44 kg de Mg por hectare e ano), potencialmente será também a origem de problemas, nomeadamente resultantes do sódio (Na) que é levado para o solo, tendo em conta a composição da água e as dotações utilizadas. Se em média foram veiculados 80 kg de Na por hectare e ano, este valor assume outra dimensão quando se comparam os 57 kg de Na por hectare e ano do Alto Alentejo, com os 125 kg do Baixo Alentejo. A oliveira é moderadamente tolerante à salinidade, mas outras culturas igualmente regadas poderão não o ser.

No que respeita à origem da água, esta é apresentada na **Figura 3**, sendo evidente que a maior parte (47%) foi oriunda de perímetros de rega, logo seguida pela proveniente de albufeiras (34%). As amostras colhidas em charcas, furos ou rios não ultrapassaram os 19%, com valores semelhantes entre si.



**Fig. 3** Proveniência da água de rega

Todavia, a discriminação da origem por Alto e Baixo Alentejo (sendo que as de Mourão foram aqui incluídas), conduz a uma mais clara perceção da realidade. No Baixo Alentejo, 71,1% das amostras de água foram oriundas de perímetros de rega/aproveitamentos hidroagrícolas e os restantes 28,9% de albufeiras. No Alto Alentejo, com origem similar, encontram-se, respetivamente, 34% e 37% das amostras, o que significa que as restantes fontes de abastecimento aqui situadas têm origem no rio (12%), 9% em charcas e 9% em furos.

## 2.4 Produção de azeitona e de azeite

No período em estudo (2018 a 2021) obtiveram-se as produções constantes no **Quadro 1**:

**Quadro 1** Produções de azeitona e de azeite obtidas de 2018 a 2021 nas 30 UA

| Produção de azeitona (kg/4 árvores) |            |            |            |            |                              |
|-------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------------------------|
|                                     | 2018       | 2019       | 2020       | 2021       | Média 4 anos                 |
| <b>Média</b>                        | 27,8       | 23,8       | 11,1       | 26,2       | 21,4                         |
| <b>Máximo</b>                       | 55,8       | 49,0       | 33,0       | 57,9       | 57,9                         |
| <b>Mínimo</b>                       | 0,4        | 2,1        | 0,8        | 4,2        | 0,4                          |
| <b>Nº UA/<br/>nº obs.</b>           | 16/<br>155 | 28/<br>272 | 29/<br>289 | 30/<br>287 | <b>Nº total obs.</b><br>1003 |

| Produção azeite (kg/4 árvores) |            |            |            |            |                              |
|--------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------------------------|
|                                | 2018       | 2019       | 2020       | 2021       | Média 4 anos                 |
| <b>Média</b>                   | 4,6        | 4,4        | 1,8        | 4,2        | 3,6                          |
| <b>Máximo</b>                  | 9,6        | 9,7        | 5,4        | 10,5       | 10,5                         |
| <b>Mínimo</b>                  | 0,05       | 0,3        | 0,2        | 0,9        | 0,05                         |
| <b>Nº UA/<br/>nº obs.</b>      | 16/<br>155 | 28/<br>272 | 29/<br>289 | 30/<br>287 | <b>Nº total obs.</b><br>1003 |

Os valores apresentados evidenciam que 2020 foi, em média, um ano de contrassafra, tendo as produções das restantes três campanhas sido semelhantes. Nas **Figuras 4 e 5** apresentam-se, respetivamente, aspetos da apanha e pesagem da produção de azeitona num conjunto de quatro árvores, bem como da colheita de uma amostra de frutos e posterior determinação do rendimento em gordura na sua pasta, por NIRS (Espectroscopia de Refletância do Infravermelho Próximo).



**Fig. 4** Apanha da azeitona manualmente (a) e com bate palmas (b) e sua pesagem com balanças de dinamómetro (c), (d), (e). Fotos: Sofac (a) e (e); INIAV (b), (c) e (d).



**Fig. 5** Amostragem da azeitona após a colheita e determinação da % de gordura na pasta de azeitona com leitura por NIRS (Fotos: INIAV)

## 2.5 Outras características

No que respeita à fertilização, entre 2018 e 2021 aplicou-se, em média, 91 kg de N, 28 de kg de  $P_2O_5$  e 100 kg de  $K_2O$ , por hectare e ano, com um máximo absoluto de 298 kg de N, 60 de kg de  $P_2O_5$  e 239 kg de  $K_2O$  e um mínimo absoluto de zero kg de cada um destes nutrientes por hectare e ano.

Para as outras práticas culturais, é de referir que em 83% dos olivais se fizeram obras de drenagem à instalação do olival e em 63,3% dos casos se procedeu à armação do terreno com camalhões. A drenagem superficial foi considerada Boa em 50% dos casos e Moderada nos restantes 50%.

A poda foi efetuada anualmente em todos os olivais, sendo que em 86,7% destes a lenha de poda foi *destroçada* e ficou à *superfície* do solo, sendo retirada do olival nos restantes 13,3%, tendo como destino uma central de biomassa. Em todos os casos o solo não foi mobilizado nas entrelinhas.

Quanto à incidência de pragas e doenças, para além da cochonilha-negra (*Saissetia oleae* (Olivier), mosca-da-azeitona (*Bactrocera oleae* (Gmelin), traça-da-oliveira (*Prays oleae* (Bernard) e ácaros eriofídeos (*Aceria oleae* (Nalepa), entre outros), observou-se a incidência de gafa (*Colletotricum* spp.), olho-de-pavão (*Spilocaea oleagina* (Castagne) e tuberculose (*Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*) (AAVV, 2014). No que concerne à incidência de novas doenças como o escudete, que tem como agente causal o fungo *Camarosporium dalmaticum* (= *Botryosphaeria dothidea*) ou a lepra (doença em que o fungo *Neofabraea vagabunda* é o agente causal), registou-se nos últimos anos uma incidência média de 3,3% de casos para o escudete e de 33% para a lepra, que foi forte no último ano numa das UA.

## BIBLIOGRAFIA

AAVV, 2014. Proteção. In: Boas Práticas no Olival e no Lagar. Coordenação: Pedro Jordão. INIAV, I.P. (Ed.), 183-212. ISBN 978-972-579-041-0

FAO, 2015. *World reference base for soil resources 2014 - update 2015*. Rome

Jordão, P., Marcelo, M.E., Martins, P., Albardeiro, A.S., Cordeiro, A., Sempiterno, C., Camboias, L., Veloso, A., Arias, R., Martins, J.C. & Mano, R. 2022. *Caracterização do estado de fertilidade de solos com olivais em sebe no Alentejo*. Actas Portuguesas de Horticultura, nº 36, 107-118.

Jordão, P., Rebelo, F., Martins, P., Albardeiro, A.S., Camboias, L., Teixeira, T. & Cordeiro, A. 2021. Qualidade da água utilizada em olivais em sebe no Alentejo e seu risco para a eficácia da rega, para a cultura e para o solo. *Vida Rural*, nº1871, outubro, 70-75.

# 3.

## RECOMENDAÇÕES DE FERTILIZAÇÃO PARA OLIVAIS EM SEBE COM FERTIRREGA

Pedro Jordão, Cristina Sempiterno, Paula Martins, Ana Sofia Albardeiro, António Cordeiro, Laura Camboias, Maria João Moura, Ana Raposo, Rocío Arias Calderón, Isabel Ribeiro, Maria da Encarnação Marcelo

A fertilização do olival deve fundamentar-se não só nas necessidades das árvores, mas também na disponibilidade de nutrientes no solo e na capacidade das árvores os utilizarem. Assim, é necessário ter em conta os resultados da análise foliar, a efetuar anualmente, que avalia o estado de nutrição do olival, bem como os das análises de terra, classificadas segundo *classes de fertilidade*, cuja periodicidade de realização é, normalmente, quadrienal, como também a qualidade da água de rega, a efetuar anualmente. Os nutrientes fornecidos pela água de rega, quer de constituição, quer veiculados por corretivos que lhe sejam adicionados, devem ser deduzidos na recomendação de fertilização a efetuar (Jordão *et al.*, 2020), na qual é de ter presente a produção esperada, bem como outras características do olival.

### 3.1 Valores de referência para interpretação dos resultados da análise foliar

A partir das observações efetuadas ao longo de quatro anos, foi possível estimar os *valores de referência* para as épocas do *endurecimento do endocarpo* (**Quadro 2**) e do *repouso invernal* (**Quadro 3**), segundo a metodologia definida em Marcelo *et al.* (2004), embora utilizando a produção de azeite de 4 árvores como fator discriminante, e não a produção de azeitona por árvore como no trabalho citado.

**Quadro 2** Valores de referência\* para interpretação da análise foliar em oliveiras da cv. 'Arbequina' em olivais em sebe com fertirrega, a partir de folhas do terço médio de raminhos da primavera anterior, colhidas ao **endurecimento do endocarpo**

| Azoto<br>N        | Fósforo<br>P | Potássio<br>K | Cálcio<br>Ca | Magnésio<br>Mg | Ferro<br>Fe                         | Manganês<br>Mn | Zinco<br>Zn | Cobre<br>Cu | Boro<br>B |
|-------------------|--------------|---------------|--------------|----------------|-------------------------------------|----------------|-------------|-------------|-----------|
| % na matéria seca |              |               |              |                | mg kg <sup>-1</sup> na matéria seca |                |             |             |           |
| 1,8-2,4           | 0,14-0,20    | 0,92-1,3      | 1,1-1,6      | 0,11-0,18      | 28-60                               | 18-49          | 11-20       | 8-31        | 20-27     |

\*Determinados a partir do quartil superior (251 observações) da produção de azeite de 4 árvores, obtida entre 2018 e 2021, com um mínimo de 5,4 kg, um máximo de 10,5 kg, uma média de 6,7 kg e um desvio padrão de 1,0. Azoto - determinado em analisador elementar; restantes nutrientes - determinados numa solução clorídrica das cinzas de material vegetal obtidas a 500 ± 20 °C, utilizando um espectrómetro de emissão de plasma (ICP-OES)

**Quadro 3** Valores de referência\* para interpretação da análise foliar em oliveiras da cv. 'Arbequina' em olivais em sebe com fertirrega, a partir de folhas do terço médio de raminhos da primavera anterior, colhidas no *repouso invernal*

| Azoto<br>N        | Fósforo<br>P | Potássio<br>K | Cálcio<br>Ca | Magnésio<br>Mg | Ferro<br>Fe                         | Manganês<br>Mn | Zinco<br>Zn | Cobre<br>Cu | Boro<br>B |
|-------------------|--------------|---------------|--------------|----------------|-------------------------------------|----------------|-------------|-------------|-----------|
| % na matéria seca |              |               |              |                | mg kg <sup>-1</sup> na matéria seca |                |             |             |           |
| 1,6-2,2           | 0,11-0,18    | 0,62-0,92     | 1,1-1,8      | 0,09-0,17      | 38-64                               | 23-53          | 10-16       | **          | 11-16     |

\*Determinados a partir do quartil superior (215 observações) da produção de azeite de 4 árvores, obtida entre 2019 e 2021, com um mínimo de 5,2 kg, um máximo de 10,5 kg, uma média de 6,6 kg e um desvio padrão de 1,1. Azoto - determinado em analisador elementar; restantes nutrientes - determinados numa solução clorídrica das cinzas de material vegetal obtidas a 500 ± 20 °C, utilizando um espectrómetro de emissão de plasma (ICP-OES).\*\* A aplicação de fungicidas cúpricos neste período impediu o estabelecimento de valores de referência para o cobre.

