



# MANUAL DE FERTILIZAÇÃO DO SOBREIRO



# Índice

<b>A</b>	<b>Aspetos gerais sobre a fertilidade do solo</b>	3
<b>1.</b>	<b>Algumas características físicas, químicas e biológicas do solo</b>	3
<b>2.</b>	<b>Formas e disponibilidade dos nutrientes no solo</b>	6
2.1	Macronutrientes	7
2.2	Micronutrientes	9
<b>3.</b>	<b>A análise de terra</b>	10
3.1	Colheita de amostras de terra	10
3.2	Equipamento de colheita de amostras	11
<b>B</b>	<b>Aspetos gerais sobre a nutrição das plantas</b>	12
<b>1.</b>	<b>Macronutrientes</b>	12
<b>2.</b>	<b>Micronutrientes</b>	12
<b>3.</b>	<b>A análise foliar</b>	13
3.1	Colheita de amostras de folhas	13
3.2	Valores de referência para interpretação da análise foliar	14
<b>C</b>	<b>A fertilização do sobreiro</b>	15
<b>1.</b>	<b>Principais tipos de fertilizantes</b>	15
<b>2.</b>	<b>Aplicação de fertilizantes</b>	16
<b>D</b>	<b>Recomendações de fertilização</b>	17
	<b>Bibliografia</b>	19

## Ficha Técnica

### Título

Manual de Fertilização do Sobreiro

### Autores

Fátima Calouro, Cristina Sempiterno, Maria da Encarnação Marcelo, Pedro Jordão, Rui Fernandes, Teresa Soares-David, Teresa Valdiviesso e Conceição Santos Silva.

### Colaboração

Adozinda Curto, Alberto Azevedo-Gomes, Anabela Veloso, Ana Mafalda Braga, Ana Raposo, Augusta Costa, Bernardo Lopes, Elisabete Inácio, Fernanda Rebelo, Filipa Azinheira, Gualter Tavares, Henrique Calado, Isabel Pais, Isabel V. Castro, J. Casimiro Martins, J.P Azevedo-Gomes, José Cavaco, José Martins, Luis Miguel Monteiro, Luisa Peixoto, Margarida Gaspar, Marta Ribeiro Telles, M. João Moura, Natália Correia, Pablo Pereira, Paula Fareleira, Pedro Marques, Raquel Mano, Ricardo Barroso, Ricardo Esperança, Rui Arsénio, Rui Martins, Sónia Martins, Teresa Afonso e Tiago Mucha.

### Edição

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

### Coordenação

Fátima Calouro

### Composição gráfica e capa

Whitespace

### ISBN

978-972-579-064-9

### Agradecimentos

Agradecimentos são devidos aos restantes parceiros e colaboradores do projeto, designadamente a: Instituto Superior de Agronomia, Companhia das Lezírias S.A., Equipar – Viveiros Florestais Lda, Luis Filipe Bual Falcão da Luz e Pedro Sacadura Teixeira Cabral Duarte Silveira, bem como aos proprietários dos montados monitorizados ao longo do projeto, pela sua disponibilidade e empenho na realização do mesmo.

Dezembro, 2021

# A

## Aspetos gerais sobre a fertilidade do solo

O solo, para além da água e do ar que contém, é constituído por partículas minerais e orgânicas de várias dimensões que lhe conferem características diferentes, consoante dominem umas ou outras e, dentro destas, se as mais finas ou as mais grosseiras.

Em Portugal, a maioria dos solos é *mineral*, ou seja, a matéria mineral é dominante, sendo muito poucos os solos *orgânicos* (com teores superiores a 15% de matéria orgânica).

Do ponto de vista da nutrição das plantas, apenas as partículas mais finas, com dimensões inferiores a 2 mm – a chamada terra fina – são consideradas, sendo esta a fração que é analisada para avaliação do estado de fertilidade do solo.

Algumas das características do solo podem ser observadas em pleno campo, bastando para tal um exame atento ao seu perfil. Outras, como a textura, os teores de matéria orgânica e de nutrientes minerais, reação (pH) e capacidade de troca catiónica, só podem ser avaliadas através da análise laboratorial.

# 1.

## Algumas características físicas, químicas e biológicas do solo

Entre as características físicas, químicas e biológicas do solo, destacam-se as seguintes:

---

- **Textura**

É a proporção existente no solo entre os teores (lotes) de areia, limo e argila. De acordo com os valores dominantes de cada um deles, a textura é classificada em arenosa, limosa, argilosa, argiloarenosa, arenofranca, francolimosa, etc.

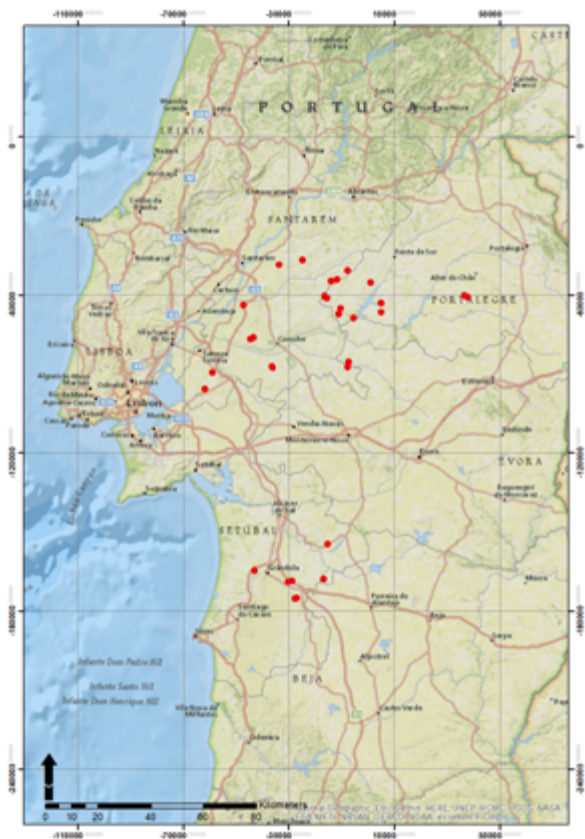
A textura influencia a retenção da água e dos nutrientes no solo: solos de textura fina (com elevados teores de argila ou de limo) retêm com maior facilidade os nutrientes e a água. Em solos de textura ligeira, a água drena facilmente ao longo do perfil do solo e, frequentemente, transporta nutrientes em solução (lixiviação) que, assim, se perdem para as culturas e podem causar problemas de poluição dos aquíferos.

---

**No âmbito do grupo operacional NUTRISUBER, foi monitorizado o estado de fertilidade dos solos de montado de sobreiro em Portugal, através de amostragem efetuada em 30 montados adultos, instalados na NUT II – Alentejo (Figura 1), tendo-se verificado que os solos monitorizados são maioritariamente de textura ligeira (principalmente franco-arenosa).**

---

**Figura 1.**  
Distribuição espacial das Unidades de Observação Permanente (Fonte: UNAC)



#### • Estrutura

A estrutura do solo refere-se à forma e arranjo das partículas do solo e dos respectivos espaços vazios entre elas, considerando-se não só as partículas individuais de areia, limo e argila, mas também as partículas compostas: os agregados estruturais.

