



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



# Manual de fertilização das culturas

# FICHA TÉCNICA

**Título:** Manual de fertilização das culturas

**Coordenação:** Fátima Calouro

**Autores:** Anabela Veloso, Cristina Sempiterno, Fátima Calouro, Fernanda Rebelo, Filipe Pedra, Isabel V. Castro, Maria da Conceição Gonçalves, Maria da Encarnação Marcelo, Pablo Pereira, Paula Fareleira, Pedro Jordão, Raquel Mano e Rui Fernandes.

**Colaboração:** Adozinda Curto, Amélia Lopes, Arminda Dias, Ana Raposo, Benvindo Maçãs, Elvira Ferreira, Isabel Monteiro e M. João Moura.

**Edição:** Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P. - INIAV

**Capa e Grafismo:** Paulo Jesus Carvalho (INIAV, L.P)

**Composição:** Paulo Jesus Carvalho (INIAV, L.P)

**Fotografias:** Arquivo do INIAV

**ISBN:** 978-972-579-063-2

**Ano:** Julho de 2022 - 3ª Edição

É permitida a cópia no todo ou em parte desta publicação desde que indicada a origem



# ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	25
<b>2. FERTILIDADE DO SOLO</b> .....	27
2.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS DO SOLO .....	27
2.1.1 Textura.....	28
2.1.2 Estrutura.....	30
2.1.3 Matéria orgânica .....	33
2.1.4 Cátions de troca e capacidade de troca catiônica .....	36
2.1.5 Reação do solo (pH) .....	39
2.1.6 Calcário total e calcário ativo.....	41
2.1.7 Salinidade do solo .....	41
2.1.8 Microrganismos do solo benéficos para as plantas .....	43
2.2 FORMAS E DISPONIBILIDADE DOS NUTRIENTES NO SOLO.....	47
2.2.1 Azoto ou Nitrogénio (N) .....	48
2.2.2 Fósforo (P).....	50
2.2.3 Potássio (K).....	53
2.2.4 Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg).....	54
2.2.5 Enxofre (S) .....	56
2.3 MICRONUTRIENTES .....	56
2.4 A ANÁLISE DE TERRA.....	60
2.4.1 Colheita de amostras de terra .....	60
2.4.2 Análises a solicitar ao laboratório .....	61
<b>3. NUTRIÇÃO DAS CULTURAS</b> .....	63
3.1 FUNÇÕES DOS NUTRIENTES NAS PLANTAS.....	63
3.1.1 Macronutrientes .....	64
3.1.2 Micronutrientes.....	67
3.2 A ANÁLISE DE TECIDOS VEGETAIS .....	69
3.2.1 Análise foliar .....	70
3.3. VALORES DE REFERÊNCIA PARA INTERPRETAÇÃO DA ANÁLISE FOLIAR.....	70

3.3.1 Culturas Arvenses .....	71
3.3.2 Culturas Hortícolas e Horto-industriais .....	74
3.3.3 Culturas Ornamentais .....	87
3.3.4. Culturas Arbóreas e Arbustivas (Pomares, Olivais e Vinhas) .....	88
3.3.5 Espécies florestais .....	99
3.4 COMPOSIÇÃO MINERAL DE FRUTOS .....	99
<b>4. FERTILIZAÇÃO DAS CULTURAS .....</b>	<b>101</b>
4.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A FERTILIZAÇÃO .....	101
4.2 SELEÇÃO DAS MATÉRIAS FERTILIZANTES A UTILIZAR .....	101
4.2.1 Adubos .....	101
4.2.2 Corretivos minerais .....	102
4.2.3 Corretivos orgânicos .....	102
4.3 APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES .....	105
4.3.1 Aplicações de fundo.....	106
4.3.2 Aplicações de cobertura.....	107
4.4 ASPETOS PARTICULARES DA APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES .....	107
4.4.1 Solo coberto com plástico .....	108
4.4.2 Fertirrega.....	108
4.5 CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO .....	110
4.6 ACIDIFICAÇÃO DO SOLO .....	112
4.7 FERTILIZAÇÃO ORGÂNICA .....	113
4.8 COMPOSIÇÃO DOS CORRETIVOS ORGÂNICOS .....	114
4.9 PLANO DE FERTILIZAÇÃO DAS CULTURAS .....	119
4.10 RESTRIÇÕES À APLICAÇÃO DE CORRETIVOS ORGÂNICOS.....	120
4.11 FORMAS E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DOS FERTILIZANTES ORGÂNICOS .....	122
4.11.1 Épocas de aplicação .....	123
4.11.2 Formas de aplicação .....	124
4.12 QUALIDADE DA ÁGUA DE REGA .....	124
4.12.1 Restrições ao uso da água de rega.....	124
4.12.2 Deduções à fertilização recomendada .....	134
4.12.3 Correção do valor do pH da água de rega.....	135
<b>5. FERTILIZAÇÃO E PROTEÇÃO DO AMBIENTE.....</b>	<b>137</b>
5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	137
5.2 PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO DAS MASSAS DE ÁGUA COM NITRATOS E FOSFATOS .....	138
5.3 PREVENÇÃO DAS EMISSÕES DE AMONÍACO PARA A ATMOSFERA .....	139
5.4 METAIS PESADOS .....	141
5.5 O SOLO COMO SUMIDOURO DE CARBONO .....	143
5.6 MODOS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS.....	144
5.6.1 Modo de Produção Integrada.....	144
5.6.2 Modo de Produção Biológico .....	147