A interpretação dos resultados da análise das folhas de olivais em sebe da 'Arbequina' é feita por comparação com os valores de referência indicados nos **Quadros 2 e 3**, considerando-se *suficientes* ou *adequados* os teores foliares dos nutrientes que se encontrem dentro dos intervalos mencionados. Valores abaixo e acima deste intervalo consideram-se, respetivamente, *insuficientes* e *elevados*.

Os valores apresentados nos **Quadros 2 e 3** traduzem, face aos valores de referência estabelecidos para a generalidade das cultivares de oliveira (Marcelo *et al.*, 2014), uma redução do intervalo de suficiência para o fósforo, cálcio, magnésio e boro. No entanto, revelam um aumento do limite superior da normalidade (nível *suficiente* ou *adequado*) para o azoto e o potássio, nas duas épocas de amostragem, especialmente no *endurecimento do endocarpo*, bem como uma redução do limite inferior da normalidade do magnésio e do boro ao *repouso invernal*, do manganês ao *endurecimento do endocarpo*, e ainda do ferro e do zinco, nas duas épocas de amostragem.

### 3.2 Recomendações de fertilização de produção

A avaliação do estado de fertilidade do solo, cujas classes de fertilidade em uso são as indicadas no **Quadro 4**, é efetuada pela interpretação dos resultados da análise de terra.

É igualmente importante para a recomendação de fertilização considerar a produção esperada, pois a remoção de nutrientes para fora do sistema é essencialmente feita através da azeitona. No **Quadro 5** apresentam-se as recomendações de fertilização para olivais em sebe, com base nos resultados da análise foliar e na produção esperada.

Alguns aspetos a ter em conta na fertilização do olival em sebe com fertirrega:

- Os adubos com azoto, fósforo, potássio ou magnésio devem ser fornecidos através da água de rega e distribuídos ao longo do ciclo vegetativo, tendo sempre em conta a oportunidade da sua aplicação.

**Quadro 4** Classes de fertilidade do solo para a matéria orgânica, fósforo, potássio, magnésio e boro extraíveis do solo

| Parâmetro  | Classes de fertilidade |             |            |           |            |
|--|------------------------|-------------|------------|-----------|------------|
|  | Muito baixo            | Baixo       | Médio      | Alto      | Muito alto |
| Matéria orgânica (%) <sup>1a</sup>   | ≤ 0,5                  | 0,6 - 1,5   | 1,6 - 3,0  | 3,1 - 4,5 | > 4,5      |
| Matéria orgânica (%) <sup>1b</sup>   | ≤ 1,0                  | 1,1 - 2,0   | 2,1 - 4,0  | 4,1 - 6,0 | > 6,0      |
| Fósforo (mg kg <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) <sup>2</sup> | ≤ 25                   | 26 - 50     | 51 - 100   | 101 - 200 | > 200      |
| Fósforo (mg kg <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) <sup>3</sup> | ≤ 17                   | 18 - 34     | 35 - 56    | 57 - 115  | > 115      |
| Potássio (mg kg <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O) <sup>2</sup>              | ≤ 25                   | 26 - 50     | 51 - 100   | 101 - 200 | > 200      |
| Magnésio (mg kg <sup>-1</sup> de Mg) <sup>4</sup>                            | ≤ 30                   | 31 - 60     | 61 - 90    | 91 - 125  | > 125      |
| Boro (mg kg <sup>-1</sup> de B) <sup>5</sup>                                 | ≤ 0,20                 | 0,21 - 0,40 | 0,41 - 1,0 | 1,1 - 2,5 | > 2,5      |

Fonte: Calouro, F. (Coord.) 2022; <sup>1a</sup> p/solos de textura grosseira; <sup>1b</sup> p/ solos de textura média e fina; <sup>2</sup> método de Egner-Riehm - Lactato de amónio + ácido acético; <sup>3</sup> método de Olsen - bicarbonato de sódio (especialmente p/solos de reação alcalina); <sup>4</sup> método de Acetato de amónio a pH 7; <sup>5</sup> extraível em água fervente

**Quadro 5** Quantidades de azoto, fósforo, potássio e magnésio recomendadas para olivais em sebe, com base nos resultados da análise foliar e na produção esperada

| Produção esperada<br>t/ha | Azoto<br>N, kg/ha |            | Fósforo<br>P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , kg/ha |            | Potássio<br>K <sub>2</sub> O, kg/ha |            | Magnésio<br>(Mg, kg/ha) |            |
|---------------------------|-------------------|------------|--|------------|-------------------------------------|------------|-------------------------|------------|
|                           | Insuficiente      | Suficiente | Insuficiente                                     | Suficiente | Insuficiente                        | Suficiente | Insuficiente            | Suficiente |
| <b>4 - 6</b>              | 45 - 60           | 30 - 45    | 25 - 30  | 15 - 25    | 50 - 65                             | 35 - 45    | 15                      | 7,5        |
| <b>6 - 8</b>              | 60 - 75           | 45 - 60    | 30 - 35  | 25 - 30    | 65 - 90                             | 45 - 70    | 30                      | 15         |
| <b>8 - 10</b>             | 75 - 85           | 60 - 70    | 35 - 40  | 30 - 35    | 90 - 105                            | 70 - 85    | 30                      | 15         |
| <b>10 - 12</b>            | 85 - 100          | 70 - 85    | 45 - 50  | 35 - 40    | 105 - 120                           | 85 - 100   | 30                      | 15         |
| <b>12 - 14</b>            | 100 - 110         | 85 - 95    | 50 - 55  | 40 - 45    | 120 - 135                           | 100 - 115  | 45                      | 22,5       |
| <b>14 - 16</b>            | 110 - 120         | 95 - 105   | 55 - 60  | 45 - 50    | 135 - 150                           | 115 - 130  | 45                      | 22,5       |
| <b>16 - 20</b>            | 120 - 130         | 105 - 115  | 60 - 65  | 50 - 55    | 150 - 170                           | 130 - 145  | 45                      | 22,5       |

- A aplicação do azoto deve realizar-se, entre abril e julho, com cerca de 2/3 do total (até ao *endurecimento do endocarpo*) e o remanescente depois deste período; para o potássio aplica-se 1/3 até ao *endurecimento do endocarpo* e 2/3 depois desta fase; o fósforo e o magnésio, se necessários, devem ser aplicados ao longo do ciclo.
- Sempre que os teores foliares de azoto, fósforo, potássio e magnésio se encontrem *acima do intervalo de suficiência (Quadros 2 e 3)*, isto é, estejam *elevados*, tal significa, salvo raras exceções (ex. ser expectável uma produção bastante mais elevada no ano seguinte), que a fertilização com o(s) nutriente(s) em causa é dispensável em um ou mais anos.
- No que respeita ao boro, sempre que o seu teor no solo seja *muito baixo, baixo* ou *médio*, as aplicações ao solo podem corresponder, respetivamente, a 2, 1 e 0,5 kg/ha de B, em solos de pH(H<sub>2</sub>O) igual ou inferior a 6,5. Estas quantidades serão aumentados em cerca de 50% quando os olivais se encontrem instalados em solos de pH(H<sub>2</sub>O) superior a 6,5. No entanto, é desejável que o seu fornecimento à cultura ocorra antes da floração, podendo também efetuar-se por via foliar. Neste caso, a quantidade a aplicar será distinta das acima referidas.
- Aconselha-se corrigir a acidez com um corretivo alcalinizante quando o pH(H<sub>2</sub>O) do solo é inferior a 6,0. Se o solo for pobre em magnésio e for necessário corrigir a sua acidez, deve utilizar-se para o efeito calcário magnesiano ou dolomítico.
- Baixos teores de matéria orgânica no solo recomendam a aplicação de corretivos orgânicos de qualidade. Complementarmente e ou em alternativa, a *não mobilização do solo* e a manutenção da *lenha de poda destrocada, à superfície*, na entrelinha, são práticas que, sempre que possível, se devem utilizar.
- A aplicação de corretivos ao solo deve efetuar-se, preferencialmente, no final do inverno.

**Calcular a quantidade de nutrientes veiculados pela água de rega, quer sejam de constituição quer resultem da adição de corretivos para a sua correção, tal como, aliás, os que possam ser fornecidos por outros corretivos minerais ou orgânicos. Aquelas devem ser deduzidas ao total recomendado do nutriente em causa.**

**As recomendações de fertilização poderão ser ajustadas ao estado de desenvolvimento vegetativo do olival, ao nível de produção do ano anterior, às condições do clima e à eventual incorporação de corretivos no solo.**

Nota: De referir que a apreciação feita dos resultados da análise foliar, visando a elaboração de recomendações de fertilização mais racionais, sobrepõem-se, de um modo geral, à que é feita tendo apenas como apoio os resultados da análise de terra. No entanto, para além de outros, os resultados desta são particularmente relevantes para se conhecer a reação do solo (pH) ou o seu teor em carbono, informação esta que é normalmente facultada pelo teor de matéria orgânica. O recurso a estes dois meios de diagnóstico é desejável.