A estrutura do solo afeta o seu arejamento, o movimento da água e a temperatura, bem como a sua resistência à erosão. Afeta, ainda, a atividade biológica, o crescimento de raízes e a emergência das plântulas.

A utilização incorreta de determinadas práticas agrícolas, como a mobilização do solo e a rega, pode levar à destruição da estrutura do solo, nomeadamente através da sua compactação. Tal conduz à redução ou até à eliminação dos poros de maior dimensão (macroporos) existentes entre as partículas do solo e seus agregados, promovendo a diminuição da capacidade de drenagem ou a capacidade de retenção de água.

#### • Matéria orgânica do solo

A matéria orgânica do solo é formada por biomassa viva, constituída por fragmentos de plantas e animais e por microrganismos, raízes mortas e outros resíduos vegetais em decomposição, material orgânico de dimensões microscópicas em solução e uma mistura amorfa e complexa de substâncias orgânicas com dimensões coloidais: o húmus. É principalmente no húmus que residem as propriedades coloidais da matéria orgânica que lhe conferem uma capacidade de troca catiónica muito superior à da argila, conferindo ao solo características favoráveis à produção agrícola e florestal.

O teor de matéria orgânica do solo não ultrapassa, geralmente, o valor de 5% na camada superficial (0 - 0,20 m), mas é a sua existência que torna o solo vivo.

A ausência deste constituinte, como acontece nas regiões áridas (com valores inferiores a 0,1%), torna o solo apenas no suporte físico das plantas que nele vegetam.

A matéria orgânica dos solos é o principal fornecedor de nutrientes às espécies vegetais (para além dos fertilizantes), necessitando previamente de ser mineralizada.

---

**Em Portugal, os solos de montado são maioritariamente pobres em matéria orgânica, apresentando teores inferiores a 1,5% na camada superficial (0-20 cm).**

---

Nos solos florestais, em particular nos solos pobres e arenosos, assume particular importância para as espécies florestais a “folhada” do solo, fonte de nutrientes e meio de propagação de fungos micorrízicos. De notar que, na colheita de amostras de terra, a “folhada” do solo não é considerada.

#### • Reação do solo (pH)

O grau de acidez ou de alcalinidade do solo é avaliado através do valor do seu pH que varia, mais frequentemente, entre 4 e 8,5. Valores inferiores a 6,5 referem-se a solos ácidos e superiores a 7,5 indicam solos alcalinos.

A acidez do solo resulta, em primeiro lugar, de processos naturais dependentes da natureza da rocha que deu origem ao solo e da pluviosidade que, se excessiva, promove a existência de solos mais ácidos. Pode também ser agravada, ou contrariada, pelas práticas culturais utilizadas.

---

**Os valores de pH(H<sub>2</sub>O) dos solos de montado variam entre o ácido (4,6 a 5,5) e o pouco ácido (5,6 a 6,5) situando-se, maioritariamente, nesta última faixa de pH.**

---

O valor do pH do solo influencia a disponibilidade dos nutrientes para as plantas, o mesmo se verificando com a atividade de muitos microrganismos indispensáveis à transformação dos nutrientes no solo.

---

- **Catiões de troca e capacidade de troca catiónica**

As partículas minerais e orgânicas mais finas do solo (respetivamente argila e húmus) apresentam características particulares, designadamente as suas propriedades coloidais. Apresentam cargas elétricas à superfície, o que lhes permite atrair, reter e trocar elementos que apresentem também cargas elétricas (*iões*).

O conjunto constituído pelas substâncias coloidais do solo (sobretudo argila e húmus), em que se processam fenómenos de troca ou permuta de iões, designa-se, habitualmente, por complexo de troca do solo e a capacidade máxima que o solo tem de adsorver catiões recebe o nome de capacidade de troca catiónica. O termo “troca” resulta da possibilidade de os iões poderem ser trocados por outros com cargas elétricas do mesmo sinal: um catião adsorvido, por exemplo o catião K<sup>+</sup>, pode ser trocado por outro catião, como o Na<sup>+</sup>, que se encontre na solução do solo. Este fenómeno ocorre natural e permanentemente, encontrando-se os iões da solução do solo em equilíbrio com aqueles que se encontram adsorvidos à superfície dos coloides.

---

**A capacidade de troca catiónica do solo depende dos seus teores de matéria orgânica e do tipo de argila presente. Os resultados obtidos no âmbito do GO NUTRISUBER mostram que os solos de montado apresentam capacidades de troca catiónica predominantemente muito baixas e baixas, evidenciando baixo poder de retenção de nutrientes na forma catiónica, como sejam o cálcio, o magnésio e o potássio.**

---

Na maioria dos casos, os iões retidos no complexo de troca são nutrientes, como o cálcio, o magnésio e o potássio, (respetivamente, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>). A estes três catiões e ao sódio (Na<sup>+</sup>) dá-se o nome de catiões de troca.

---

- **Microrganismos do solo benéficos para as espécies vegetais**

O solo constitui um grande reservatório de microrganismos, nele se encontrando, entre outros, bactérias e fungos que intervem de forma benéfica na nutrição das espécies vegetais e na fertilidade do solo.

As bactérias constituem o grupo mais numeroso e diversificado, delas se destacando as bactérias fixadoras de azoto que promovem a fixação biológica do nutriente através da simbiose rizóbio/leguminosa (Figura 2), um dos principais processos de fornecimento gratuito e não poluente de azoto aos solos. Tal é possível através da instalação de pastagens à base de leguminosas que, segundo alguns autores, podem introduzir, no solo, quantidades apreciáveis de azoto atmosférico (entre 30 a 100 ou mais kg/ha/ano de N) consoante o tipo de pastagem, utilizando rizóbios específicos como biofertilizantes. Outras, genericamente designadas por bactérias promotoras do crescimento das plantas, proporcionam o aumento da disponibilidade de nutrientes

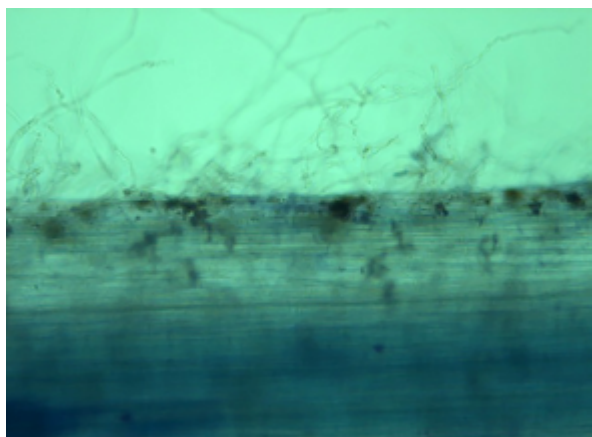
no solo, como é o caso de várias *Pseudomonas* que são capazes de solubilizar o fósforo imobilizado no solo, torná-lo disponível para as plantas e melhorar a eficiência de utilização dos adubos fosfatados.

