ÍNDICE
I.II.III. Potencial elaiotecnico das variedades portuguesas 'Cobrançosa' e 'Galega Vulgar' em três épocas distintas de colheita **(parte II)**
V.VI.VII.VIII. Soutos de castanheiros: saiba como adubar árvores gigantes
IX.X. Estratégias Alimentares para a melhoria do valor nutricional da gordura dos ruminantes

Fertilização do pomar baseada no método de otimização dinâmica

Figura 1. Pomar jovem de macieira, uma espécie em que o uso de fatores de produção tende a ser particularmente elevado.

Margarida Arrobas, M. Ângelo Rodrigues
Centro de Investigação de Montanha (CIMO),
Instituto Politécnico de Bragança

1. Introdução

Os apoios comunitários obrigam os agricultores a cumprir um conjunto de requisitos que visam otimizar o uso de fatores de produção de forma a praticar-se uma agricultura mais sustentável e de menor impacte ambiental. Em pomares intensivos (Figura 1) o tópico é ainda mais relevante devido ao maior uso de fatores de produção.

No contexto da fertilização dos pomares, os produtores são obrigados a monitorizar, com uma certa periodicidade, a fertilidade do solo e o estado nutricional das árvores, procedendo, respetivamente, a análises de terras e de tecidos vegetais. No plano teórico, estas análises são de valor inquestionável, porque sem elas não se consegue fertilizar um pomar com a mínima racionalidade.

Em pomares adultos, devido sobretudo à extensão dos sistemas radiculares das árvores, a análise dos tecidos vegetais tende a fornecer mais informação que a análise de terras. Os resultados das análises de terras são muito importantes para tomar decisões de gestão da fertilidade do solo à instalação do pomar (Arrobas e Rodrigues, 2021). Durante a vida adulta das árvores, as análises de solos têm utilidade menor, embora continuem a ser úteis na avaliação da disponibilidade de nutrientes no solo e sobretudo na monitorização do valor de pH. De acordo com as normas em vigor para a produção integrada, as análises de solos são feitas com uma periodicidade menor que as análises de tecidos vegetais (DGADR, 2010, 2011). Assim, a fertilização anual do pomar deve estar baseada sobretudo em análises de tecidos vegetais. De qualquer forma, ainda que as análises de tecidos vegetais sejam um critério de diagnóstico decisivo para a fertilização do pomar adulto, o seu uso tem sido negligenciado por uma percentagem elevada de produtores.

Frequentemente, a colheita de tecidos não é feita de acordo com as normas estabelecidas para a espécie cultivada, relativamente à posição dos tecidos na copa e à data de amostragem, pelo que os resultados do laboratório, em boa verdade, não têm valor de diagnóstico.

Igualmente negativo é o facto de os agricultores acharem que são os laboratórios que devem recomendar a adubação. De facto, os laboratórios fazem uma recomendação de fertilização baseada nos resultados das análises, mas esta aproximação ao problema está longe de poder otimizar o processo e conduzir a um bom programa de fertilização. O produtor deve ter um papel central na decisão. Ele próprio deve saber interpretar o boletim de análises e tomar as suas decisões, implementando um procedimento que aqui vai ser designado de **método de otimização dinâmica**.

Nestes textos, procura clarificar-se um conjunto de aspetos relativamente à análise de tecidos vegetais e dar um conjunto de orientações aos produtores para que eles próprios possam, com segurança, estabelecer o seu programa de fertilização. A informação que aqui se disponibiliza é sobretudo aplicável às culturas perenes, designadamente pomares e vinhas.

2. Colheita das amostras de tecidos vegetais para análise

Os resultados da análise de tecidos vegetais ficam comprometidos, à partida, sempre que a amostragem é mal efetuada. Os produtores, ou as associações que os apoiam nesta tarefa, devem saber que a colheita de tecidos vegetais tem de seguir um padrão rigoroso. De contrário os resultados das análises não têm qualquer utilidade, podendo até conduzir a recomendações de fertilização completamente desajustadas às necessidades do pomar.