Porém, várias situações podem justificar a redução das quantidades de unidades fertilizantes a aplicar presentes no **Quadro 5**, designadamente:

- Sempre que os teores foliares de azoto, fósforo, potássio e magnésio se encontrem perto do limite superior do *intervalo de suficiência*, pode justificar-se a diminuição, ou mesmo a supressão, da fertilização com estes nutrientes;
- A manutenção da lenha de poda destrocada na entrelinha do olival, pode sugerir uma redução das quantidades a aplicar, especialmente de azoto e de potássio.

**O acompanhamento do olival no que respeita à sua resposta à aplicação dos diferentes nutrientes e ao seu estado geral, pode dar um importante contributo na definição da estratégia de fertilização.**

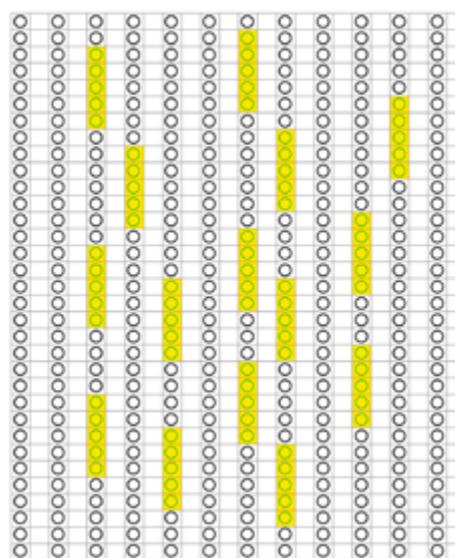
Casos existirão, pelo contrário, em que algumas características do solo recomendarão, especialmente nas situações de *insuficiência*, o reforço das doses de fósforo e potássio a aplicar, como se pode ver no **Quadro 6**.

### 3.3 Colheita de amostras de terra, de folhas e de água de rega

#### Unidade de amostragem (UA)

A colheita de amostras de terra e de folhas para análise laboratorial deve ser efetuada numa zona representativa das características dominantes do olival ou parcela deste, no que se refere ao tipo de solo, topografia, exposição, cultivar, idade das árvores, produtividade e técnicas culturais.

Em cada parcela homogénea selecionar, em 7 a 12 linhas contíguas, 15 conjuntos de quatro ou cinco oliveiras seguidas na linha, da mesma cultivar e idade, de idêntico desenvolvimento vegetativo. Estas árvores deverão ser marcadas de forma permanente. Estes 15 conjuntos de árvores constituem uma *unidade de amostragem* (**Figura 6**), sobre a qual deverá incidir a colheita de amostras de terra e de folhas para análise ao longo da vida útil do olival. Cada parcela não deve ter mais de 5 hectares.



**Fig. 6** Esquema de uma unidade de amostragem num olival em sebe

#### Colheita de amostras de terra

Na zona correspondente ao limite exterior da copa de cada conjunto de oliveiras marcadas, de cada UA, colhe-se uma subamostra de terra à profundidade de 0 a 50 cm, fora da zona de influência dos gotejadores/microaspersores, perfazendo um total de 15 subamostras, que se vão recolhendo para um balde limpo.

**Quadro 6** Fatores de correção\* para a fertilização fosfatada e fertilização potássica de acordo com algumas características do solo

| Classes de fertilidade para o fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) e o potássio (K <sub>2</sub> O) | Fatores de correção para a fertilização fosfatada |        |     | Fatores de correção para a fertilização potássica |       |      |
|--|---|--------|-----|---|-------|------|
|  | % de calcário total                               |        |     | Textura do solo                                   |       |      |
|  | <2  | 2 - 20 | >20 | Grosseira   | Média | Fina |
| <b>Muito Baixo</b>   | 1,6   | 1,8    | 2,0 | 1,6   | 1,7   | 1,8  |
| <b>Baixo</b>   | 1,4   | 1,6    | 1,8 | 1,3   | 1,4   | 1,5  |
| <b>Médio</b>   | 1,0   | 1,1    | 1,2 | 1,0   | 1,1   | 1,2  |
| <b>Alto e Muito Alto</b>   |   | 1,0    |     |   | 1,0   |      |

\* Multiplicar por; Fonte: Calouro, F. (Coord.) 2022

A par da colheita destas subamostras, colhe-se outra junto aos mesmos conjuntos de oliveiras, na zona humedecida pelos gotejadores/microaspersores, à profundidade de 0 a 30 cm, que se vão recolhendo num outro balde, igualmente limpo e bem identificado quanto à profundidade de colheita das subamostras.

A colheita das subamostras deverá contemplar os dois quadrantes, correspondente aos dois lados da sebe, em proporções praticamente idênticas.

**A análise de terra deve ocorrer de quatro em quatro anos, seguindo as respetivas normas de amostragem.**

## Colheita de amostras de folhas

Deve colher-se duas folhas inteiras (limbo + pecíolo) por árvore, uma por lançamento de cada um dos lados da sebe, inseridos à mesma altura, constituindo assim uma amostra composta por pelo menos 120 folhas no total dos conjuntos de oliveiras da *unidade de amostragem*. As folhas devem ser colhidas no terço médio de raminhos da primavera anterior (**Figuras 7 e 8**).

As folhas devem estar completamente desenvolvidas. As folhas imperfeitas ou deteriorada são desprezadas. A colheita das amostras deve ser efetuada pela manhã ou no fim do dia, devendo evitar-se aplicações foliares de pesticidas e/ou de fertilizantes próximo da época de colheita das folhas.

A metodologia de colheita de amostras de terra e de amostras de folhas, bem como as determinações a solicitar nestes dois materiais, podem ser consultadas, respetivamente, em: [https://www.iniaiv.pt/images/Projetos/PDF/GO-NUTRIOLEA/F2\\_Colheita-amostras-terra\\_2022.pdf](https://www.iniaiv.pt/images/Projetos/PDF/GO-NUTRIOLEA/F2_Colheita-amostras-terra_2022.pdf) e [https://www.iniaiv.pt/images/Projetos/PDF/GO-NUTRIOLEA/F3\\_Colheita-amostras-folhas\\_2022.pdf](https://www.iniaiv.pt/images/Projetos/PDF/GO-NUTRIOLEA/F3_Colheita-amostras-folhas_2022.pdf)

**A avaliação do estado de nutrição do olival deve ser feita anualmente, através da realização da análise foliar no repouso invernal e ou ao endurecimento do endocarpo, seguindo as normas de colheita das amostras de folhas.**



**Fig. 7** Colheita de uma folha no terço médio do raminho da primavera anterior (Foto: INIAV)



**Fig. 8** Aspeto particular do destacamento de uma folha do terço médio do raminho da primavera (Foto: INIAV)

## Colheita de amostras de água de rega

A metodologia de colheita de amostras de água para rega, bem como as determinações a solicitar ao laboratório, podem ser acedidas em: <https://www.iniaiv.pt/solos-nutricao-vegetal-fertilizantes>

Através da consulta deste *link*, poder-se-á aceder, igualmente, às *Fichas Informativas* ou *Folhas de requisição para análise*, que devem acompanhar, devidamente preenchidas, os diferentes materiais (amostras de terra, de material vegetal e de água de rega) quando remetidas para o efeito, a um laboratório para análise.

**Recomenda-se que a análise da água de rega seja feita anualmente, devendo para a sua amostragem seguir-se as respetivas normas de colheita.**

## BIBLIOGRAFIA

Calouro, F. (Coord.) 2022. *Manual de fertilização das culturas* [on-line]. 3.ª ed. Oeiras: Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P. ISBN 978-972-579-063-2. Disponível em: [Manual\\_Fertilizacao\\_das\\_culturas.pdf](#) (iniaiv.pt)

Jordão, P., Rebelo, F. & Calouro, F. 2020. Água de rega: fonte oculta de nutrientes. *Vida Rural*, nº1861, outubro, 42-44. [https://www.vidarural.pt/wp-content/uploads/sites/5/2021/05/VR\\_1861.pdf](https://www.vidarural.pt/wp-content/uploads/sites/5/2021/05/VR_1861.pdf)

Marcelo M.E., Calouro F. & Jordão P. 2014. Análise foliar (Fertilização). In: *Boas Práticas no Olival e no Lagar*. Coordenação: P. Jordão. INIAV, I.P. (Ed.), 111-129. ISBN 978-972-579-041-0.

Marcelo, M.E., Jordão, P., Santinho, J., Duarte, L., Calouro, F. & Rocha, V. 2004. Concentrações foliares de referência para olivais das cultivares Galega e Cobrançosa. Valores preliminares para a região da Beira Litoral. In: *Nutrição Mineral: Causas e consequências da dependência da fertilização*. M.A. Martins-Loução e C. Cruz (Eds.), 284-290. ISBN:972-9348-11-1

# 4.

## INFLUÊNCIA DA CULTIVAR NA COMPOSIÇÃO MINERAL DE FOLHAS DA OLIVEIRA

Pedro Jordão, Rocío Arias Calderón, António Cordeiro, Maria João Moura, Ana Raposo, Maria da Encarnação Marcelo, Cristina Sempiterno

A existência de um efeito da cultivar sobre a composição mineral das folhas de oliveira foi observada por Jordão *et al.* (1999), bem como por Toplu *et al.* (2009) e Paskovic´ *et al.* (2013). No âmbito do GO Nutriolea confirmou-se esta influência, em cinco cultivares, com cinco repetições (constituída cada por um conjunto de quatro árvores seguidas de cada cultivar), durante três anos, nas duas épocas mais relevantes de amostragem de folhas para a caracterização do estado de nutrição do olival. O estudo foi realizado num campo de adaptação de variedades ao sistema de condução em sebe, plantado em 2004 no compasso 1,35m x 3,75m na Herdade do Reguengo, em Elvas. Este olival experimental foi instalado num solo de textura fina, de reação pouco alcalina, com baixos teores de matéria orgânica, altos teores de fósforo, potássio e magnésio *extraíveis* e médios a baixos de boro *extraível*. O efeito da cultivar verificou-se neste olival com rega reduzida (cerca de 1000 m<sup>3</sup> de água por hectare e ano), sem qualquer adubação nos três anos de observação (2019 a 2021), em folhas colhidas quer ao *endurecimento do endocarpo*, quer no *repouso invernal*.