<b>6. PRINCÍPIOS GERAIS SOBRE AS RECOMENDAÇÕES DE FERTILIZAÇÃO</b> .....	151
6.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	151
6.2 FERTILIZAÇÃO AZOTADA.....	153
6.3 FERTILIZAÇÃO FOSFATADA E POTÁSSICA .....	154
6.4 FERTILIZAÇÃO COM CÁLCIO E MAGNÉSIO.....	154
6.5 FERTILIZAÇÃO COM MICRONUTRIENTES .....	155
6.6 FERTILIZAÇÃO DAS CULTURAS ARBÓREAS E ARBUSTIVAS.....	157
6.6.1. Fertilização de instalação da cultura .....	157
6.6.2 Fertilização de formação .....	158
6.6.3 Fertilização de produção .....	158
6.7 FERTILIZAÇÃO DAS CULTURAS PROTEGIDAS.....	159
6.7.1 Fertilização antes da instalação das culturas.....	161
6.7.2 Fertilização após a instalação da cultura – cultura em curso .....	161
<b>7. TABELAS DE FERTILIZAÇÃO</b> .....	163
7.1 INTRODUÇÃO .....	163
7.2 CULTURAS ARVENSES E INDUSTRIAIS .....	167
7.3 CULTURAS FORRAGEIRAS E PRATENSES .....	189
7.3.1 Culturas anuais .....	189
7.3.2 Prados de regadio .....	192
7.3.3 Prados de sequeiro .....	197
7.4 CULTURAS HORTÍCOLAS E HORTO-INDUSTRIAIS.....	207
7.5 CULTURAS HORTÍCOLAS IV GAMA.....	263
7.6 CULTURAS AROMÁTICAS E MEDICINAIS.....	269
7.7. CULTURAS ORNAMENTAIS (AR LIVRE).....	281
7.8 CULTURAS PROTEGIDAS .....	289
7.9 CULTURAS ARBÓREAS E ARBUSTIVAS.....	321
7.10 ESPÉCIES FLORESTAIS.....	397
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	401
<b>GLOSSÁRIO</b> .....	417
<b>ANEXOS</b> .....	429
ANEXO I - COLHEITA DE AMOSTRAS DE TERRA.....	431
ANEXO II - COLHEITA DE MATERIAL VEGETAL PARA ANÁLISE .....	439
ANEXO III - COLHEITA DE AMOSTRAS DE ÁGUA DE REGA PARA ANÁLISE .....	449
ANEXO IV - COLHEITA DE AMOSTRAS DE CORRETIVOS ORGÂNICOS .....	451
ANEXO V - CORRETIVOS ORGÂNICOS.....	457
ANEXO VI- EXEMPLOS DE CÁLCULOS PARA O PLANO DE FERTILIZAÇÃO ORGÂNICA .....	459
ANEXO VII - FATORES DE CORREÇÃO PARA A FERTILIZAÇÃO FOSFATADA E POTÁSSICA DE CULTURAS ARBÓREAS E ARBUSTIVAS.....	461
ANEXO VIII - CARACTERÍSTICAS DE ALGUNS FERTILIZANTES .....	463



# ÍNDICE DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Separação da terra fina em diferentes lotes (Escala de Atterberg) .....	28
<b>Quadro 2</b> – Designações da textura de campo e correspondentes classes de textura .....	29
<b>Quadro 3</b> - Classificação dos teores de matéria orgânica dos solos agrícolas .....	34
<b>Quadro 4</b> - Classificação da razão C/N e correspondente libertação expectável de azoto pela matéria orgânica do solo .....	36
<b>Quadro 5</b> - Classificação da capacidade de troca catiónica (CTC), do grau de saturação do complexo de troca (GS (Ca, Mg, K, Na)) e catiões de troca do solo .....	39
<b>Quadro 6</b> - Classificação do grau de saturação do solo em $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ e $\text{K}^+$ .....	39
<b>Quadro 7</b> - Classificação do pH( $\text{H}_2\text{O}$ ) do solo medido na suspensão solo/água na proporção 1:2,5 .....	40
<b>Quadro 8</b> - Classificação dos teores de carbonato total e calcário ativo no solo .....	41
<b>Quadro 9</b> - Características químicas dos solos não salinos, salinos, salino-sódicos e sódicos .....	42
<b>Quadro 10</b> - Classes de salinidade do solo e reação das culturas aos sais .....	43
<b>Quadro 11</b> - Classes de fertilidade do solo para fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) <sup>(a)</sup> , potássio ( $\text{K}_2\text{O}$ ) <sup>(a)</sup> e magnésio (Mg) <sup>(b)</sup> .....	55
<b>Quadro 12</b> - Relação Ca/Mg mais favorável à nutrição das culturas e seu efeito sobre algumas características físicas do solo .....	55
<b>Quadro 13</b> - Classes de fertilidade para os micronutrientes ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), cobre (Cu), boro (B) e molibdênio (Mo) .....	59
<b>Quadro 14</b> - Mobilidade de macro- e micronutrientes no solo e formas disponíveis para as plantas .....	59
<b>Quadro 15</b> - Composição mineral de frutos de calibres comercializáveis, à colheita (epiderme + polpa) .....	100
<b>Quadro 16</b> - Fracionamento do calcário a aplicar de acordo com a necessidade de cal (NC) determinada laboratorialmente .....	112
<b>Quadro 17</b> - Composição média de alguns corretivos orgânicos (matéria seca, matéria orgânica, azoto, fósforo e potássio, na forma total e disponível). Valores referidos à matéria fresca .....	116