Na maior parte das fruteiras de elevado valor económico em Portugal os tecidos que se usam para avaliar o estado nutricional das árvores são as folhas. No caso da vinha, por exemplo, podem ser usados os pecíolos ou a folha inteira e no caso da nogueira usa-se normalmente o folíolo terminal da folha (Bryson et al., 2014). Contudo, este aspeto não é o de maior gravidade porque se um produtor tentasse entregar amostras de um tecido não apropriado o erro seria por demais evidente e os responsáveis no laboratório alertariam de imediato o produtor para a necessidade de trazer novas amostras.

Os aspetos mais importantes na colheita de amostras de tecidos vegetais para análise dizem respeito à idade do tecido, à sua posição na copa e à data de amostragem. O produtor deve ter presente que a composição de uma folha varia de forma pronunciada com a sua idade e posição na copa. Uma folha jovem, uma folha madura e uma folha envelhecida têm composição elementar marcadamente distinta. Por outro lado, folhas da mesma idade e na mesma posição na copa têm concentrações de nutrientes marcadamente diferentes na primavera, no verão e no outono. Na figura 2 mostra-se a flutuação na concentração de potássio em folhas de oliveira a partir de amostras colhidas no verão e no inverno.

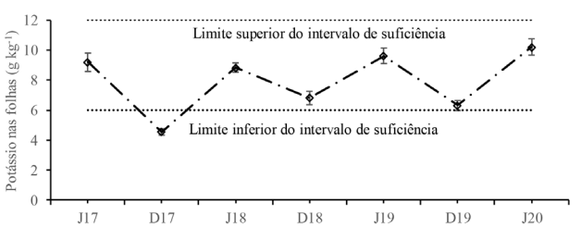

Figura 2. Potássio nas folhas de oliveira em julho (J) e dezembro (D) entre julho de 2017 (J17) e julho de 2020 (J20) numa parcela em que recebeu ao longo do tempo sempre a mesma quantidade de potássio.

Entenda-se que as normas internacionais (ou nacionais quando existam ajustamentos) para a interpretação de resultados normalmente só estão estabelecidas para um dado tecido (folha, pecíolo, …), para tecidos em uma dada posição na copa e para uma data (raramente duas) do ano muito específica. Colher amostras fora do padrão estabelecido para uma dada espécie enviesa, logo à partida, a interpretação dos resultados pelos padrões internacionais e leva a erros, que podem ser grosseiros no sistema de recomendação de fertilização.

Para que o processo de amostragem seja feito da forma correta, recomenda-se, por vezes, que se marquem árvores aleatoriamente na parcela e que se amostre sempre nas mesmas árvores ao longo dos anos (INIAV-LQARS, 2006). Pretende-se com esta técnica minimizar a influência da variabilidade espacial que sempre ocorre dentro do pomar. Por esta razão, a técnica é tanto mais importante quanto mais heterogéneo for o solo da parcela e o aspeto visual das árvores.

Figura 3. Na maior parte das fruteiras, incluindo a oliveira, devem colher-se folhas jovens com o limbo completamente expandido em ramos do ano.

Assim, é absolutamente indispensável que o produtor, ou quem o apoia nesta tarefa, faça a colheita dos tecidos pela norma que estiver estabelecida para a espécie que cultiva.

Apesar da ciência ter desenvolvido diversos métodos de interpretação de resultados das análises de tecidos vegetais (Arrobas et al., 2018; Afonso et al., 2018; Rodrigues et al., 2018), os laboratórios usam, de forma generalizada, uma das aproximações mais simples e prática, que consiste em comparar os resultados das análises com os chamados intervalos de suficiência de cada um dos nutrientes (Quadro 1). Estes intervalos estabelecem os limites de concentração de nutrientes entre os quais a planta se considera em bom estado nutricional. Se um nutriente se encontra abaixo do limite inferior do intervalo de suficiência interpreta-se como estando em deficiência e se se encontra acima do limite superior do intervalo de suficiência interpreta-se como estando em excesso. Por exemplo, o intervalo de suficiência para a concentração de azoto nas folhas de macieira, colhidas pelo procedimento padrão, situa-se entre 19 e 26 g kg^{-1} (Quadro 1). Isto significa que se o resultado da análise das folhas cair dentro do intervalo, as árvores se encontram em um estado nutricional adequado. Se o resultado da análise for inferior ou superior aos limites do intervalo, o nutriente encontra-se, respetivamente, em deficiência ou em excesso.

Quadro 1. Intervalos de suficiência para a concentração de macro e micronutrientes nas folhas de maceira colhidas no verão a partir do terço médio dos lançamentos do ano (Bryson et al., 2014).