**Figura 2**  
Nódulos de rizóbio em raiz de leguminosa (INIAV)



Outro grupo de microrganismos do solo benéficos para as plantas inclui os fungos micorrízicos (Figura 3) que, formando associações simbióticas com as raízes das plantas, designadas por micorrizas, proporcionam o aumento da superfície de contacto das raízes com o solo, facilitando a absorção de água e nutrientes, principalmente fósforo, que são absorvidos pelas hifas do fungo existentes no exterior das raízes.

**Figura 3**  
Micorrizas em raízes secundárias de batateira (INIAV)



## 2. Formas e disponibilidade dos nutrientes no solo

Os nutrientes encontram-se no solo na forma orgânica ou mineral, o que influencia a sua disponibilidade para as plantas, uma vez que apenas são absorvidos quando se encontram na solução do solo e sob determinadas formas iónicas. Deste modo, e antes de serem utilizados pelas plantas, os nutrientes são sujeitos a processos de transformação nas formas adequadas que dependem, designadamente, dos seguintes fatores:

- Taxa de mineralização da matéria orgânica (azoto, fósforo, enxofre e alguns micronutrientes), da responsabilidade de alguns microrganismos do solo;
- Reações químicas, como sejam adsorção, precipitação ou quelatação por ligandos orgânicos, que podem impedir a utilização de determinados nutrientes pelas plantas, embora se encontrem no solo.

A disponibilidade dos nutrientes no solo é, ainda, influenciada por outros fatores, entre os quais se inclui o seu grau de acidez ou de alcalinidade e a compactação.

Em solos ácidos, pode verificar-se a imobilização de determinados nutrientes, como o fósforo, ou a toxicidade de determinados elementos, nutrientes ou não, como o manganês e o alumínio. Em solos alcalinos, nomeadamente em solos calcários, com complexo de troca dominado pelo cálcio e pelo magnésio, pode observar-se indisponibilidade de fósforo e de ferro e menor disponibilidade de zinco e de manganês. Nestes solos, pode ainda verificar-se insuficiência de potássio induzida pela presença, em grande quantidade, de cálcio e de magnésio.

De um modo geral, a faixa de pH do solo mais favorável à disponibilidade dos nutrientes situa-se entre 6 e 8.

De referir, ainda, o efeito negativo da compactação do solo sobre a absorção radicular dos nutrientes, uma vez que pode limitar, de forma mais ou menos severa, a expansão radicular e, assim, o volume de terra onde ocorre a absorção dos nutrientes.

As plantas obtêm diretamente os nutrientes da solução do solo, onde se encontram em equilíbrio com o complexo de troca e outros componentes do solo. A capacidade que dado solo possui para fornecer nutrientes às plantas encontra-se intimamente ligada ao complexo de troca. Os nutrientes minerais são disponibilizados para a planta através de processos de meteorização e mineralização realizados por microrganismos do solo especializados, a uma determinada taxa que é regulada por processos químicos de equilíbrio entre a fase sólida e a solução do solo, por um lado, e entre esta e as raízes das plantas, por outro. Alguns solos, como os de textura ligeira, pobres em matéria orgânica, são capazes de fornecer à planta com rapidez os nutrientes, esgotando rapidamente as suas reservas, enquanto outros, bem providos de matéria orgânica, podem manter um fornecimento de nutrientes mais ou menos prolongado.

## 2.1 Macronutrientes

---

### • Azoto (N)

O azoto é o nutriente que mais frequentemente limita o crescimento e o desenvolvimento das espécies vegetais. A maioria das plantas absorve o azoto sob a forma de ião nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), embora uma pequena percentagem do azoto total utilizado possa ser absorvido sob a forma amoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) ou, como no caso das leguminosas, a partir do azoto atmosférico.

Os nitratos são sais muito solúveis em água e o ião nitrato, que os constitui, não é suscetível de ser retido na maioria dos solos, em consequência do seu fraco poder de adsorção (retenção) no complexo coloidal do solo (sobretudo argila e húmus) e por não formar compostos insolúveis.

Cerca de 98% do azoto presente no solo encontra-se, fundamentalmente, ligado à matéria orgânica e, para que possa ser utilizado pelas plantas, necessita de passar por um processo de mineralização, por ação dos microrganismos do solo que, ao quebrarem as ligações orgânicas, permitem a libertação do N mineral, inicialmente sob a forma amoniacal mas que, rapidamente, se converte em azoto nítrico, através da ação das bactérias nitrificantes (nitrificação).

Contrariamente ao que acontece com o azoto nítrico, o azoto amoniacal, sob a forma de ião amónio, é facilmente retido no complexo de adsorção do solo e, por isso, não fica tão sujeito às perdas por lixiviação através das águas de percolação. No entanto, em solos de textura ligeira, pode ser perdido por lixiviação, embora a uma velocidade e em quantidades inferiores às dos nitratos.

O azoto orgânico não está imediatamente disponível para as plantas que só o podem absorver depois de ser mineralizado. Antes disso, é fortemente retido no solo e não se perde por lixiviação. Todavia, pode perder-se por erosão hídrica do solo, por arrastamento das partículas de limo ou argila a que se encontra associado, contribuindo para o empobrecimento do solo e para a eutrofização das águas superficiais.

Estima-se que, por cada unidade percentual de matéria orgânica existente na camada superficial do solo, sejam mineralizados anualmente 30 e 45 kg de N por hectare, respetivamente em solos de textura fina e de textura grosseira.

---

### • Fósforo (P)

O fósforo é, de um modo geral e relativamente ao azoto e ao potássio, absorvido em menores quantidades pelas espécies vegetais e apresenta um comportamento no solo que o diferencia, marcadamente, sobretudo do azoto. Intervém em diversos processos fisiológicos das plantas, sendo imprescindível ao crescimento das raízes, que tendem a ser mais numerosas nas zonas da parcela mais ricas em fósforo.

Embora o teor de P no solo possa atingir valores apreciáveis, essencialmente devido às aplicações de fertilizantes fosfatados, a maior parte não se encontra, geralmente, em formas passíveis de serem absorvidas pelas plantas, o que o torna, com muita frequência, fator limitante da nutrição vegetal.

Em média, estima-se que menos de 5% da quantidade total de fósforo existente no solo se encontra sob formas imediatamente disponíveis para as plantas, ou disponíveis no curto prazo.

A disponibilidade do P do solo para as espécies vegetais depende de vários fatores, entre os quais se salienta a reação do

solo. Assim, em solos ácidos, a maior parte do P encontra-se adsorvido à superfície dos minerais de argila e óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, sob formas insolúveis e de reduzida disponibilidade para as plantas. Ainda em solos ácidos, podem ocorrer reações de precipitação do P, envolvendo o ferro e o alumínio, formando-se precipitados insolúveis, o que o torna indisponível.

Apenas em solos com  $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$  variando entre 6,0 e 7,0, os fenómenos de fixação do elemento são mínimos e a disponibilidade do nutriente é mais elevada.