<b>Quadro 18</b> – Percentagem de azoto orgânico mineralizado (disponível) nos anos seguintes ao da aplicação do corretivo orgânico .....	117
<b>Quadro 19</b> – Fórmulas de cálculo para conversão dos nutrientes presentes nos corretivos orgânicos, expressos em % ou g/kg, em kg/t de matéria fresca .....	117
<b>Quadro 20</b> - Interpretação da qualidade das águas para rega .....	126
<b>Quadro 21</b> - Correção da fertilização azotada de acordo com o precedente cultural .....	153
<b>Quadro 22</b> – Fatores de correção das recomendações de fertilização com fósforo e potássio, tendo por base os valores de exportação dos nutrientes .....	154
<b>Quadro 23</b> - Recomendações de fertilização com magnésio (kg/ha de Mg)* para aplicação ao solo de acordo com o nível de exigência das culturas.....	155
<b>Quadro 24</b> - Recomendações de ferro (kg/ha de Fe) e manganês (kg/ha de Mn) para aplicação ao solo, de acordo com o nível de exigência das culturas e o valor do pH(H <sub>2</sub> O) do solo.....	155
<b>Quadro 25</b> - Recomendações de zinco (kg/ha de Zn) para aplicação ao solo, de acordo com o nível de exigência das culturas e o valor do pH(H <sub>2</sub> O) do solo .....	156
<b>Quadro 26</b> - Recomendações de cobre (kg/ha de Cu) para aplicação ao solo, de acordo com o nível de exigência das culturas e o valor do pH(H <sub>2</sub> O) do solo .....	156
<b>Quadro 27</b> - Recomendações de boro (kg/ha de B) para aplicação ao solo, de acordo com o nível de exigência das culturas e o valor do pH(H <sub>2</sub> O) do solo.....	156
<b>Quadro 28</b> - Recomendações de molibdénio (g/ha de Mo) para aplicação ao solo, de acordo com o nível de exigência das culturas e o valor do pH(H <sub>2</sub> O) do solo .....	157
<b>Quadro 29</b> - Recomendações de fertilização de micronutrientes por via foliar.....	157
<b>Quadro 30</b> – Classificação dos teores de alguns parâmetros em solos (método de extração com água, na proporção solo:água = 1:5 p/v).....	160
<b>Quadro 31</b> – Classificação dos teores de alguns parâmetros em substratos (método de extração com água, na proporção substrato:água = 1:1,5 v/v) .....	160
<b>Quadro 32</b> – Classes de salinidade do solo e de substratos .....	160

# ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Representação esquemática da composição média de um solo.....	27
<b>Figura 2</b> - Diagrama triangular para classificação da textura.....	30
<b>Figura 3</b> - Representação esquemática da capacidade de troca catiónica de dois perfis de solo .....	38
<b>Figura 4</b> - Raiz de <i>Lotus uliginosus</i> mostrando os nódulos radiculares (Foto INIAV) .....	44
<b>Figura 5</b> - Micorrizas em raízes secundárias de batateira, 1200x (Foto INIAV).....	47
<b>Figura 6</b> - Disponibilidade dos nutrientes minerais consoante o valor do pH do solo. Quadro de Truog .....	48
<b>Figura 7</b> - Alguns aspetos de desequilíbrios nutricionais provocados pela carência de macronutrientes em culturas agrícolas. ....	66
<b>Figura 8</b> - Alguns aspetos de desequilíbrios nutricionais provocados por micronutrientes em culturas agrícolas.....	69
<b>Figura 9</b> - Representação esquemática de colheita de amostras de terra antes da instalação das culturas .....	432
<b>Figura 10</b> - Colheita de amostras de terra em olival de sequeiro para avaliação do estado de fertilidade do solo.....	434
<b>Figura 11</b> - Representação esquemática dos pontos de colheita de amostras de terra em estufas com culturas instaladas .....	436
<b>Figura 12</b> - Equipamento necessário à colheita de amostras de terra e amostra para envio ao laboratório .....	438
<b>Figura 13</b> - Exemplos de folhas a colher para análise foliar .....	440
<b>Figura 14</b> - Aspeto da colheita da amostra de água de rega.....	449



# ÍNDICE DE TABELAS

## VALORES DE REFERÊNCIA PARA INTERPRETAÇÃO DA ANÁLISE FOLIAR

<b>3.3.1 CULTURAS ARVENSES .....</b>	<b>71</b>
AMENDOIM .....	71
ARROZ .....	71
AVEIA .....	71
BETERRABA SACARINA .....	72
CENTEIO .....	72
CEVADA .....	72
GIRASSOL .....	72
MILHO GRÃO .....	73
TABACO .....	73
TRIGO .....	74
<b>3.3.2 CULTURAS HORTÍCOLAS E HORTO-INDUSTRIAIS.....</b>	<b>74</b>
ABOBORINHA (CURGETE).....	74
AGRIÃO .....	74
AIPO .....	75
ALCACHOFRA .....	75
ALECRIM .....	75
ALFACE .....	76
ALHO COMUM .....	76
BATATA .....	76
BATATA - DOCE .....	77
BERINGELA.....	77
BETERRABA DE MESA.....	77
CEBOLA .....	77
CEBOLINHO .....	78
CENOURA .....	78
CIDREIRA .....	78
COUVES DE CABEÇA .....	79
COUVES DE FOLHAS .....	79

COUVES DE INFLORESCÊNCIA – COUVE – BRÓCULO .....	79
COUVES DE INFLORESCÊNCIA – COUVE DE BRUXELAS.....	79
COUVES DE INFLORESCÊNCIA – COUVE – FLOR .....	80
ERVILHA.....	80
ESPARGO .....	80
ESPINAFRE .....	80
FEIJÃO VERDE .....	81
HORTELÃ.....	81
LENTILHA .....	81
LÚCIA-LIMA (LIMONETE).....	81
MANJERICÃO.....	82
MELANCIA.....	82
MELÃO, MELOA .....	82
MILHO DOCE.....	83
MIZUNA .....	83
MORANGUEIRO .....	83
NABO.....	84
OREGÃO .....	84
PEPINO .....	84
PIMENTO .....	85
RABANETE.....	85
RÚCULA.....	85
SALSA.....	85
TOMATEIRO.....	86
TOMILHO - LIMÃO .....	86
TOMILHO - VULGAR .....	86
<b>3.3.3 CULTURAS ORNAMENTAIS .....</b>	<b>87</b>
CRAVO.....	87
CRISÂNTEMO.....	87
GERBERA .....	87
GLADIÓLO.....	88
ROSEIRA .....	88
<b>3.3.4. CULTURAS ARBÓREAS E ARBUSTIVAS (POMARES, OLIVAS E VINHAS) .....</b>	<b>88</b>
ABACATEIRO .....	88
ACTINÍDEA (KIWI).....	89
ALFARROBEIRA.....	89
AMEIXEIRA.....	89
AMENDOEIRA .....	89