Macronutrientes	Intervalo de suficiência	Micronutrientes	Intervalo de suficiência
Azoto (g kg^{-1})	19 – 26	Ferro (mg kg^{-1})	50 – 300
Fósforo (g kg^{-1})	0,9 – 4,0	Manganês (mg kg^{-1})	25 – 200
Potássio (g kg^{-1})	12 – 20	Cobre (mg kg^{-1})	6 – 25
Cálcio (g kg^{-1})	8 – 16	Zinco (mg kg^{-1})	20 – 100
Magnésio (g kg^{-1})	2,5 – 4,5	Boro (mg kg^{-1})	25 – 50
Enxofre (g kg^{-1})	2 – 4	Molibdénio (mg kg^{-1})	0,1 – 2,0

3. A recomendação de fertilização dos laboratórios

Os laboratórios usam os valores da análise foliar e os intervalos de suficiências dos nutrientes para propor uma adubação base para o pomar, após integrarem outras variáveis das quais se destaca a produção esperada. Face a uma recomendação do laboratório, numa primeira fase,

o produtor deve segui-la. Contudo, o laboratório usa apenas informação de um ano, o que tende a ser insuficiente. Se for entendido que a composição mineral das folhas também varia com diversos outros fatores que não se conseguem integrar na norma de colheita de folhas para análise, como sejam a carga de frutos e as variáveis ambientais (humidade ou aridez) do ano em curso, pode concluir-se que os laboratórios não têm informação suficiente para fazerem um trabalho completo.

O produtor pode fazer melhor que o laboratório desde que tenha em atenção os intervalos de suficiência para a espécie que cultiva e que integre a variabilidade interanual dos resultados da análise de tecidos no programa de fertilização. Para o efeito, o produtor deve seguir o procedimento aqui designado por método de otimização dinâmica.

4. Método de otimização dinâmica

Otimizar a fertilização de um pomar não se consegue com a informação recolhida em apenas um ano, mesmo utilizando análises de solos e análises de tecidos vegetais. Surgem interferências na flutuação de nutrientes nos tecidos, resultantes da variabilidade interanual do clima e da carga de frutos, que não se conseguem eliminar mesmo com as melhores técnicas de amostragem. Até em pomares experimentais, em que todos os anos é colocada a mesma quantidade de fertilizante e se controlam o mais possível as restantes variáveis, são observadas flutuações nas concentrações de nutrientes que nunca são fáceis de interpretar (Figura 4). São estes aspetos que levam a que os laboratórios possam falhar na recomendação de fertilização e que só os produtores podem ultrapassar.

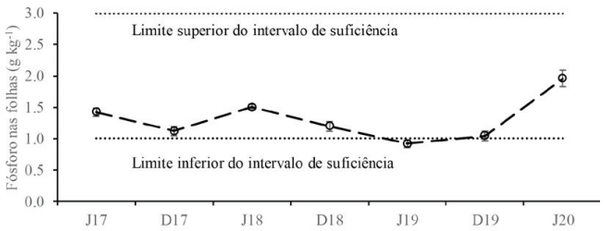

Figura 4. Fósforo nas folhas de oliveira em julho (J) e dezembro (D) entre julho de 2017 (J17) e julho de 2020 (J20) numa parcela em que recebeu ao longo do tempo sempre a mesma quantidade de fósforo.

Os produtores devem fazer uso dos resultados das análises do ano em curso e compará-las com resultados de anos anteriores, numa sequência tão longa quanto possível, e ver como os resultados flutuam em relação aos intervalos de suficiência dos nutrientes. No ano seguinte faz a mesma coisa e assim sucessivamente. Isto é, em cada ano o produtor deve ter na sua posse os resultados da análise dos anos anteriores.

O produtor deve ter em conta que mais importante que o resultado desse ano é a tendência. Isto é, deve verificar para cada nutriente se algum está em tendência crescente ou decrescente. Uma tendência crescente indica que está a aplicar esse nutriente em quantidade superior às necessidades das plantas e uma tendência decrescente indica o inverso, que deverá reforçar a aplicação desse nutriente.

Partindo de uma fertilização "média", por exemplo a que foi proposta pelo laboratório no ano anterior, o produtor tem de estar atento às tendências na evolução da concentração de nutrientes nos tecidos para decidir sobre a adubação do próximo ano.