Para facilitar a leitura dos resultados (**Quadros 7 e 8**), foram utilizados como principal termo de comparação os obtidos para a 'Arbequina', dominante nos olivais em sebe com fertirrega, com os da 'Galega Vulgar', dominante nos olivais de sequeiro do país.

Dada a influência do nível de produção na composição mineral das folhas, esta foi igualmente controlada, permitindo verificar a existência de dois grupos com comportamento distinto: o primeiro, constituído pelas cultivares 'Cobrançosa' e 'Galega Vulgar', teve produções médias idênticas entre si ( $p>0,05$ ), embora significativamente inferiores ( $p\leq 0,05$ ) às obtidas pelas cultivares 'Arbequina', 'Azeiteira' e 'Koroneiki'. As produções destas três cultivares, pelo seu lado, não diferiram entre si ( $p>0,05$ ). Na análise dos resultados (ANOVA) utilizou-se como covariável a produção de azeitona, para *eliminar* o seu efeito na referida composição mineral.

### 4.1 Endurecimento do endocarpo

No **Quadro 7** verifica-se que os teores foliares de azoto, fósforo, potássio e boro nas folhas da cultivar 'Arbequina' foram superiores ( $p\leq 0,05$ ) aos observados quer na 'Galega Vulgar' quer na 'Cobrançosa'. Por sua vez, os teores foliares de cálcio, magnésio, manganês e zinco nas folhas da 'Galega Vulgar' foram mais elevados ( $p\leq 0,05$ ) do que os determinados na 'Arbequina'. No que respeita à 'Cobrançosa', apenas os teores foliares de magnésio e manganês se mostraram superiores ( $p\leq 0,05$ ) aos observados na 'Arbequina'.

A menor eficiência da 'Galega Vulgar' em absorver o boro, que se traduz pelo seu mais baixo

**Quadro 7** Efeito da cultivar na composição mineral de folhas de oliveira colhidas no terço médio dos raminhos da primavera anterior ao *endurecimento do endocarpo*, em três anos (2019 a 2021)

|                          |                     | Endurecimento do endocarpo* |                 |             |             |             |
|--------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|
|                          |                     | 'Cobrançosa'                | 'Galega Vulgar' | 'Arbequina' | 'Azeiteira' | 'Koroneiki' |
| <b>N</b>                 |                     | 1,30 b                      | 1,31 b          | 1,44 a      | 1,42 a      | 1,35 ab     |
| <b>P</b>                 |                     | 0,17 c                      | 0,15 d          | 0,28 a      | 0,20 b      | 0,15 d      |
| <b>K</b>                 | %                   | 0,94 d                      | 1,02 c          | 1,14 b      | 1,01 c      | 1,22 a      |
| <b>Ca</b>                |                     | 1,68 c                      | 2,32 a          | 1,57 c      | 1,06 d      | 1,91 b      |
| <b>Mg</b>                |                     | 0,12 c                      | 0,23 a          | 0,098 d     | 0,089 d     | 0,17 b      |
| <b>Fe</b>                |                     | 52 a                        | 44 b            | 47 ab       | 44 b        | 52 a        |
| <b>Mn</b>                |                     | 26 a                        | 27 a            | 19 c        | 19 c        | 23 b        |
| <b>Zn</b>                | mg kg <sup>-1</sup> | 15 c                        | 18 a            | 16 b        | 18 ab       | 17 ab       |
| <b>Cu</b>                |                     | 137 b                       | 112 bc          | 118 bc      | 103 c       | 173 a       |
| <b>B</b>                 |                     | 22 c                        | 18 d            | 30 a        | 21 c        | 24 b        |
| <b>Produção Azeitona</b> | kg /4 árv.          | 9,73 b                      | 13,26 b         | 21,76 a     | 21,13 a     | 21,98 a     |
|                          | t/ha                | 4,8                         | 6,5             | 10,7        | 10,4        | 10,8        |

\*Letras distintas, na linha, indicam valores significativamente diferentes ( $p\leq 0,05$ ). Teste de Duncan

valor nas folhas desta cultivar, significativamente inferior ( $p \leq 0,05$ ) ao das restantes, será porventura responsável pela expressão da ocorrência desta insuficiência nos olivais do país (Jordão *et al.*, 2019; Marcelo *et al.*, 2014).

A 'Arbequina' revelou-se eficiente na absorção do azoto, fósforo e boro, especialmente dos dois últimos, e pouco eficiente na absorção do magnésio e manganês.

## 4.2 Repouso invernal

No **Quadro 8**, referente ao *repouso invernal* observa-se um comportamento similar ao registado ao *endurecimento do endocarpo* (**Quadro 7**). Os valores mais elevados ( $p \leq 0,05$ ) de azoto, fósforo, potássio e boro foram obtidos nas folhas da 'Arbequina' e os mais baixos foram determinados nas folhas da 'Galega Vulgar' e da 'Cobrançosa'. A 'Galega Vulgar', por outro lado, é a cultivar que apresentou os valores mais elevados de cálcio, magnésio, manganês e zinco.

## 4.3 Utilização dos valores de referência

As épocas do *endurecimento do endocarpo* e do *repouso invernal* são as mais utilizadas para o diagnóstico do estado de nutrição da oliveira. A inexistência de diferenças significativas de produção ( $p > 0,05$ ) entre as cultivares 'Arbequina', 'Koroneiki' e 'Azeiteira' (ou 'Azeitoneira') nos três anos de estudo, associada à inexistência de diferenças significativas para o teor de azoto ( $p > 0,05$ ) nas três cultivares nas duas épocas

referidas, sugerem a possibilidade de utilização dos *valores de referência* estabelecidos para o azoto para a 'Arbequina', constantes nos **Quadros 2 e 3** (capítulo 3), pela 'Koroneiki' e, eventualmente, pela 'Azeiteira'.

Assim, a existência de *valores de referência* para a generalidade das cultivares, bem como para a 'Arbequina', 'Cobrançosa' e 'Galega Vulgar' ao *endurecimento do endocarpo* (Calouro, 2022), associada ao comportamento das cultivares em estudo, abre a possibilidade de se estabelecer para a 'Azeiteira' e 'Koroneiki', para um ou mais nutrientes, *valores de referência* mais adequados do que os genéricos.

## BIBLIOGRAFIA

Calouro, F. (Coord.) 2022. *Manual de fertilização das culturas* [on-line]. 3.ª ed. Oeiras: Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P. ISBN 978-972-579-063-2. Disponível em: Manual\_Fertilizacao\_das\_culturas.pdf (iniav.pt)

Jordão, P., Marcelo, M.E. & Calouro, F. 2019. A importância do boro no olival. *Vida Rural*, nº1850, setembro, 36-37.

Jordão, P.V., Marcelo, M.E. & Centeno, M.S.L. 1999. Effect of cultivar on leaf-mineral composition of olive tree. *Acta Horticulturae*, nº 474, v. 1, 349-352.

Marcelo, M.E.; Soares, F. M.; Calouro, F. & Jordão, P. 2014. Aplicação de boro a um olival: efeito sobre os seus teores no solo, nas folhas e na produção de azeitona. Livro de Actas do Encontro Anual da SPCS 2013, 98-104. Oeiras

Paskovic', I., Perica, S., Pecina, M., Hancevic', K., Paskovic, M.P. & Custic', M.H. 2013. Leaf mineral concentration of five olive cultivars grown on calcareous soil. *Journal of Central European Agriculture*, 14(4), 1471-1478.

Toplu, C., Uygun, V. & Yildiz, E. 2009. Leaf Mineral Composition of Olive Varieties and Their Relation to Yield and Adaptation Ability. *Journal of Plant Nutrition*, 32:9, 1560-1573.

**Quadro 8** Efeito da cultivar na composição mineral de folhas de oliveira colhidas no terço médio dos raminhos da primavera anterior no *repouso invernal*, em três anos (2019 a 2021)

|                          |            | Repouso Invernal*   |                 |             |             |             |       |
|--------------------------|------------|---------------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------|
|                          |            | 'Cobrançosa'        | 'Galega Vulgar' | 'Arbequina' | 'Azeiteira' | 'Koroneiki' |       |
| <b>N</b>                 | %          | 1,26 d              | 1,31 cd         | 1,39 ab     | 1,45 a      | 1,37 bc     |       |
| <b>P</b>                 |            | 0,15 c              | 0,12 d          | 0,29 a      | 0,20 b      | 0,15 bc     |       |
| <b>K</b>                 |            | 0,68 c              | 0,75 b          | 0,99 a      | 0,70 c      | 0,96 a      |       |
| <b>Ca</b>                |            | 1,88 c              | 2,63 a          | 1,85 c      | 1,61 d      | 2,16 b      |       |
| <b>Mg</b>                |            | 0,12 c              | 0,26 a          | 0,10 d      | 0,10 d      | 0,19 b      |       |
| <b>Fe</b>                |            | 59 ab               | 57 ab           | 57 ab       | 53 b        | 64 a        |       |
| <b>Mn</b>                |            | 28 a                | 29 a            | 21 b        | 20 b        | 27 a        |       |
| <b>Zn</b>                |            | mg kg <sup>-1</sup> | 16 b            | 19 a        | 16 b        | 16 b        | 17 b  |
| <b>Cu</b>                |            |                     | 108 a           | 90 b        | 93 ab       | 80 b        | 93 ab |
| <b>B</b>                 |            |                     | 13 c            | 11 d        | 17 a        | 12 d        | 14 b  |
| <b>Produção Azeitona</b> | kg /4 árv. | 9,73 b              | 13,26 b         | 21,76 a     | 21,13 a     | 21,98 a     |       |
|                          | t/ha       | 4,8                 | 6,5             | 10,7        | 10,4        | 10,8        |       |

\*Letras distintas, na linha, indicam valores significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ ). Teste de Duncan

# 5.

## CARACTERIZAÇÃO DA FENOLOGIA DA FLORAÇÃO

António Cordeiro, Paula Martins, Ana S. Albardeiro, Laura Camboias, Pedro Jordão, Carla S. Inês

A fenologia estuda / caracteriza as fases do ciclo de vida dos organismos que são condicionadas pelas condições do meio prevalentes em cada lugar e ano. A caracterização dos processos fisiológicos associados ao ciclo reprodutivo das plantas, como a floração e o vingamento do fruto, assim como o crescimento do fruto e a acumulação de gordura, têm uma grande importância nomeadamente para compreender e explicar o comportamento de diferentes materiais vegetais.