AMORA DE SILVA.....	90
ANONEIRA.....	90
AVELEIRA.....	90
CASTANHEIRO DE FRUTO .....	90
CEREJEIRA .....	91
CITRINOS .....	91
DAMASQUEIRO.....	92
DIOSPIREIRO .....	92
FIGUEIRA .....	92
FIGUEIRA-DA-ÍNDIA .....	92
FRAMBOESA.....	93
GINJEIRA.....	93
GROSELHEIRA.....	93
LÚPULO.....	93
MARACUJAZEIRO.....	94
MARMELEIRO .....	94
MANGUEIRA.....	94
MEDRONHEIRO.....	94
MACIEIRA .....	95
MIRTILO.....	95
NESPEREIRA.....	96
NOGUEIRA.....	96
OLIVEIRA (ao endurecimento do caroço) .....	96
OLIVEIRA (no repouso vegetativo invernal).....	97
OLIVEIRA .....	97
PEREIRA.....	97
PESSEGUEIRO .....	98
PISTACEIRA.....	98
ROMÃZEIRA .....	98
VIDEIRA .....	98
<b>3.3.5 ESPÉCIES FLORESTAIS.....</b>	<b>99</b>
PINHEIRO-MANSO .....	99
SOBREIRO.....	99



# ÍNDICE

## TABELAS DE FERTILIZAÇÃO

<b>7.2 CULTURAS ARVENSES E INDUSTRIAIS</b> .....	167
AMENDOIM .....	167
ARROZ .....	168
AVEIA .....	169
CÁRTAMO .....	170
CÂNHAMO PARA INDÚSTRIA .....	171
CENTEIO .....	172
CEVADA .....	173
COLZA .....	174
GIRASSOL .....	175
LINHO .....	176
MILHO GRÃO .....	177
SOJA .....	178
SORGO-GRÃO .....	179
TABACO “BURLEY” .....	180
TABACO “VIRGÍNIA” .....	182
TRIGO .....	183
TRITICALE .....	185
<b>7.3 CULTURAS FORRAGEIRAS E PRATENSES</b> .....	189
AVEIA, CENTEIO, TRITICALE FORRAGEIROS .....	189
MILHO FORRAGEM .....	190
SORGO FORRAGEM .....	191
AZEVÉM .....	192
CONSOCIAÇÕES DE TREVO BRANCO X FESTUCA X AZEVÉM (OU SIMILARES) .....	194
LUZERNA .....	196
PASTAGENS BIODIVERSAS .....	197
CONSOCIAÇÕES (GRAMÍNEAS X LEGUMINOSAS) .....	198
PASTAGENS SEMEADAS À BASE DE LEGUMINOSAS .....	200
PASTAGENS NATURAIS (PASTAGENS À BASE DE VEGETAÇÃO ESPONTÂNEA) .....	202

LAMEIROS (PASTAGENS DE MONTANHA) .....	203
<b>7.4 CULTURAS HORTÍCOLAS E HORTO-INDUSTRIAIS .....</b>	<b>207</b>
ABÓBORA .....	207
ABOBORINHA (CURGETE).....	209
ACELGA .....	211
AGRIÃO .....	212
AIPO .....	213
ALCACHOFRA .....	215
ALFACE .....	217
ALHO COMUM .....	219
BATATA.....	220
BATATA-DOCE .....	222
BERINGELA.....	223
BETERRABA DE MESA.....	224
BETERRABA SACARINA .....	226
CEBOLA, ALHO FRANCÊS OU ALHO PORRO .....	228
CENOURA .....	230
COUVES .....	232
COUVES DE CABEÇA: couve chinesa, couve coração de boi, couve lombardo, couve repolho e couve roxa .....	232
COUVES DE FOLHA: couve galega, couve nabo, couve nabiça e couve portuguesa.....	232
COUVES DE BRUXELAS, COUVES DE INFLORESCÊNCIA (couve-brócolo e couve-flor).....	233
ERVILHA (GRÃO).....	235
ERVILHA (GRÃO SECO).....	236
ESPARGO .....	237
ESPINAFRE .....	239
FAVA (VAGEM).....	240
FEIJÃO VERDE (VAGEM).....	241
FEIJÃO (SECO), TREMOÇO, TREMOCILHA, GRÃO DE BICO .....	242
LENTILHA .....	243
MELANCIA.....	244
MELÃO .....	245
MELOA .....	247
MILHO - DOCE.....	249
MIZUNA .....	250
MORANGUEIRO .....	251
MOSTARDA VERMELHA .....	252
NABO .....	253
PASTINACA.....	254

PEPINO .....	255
PIMENTO .....	256
RABANETE .....	258
RÚCULA.....	259
TOMATE.....	260
<b>7.5 CULTURAS HORTÍCOLAS IV GAMA .....</b>	<b>263</b>
ACELGA VERMELHA .....	263
ALFACE .....	263
ALFACE “BABY LEAF” .....	264
BRÁSSICAS (FOLHAS E CAULES): TATSOI, MIZUNA, MOSTARDA VERMELHA.....	264
CANÓNIGOS .....	265
CHICÓRIA “BABY LEAF” .....	265
ESPINAFRE “BABY LEAF” .....	266
RÚCULA .....	266
<b>7.6 CULTURAS AROMÁTICAS E MEDICINAIS .....</b>	<b>269</b>
AÇAFRÃO .....	269
ALECRIM .....	269
ALFAZEMA .....	270
ANETO .....	270
CAMOMILA .....	270
CEBOLINHO .....	271
CIDREIRA .....	271
COENTRO.....	272
ERVA-PRÍNCIPE .....	272
ESTÉVIA .....	273
ESTRAGÃO .....	273
FUNCHO DOCE E AMARGO.....	273
HISSOPO.....	274
HORTELÂS (MENTAS).....	274
LOUREIRO.....	274
LÚCIA-LIMA.....	275
MANJERICÃO.....	275
MANJERONA.....	275
OREGÃO.....	276
SABUGUEIRO .....	276
SALSA.....	277
SALVA .....	277
SEGURELHA .....	278