O teor de humidade e a temperatura do solo também afetam a disponibilidade de fósforo, verificando-se que, à medida que o teor de humidade do solo diminui, a mobilidade do nutriente no solo é bastante reduzida. Por outro lado, a decomposição da matéria orgânica, que pode ser uma fonte importante de fósforo, é afetada não só pelo teor de humidade do solo, mas também pela sua temperatura: À medida que a temperatura do solo aumenta, se o nível de humidade for o adequado, o mesmo se verifica com a taxa de mineralização do fósforo presente na matéria orgânica, aumentando a sua disponibilidade no solo.

Em condições naturais, grande parte das plantas cultivadas, incluindo o sobreiro, associa-se a certos fungos do solo, formando micorrizas, absorvendo quantidades mais elevadas de fósforo e utilizando de forma mais eficiente as fontes de fósforo existentes no solo mas que se encontram em formas indisponíveis para a planta.

---

#### • **Potássio (K)**

A seguir ao azoto e, nalguns casos, ao cálcio, o potássio é o nutriente que é absorvido pelas plantas em maiores quantidades. Solos ricos em potássio podem, nalguns casos, promover a redução da absorção de magnésio, originando deficiências daquele nutriente. Também a aplicação de grandes quantidades do nutriente em solos pobres em magnésio pode dar origem ao mesmo resultado.

O potássio faz parte da constituição de muitos minerais pelo que, em boa parte dos solos nacionais incluindo os de montado, o nutriente é relativamente abundante, embora grande parte do potássio presente no solo se encontre em formas não disponíveis para as espécies vegetais.

Embora não seja tão fortemente retido no solo como o fósforo, podem verificar-se processos de fixação de potássio mais ou menos complexos, consoante o material originário do solo. No entanto, a fixação do nutriente não é irreversível, podendo ser de novo libertado e utilizado pelas plantas. Outros fatores, como a compactação e o alagamento do solo, bem como a alternância de condições de humidade – secura, prejudicam a absorção do nutriente.

---

#### • **Cálcio (Ca)**

O cálcio é um elemento presente no solo sob várias formas, fazendo parte da constituição de vários minerais, dos quais o mais vulgar é a calcite, ou encontrando-se adsorvido no complexo de troca onde é, geralmente, o catião dominante. Nos solos neutros, as plantas raramente têm dificuldade na sua absorção. Pelo contrário, em solos ácidos, apesar de se verificarem, por vezes, quantidades importantes de cálcio, as situações de carência podem ocorrer. Este facto resulta do grau de saturação do complexo de troca em Ca, Mg, Na e K ser baixo neste tipo de solos.

O excesso de cálcio, traduzido por um grau de saturação no complexo de troca muito elevado neste elemento ou pela presença de carbonatos, manifesta-se, principalmente, por desequilíbrios nutritivos, tendo as plantas dificuldades na absorção de outros elementos, como por exemplo de magnésio, de ferro, de manganês ou de zinco.

A absorção do cálcio é prejudicada pela presença, no solo, de quantidades excessivas de azoto amoniacal, potássio, magnésio, manganês e alumínio.

O cálcio pode ser perdido por lixiviação em solos de textura ligeira.

---

#### • **Magnésio (Mg)**

O magnésio apresenta um comportamento no solo muito semelhante ao do cálcio, encontrando-se igualmente adsorvido no complexo de troca e na solução do solo, onde é rapidamente absorvido pelas raízes. Também se encontra no solo em formas não disponíveis ou disponíveis a longo prazo, fazendo parte de calcários dolomíticos (magnesianos), de minerais de argila e dos feldspatos.



A disponibilidade do magnésio no solo é influenciada pela presença de outros nutrientes, designadamente pelo potássio que, se em níveis elevados no complexo de troca, pode interferir com a absorção do nutriente, o mesmo se verificando se forem aplicadas grandes quantidades de azoto na forma amoniacal em solos pobres em magnésio. Encontra-se sujeito a perdas por lixiviação ou erosão do solo.

**No Quadro 1 apresenta-se a distribuição dos macronutrientes (P, K e Mg) pelas classes de fertilidade do solo utilizadas em Portugal. Trata-se de valores obtidos experimentalmente, extraídos por métodos laboratoriais que simulam as frações disponíveis para as plantas.**

Não se consideram, geralmente, classes de fertilidade para o azoto, uma vez que, como foi referido, este nutriente se encontra no solo, em larga percentagem, sob formas não imediatamente disponíveis para as espécies vegetais.

## 2.2 Micronutrientes

Tal como no caso dos macronutrientes, os níveis de micronutrientes no solo dependem, essencialmente, da natureza da rocha-mãe. Salvo algumas exceções, estes teores são suficientes para assegurar a nutrição das espécies vegetais cultivadas.

### • Ferro (Fe)

A carência de ferro surge em solos de pH elevado, sendo frequente em solos com carbonatos ou que foram sujeitos a calagens excessivas (sobrecalagem). Dada a natureza dos solos em que se encontram instalados, não é previsível a ocorrência de carência de ferro nos montados nacionais. A carência de ferro pode ocorrer em solos em que se verifiquem eventuais desequilíbrios existentes entre os teores de ferro e os de molibdénio, cobre ou manganês, teores excessivos de fósforo ou baixos níveis de matéria orgânica.

### • Manganês (Mn)

No solo, o manganês pode existir nas formas mineral ou orgânica e retido no complexo de troca ou na solução do solo. Embora possa existir em grandes quantidades, de um modo geral, apenas uma pequena parte está disponível para as espécies vegetais sendo esta disponibilidade influenciada por diversos fatores, como sejam o valor do pH do solo. Nos solos de montado, geralmente ácidos e por vezes sujeitos a encharcamento e pouco arejados, pode encontrar-se em níveis muito elevados, causando eventuais problemas de toxicidade, em particular nas espécies herbáceas leguminosas do sobcoberto e originar elevados níveis de absorção ao nível do sobreiro.

Nestas condições, a aplicação de um corretivo calcário magnesiano ou dolomítico, em doses recomendadas pelos laboratórios de análise, pode ajudar a resolver o problema, ao melhorar o equilíbrio Mn / Mg no solo.

### Quadro 1

Classes de fertilidade do solo para fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg)

Parâmetro	Método de extração	Classes de fertilidade (mg kg <sup>-1</sup> )				
		Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito alto
$P_2O_5$	(1)	≤ 25	26-50	51-100	101-200	> 200
	(2)	≤ 17	18-34	35-56	57-115	> 115
$K_2O$	(1)	≤ 25	26-50	51-100	101-200	> 200
Mg	(3)	≤ 30	31-60	61-90	91-125	> 125

Fontes: LQARS (2006); Serrão et al. (2011); (1) Egner-Riehm modificado - Lactato de amónio + ácido acético; (2) Olsen - Bicarbonato de sódio; (3) Acetato de amónio a pH 7.

---

- **Zinco (Zn)**

O zinco apresenta, com certa frequência, teores baixos nos solos. No âmbito do projeto NUTRISUBER, verificou-se que cerca de 80% dos solos monitorizados apresentavam teores muito baixos e baixos.