A oliveira é uma espécie que, normalmente, apresenta uma floração muito abundante nas regiões de onde é originária na Bacia Mediterrânica. Em anos de floração muito abundante, o vingamento de 1% a 2% do total de flores é suficiente (Lavee, 1998) para a obtenção de uma muito boa produção (safra). Poderá tratar-se de um mecanismo de adaptação porque a época de floração na oliveira, comparativamente à de outras fruteiras, é tardia. Em anos de floração reduzida, a taxa de vingamento poderá ser bem maior, embora a produção final de frutos continue a ser inferior à que ocorreria num ano de safra (contrassafra).

Neste capítulo apresenta-se um conjunto de aspetos para a compreensão dos principais fatores determinantes da floração da oliveira, a classificação dos estados fenológicos proposta por Colbrant (Colbrant e Fabré, 1975) e os principais resultados obtidos nos olivais acompanhados durante a execução do GO Nutriolea.

### 5.1 Caracterização do ciclo reprodutivo

Na oliveira, todos os anos existe, em paralelo, o crescimento vegetativo e a produção de frutos, o que significa que num mesmo ano ocorrem dois ciclos reprodutivos, embora em fases distintas (**Figuras 9 e 10**). Na primeira fase do ciclo reprodutivo (ano n), ocorre o crescimento do ramo e a formação de folhas e gomos situados entre o pecíolo das folhas e o ramo (gomos axilares), assim como a indução floral dos gomos axilares que vão sendo formados; na segunda fase do ciclo reprodutivo (ano n+1), no crescimento do

ano anterior onde poderão formar-se as inflorescências, ocorrer a floração, o vingamento e a maturação dos frutos.



**Fig. 9** Ramo de oliveira com indicação da região de cada ciclo reprodutivo (ano n e ano n+1). Nota: no ano n ocorre o crescimento do ramo; no ano n+1 surgem as inflorescências a partir de gomos axilares. (Foto: Inês, C., 2019)

Na primeira fase do ciclo reprodutivo (ano n), o ano da formação dos ramos, alguns dos gomos axilares recém-formados podem ser estimulados a iniciar um novo desenvolvimento vegetativo, o que resulta na ramificação dos ramos (**Figura 9**). Este tipo de gomos axilares é também designado de “gomos prontos”.

Na oliveira, o fotoperíodo não tem, aparentemente, efeito sobre a produção de flores e no vingamento, mas as baixas temperaturas do inverno são essenciais para a ocorrência de uma floração normal. Os processos de diferenciação das inflorescências e flores são independentes do frio, mas este é necessário para que o gomo ultrapasse o estado de dormência (endodormência) em que entra após experimentar a indução floral. O frio é percebido pelas folhas pois, como verificou Ramos (2000), apenas as estacas armazenadas com folhas produziram inflorescências quando colocadas em condições favoráveis. A quebra da endodormência dos gomos florais ocorre após as plantas serem expostas a um período suficiente de frio e posteriormente a temperaturas favoráveis para o desenvolvimento. No Hemisfério Norte, os estímulos ambientais favoráveis ao desenvolvimento floral ocorrem a partir do final de fevereiro.

Como se ilustra na **Figura 10**, logo após o final do período de repouso invernal da oliveira, reinicia-se o crescimento vegetativo (ano n) e começa a segunda fase do ciclo reprodutivo (ano n+1). As diferenças morfológicas entre os gomos vegetativos e os gomos reprodutivos apenas se manifestam visualmente na primavera e durante a fase do abrolhamento.

A simultaneidade dos processos vegetativo e reprodutivo origina fenómenos de inibição e de competição pelos produtos elaborados na fotossíntese, no interior da planta. Num ano de safra, os novos crescimentos são poucos

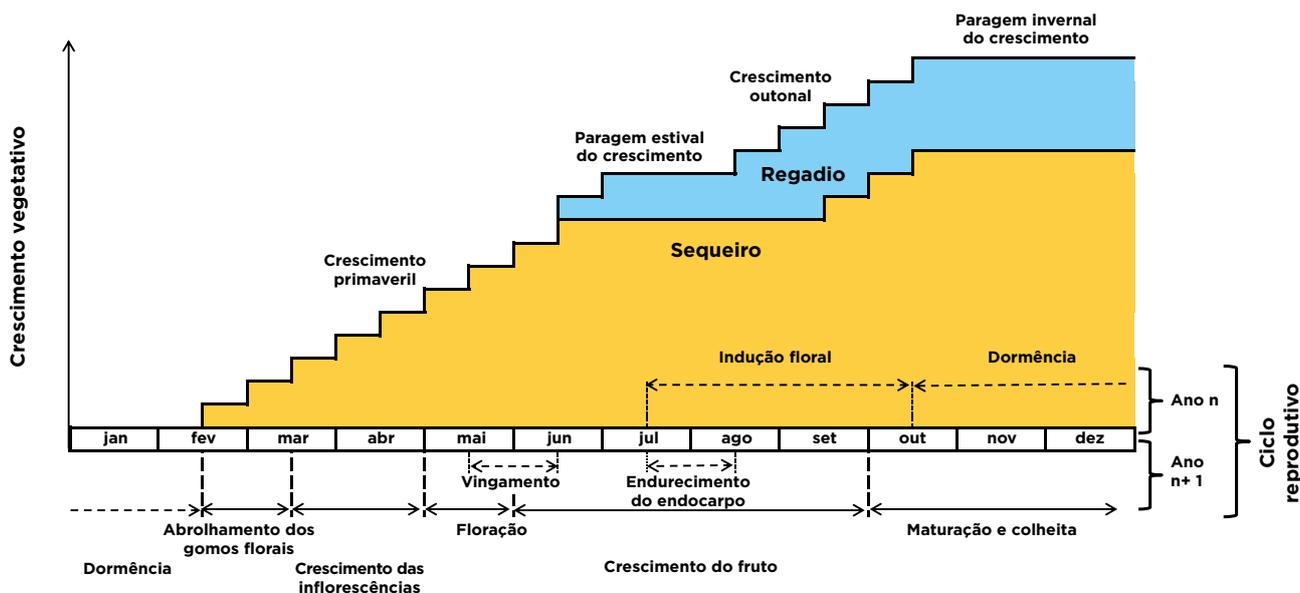


Fig. 10 Representação esquemática do ciclo bienal da oliveira (adaptado de Rallo e Cuevas, 2008).

ou inexistentes devido à elevada competição pelos fotoassimilados. Os frutos em desenvolvimento têm elevada capacidade para “canalizar” os fotoassimilados, ficando o crescimento de novos ramos prejudicado.

Em anos de safra, a carga floral pode ser tão elevada que mesmo o gomo terminal, que é normalmente vegetativo, pode dar origem a uma inflorescência. Num ano de contrassafra, o crescimento vegetativo será grande e a intensidade floral é baixa. Nestas circunstâncias, o normal é a oliveira desenvolver um mecanismo de compensação que atua antes e depois da floração. Não só a qualidade da flor é maior, mas também o vingamento é superior nos anos em que a floração é reduzida. Apesar disso, esta estratégia de compensação não é normalmente suficiente para minimizar as discrepâncias da floração com a produção, entre os anos de safra e os anos de contrassafra, o que torna a oliveira uma espécie com hábitos de alternância. Entre oliveiras em safra e em contrassafra não têm sido reportadas diferenças visíveis nos processos da diferenciação dos gomos florais (Rallo e Cuevas, 2008).

A floração na oliveira ocorre durante a primavera e é um processo gradual numa inflorescência, numa oliveira ou num olival. Num ano normal, entre o surgimento da primeira flor e da última – período de floração – podem passar em média entre 10 a 25 dias. Nos anos em que a floração é mais prolongada, coexistem ramos frutíferos com inflorescências, tendo botões por abrir, inflorescências com flores e também inflorescências com frutos vingados (**Figura 11**).



Fig. 11 Ramo frutífero com frutos vingados muito desenvolvidos e uma inflorescência com flores e botões florais por abrir. (Foto: Cordeiro, A.M., 2017)

A época de floração é uma característica de cada variedade, mas modificada nomeadamente por fatores climáticos. A influência do clima é tão grande que as suas variações podem provocar modificações anuais nos calendários da floração. Destacam-se as temperaturas e a humidade relativa extremas, a precipitação e os ventos fortes, como os mais importantes.

As temperaturas nos meses anteriores à floração são um fator determinante da data de floração. As temperaturas altas adiantam a entrada em floração, enquanto as temperaturas baixas, no mesmo intervalo, provocam atrasos. Em onze variedades de azeitona de mesa estabelecidas na Coleção Portuguesa de Referência da Oliveira (CPRCO), em Elvas, o início do período de plena floração em 2021 ocorreu entre 27 de abril e 6 de maio. A duração da floração variou entre os cinco dias observados em 'Ocal' e os onze dias em 'Redondil' e 'Conserva de Elvas' (Inês *et al.*, 2021).

Com a abertura das flores, os grãos de pólen das anteras são libertados e chegam ao estigma das flores das oliveiras vizinhas. A transferência dos grãos de pólen é designada polinização. A polinização na oliveira é principalmente anemófila, isto é, efetuada com o auxílio do vento, motivo pelo qual a planta produz uma quantidade de pólen muito superior àquela que efetivamente necessitaria (Lavee, 1998). Após a fecundação, verifica-se o crescimento do ovário para formar o fruto, o que determina o vingamento. Paralelamente, verifica-se a queda das pétalas tornando visível o ovário no cálice formado pelas sépalas. O vingamento e o crescimento dos ovários provocam a abscisão dos ovários não fecundados e dos ovários fecundados com o desenvolvimento mais atrasado. O momento principal para a abscisão dos ovários não fecundados coincide com o início da expansão celular dos ovários fertilizados. Fenologicamente corresponde ao estado **H** (Classificação Colbrant). Oito dias após a floração cerca de 20% dos ovários estão fertilizados, e aos dezoito dias a proporção aumenta para 60%. De acordo com Rapoport (2008), o número de frutos na árvore começa a estabilizar entre os 20 e os 25 dias após a floração.