TOMILHOS .....	278
OUTRAS PLANTAS AROMÁTICAS E MEDICINAIS .....	278
<b>7.7. CULTURAS ORNAMENTAIS (AR LIVRE).....</b>	<b>281</b>
AZÁLEAS, RODODENDROS, CAMELEIRAS E HORTÊNSIAS .....	281
OUTROS ARBUSTOS ORNAMENTAIS E ÁRVORES DE SOMBRA: (buxo, cevadilha, eufórbia, glicínea, grevília, hibiscus, ligustro, madressilva, mimosa, olaia, plátano, robínia) .....	283
BOLBOSAS DE JARDIM (açucena, agapanto, amarílis, begónia, coroa imperial, dália e gladiolo) .....	284
OUTRAS FLORES DE JARDIM (amor-perfeito, boca-de-lobo, cravo túnico, crisântemo, margarida, petúnia, sécia, verbena e zínia) .....	285
RELVADOS .....	286
ROSEIRA .....	287
<b>7.8 CULTURAS PROTEGIDAS.....</b>	<b>289</b>
ABOBORINHA (COURGETTE) .....	289
ALFACE .....	291
BERINGELA .....	293
COENTRO.....	295
COUVE CHINESA .....	297
ESPINAFRE .....	298
FEIJÃO VERDE .....	300
MELÃO, MELOA .....	302
MORANGUEIRO .....	304
PEPINO .....	306
PIMENTO .....	308
SALSA .....	310
TOMATE .....	312
CRAVEIRO .....	314
CRISÂNTEMO .....	315
ESPARGOS, RUSCUS, GIPSOFILA .....	316
GERBERA .....	316
GLADIÓLO, OUTRAS BOLBOSAS .....	317
ROSEIRA .....	318
<b>7.9 CULTURAS ARBÓREAS E ARBUSTIVAS.....</b>	<b>321</b>
ABACATEIRO .....	321
ACTINÍDEA (KIWI).....	323
ALFARROBEIRA.....	326
AMEIXEIRA.....	328
AMENDOEIRA .....	331

---

AMORA DE SILVA.....	333
ANONEIRA .....	335
AVELEIRA.....	337
CASTANHEIRO DE FRUTO .....	339
CEREJEIRA .....	341
CITRINOS: LARANJEIRA, TORANJEIRA, TANGERINEIRA, LIMOEIRO .....	344
DAMASQUEIRO.....	346
DIOSPIREIRO .....	349
FIGUEIRA .....	351
FIGUEIRA-DA-ÍNDIA .....	353
FRAMBOESA .....	355
GINJEIRA.....	357
GOJI .....	360
GROSELHEIRA.....	361
LÚPULO.....	362
MACIEIRA.....	364
MANGUEIRA.....	367
MARACUJAZEIRO.....	369
MARMELEIRO .....	371
MEDRONHEIRO (POMAR).....	373
MIRTILO.....	375
NESPEREIRA .....	377
NOGUEIRA.....	379
OLIVEIRA .....	381
PEREIRA.....	384
PESSEGUEIRO .....	387
PISTACEIRA.....	390
ROMÃZEIRA .....	392
VIDEIRA .....	394
<b>7.10 ESPÉCIES FLORESTAIS.....</b>	<b>397</b>
PINHEIRO-MANSO .....	397
SOBREIRO.....	399



# PREFÁCIO

A promoção do uso racional dos fertilizantes continua a ser um dos principais objetivos das atividades desenvolvidas por investigadores e técnicos da Unidade Estratégica de Investigação e Serviços de Sistemas Agrários e Florestais e Sanidade Vegetal do INIAV - Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva (LQARS) - assumindo tal objetivo, na atualidade, uma importância particular na salvaguarda da qualidade dos recursos naturais, designadamente do solo e da água.

É neste contexto que se insere a reedição do “Manual de Fertilização das Culturas”, publicado em 2006, em resultado do esforço coletivo de investigadores e técnicos do LQARS e de outros laboratórios da área de Ambiente e Recursos Naturais, que nele incorporaram muita da informação técnico-científica obtida em projetos de investigação por eles levados a cabo, em parceria com outras instituições públicas e privadas, no âmbito de vários programas de I&D.

As quantidades de nutrientes indicadas nas tabelas de fertilização representam as necessidades das culturas para determinada produção esperada ou para a instalação de culturas arbóreas e arbustivas ou florestais.

Tendo em consideração um quadro de economia circular e as orientações daí decorrentes, com vista à mitigação das alterações climáticas, tais necessidades deverão ser, na medida do possível, satisfeitas através do uso de fertilizantes provenientes da reciclagem de resíduos orgânicos (efluentes pecuários, compostos e lamas, entre outros) ou de biofertilizantes, de forma a diminuir as quantidades de adubos químicos utilizadas na agricultura.

Salienta-se, também, que no presente manual se continua a usar o termo azoto, em vez de nitrogénio, tal como é imposto pela *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC), uma vez que se trata do termo de conhecimento generalizado entre os principais destinatários deste Manual para designar o nutriente.

A presente edição inclui, para além da informação presente na edição anterior, revista e aumentada, tabelas de fertilização para um número importante de novas culturas, abrangendo, na prática, a quase totalidade das espécies cultivadas em Portugal Continental, mesmo as que são consideradas emergentes.

Nele colaboraram a maioria dos investigadores e técnicos do LQARS, bem como outros que prestam serviço noutras áreas da mesma Unidade Estratégica do INIAV e que prontamente acederam a colaborar dentro do âmbito da sua especialidade e aos quais, desde já, se agradece.

Lisboa, fevereiro de 2022.

Fátima Calouro





“Este trabalho foi feito para os outros, sobretudo para aqueles que acreditam modestamente que é melhor algum conhecimento que a sua ausência total, que é melhor ter uma ideia do meio agrológico, ainda que aproximada, do que esperar indefinidamente por um conhecimento seguro...”

J. Almeida Alves - *Fertilidade de alguns solos e problemas dela decorrente* - INIA, 1986.

## 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho inclui um conjunto de informações relativas à fertilidade do solo e à nutrição e fertilização das principais culturas agrícolas.

O conceito de fertilização inclui o fornecimento de nutrientes essenciais às culturas, independentemente do tipo de fertilizantes utilizado para o efeito. Para que aqueles elementos possam assegurar um crescimento e desenvolvimento adequados das plantas, com a obtenção de rendimentos elevados e produtos de qualidade, é necessário que se encontrem no solo em quantidades e proporções adequadas.