Vários fatores concorrem para diminuir a disponibilidade do zinco no solo, entre os quais são de referir os elevados valores de pH pois, nestas circunstâncias, o zinco forma compostos insolúveis que não são absorvidos pelas raízes. As carências de zinco podem também surgir em situações de elevadas aplicações de fósforo, em especial nos solos arenosos ou sujeitos a erosão severa.

---

- **Cobre (Cu)**

O cobre encontra-se disponível na solução do solo mas, tal como o zinco, também se encontra retido à superfície dos minerais de argila e da matéria orgânica, para além de existir sob a forma de óxidos e fazer parte de resíduos orgânicos e mesmo de organismos vivos.

A disponibilidade do cobre para as plantas depende de algumas características do solo, sendo baixa em solos arenosos (geralmente pobres no elemento), em solos de pH elevado e em solos com baixos teores de matéria orgânica.

---

- **Boro (B)**

Contrariamente aos micronutrientes anteriormente referidos, o boro não é tão fortemente retido no solo. As situações de carência surgem, assim, com certa frequência, nos solos arenosos, onde o boro é facilmente lixiviado, ou em solos calcários, com uma relação Ca/B desfavorável. Também se torna menos disponível em solos com baixo teor de humidade.

---

**Os solos nacionais, incluindo os de montado, são geralmente pobres neste nutriente ( $B \leq 0,40$  mg/kg), podendo a sua deficiência ser corrigida por aplicações ao solo.**

---

## 3. A análise de terra

A análise de terra é uma das bases necessárias à fertilização racional das culturas agrícolas e florestais, incluindo o sobreiro. Constitui, também, um meio de avaliação, a médio prazo, do efeito da fertilização praticada sobre o estado de fertilidade do solo de cada parcela.

Há ainda que recordar que a fertilização não pode corrigir deficiências devidas a outras práticas agrícolas inadequadas, nomeadamente a proteção fitossanitária, entre outras.

### 3.1 Colheita de amostras de terra

Os resultados da análise de terra só serão representativos da parcela se a amostra enviada ao laboratório tiver sido bem colhida e preparada. Os erros devidos a uma incorreta amostragem do solo são, de um modo geral, superiores aos que habitualmente são cometidos em laboratório.

A Figura 4 mostra um aspeto da colheita de amostras de terra.

---

**Figura 4**  
Aspeto da colheita de amostras de terra (INIAV)



O objetivo da colheita de amostras e respetiva análise é, na maioria dos casos, a avaliação do estado de fertilidade do solo, permitindo uma recomendação de fertilização adequada à cultura e ao campo amostrado. Podendo uma só amostra representar vários hectares, facilmente se compreende a importância que a sua colheita correta tem em todo o processo de diagnóstico.

Para que a amostra seja suficientemente representativa da parcela, é necessário que a sua colheita se faça de acordo com determinadas normas. Para o montado, as normas de colheita, desenvolvidas no âmbito do grupo operacional NUTRISUBER, podem ser consultadas em: [n\\_f\\_Colheita\\_amostras\\_terra\\_em\\_montados\\_de\\_sobro\\_e\\_povoamentos\\_de\\_pinheiro\\_m.pdf \(unac.pt\)](#), aí se encontrando outra informação detalhada, nomeadamente sobre as diferentes análises a solicitar aos laboratórios.

De um modo geral, as amostras de terra podem ser colhidas em qualquer época do ano, desde que o estado de humidade do solo o permita. Recomenda-se que a colheita e análise de amostras de terra, para avaliação do estado de fertilidade do solo e recomendações de fertilização, seja efetuada de quatro em quatro anos, sempre na mesma época do ano.

Se o terreno não for uniforme, deverá dividir-se em frações relativamente homogêneas no que respeita à cor, textura, declive, drenagem, última fertilização efetuada, etc. A amostra a enviar ao laboratório deve ser acompanhada por uma ficha informativa devidamente preenchida, idêntica à que se apresenta em: [mod-lqars73\\_requisicao\\_analise\\_terrass\\_v5.pdf](#).

### 3.2 Equipamento de colheita de amostras

O material necessário à colheita de amostras de terra é o constante na Figura 5. Inclui, designadamente, uma sonda de material não contaminante ou, na falta desta, uma pá ou enxada, um balde para receber a terra das subamostras que se vão colhendo, uma marreta, para ajudar a enterar a sonda até à profundidade desejada (geralmente 50 cm), um punho para rodar a sonda e retirar a amostra de terra desta para um balde, sacos de plástico limpos e etiquetas para identificação das amostras.

Todo o material de colheita da amostra deve estar bem limpo, a fim de evitar contaminações que possam falsear os resultados da análise.

**Figura 5**

Equipamento necessário à colheita de amostras de terra e amostras para envio ao laboratório (INIAV)



# B

## Aspetos gerais sobre a nutrição das plantas

Designam-se por macronutrientes aqueles que são essenciais ao crescimento e desenvolvimento das espécies vegetais em quantidades elevadas e por micronutrientes os que, sendo também essenciais, são necessários em pequenas quantidades podendo, inclusivamente, causar problemas de toxicidade, se absorvidos em quantidades superiores às necessárias.

Atualmente, considera-se que existem vinte elementos minerais necessários ou benéficos para o crescimento e desenvolvimento das espécies vegetais.

### 1. Macronutrientes

Para além do carbono (C), do hidrogénio (H) e do oxigénio (O), existem seis elementos, considerados macronutrientes – azoto ou nitrogénio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) – necessários às plantas em grandes quantidades para o seu crescimento e desenvolvimento.

As plantas adquirem carbono, hidrogénio e oxigénio a partir do ar e da água. Os macronutrientes restantes são, em geral, obtidos a partir do solo. A fertilização das culturas, com a aplicação de adubos e/ou corretivos, repõe no solo os nutrientes que foram utilizados pelas plantas ou perdidos para fora do sistema. O azoto é o macronutriente que, comparativamente aos restantes, é necessário às plantas em quantidades mais elevadas.

A Figura 6 mostra o efeito da aplicação de doses crescentes de azoto sobre o crescimento de jovens sobreiros mantidos em vasos.

**Figura 6**

Efeito da aplicação de níveis crescentes de azoto sobre o crescimento de jovens sobreiros envasados (INIAV)



### 2. Micronutrientes

Para além dos macronutrientes, existem outros elementos essenciais a uma nutrição adequada das espécies vegetais que, por serem necessários em muito pequenas quantidades, são considerados micronutrientes. Neles se incluem o ferro (Fe), o manganês (Mn), o cobre (Cu), o zinco (Zn), o boro (B), o cloro (Cl), o sódio (Na), o molibdénio (Mo) e o níquel (Ni). São ainda considerados benéficos para algumas espécies o silício (Si) e o cobalto (Co).