## 5.2 Fenologia da floração

Na oliveira, a classificação fenológica mais difundida é a de Colbrant (Colbrant e Fabré, 1975) que caracteriza apenas o ciclo reprodutivo da oliveira (**Figura 12**). Esta classificação destaca-se pela simplicidade, facilidade de aplicação, escala bastante intuitiva e por ter sido utilizada em muitos trabalhos experimentais (Barranco *et al.*, 1994; Cordeiro e Martins, 2002).

A classificação de Colbrant é composta por onze estados fenológicos, sendo o primeiro o estado invernal de dormência dos gomos (estado **A**) que, nas nossas condições, se verifica durante o inverno.

Com a chegada da primavera, os gomos axilares florais apresentam uma forma mais arredondada e começam a desenvolver-se, engrossam e surgem com um pedúnculo (estado **B**).

De acordo com as condições climáticas, com preponderância para a temperatura, inicia-se a formação das inflorescências surgindo os diferentes andares de botões florais. Dá-se o inchamento dos botões florais que possuem um pedicelo curto; as brácteas separam-se do eixo floral e deixam ver o cálice. No estado fenológico **C**, a panícula atinge o tamanho máximo e observa-se uma equidistância dos verticilos.

No estado fenológico **D**, os botões continuam em fase de inchamento e as brácteas situadas na base separam-se dos botões. No estado fenológico **E** é possível visualizar melhor a separação entre as corolas e os cálices, alcançando as corolas um tamanho muito superior. É entre o estado **D** e o estado **E** que se formam os grãos de pólen. As corolas vão adquirindo uma tonalidade mais esbranquiçada em resultado do contínuo inchamento do botão e, pontualmente, por efeito de algum golpe de calor, alguns botões florais podem abrir. Um golpe de calor pode induzir a abertura antecipada de botões florais e por isso se considera que a floração tem o seu início apenas quando aproximadamente 5 a 10% dos botões florais estejam abertos.

O estado fenológico **F** corresponde ao início da floração, momento em que se verifica a abertura (ou antese) dos primeiros botões florais, permitindo a observação dos estames no centro das corolas brancas. No estado fenológico **F<sub>p</sub>**, a maioria das flores estão abertas (**Figuras 12 e 13**). É com a abertura das flores que ocorre a libertação dos grãos de pólen que estavam encerrados nas anteras. Por sua vez, os estigmas encontram-se recetivos, ocorrendo a polinização.

O último estado fenológico desta classificação é o *endurecimento do endocarpo* (estado **I<sub>p</sub>**), com ocorrência durante os meses de julho / agosto, nas condições do Hemisfério Norte que, por sua vez, integra dois *subestados*, denominados **I<sub>1a</sub>** e **I<sub>1b</sub>** que adiante se definem.

## CLASSIFICAÇÃO FENOLÓGICA DA FLORAÇÃO/FRUTIFICAÇÃO DA OLIVEIRA



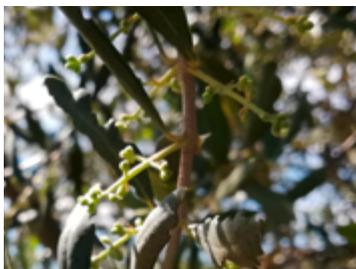
**Estado A** - Os gomos florais estão completamente fechados.



**Estado B** - Os gomos florais começam a inchar e separam-se da base através de um pedúnculo.



**Estado C** - Os verticilos do racimo floral começam a alargar-se.



**Estado D** - Racimo floral totalmente expandido e os botões florais começam a abrir-se.



**Estado E** - A corola muda da cor verde para branca.



**Estado F** - Começo da floração: cerca de 10% das flores abertas.



**Estado F<sub>1</sub>** - Plena floração: pelo menos 50% das flores estão abertas.



**Estado G** - A maioria das pétalas já caiu ou estão escurecidas e desidratadas.



**Estado H** - Fim da floração e abscisão dos ovários não fecundados.



**Estado I** - Frutos em crescimento (1º estado): frutos com o tamanho de um grão de pimenta.



**Estado I<sub>1</sub>** - Frutos em crescimento (2º estado): a lenhificação dos tecidos do endocarpo fica concluída.

**Fig. 12** Classificação Colbrant da fenologia da floração e vingamento (adaptado de Colbrant e Fabr , 1975).

### 5.3 Como avaliar o estado fenológico

Previamente ao início da observação e registo dos estados fenológicos, em cada variedade / olival / região devem ser marcadas duas a seis oliveiras da mesma variedade representativas da parcela, escolhendo-se obrigatoriamente oliveiras em produção.

A periodicidade de realização das observações e registo varia com os estados fenológicos.



**Fig. 13** Oliveira no estado  $F_1$ , com mais de 50% dos botões florais abertos.

Desde o estado fenológico **A** (novembro a janeiro) até ao estado fenológico **D/E** (1.ª quinzena de abril, na região de Elvas), as observações em campo devem ter uma periodicidade semanal. Depois de alcançar o estado fenológico **E**, e até ao estado fenológico **I** - frutos com o tamanho de um grão de pimenta (início de junho, na região de Elvas) - as observações em campo devem ter uma periodicidade bissemanal. As observações no olival superintensivo devem ser realizadas em ambos os lados das copas das oliveiras marcadas na sebe e até ao estado fenológico **I** são apenas observações visuais.

Em cada data, e após a observação fenológica das oliveiras, é importante proceder ao registo do estado fenológico mais atrasado, do estado fenológico mais adiantado e do estado fenológico dominante utilizando, por exemplo, um triângulo como o apresentado na **Figura 14**.



**Fig. 14** Esquema para o registo dos estados fenológicos.

Posteriormente ao estado fenológico **I** e até ao estado fenológico  $I_{1b}$  - final do estado de *endurecimento do endocarpo* (estado dominante) - as observações devem ter uma periodicidade semanal. Durante este período, a observação passa pela colheita de amostras aleatórias de 50 frutos nas oliveiras acompanhadas / variedade e na determinação da resistência desses frutos ao corte transversal (esta amostragem deve ter início em junho e deve realizar-se até julho / agosto).

Na apresentação dos resultados da fenologia da floração propõe-se que sejam utilizados os conceitos referidos por Barranco *et al.* (1994):

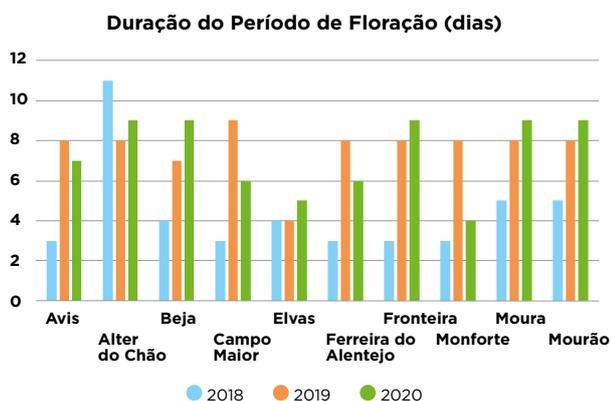
- **Início da Floração:** data correspondente à primeira anotação do estado **F** como estado fenológico mais adiantado;
- **Início da Plena Floração:** data correspondente ao primeiro registo do estado  $F_1$  como estado fenológico dominante (**Figura 13**);
- **Final da Plena Floração:** última data de anotação do estado  $F_1$  como estado fenológico dominante;
- **Plena Floração:** data média entre a data de início de plena floração e a data do final de plena floração;
- **Final da Floração:** data da primeira anotação do estado **G** - queda das pétalas - como estado fenológico dominante.

A Duração da Floração é determinada pelo número de dias entre o início da floração e o final da floração. A duração de floração varia com a variedade, o ano agrícola e o local.

Para a apresentação dos resultados da fenologia do *endurecimento do endocarpo*, estado  $I_1$ , propõe-se que sejam utilizados os seguintes conceitos:

- **Início do Estado de Endurecimento do Endocarpo ( $I_{1a}$ ):** na amostragem aleatória de frutos, a data do aparecimento dos primeiros com resistência ao corte;
- **Final do Estado de Endurecimento do Endocarpo ( $I_{1b}$ ):** na amostragem aleatória de frutos, a data em que a maioria destes -  $\geq 50\%$  - apresentar resistência ao corte.





**Fig. 16** Duração período plena floração por localidade e ano

A duração da floração variou com o ano e com a localização do olival (**Figura 16**). Em 2018 (colunas a azul) a plena floração teve a menor duração (entre 4 a 5 dias), com exceção do olival acompanhado em Alter do Chão. Em 2019 (colunas alaranjadas), o período de floração registou a maior duração (cerca de 8 dias). A região de Elvas foi a localidade onde, nos anos em análise, se registou o menor período de plena floração, 4 dias em 2018 e 2019 e 5 dias em 2020. No extremo oposto, está o olival acompanhado em Alter do Chão onde o período de plena floração variou entre os 8 dias (em 2019) e os 11 dias em 2018.

No **Quadro 9** apresenta-se a data de início da plena floração (estado  $F_1$ ), da queda das pétalas (estado  $G$ ) e de início do *endurecimento do endocarpo* (estado  $I_{1a}$ ) em alguns dos olivais acompanhados. O estado fenológico de início do

endurecimento do endocarpo coincide com o início da deposição de lenhina no tecido endospermo que irá passar a desempenhar uma função de proteção da semente, evitando que ela se danifique ou que ocorra uma germinação antecipada. Esta fase fenológica coincide, normalmente, com a fase do ano climático de temperaturas mais elevadas e de menor atividade fisiológica na oliveira.

Como se observa no **Quadro 9**, o início deste estado fenológico (aparecimento dos primeiros frutos com resistência ao corte) variou com o ano e a localidade, tendo-se iniciado em 2018 no dia 15 de julho e em 2020 no dia 11 de junho. O período que medeia entre a plena floração e o início do endurecimento do endocarpo variou entre os 41 e os 68 dias, denominados *dias após a plena Floração* (DAPF), sendo expressivos, pelo contraste, os exemplo das UA 6 e 7 (41 a 62 DAPF) e das UA 3 (61 a 68 DAPF) e UA 26 (44 a 47 DAPF), estas duas bastante mais estáveis nos três anos em causa, embora com distintas gamas de valores de DAPF (**Quadro 9**).