Assim, a fertilização racional das culturas, dirigida essencialmente para a nutrição das plantas em harmonia com o ambiente, assegura a cobertura das necessidades da planta em nutrientes e permite melhorar ou manter o estado de fertilidade do solo, tendo em consideração o respeito pelo ambiente.

A concretização destes objetivos exige a conjugação dos conhecimentos existentes a vários níveis, nomeadamente:

- As necessidades nutritivas das culturas
- As disponibilidades de nutrientes no solo
- As características dos fertilizantes e o seu comportamento no solo.

Cada cultura tem necessidades nutricionais próprias, sendo mais ou menos exigente neste ou naquele nutriente, retirando do solo quantidades diferentes de um dado elemento consoante o nível e a finalidade da produção. No entanto, a produtividade das culturas não depende apenas da fertilização. É importante que o produtor conheça não só a capacidade produtiva das suas terras (tendo em atenção características facilmente observáveis em pleno campo, como a profundidade do solo, a pedregosidade, o declive, etc.), mas também as técnicas mais adequadas à cultura (como sejam a qualidade das

sementes, o controlo de pragas, doenças e infestantes, a oportunidade da rega, etc.). A fertilização das culturas com base numa produção esperada realista reduz os custos de produção, uma vez que evita a aplicação de tipos e quantidades de fertilizantes desnecessários, contribuindo para a obtenção de produtos de qualidade e reduzindo o impacto ambiental negativo desta prática cultural.

A fertilização racional implica, necessariamente, a **análise de terra** e, nalguns casos, a análise de plantas, sobretudo a **análise foliar**. É importante que as amostras, tanto num caso como noutra, sejam colhidas corretamente, de modo a serem representativas da área amostrada. Por outro lado, é fundamental que os métodos analíticos usados estejam calibrados para os diversos tipos de solo e para a maioria das culturas. Resultados de análises realizadas em diferentes laboratórios não deverão ser comparados se a metodologia analítica utilizada não for a mesma. De facto, existem grandes diferenças entre métodos analíticos e, no caso dos mesmos métodos, podem existir diferenças entre as técnicas analíticas utilizadas, o que torna difícil, se não impossível, a comparação segura de resultados. Métodos calibrados no estrangeiro, com outros tipos de solo e de clima, não se aplicam necessariamente a Portugal, exigindo um trabalho de investigação moroso e dispendioso, que é necessário realizar previamente.

Os **fertilizantes** diferem nas suas características físicas e químicas. O conhecimento das suas propriedades e do seu comportamento no solo são essenciais para que possam ser utilizados corretamente. Determinados fertilizantes podem apresentar graus de eficiência muito diferentes consoante o tipo de solo e a época em que são aplicados. Outros, para além da menor eficiência que possam apresentar em determinadas condições, poderão causar problemas de natureza ambiental ou de qualidade dos produtos se aplicados em épocas impróprias.

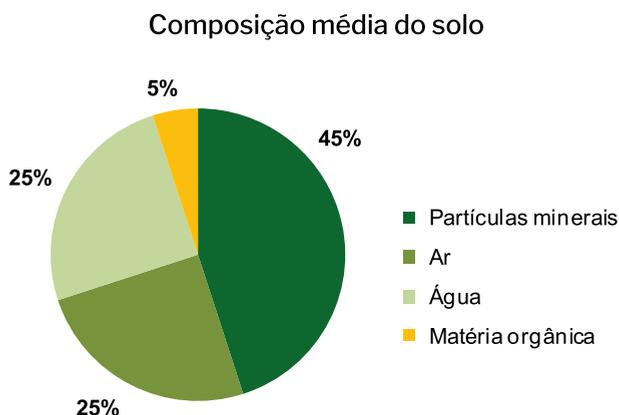
A prática da **fertilização racional** pressupõe a utilização adequada dos fertilizantes, salvaguardando aplicações insuficientes ou excessivas, diminuindo os encargos económicos e os riscos de poluição. Contribui, também, para melhorar a qualidade dos produtos e garantir a saúde do consumidor.

## 2. FERTILIDADE DO SOLO

### 2.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS DO SOLO

O solo, para além da água e do ar que possa conter, é constituído por partículas minerais e orgânicas de várias dimensões que lhe conferem características próprias, consoante dominem umas ou outras e, dentro destas, se as mais finas ou as mais grosseiras. No nosso país, a maioria dos solos é *mineral*, ou seja, a matéria mineral é dominante, sendo muito poucos os solos *orgânicos* (com teores muito altos, 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 (que no seu conjunto se denominam *terra fina*), são consideradas, sendo sobre elas efetuada a análise físico-química para avaliação do estado de fertilidade do solo.

A Figura 1 representa, de forma esquemática, a composição média de um solo:



**Figura 1** – Representação esquemática da composição média de um solo

Um solo fértil deverá ser capaz de fornecer às plantas os nutrientes em quantidades e proporções adequadas ao seu crescimento e desenvolvimento. Deverá, ainda, possuir outras características benéficas, designadamente profundidade e permeabilidade adequadas, ausência de *impermes* e de substâncias tóxicas.

As plantas obtêm diretamente os nutrientes da **solução do solo** em equilíbrio com o **complexo de troca** e com outras componentes do solo. A capacidade que dado solo possui para fornecer nutrientes à planta durante um período de tempo mais ou menos longo, a partir das reservas contidas nas frações mineral e orgânica, encontra-se intimamente ligada ao complexo de troca. Os nutrientes minerais são disponibilizados para a planta através de processos de meteorização e mineralização microbiana 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, por outro, entre esta e as raízes das plantas. Alguns solos, como sejam os arenosos, pobres em matéria orgânica, são capazes de fornecer à planta com rapidez os nutrientes, esgotando facilmente as suas reservas, enquanto outros, bem providos de matéria orgânica, podem manter um fornecimento de nutrientes mais ou menos prolongado.