Como foi referido na secção anterior, os teores de micronutrientes existentes no solo são, na maioria das situações, suficientes para assegurar a boa nutrição das espécies vegetais. Os casos que exigem a sua aplicação referem-se, na maioria das vezes, a situações resultantes de valores de pH do solo inadequados ou desequilíbrios entre nutrientes.

No entanto, casos existem em que será por vezes necessário considerar a sua aplicação (ao solo ou por via foliar) como, por exemplo, no caso do boro. No solo, a diferença entre os níveis adequados e os de toxicidade de boro para as culturas é muito pequena, pelo que é necessário tomar precauções, em particular nos casos de aplicação do nutriente ao solo, a fim de evitar excessos devido à má distribuição do adubo.

Como referido, nos solos de montado, podem verificar-se situações de toxicidade, nomeadamente de manganês, associadas a solos geralmente ácidos e, por vezes, sujeitos a encharcamento e pouco arejados.

No caso de eventuais plantações de novos povoamentos de sobreiro em solos ácidos, anteriormente ocupados com vinha, podem-se verificar problemas de toxicidade de cobre para as jovens plantas, associados a anteriores aplicações de produtos fitofarmacêuticos à base daquele elemento.

## 3. A análise foliar

A análise de plantas é um meio de diagnóstico do estado de nutrição das espécies vegetais, sendo a folha o órgão mais frequentemente utilizado. Por isso, esta análise é, vulgarmente, designada por análise foliar.

Indiretamente, a análise foliar fornece informação mais segura do que a análise de terra acerca da capacidade do solo para fornecer nutrientes à(s) espécie(s) nele instalada(s), embora os dois tipos de análise se complementem, com vantagem, quando se trata de estabelecer e gerir programas de fertilização ao longo dos anos, sobretudo no caso das espécies arbóreas, como é o caso do sobreiro.

Nestas espécies, a análise de terra não permite, por si só, obter informação suficiente sobre as necessidades nutritivas das plantas, face ao desconhecimento, geralmente existente, sobre o real volume de solo explorado pelas raízes e as alterações nele introduzidas pela sua atividade.

Esta pode criar condições de solubilidade e disponibilidade de nutrientes na zona radicular distintas das observadas na globalidade da parcela sujeita a amostragem. É, assim, necessário recorrer também à análise foliar, pois a composição mineral das folhas reflete mais rapidamente as alterações da disponibilidade dos nutrientes no solo e a sua capacidade para alimentar as plantas.

### 3.1 Colheita de amostras de folhas

Para que as amostras foliares sejam representativas do montado a que se reportam, é necessário que a sua colheita (Figura 7) e posterior preparação para análise (Figura 8) se façam de acordo com normas adequadas, que garantam a sua qualidade e representatividade.

**Figura 7**  
Colheita de amostras foliares (INIAV)



**Figura 8**  
Tipo de folhas a utilizar na análise foliar (INIAV)



Para o montado, as normas de colheita, bem como as análises a solicitar ao laboratório, desenvolvidas no âmbito do grupo operacional NUTRISUBER, podem ser consultadas em:

[n\\_Nutricao\\_e\\_fertilizacao\\_do\\_montado\\_de\\_sobro.pdf \(unac.pt\)](#)

A título de informação adicional, refere-se que, em estudo efetuado durante este projeto, se concluiu que, para efeitos de avaliação do estado de nutrição do sobreiro, se poderão utilizar amostras de folhas do terço inferior da copa das árvores, colhidas e preparadas nas mesmas condições (época do ano e tipo de folha). No entanto, é de preferir, sempre que possível, a colheita de amostras foliares no terço médio da copa das árvores.

### 3.2 Valores de referência para interpretação da análise foliar

A interpretação dos resultados desta análise é feita por comparação com valores foliares de referência para os diversos nutrientes, obtidos previamente a partir de um conjunto de plantas com características superiores relativamente aos seus crescimentos e/ou qualidade das suas produções. É, assim, possível detetar quais os nutrientes que estão em deficiência, em excesso ou num nível adequado.

**No âmbito do grupo operacional NUTRISUBER, foram estabelecidos os valores de referência para interpretação da análise foliar em sobreiros adultos, que se apresentam no Quadro 2.**

Consideram-se adequados os teores foliares dos nutrientes obtidos na análise que se encontrem dentro dos intervalos considerados (intervalos fechados à esquerda e à direita).

#### Quadro 2

Valores de referência para interpretação da análise foliar\* em sobreiros adultos obtidos no âmbito da execução do projeto NUTRISUBER

Macronutrientes (% na matéria seca)**				
N	P	K	Ca	Mg
1,2	0,09	0,44	0,45	0,11
a	a	a	a	a
2,4	0,13	0,65	0,79	0,20

Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> na matéria seca)**				
Fe	Mn	Zn	Cu	B
54		10	3,9	(8)
a	--	a	a	a
93		17	7,4	30

Fonte: Projeto PDR2020 – 1010-032010: Grupo Operacional NUTRISUBER – Nutrição e Fertilização do Montado de Sobro; \* Folhas adultas completamente desenvolvidas, do terço médio dos crescimentos anuais, inseridos no terço médio da copa, na época do repouso vegetativo (dezembro / fevereiro); \*\* Determinados através dos métodos analíticos em uso no Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva (INIAV).

# C

## A fertilização do sobreiro

Os fertilizantes são substâncias utilizadas com o objetivo de manter ou melhorar a fertilidade do solo e, direta ou indiretamente, assegurar a nutrição adequada das culturas agrícolas e florestais. A sua aplicação ao solo deverá ser feita de forma adequada, de modo a maximizar a sua eficácia.

Nesta operação pode ser utilizada uma larga variedade de fertilizantes fornecedores de azoto e de outros nutrientes, adubos ou corretivos orgânicos. Neles, os nutrientes, em particular o azoto, podem encontrar-se sob diferentes formas químicas a que correspondem distintos comportamentos e disponibilidade no solo.

## 1. Principais tipos de fertilizantes

Classicamente, consideram-se fertilizantes os adubos e os corretivos (minerais e orgânicos). Mais recentemente, são também considerados os biofertilizantes, produtos cujos princípios ativos são microrganismos vivos, como sejam, por exemplo, as bactérias fixadoras de azoto do género *Rhizobium* e os fungos micorrízicos.

Existe no mercado uma larga gama de adubos (simples e compostos) minerais, orgânicos e organominerais que apresentam os diversos nutrientes sob diferentes formas, com comportamentos no solo e disponibilidade distintos. Consoante o nutriente e a forma em que se encontra presente no adubo, assim pode ser imediatamente utilizado pelas plantas ou, pelo contrário, pode sofrer diferentes processos de transformação ou fixação no solo podendo, em determinadas circunstâncias, ser utilizado a prazo.

Nem sempre é fácil encontrar adubos compostos com o equilíbrio de nutrientes adequado ao que existe no solo. Nestas circunstâncias, o mais apropriado é utilizar adubos simples na fertilização ou, caso tal não seja praticável por razões económicas ou outras, recomenda-se a escolha do adubo composto que, satisfazendo as condições exigidas para o azoto, se aproxime mais do equilíbrio pretendido nos restantes nutrientes.