O conhecimento do período de ocorrência do estado fenológico do endurecimento do endocarpo (entre o estado  $I_{1a}$  e o  $I_{1b}$ ) é importante, pois é o mais difundido para se proceder à análise foliar com o objetivo de avaliar o estado de nutrição dos olivais. Para este período foram definidos *valores de referência* para tal avaliação, nomeadamente para as cultivares nacionais mais representativas, 'Galega Vulgar' e 'Cobrançosa' (Marcelo *et al.* 2014), predominantemente em condições de sequeiro, e agora para a 'Arbequina' cultivar dominante em olivais em sebe com

**Quadro 9** Datas de início da plena floração (estado  $F_1$ ), queda das pétalas (estado  $G$ ) e início do endurecimento do endocarpo (estado  $I_{1a}$ ) em alguns dos olivais acompanhados no projeto Nutriolea em 2018, 2019 e 2020.

|                     | ano                            | 2018  | 2019    | 2020    |
|---------------------|--------------------------------|---|---------|---------|
|                     | <b>LOCAL</b>                   | <b>Reguengo / Elvas - UA1</b>               |         |         |
| Estados fenológicos | Plena Floração                 | 29-Maio                                     | 15-Maio | 18-Maio |
|                     | Queda pétalas                  | 04-Jun                                      | 21-Maio | 25-Maio |
|                     | Início Endurecimento endocarpo | 30-Jul                                      | 08-Jul  | 16-Jul  |
|                     | <b>LOCAL</b>                   | <b>C. Palma / Monforte - UA3</b>            |         |         |
| Estados fenológicos | Plena Floração                 | 29-Maio                                     | 07-Maio | 08-Maio |
|                     | Queda pétalas                  | 06-Jun                                      | 16-Maio | 28-Maio |
|                     | Início Endurecimento endocarpo | 30-Jul                                      | 15-Jul  | 16-Jul  |
|                     | <b>LOCAL</b>                   | <b>Boavista / Elvas - UAs 6 e 7</b>         |         |         |
| Estados fenológicos | Plena Floração                 | 28-Maio                                     | 20-Maio | 18-Maio |
|                     | Queda pétalas                  | 11-Jun                                      | 27-Maio | 25-Maio |
|                     | Início Endurecimento endocarpo | 30-Jul                                      | 01-Jul  | 17-Jul  |
|                     | <b>LOCAL</b>                   | <b>Aldeia Luz / Mourão - UA 21</b>          |         |         |
| Estados fenológicos | Plena Floração                 | 24-Maio                                     | 06-Maio | 27-Abr  |
|                     | Queda pétalas                  | 01-Jun                                      | 13-Maio | 11-Maio |
|                     | Início Endurecimento endocarpo | 15-Jul                                      | 23-Jun  | 30-Jun  |
|                     | <b>LOCAL</b>                   | <b>Zambujal / Beja - UA 26</b>              |         |         |
| Estados fenológicos | Plena Floração                 | 28-Maio                                     | 01-Maio | 27-Abr  |
|                     | Queda pétalas                  | 01-Jun                                      | 06-Maio | 04-Maio |
|                     | Início Endurecimento endocarpo | 15-Jul                                      | 18-Jun  | 11-Jun  |
|                     | <b>LOCAL</b>                   | <b>Marmelol / Ferreira Alentejo - UA 22</b> |         |         |
| Estados fenológicos | Plena Floração                 | 28-Maio                                     | 06-Maio | 05-Maio |
|                     | Queda pétalas                  | 04-Jun                                      | 20-Maio | 11-Maio |
|                     | Início Endurecimento endocarpo | 15-Jul                                      | 01-Jul  | 25-Jun  |

fertirrega. Mais recentemente, outra classificação fenológica, a escala BBCH (Sanz-Cortés *et al.*, 2002), tem vindo a ser muito utilizada por incluir, para além do ciclo reprodutivo, o ciclo vegetativo e o da maturação do fruto. Para uma otimização destas duas classificações apresenta-se, no **Quadro 10**, uma correspondência entre elas.

**Quadro 10** Correspondência entre a Classificação de Colbrant (Colbrant e Fabr , 1975) e a Classificação BBCH - oliveira (Sanz-Cort s *et al.*, 2002).

| Classifica o COLBRANT | Classifica o BBCH - oliveira |
|-----------------------|------------------------------|
| Estado A              | Estado 50                    |
| Estado B              | Estado 51                    |
| Estado C              | Estado 54                    |
| Estado D              | Estado 55                    |
| Estado E              | Estado 59                    |
| Estado F              | Estado 60/61                 |
| Estado F1             | Estado 65                    |
| Estado G              | Estado 68                    |
| Estado H              | Estado 69                    |
| Estado I              | Estado 71                    |
| Estado II             | Estado 75                    |

## BIBLIOGRAFIA

Barranco, D., Milona, G. & Rallo, L. 1994.  pocas de floraci n de cultivares de olivo en Córdoba. *Invest Agr: Prod Prot Veg* 9: 213-220.

Colbrant, P. & Fabr , P. 1975. Stades rep res de l'olivier. *In: L'olivier*; Maillard R (ed.). pp: 24-25. INVUFLEC, Paris.

Cordeiro, A.M., Martins, P. 2002.  pocas de flora o de variedades de oliveira na região de Elvas. *Melhoramento*, 38: 205-214.

Inês, C., Pragana, J. & Cordeiro, A.M. 2021. Fenologia da flora o e endurecimento do endocarpo em variedades de azeitona de mesa. Livro Resumos IX Simpósio Nacional Olivicultura.

Lavee, S. 1998. Biologia e Fisiologia da oliveira. *In: Enciclopédia Mundial da Oliveira*. COI (Coord.). pp: 59-110. Plaza & Jan s (ed.), S.A. Madrid.

Marcelo, M.E., Calouro, F. & Jordão, P. 2014. Análise foliar (Fertiliza o). *In: Boas Práticas no Olival e no Lagar*. pp:111-129. Coord. P. Jordão. INIAV, I.P. (Ed.).

Rallo, L. & Cuevas, J. 2008. Fructificación y producción. *In: El cultivo del olivo*; Barranco, D., Fernández-Escobar, R., Rallo L (eds.). pp:127-162. Junta de Andalucía y Ed. Mundi-Prensa, 6.  ed., Madrid.

Ramos, A. 2000. Inducción floral y latencia de las yemas del olivo (*Olea europaea* L.). Doctoral thesis. Univ. Córdoba, Spain. 141 pp.

Rapoport, H. 2008. Botanica y Morfologia. *In: El cultivo del olivo*. Barranco, D., Fernández-Escobar, R., Rallo, L. (eds.). pp: 37-62. Junta de Andalucía y Ed. Mundi-Prensa, 6.  ed., Madrid.

Sanz-Cortés, F., Martínez-Calvo, J., Badenes, M.L., Bleiholder, H., Hack, H., Llacer, G. & Meier, U. 2002. Phenological growth stages of olive trees (*Olea europaea*). *Annals of Applied Biology* 140: 151-157.

# 6.

## EVOLU O DA COMPOSI O MINERAL DAS FOLHAS DAS CULTIVARES 'ARBEQUINA' E 'ARBOSANA' AO LONGO DO CICLO

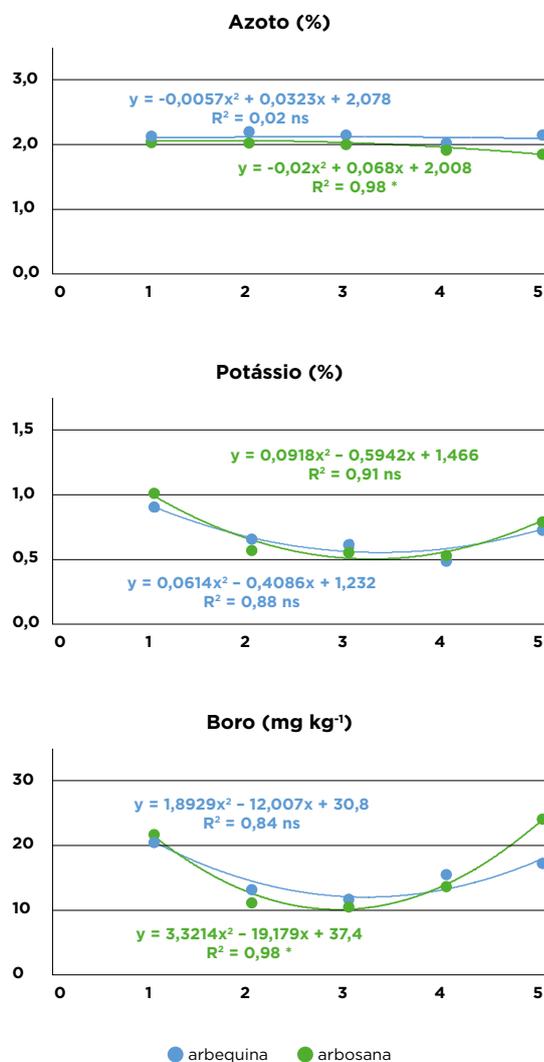
Cristina Sempiterno, Ana S. Albardeiro, Ana Raposo, Maria da Encarna o Marcelo, Pedro Jordão

Este estudo teve como objetivo avaliar o comportamento de alguns nutrientes ao longo do ciclo, nas folhas de duas das mais importantes cultivares de oliveira conduzidas em sebe, com fertirrega, no Alentejo, instaladas em condi es similares. Da sua aprecia o pode observar-se a importância do período de amostragem nos valores de referência, tendo presente o comportamento de cada um dos nutrientes ao longo do ciclo. Para o efeito, recorreu-se a dois conjuntos de sete árvores, um de 'Arbequina' e outro de 'Arbosana', plantados em Monforte, respetivamente em 2013 e 2014, em parcelas distintas, afastadas poucas dezenas de metros entre si, no mesmo tipo de solo, com o mesmo compasso (1,5 m x 6,0 m). Em dois ciclos, 2019/2020 e 2020/2021, procedeu-se   colheita de amostras de folhas, segundo as normas (cf. 3.3), em cinco épocas: *endurecimento do endocarpo*, *dois meses após o endurecimento do endocarpo*, *repouso invernal*, *estado fenológico D e plena flora o* (cf. **Figura 12**). Cada colheita de amostras de folhas contemplou igual número por árvore e por lado da sebe, incidindo sobre *folhas do terço médio dos raminhos da primavera anterior*, isto  , de 2019 e 2020. A fertiliza o com azoto, fósforo e potássio nos dois grupos de árvores foi idêntica. A produ o média de 'Arbequina' e 'Arbosana', de 2019/2020 e 2020/2021, em Monforte foi, respetivamente, de 7,4 kg/ árvore e 10,2 kg/  rvore.