### 2.1.1 Textura

As partículas minerais existentes no solo com dimensões inferiores ou iguais a 2 mm recebem, no seu conjunto, a designação de **terra fina**, na qual se procede, em geral, às várias determinações analíticas para avaliar o estado de fertilidade do solo. A terra fina pode ser separada em lotes de diferentes dimensões, apresentando-se no Quadro 1 os mais usuais.

**Quadro 1** – Separação da terra fina em diferentes lotes (Escala de Atterberg)

Designação dos lotes	Diâmetro das partículas (mm)
Areia grossa	2 – 0,20
Areia fina	0,20 – 0,02
Limo	0,02 – 0,002
Argila	< 0,002

No solo existem teores muito variáveis de areia, de limo e de argila, designando-se por **textura** a proporção existente entre estes lotes. De acordo com os valores dominantes de cada um deles, a textura é classificada em várias **classes**, podendo ser **arenosa**, **limosa**, **argilosa**, **argilo-arenosa**, **areno-franca**, **franco-limosa**, etc. (o termo franco designa texturas em que as proporções dos vários lotes se encontram mais equilibradas).

A textura influencia a retenção da água e dos nutrientes no solo: solos de textura fina

(com elevados teores de argilas ou limo) retêm com mais 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 nos aquíferos.

A presença de matéria orgânica no solo em quantidade significativa altera a textura do solo. Nestes casos, a designação textural é seguida do termo húmifera, como, por exemplo, argilo-arenosa húmifera e húmifera argilo-arenosa. O termo húmífero, depois da designação textural, aplica-se quando os teores de matéria orgânica se situam entre 5 e 10% (solos de textura ligeira) ou 7 a 15% (solos de textura fina). Quando são superiores aos valores indicados, o termo é colocado antes da designação textural.

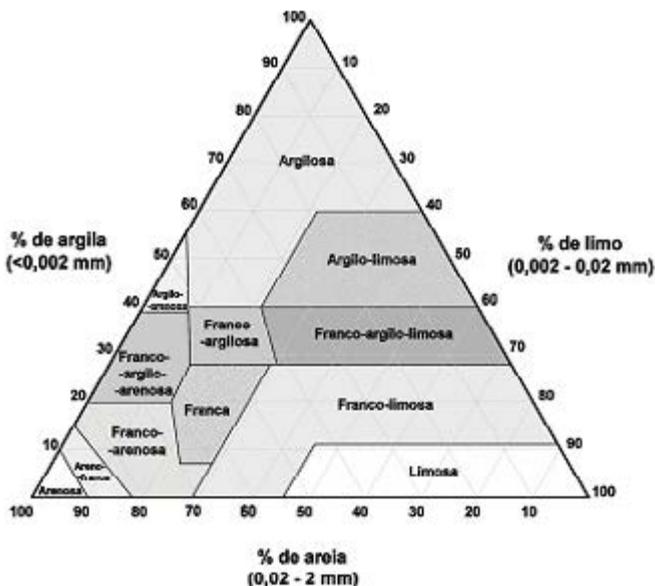
A presença de calcário (carbonato de cálcio e/ou de magnésio) modifica, igualmente, a designação textural. Usam-se, nestes casos, os termos pouco calcário, medianamente calcário e calcário, após a designação textural (para valores até 45% de calcário), fazendo-se preceder esta designação pelos termos muito ou fortemente calcário, para valores superiores a 45% de carbonatos.

A textura pode ser determinada com bastante rigor através da determinação laboratorial dos diferentes lotes (designada por **análise mecânica, granulométrica** ou **textural**) ou avaliada manualmente designando-se, então, por textura de campo. É esta avaliação que, geralmente, é feita na análise de amostras para recomendações de fertilização, sendo a textura das terras classificada em **grosseira** (ou **ligeira**), **média** (ou **mediana**) e **fina** (ou **pesada**). No Quadro 2 indica-se a correspondência entre esta classificação e as classes de textura.

**Quadro 2** – Designações da textura de campo e correspondentes classes de textura

Textura de campo	Classes de textura mecânica
Grosseira ou ligeira	Arenosa Areno-franca Franco-arenosa
Média	Franca Franco-limosa Franco-argilo arenosa
Fina ou pesada	Franco-argilo limosa Franco-argilosa Argilo-arenosa Argilo-limosa Argilosa Limosa

No caso da análise mecânica, a classificação da textura é feita de acordo com o diagrama triangular de textura de Pereira Gomes e Antunes da Silva (1962), adotado em Portugal e representado na Figura 2.



Fonte: Pereira Gomes e Antunes da Silva

Figura 2 – Diagrama triangular para classificação da textura

### 2.1.2 Estrutura

Por **estrutura do solo** entende-se a característica física expressa pelo tamanho, forma e arranjo das partículas do solo e dos respetivos 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 das raízes e a emergência das plântulas.

Os agregados são conjuntos de partículas terrosas que apresentam uma ligação entre si mais forte do que a que liga os agregados uns aos outros. **A variação da dimensão do diâmetro dos poros existentes entre os agregados, por ação de causas diversas, tem um efeito marcante no movimento da água e no desenvolvimento das raízes.**

A caracterização da estrutura do solo passa pela observação da **estabilidade dos agregados**, em particular da sua resistência às ações de mobilização mecânica, ao impacto da água das chuvas e ao humedecimento provocado por estas e pela rega.

A existência de agregados estáveis permite uma maior proteção da matéria orgânica do solo, melhor estrutura, maior capacidade de retenção de água e maior resistência aos períodos de seca. Agregados instáveis colapsam, enchendo os poros do solo com partículas de menor dimensão, criando zonas *impermes* com menos oxigênio, dando origem a menor infiltração, doenças nas raízes e arrastamentos de terras. Além da perda de solo, o arrastamento provoca a perda de nutrientes, em particular do fósforo, com contaminação das áreas de deposição.

A estabilidade dos agregados é determinada por diversos fatores, alguns decorrentes da natureza do próprio solo, como a proporção existente entre **limo e argila**, dada a sua maior capacidade de ligação. As partículas de areia dificilmente agregam, mesmo as de menor diâmetro.