Quanto aos corretivos, fertilizantes cuja função principal é a de melhorar as características físicas, químicas e/ou biológicas do solo, consideram-se os grupos de corretivos minerais e corretivos orgânicos. O primeiro grupo inclui os corretivos minerais destinados, principalmente, a modificar o valor do pH do solo, sendo os corretivos alcalinizantes, para elevar o pH do solo, os de maior utilização em Portugal

Entre estes, destacam-se os corretivos calcários, essencialmente constituídos por carbonato de cálcio, os corretivos calcários magnesianos, com um teor de óxido de magnésio igual ou superior a 3% e os calcários dolomíticos, também constituídos por carbonato de cálcio e carbonato de magnésio, mas com teor de óxido de magnésio igual ou superior a 12 %.

Os calcários de origem natural são os corretivos alcalinizantes mais utilizados, mas existem outros resultantes de processos industriais que assumem interesse (resíduos da serração de rochas ornamentais, cinzas de biomassa, lamas de cal da produção de pasta celulósica ou cal da indústria açucareira).

Consideram-se corretivos orgânicos os produtos de origem animal e/ou vegetal que apresentam, na sua constituição, um valor elevado de carbono orgânico e que podem ser aplicados ao solo para melhorar ou conservar as suas características físicas, químicas e biológicas, criando condições favoráveis ao crescimento das plantas.

Para além do uso de práticas agrícolas que promovam a conservação do solo (como por exemplo a mobilização mínima ou mesmo a sementeira direta), o recurso à aplicação de corretivos orgânicos que proporciona o enriquecimento do solo em matéria orgânica de forma continuada, constitui uma prática essencial para o aumento / manutenção da sua riqueza em carbono, especialmente nas nossas condições edafoclimáticas propícias à rápida mineralização da matéria orgânica.

Dada a sua riqueza em nutrientes, os corretivos orgânicos devem ser considerados no plano de fertilização do montado, a fim de tirar partido desta sua característica e, assim, diminuir o consumo de adubos minerais.

Os corretivos, minerais ou orgânicos, são recomendados em t/ha. Os nutrientes N, P e K, presentes nos adubos, são recomendados em kg/ha de unidade fertilizante, isto é, N,  $P_2O_5$  e  $K_2O$ , dado serem estas, habitualmente, as unidades em que é expressa a sua concentração nos fertilizantes. Todos os outros nutrientes são recomendados na forma elementar, por exemplo, Mg, Zn e B.

## 2. Aplicação de fertilizantes

A eficácia dos nutrientes aplicados ao solo através dos fertilizantes depende de vários fatores, entre os quais se salientam a quantidade, a época de aplicação, a forma em que se encontram os nutrientes no fertilizante e as práticas culturais utilizadas nesta aplicação.

---

- **Aplicação de corretivos alcalinizantes (calcários calcíticos ou magnesianos)**

Antes da instalação dos novos povoamentos de sobreiro, com a máxima antecedência possível em relação à plantação das jovens árvores e se for necessário, deverá ser corrigida a reação do solo em toda a parcela. Estes corretivos são mais eficazes se forem incorporados no solo à profundidade adequada, de modo a ficarem em contacto mais íntimo com as partículas do solo. Nos anos subsequentes, e caso a análise posterior do solo o recomende, a estratégia de aplicação destes corretivos deverá ter em consideração o balanço entre a eficácia do corretivo (que aumenta com a sua incorporação no terreno) e os danos que se poderão causar às raízes das árvores. As quantidades a aplicar deverão ser as recomendadas pelos laboratórios de análise e a época de aplicação o final do inverno ou início da primavera.

---

- **Aplicação de corretivos orgânicos (estrumes, compostos e lamas de depuração)**

Como foi referido, o sobreiro encontra-se instalado, de um modo geral, em solos pobres em matéria orgânica, beneficiando com a aplicação de corretivos orgânicos.

Relativamente à estratégia de aplicação destes corretivos, o ideal seria proceder de forma idêntica à indicada para o caso dos corretivos alcalinizantes. No entanto, outros aspetos deverão ser aqui ponderados, designadamente: (1) o equilíbrio entre o grau de mineralização da matéria orgânica se incorporada no solo e as emissões de gases para a atmosfera, como é o caso



do amoníaco, se deixada à superfície; (2) o valor da relação custo / benefício desta operação; (3) a qualidade do corretivo a aplicar, em particular no caso das lamas de depuração, de modo a não trazer problemas de poluição para a parcela a beneficiar.

No caso das novas plantações, poderá ser equacionada a aplicação do corretivo orgânico, desde que de boa qualidade, de forma localizada ao longo das linhas das jovens plantas.

A época de aplicação recomendada é, tal como no caso dos corretivos minerais, o final do inverno / início da primavera.

---

- **Aplicação de adubos minerais (fosfatados e potássicos)**

A aplicação destes adubos, se necessária, à instalação de novos povoamentos, poderá ser efetuada à semelhança dos corretivos alcalinizantes, enriquecendo toda a parcela de terreno e incorporando os adubos.

O fósforo e, embora em menor grau, também o potássio, são nutrientes pouco móveis no solo, pelo que a eficácia fica bastante comprometida se, após a distribuição do adubo, não se registar incorporação. Deste modo, a estratégia de aplicação destes nutrientes deverá ter em consideração o equilíbrio entre a sua eficácia e, como já referido, os danos a causar às raízes devido à mobilização, embora ligeira e superficial do solo, para a sua incorporação. A época de aplicação aconselhada é o final do inverno ou início da primavera.

---

- **Aplicação de adubos azotados**

Dada a grande mobilidade do azoto no solo, a sua aplicação dispensa a incorporação, podendo os adubos ser deixados à superfície, para a generalidade dos adubos que veiculam este nutriente.

Há que ter em atenção, no entanto, a época de aplicação, a fim de prevenir a diminuição da eficácia do fertilizante, devido a eventuais perdas ao longo do perfil do solo ou perdas superficiais por arrastamento pelas águas da chuva. Deverá se aplicado quando as raízes já se encontrarem ativas e se verificar, ainda, alguma humidade no solo.

# D

## Recomendações de fertilização

Apresentam-se as recomendações de fertilização para instalação de novos povoamentos, povoamentos jovens (antes da “desbóia”) e para povoamentos adultos.

As recomendações de fertilização agora apresentadas foram elaboradas a partir dos resultados obtidos no projeto NUTRISUBER.

No caso da instalação de novos povoamentos, as recomendações de fertilização apresentadas baseiam-se nos resultados da análise de terra, a efetuar antes da instalação das jovens árvores. Pretendem repor o estado de fertilidade do solo, no que diz respeito aos macronutrientes principais e corrigir algumas características do solo, de modo a garantir, do ponto de vista da nutrição, condições médias de crescimento e desenvolvimento das jovens plantas, contribuindo para a diminuição do número de retanchas a efetuar. São essencialmente baseadas no conhecimento existente sobre a reação dos solos de montado à aplicação de fertilizantes.