### 6.1 Evolu o do azoto, potássio e boro nas folhas ao longo do ciclo

Da observa o da **Figura 17**,   perceptível a tendência de diminui o dos teores de azoto ao longo do ciclo para a 'Arbosana', e dos de potássio e boro para as duas cultivares, entre o *endurecimento do endocarpo* (EE) e o *repouso invernal* (RI), como observado por Jordão *et al.* (1994) e Jordão *et al.* (1996) para o azoto e o potássio, e por Fernández-Escobar (2017) para o boro. Registou-se igualmente uma tendência para o aumento dos teores de potássio   plena

floração e do boro neste e no estado fenológico D. Por outro lado, não obstante o relativamente elevado valor de  $R^2$  (coeficiente de determinação), exceto no caso da evolução do azoto e do boro na 'Arbosana', em que foi possível ajustar uma equação que fosse significativa ( $p \leq 0,05$ ), o mesmo não aconteceu para o potássio nas duas cultivares nem para o azoto e boro na 'Arbequina'.



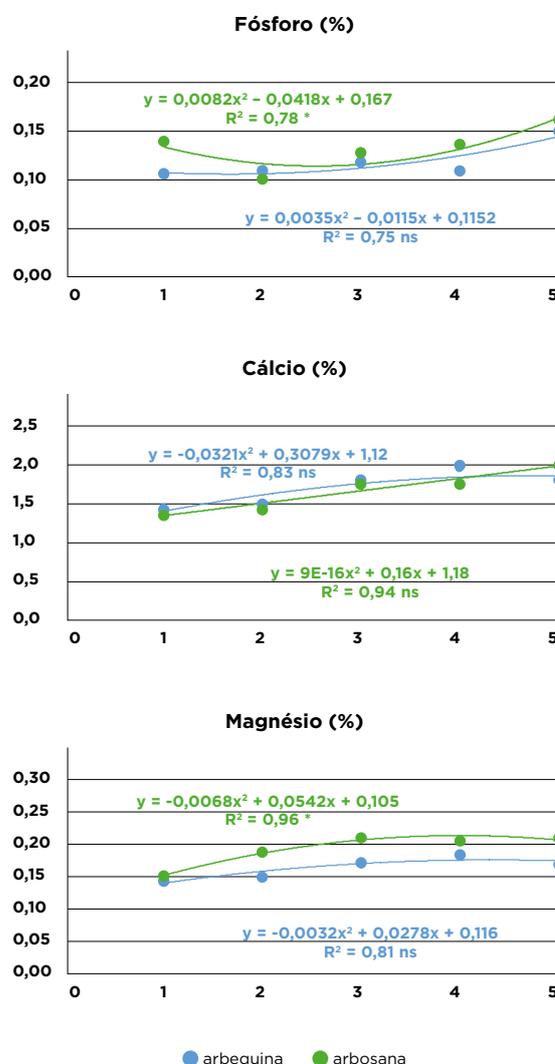
**Fig. 17** Dinâmica do azoto, potássio e boro nas folhas da 'Arbequina' e da 'Arbosana' entre o *endurecimento do endocarpo* de 2019 e a *plena floração* de 2021, - média de dois anos -, ao **1** - *endurecimento do endocarpo*, **2** - *dois meses após o endurecimento do endocarpo*, **3** - *repouso invernal*, **4** - *estado fenológico D* e **5** - *plena floração*. Nos eixos do Y apresenta-se a concentração do nutriente nas folhas

O comportamento dos diferentes nutrientes nas folhas encontra-se estreitamente associado à sua função nas culturas e mobilidade nas mesmas. Por outro lado, o fornecimento de nutrientes às plantas, quer por aplicações foliares quer por fertirrega, pode influenciar a respetiva dinâmica ao longo do ciclo. No caso do potássio e do boro a sua redução entre o *endurecimento*

do *endocarpo* e o *repouso invernal* pode traduzir a sua migração para os frutos. Aliás, o potássio é o nutriente dominante na azeitona.

## 6.2 Evolução do fósforo, cálcio e do magnésio nas folhas ao longo do ciclo

A apreciação da **Figura 18** permite constatar, ao contrário do registado para o azoto, potássio e boro, uma tendência de aumento dos teores de fósforo, cálcio e magnésio no período em causa, para as duas cultivares, tal como, aliás, era esperado, especialmente no caso do cálcio e magnésio (Jordão *et al.*, 1994 e Jordão *et al.*, 1996). No caso do fósforo, Fernández-Escobar (2017) reporta igualmente esta tendência de subida.



**Fig. 18** Dinâmica do fósforo, cálcio e magnésio nas folhas da 'Arbequina' e da 'Arbosana' entre o *endurecimento do endocarpo* de 2019 e a *plena floração* de 2021, - média de dois anos -, ao **1** - *endurecimento do endocarpo*, **2** - *dois meses após o endurecimento do endocarpo*, **3** - *repouso invernal*, **4** - *estado fenológico D* e **5** - *plena floração*. Nos eixos do Y apresenta-se a concentração do nutriente nas folhas

Dos três nutrientes em causa o cálcio é o menos móvel nas culturas, sendo um importante constituinte das paredes celulares. A sua concentração nas folhas é um indicador relevante da idade destas.

## BIBLIOGRAFIA

Fernández-Escobar, R. 2017. Fertilización. In: *El Cultivo del Olivo* (2ª ed.). D. Barranco, R. Fernández-Escobar, L. Rallo (Eds.). Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 419-460.

Jordão, P.V., Marcelo, M. E. & Calouro, F. 2018. Diagnóstico do estado de nutrição da oliveira: como é que a idade das folhas o afeta? *Vida Rural*, nº 1840, setembro, 38-40.

Jordão, P.V., Marcelo, M.E. & Vicente, M.A. 1996. Seasonal dynamics of leaf- macronutrient concentrations of olive cultivars Blanqueta and Picual self-rooted or grafted on Galega cultivar. In: IX International Colloquium for the Optimization of Plant Nutrition. Eds. P. Martin-Prével e J. Baier, Praga, 371-377.

Jordão, P.V., Soveral-Dias, J.C., Calouro, F. & Duarte, L. 1994. Effect of fertilisation on the leaf macronutrient concentration of olive tree. Eds. S. Lavee e I. Klein, Jerusalém. *Acta Horticulturae*, 356, 197-201.

# 7.

## CONCLUSÕES

Da observação do comportamento dos diferentes nutrientes é evidente que, de um modo geral, teores determinados no *repouso invernal* são distintos dos analisados ao *endurecimento do endocarpo*, pelo que os *valores de referência* estabelecidos para uma das épocas não podem ser utilizados noutra.

Relativamente à dinâmica dos distintos nutrientes ao longo do ciclo na ‘Arbequina’ e na ‘Arbosana’, apesar de não ter sido possível realizar a avaliação estatística da homogeneidade das regressões através do teste “F”, o comportamento do azoto, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e boro foi muito semelhante ao longo do período de observação nas duas cultivares.

Quanto à possibilidade de estender o uso dos *valores de referência* calculados para a ‘Arbequina’ à cultivar ‘Arbosana’, nomeadamente para o azoto, tal convicção foi reforçada quando se comparou os valores da composição mineral deste nutriente em quatro pares de situações (‘Arbequina’ *versus* ‘Arbosana’), durante dois anos (2020 e 2021), nas duas épocas consideradas (EE e RI), bem como entre as respetivas produções, e se concluiu que as diferenças eram não significativas ( $p > 0,05$ ). Tal ocorreu, não obstante a ‘Arbequina’ ter apresentado valores de azoto um pouco superiores aos da ‘Arbosana’ e a produção desta ser um pouco mais elevada (resultados não apresentados).

No que se refere ao *endurecimento do endocarpo*, os resultados apontam para a possibilidade de se utilizarem os valores de referência calculados para a ‘Arbequina’ na ‘Arbosana’ no caso do azoto, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e boro, uma vez que não existem diferenças significativas entre as respetivas médias. Porém, face ao número relativamente reduzido de dados, considera-se que esta matéria deve ser aprofundada.

O acompanhamento de um *campo de adaptação de cultivares* ao sistema de condução em sebe evidenciou o seu potencial em gerar conhecimento na área da *nutrição*, nomeadamente sobre a eficiência daquelas na absorção de diferentes nutrientes.

**A presente publicação foi elaborada no âmbito do projeto PDR2020-101-031908 (Líder): Grupo Operacional Nutriolea – Nutrição e fertilização do olival superintensivo**



O objetivo principal do Grupo Operacional Nutriolea era obter informação que permitisse o aperfeiçoamento das Recomendações de Fertilização Racional para olivais superintensivos ou em sebe, com base no conhecimento do estado de fertilidade do solo e de nutrição das árvores, qualidade da água de rega bem como na produção esperada.

Este GO teve como objetivos específicos:

1. Estabelecer valores de referência para interpretação dos resultados da análise foliar em olivais em sebe da cv. 'Arbequina', em diferentes épocas do seu ciclo, associadas aos principais estados fenológicos;
2. Definir os períodos de ocorrência dos principais estados fenológicos da cv. 'Arbequina' em olivais em sebe, nas mais importantes zonas de produção do Alentejo.

---

**LÍDER DE PROJECTO**



---

**PARCEIROS**

AORE - ASSOCIAÇÃO DOS OLIVICULTORES DA REGIÃO DE ELVAS  
OLIVUM - ASSOCIAÇÃO DE OLIVICULTORES DO SUL  
SOFAC - SOCIEDADE OLIVÍCOLA F. A. CALLADO, S.A. (ELAIA / NUTRIFARMS)