Assim, relativamente a uma adubação inicial "média" o produtor vai aumentando certos nutrientes e reduzindo outros, de forma a que a sua concentração nos tecidos permaneça dentro do intervalo de suficiência. Sempre que possível, o produtor deve ajustar a fertilização enquanto as concentrações dos nutrientes estão dentro do intervalo de suficiência, ainda que já tenham evidenciado alguma tendência de acréscimo ou decréscimo. Sempre que a concentração de algum nutriente sai da zona de suficiência é expectável que a planta já esteja num desequilíbrio nutricional que leve a redução na produtividade.

O produtor deve ter ainda em conta, e os resultados vão dar-lhe essa experiência, que as coisas podem não ser tão simples como se descreveu no parágrafo anterior. A concentração de alguns nutrientes nos tecidos tende a flutuar muito de ano para ano sem que isso configure um desequilíbrio nutricional, enquanto a concentração de outros se mantém mais estável. No caso do potássio, as variações podem ser tão grandes que em dado ano as concentrações do nutriente podem estar acima do limite superior do intervalo de suficiência e no ano seguinte abaixo do limite inferior. Isto acontece porque a concentração de potássio das folhas está muito dependente da carga de frutos e da humidade da estação de crescimento (sobretudo em pomares de sequeiro) e prova como é difícil acertar a recomendação de fertilização com a informação de apenas um ano e as vantagens de se integrar a informação de uma série de anos.

Com o tempo, o produtor vai entender o que são flutuações esporádicas e o que são tendências consistentes e estará em condições privilegiadas para tomar boas decisões e estabelecer um programa de fertilização de muito melhor qualidade do que aquele que os laboratórios de análises podem efetuar.

5. Nota final

O método de otimização dinâmica baseado na análise regular de tecidos vegetais e na comparação plurianual dos resultados, tentando identificar tendências na concentração dos nutrientes nos tecidos é a única forma dos produtores usarem menores quantidades de fertilizantes para otimizar o estado nutricional do pomar. Do menor uso de fertilizantes advêm benefícios económicos para o produtor e enormes benefícios ambientais para a sociedade, uma vez que o uso excessivo de fertilizantes leva à contaminação e eutrofização das águas e à emissão de gases poluentes para a atmosfera.

Agradecimento
Grupo Operacional Novas práticas em olivais de sequeiro: estratégias de mitigação e adaptação às alterações climáticas (Iniciativa ID 278).

Referências

Afonso S, Arrobas M, Ferreira IQ, Rodrigues MA. 2018. Leaf nutrient concentration standards for lemon verbena (*Aloysia citrodora* Paláu) obtained from field and pot fertilization experiments. J Appl Res Med Aromat Plants 8: 33-40. https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2017.09.004
Arrobas M, Ferreira IQ, Afonso S, Rodrigues MA. 2018. Sufficiency ranges and crop nutrient removals for peppermint (*Mentha* x *piperita* L.) established from field and pot fertilizer experiments. Commun Soil Sci Plant Anal 49(14): 1719-1730. DOI:10.1080/00103624.2018.1474909
Arrobas M, Rodrigues MA. 2021. Corrigir o solo antes da instalação do pomar. O que é realmente importante? Vida Rural (fevereiro), 77-81.
Bryson GM, Mills HA, Sasseville DN, Jones JB Jr, Barker AV. 2014. Plant Analysis Handbook III. Micro-Macro Publishing, Inc., Athens, Georgia, USA.
DGADR (Direção Geral da Agricultura e Desenvolvimento Rural). 2010. Proteção integrada do olival. 2ª edição. Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Lisboa.
DGADR (Direção Geral da Agricultura e Desenvolvimento Rural). 2011. Normas técnicas para a produção integrada de pomóideas (vol. 1).. Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Lisboa.
INIAV-LQARS. 2006. Manual de Fertilização das Culturas. INIAV – Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva, Lisboa.
Rodrigues MA, Ferreira IQ, Afonso S, Arrobas M. 2018. Sufficiency ranges and nutrient removals in lemon balm based on crop response to applied nitrogen, phosphorus, potassium and boron. J Plant Nutr 41 (8): 996-1008. https://doi.org/10.1080/01904167.2018.1431671.