Nos Quadros 4, 5 e 6, apresentam-se, respetivamente, as recomendações de fertilização para instalação de novos povoamentos de sobreiro, para povoamentos jovens (antes da “desbóia”) e para montados adultos.

---

**Sempre que os níveis de matéria orgânica do solo sejam baixos ou muito baixos, será conveniente a aplicação de 30 t/ha de um corretivo orgânico de qualidade, distribuído por toda a parcela, quando o elevado custo desta operação seja viável na conta de cultura da exploração.**

---

Para além das recomendações de fertilização apresentadas, é ainda de referir a necessidade, por vezes observada, de se corrigir a acidez do solo com base na designada Necessidade de Cal, indicada no boletim de análise laboratorial.

No caso dos solos de montado, recomenda-se a correção da acidez do solo sempre que o valor do pH(H<sub>2</sub>O) seja inferior a 5,5, utilizando calcário magnesiano ou dolomítico se os níveis de magnésio no solo forem baixos.

Trata-se de uma primeira aproximação às recomendações de fertilização para a espécie que deverão ser atualizadas à medida que novos conhecimentos forem sendo adquiridos.

Recomenda-se que o estado de fertilidade do solo e de nutrição das árvores sejam monitorizados de 4 em 4 anos, respetivamente através da análise de terra e da análise foliar, a fim de aferir da adequação da fertilização praticada.

#### Quadro 4 – Instalação de povoamentos

Quantidades de azoto(N), fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)potássio (K<sub>2</sub>O) e magnésio (Mg) recomendadas (Kg/ha)

Nutrientes	Classes de fertilidade				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Azoto (N)	40 g de N / planta, sob a forma de adubo de libertação controlada				
Fósforo (kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	100	75	0	0	0
Potássio (kg/ha de K <sub>2</sub> O)*	100	50	0	0	0
Magnésio (kg/ha de Mg)	60	30	0	0	0

\* Em solos de textura grosseira, não aplicar mais de 80 kg/ha de K<sub>2</sub>O de uma só vez. Se a quantidade recomendada for superior, o restante pode ser aplicado no ano seguinte à superfície do solo.

#### Quadro 5 – Povoamentos jovens até à desbóia

Quantidades de azoto(N), fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)potássio (K<sub>2</sub>O) e magnésio (Mg) recomendadas (Kg/ha)

Nutrientes	Classes de fertilidade				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Azoto (kg/ha de N)	40				
Fósforo (kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	60	40	0	0	0
Potássio (kg/ha de K <sub>2</sub> O)	50	30	0	0	0
Magnésio (kg/ha de Mg)	30	15	0	0	0

#### Quadro 6 – Montados adultos

Quantidades de azoto(N), fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)potássio (K<sub>2</sub>O) e magnésio (Mg) recomendadas (Kg/ha)

Nutrientes	Teores foliares *	Classes de fertilidade **				
		Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Azoto (kg/ha de N) ***	Insuficiente	60	45	30	0	0
	Suficiente	40	30	0	0	0
Fósforo (kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Insuficiente	60	40	20	0	0
	Suficiente	30	20	0	0	0
Potássio (kg/ha de K <sub>2</sub> O)	Insuficiente	50	30	15	0	0
	Suficiente	25	20	0	0	0
Magnésio (kg/ha de Mg)	Insuficiente	30	20	10	0	0
	Suficiente	0	0	0	0	0

\* Vd Quadro 2; \*\* Vd Quadro 1; \*\*\* Classes de fertilidade relativas ao teor de matéria orgânica do solo.

# Bibliografia

Azevedo Gomes A. 2004. Análise espacial e temporal de parâmetros químicos em compartimentos do ciclo de nutrientes em montados de sobro: relação com o estado vegetativo dos sobreiros. Trabalho elaborado para acesso à categoria de Investigador Auxiliar da Carreira de Investigação.

Barros MC, Sousa E, Calado N, Azevedo Gomes A, Inácio ML, Lopes FJ, Marcelino AC, Varela MC. 2006. Boas práticas de gestão em sobreiro e azinheira. Direção Geral dos Recursos Florestais (Ed.). ISBN: 972-8097-64-6 | 978- 972-8097-64-6 (<https://www.inia.pt/divulgacao/publicacoes-bd>).

Calouro F., Casimiro Martins J., Jordão P., Marcelo ME. Fernandes R., Sempiterno C., Mano R., Azevedo Gomes A., Soares-David T., Valdivieso T., Santos Siva C. 2019. Estado de fertilidade dos solos de montados de sobro. Vida Rural, setembro 2019 :32-34.

Carvalho M. 2018. O papel da pastagem na recuperação do solo no montado. Pastagens e Forragens, vol.35/38:1-21.

LQARS 2006. Manual de Fertilização das Culturas. INIAP - Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva (Ed.). ISBN-10: 989-95131-0-5.

Marschner, 2012. Mineral Nutrition of Higher Plants. 3rd Edition, Academic Press, Cambridge.

Portela E., Vale R. e Abreu M.M. 2015. Carências de boro no interior - norte e centro - de Portugal. Revista de Ciências Agrárias, 38(4): 484-517.

Serrão M.G., Fernandes R. e Castelo-Branco M.A. 2011. Proposta de classificação de teores de fósforo extraível pelo método de Olsen, para utilização pela UIARN. Instituto Nacional de Recursos Biológicos, Oeiras, abril de 2011.

Videira e Castro I. 2014. Importância dos microrganismos nos montados de sobro. Projeto "Experimentação e divulgação de técnicas de gestão para a recuperação do montado de sobro na região de Grândola". Apresentação realizada em Oeiras, INIAV, em 24 de novembro de 2014.

O presente manual foi elaborado no âmbito do projeto PDR2020 – 1010-032010: Grupo Operacional NUTRISUBER – Nutrição e Fertilização do Montado de Sobreiro.



Apresenta um conjunto de aspetos gerais relativos à fertilidade dos solos, bem como a forma e a disponibilidade dos macro- e micronutrientes neles presentes, condicionantes principais da nutrição mineral das espécies vegetais.

São ainda referidos alguns aspetos relacionados com a nutrição das espécies vegetais, designadamente o papel dos principais nutrientes – azoto, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, manganês, zinco, cobre e boro.

A análise de terra e a análise foliar, indispensáveis à avaliação do estado de fertilidade dos solos e de nutrição das árvores, são apresentadas, bem como as regras a seguir na colheita adequada das respetivas amostras a enviar aos laboratórios e as análises a solicitar.

Os valores de referência para interpretação da análise foliar, resultado do projeto, são igualmente apresentados.

São ainda apresentadas tabelas de fertilização para o sobreiro, com base em resultados obtidos no âmbito do projeto supracitado e em bibliografia da especialidade consultada.

---

#### LÍDER DE PROJECTO



---

#### PARCEIROS



EQUIPAR, VIVEIROS FLORESTAIS LDA.



LUÍS FILIPE BUAL  
FALCÃO DA LUZ

PEDRO SACADURA  
TEIXEIRA CABRAL  
DUARTE DA SILVEIRA