Também os **organismos do solo** excretam vários compostos que permitem a ligação das partículas minerais, atuando como “cola” e concorrendo para a estabilidade dos agregados.

A presença de **matéria orgânica** é igualmente vital para a obtenção de uma boa estrutura do solo. Um solo bem provido de matéria orgânica apresenta agregados de maiores dimensões e mais estáveis.

**Considera-se que um teor de cerca de 3,5 % de matéria orgânica (2% de carbono orgânico) é o valor crítico abaixo do qual ocorre deterioração da estrutura do solo.**

Por outro lado, **temperaturas elevadas** estimulam a decomposição da matéria orgânica do solo e a conseqüente destruição da estabilidade dos agregados. Do mesmo modo, a **precipitação intensa e irregular** destrói os agregados e provoca erosão.

Também a salinização do solo, decorrente do desequilíbrio entre a proporção de sódio, cálcio e magnésio na solução do solo e/ou no complexo de troca, provoca a dispersão dos agregados e a conseqüente degradação da estrutura do solo.

### **Boas práticas para manutenção de uma boa estrutura do solo**

A utilização de práticas agrícolas incorretas, nomeadamente de mobilização do solo e 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 drenagem e a capacidade de retenção de água.

### ***Aplicação de resíduos orgânicos***

A adição ao solo de materiais orgânicos, como resíduos de culturas, estrumes e outros com características similares, além de aumentarem o teor de matéria orgânica, fornecem nutrientes para as culturas e para os organismos do solo estimulando a atividade microbiana e, por consequência, uma melhor agregação das partículas minerais. Pela sua estabilidade, é mais vantajoso o uso de materiais compostados obtendo-se efeitos a prazos mais dilatados.

### ***Minimização da mobilização do solo***

A ação de lavouras profundas e continuadas destrói os agregados e acelera a decomposição da matéria orgânica do solo, pelo que se aconselha o uso de práticas de conservação em que haja o mínimo de intervenção, ou mesmo a aplicação de métodos de sementeira direta sem mobilização do solo

### ***Culturas alternativas***

O recurso a culturas para cobertura do solo, tais como prados consociados de gramíneas e leguminosas, para além de aumentar a fertilidade do solo pela acumulação de matéria orgânica ao longo do tempo, minimiza o impacto da água da chuva e da ação do vento e a sua ação destruidora dos agregados superficiais. As culturas que deixam resíduos no solo após a sua colheita (milho, por exemplo) beneficiam a estrutura do solo, uma vez que favorecem a formação de agregados, evitam a sua destruição e criam uma barreira à ação dos fenómenos meteorológicos.

### ***Fertilização***

A riqueza do solo em nutrientes, com particular relevo para o cálcio, é propícia à atividade microbiana que tem como efeito a formação de produtos que favorecem a formação de agregados. Estão neste caso os ácidos húmicos cinzentos, os mais flocláveis entre os que pertencem a este grupo de compostos. Além disso, estimulam a ação dos anelídeos (minhocas) que se evidenciam dentro da macrofauna do solo na formação de macroporos. O maior desenvolvimento radicular das culturas fertilizadas (especialmente gramíneas) tem uma dupla ação, fornecendo matéria orgânica e impedindo a desagregação quando ocorre contração dos coloides por secagem. A aplicação de sulfato de cálcio em solos com elevado teor em argila estimula a floclação destes coloides melhorando a formação de agregados.

### 2.1.3 Matéria orgânica

A **matéria orgânica** do solo (MO) 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 em solução, com dimensão inferior a 0,45 µm e uma mistura amorfa e complexa de substâncias orgânicas com dimensões coloidais: o **húmus** do solo (substâncias húmicas e não húmicas). É principalmente no húmus que residem as propriedades coloidais da matéria orgânica possuindo uma capacidade de troca catiônica muito superior à da argila.

Os resíduos das plantas, fonte principal de MO, dividem-se de acordo com sua resistência à degradação promovida pelos microrganismos do solo. Assim, os constituintes das paredes celulares são os mais abundantes e constituem a fração mais resistente à ação microbiana, sendo a fração correspondente aos conteúdos celulares a mais facilmente degradada.

No solo, os resíduos orgânicos são sucessivamente decompostos pelos macro e microrganismos do solo (minhocas, insetos, protozoários, fungos, bactérias). Numa primeira etapa são transformados em produtos mais simples através da mineralização e, numa segunda etapa - a da humificação - em complexos orgânicos estáveis, mais resistentes à mineralização.

A fração da matéria orgânica suscetível de ser mineralizada representa 10 a 20% do total de matéria orgânica presente nos solos. É formada por biomassa viva, detritos de reduzidas dimensões e substâncias não húmicas, como sejam hidratos de carbono simples, açúcares e proteínas, entre outros. Embora constitua a menor parte do total de matéria orgânica presente nos solos e seja a mais suscetível à ação microbiana, podendo ser mineralizada em meses, constitui uma fonte de nutrientes disponíveis para as culturas e tem efeitos benéficos na estabilidade dos agregados, facilitando a infiltração da água, pelo que a sua destruição contribui para um decréscimo imediato da produtividade do solo.

A fração da matéria orgânica mais resistente à ação microbiana contém materiais de grande complexidade e estabilidade, nomeadamente as substâncias húmicas, constituindo 60 a 90 % do total de matéria orgânica do solo. Estas substâncias, de natureza coloidal, formam com a argila complexos de difícil mineralização podendo manter-se quase inalterados por centenas de anos. A capacidade de troca catiônica e a capacidade de retenção de água estão associadas principalmente a esta fração da matéria orgânica do solo.

O teor de matéria orgânica do solo é expresso em percentagem (massa/massa) e, embora não ultrapasse, de uma forma geral, o valor de 5% na camada superficial, 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 um suporte físico das plantas que nele vegetam.

**Estima-se que, em média, por cada 10 toneladas de matéria orgânica aplicada ao solo, restem apenas 2 a 4 toneladas ao fim de um ano, fruto da ação dos microrganismos do solo, perdendo-se a restante principalmente para a atmosfera, sob a forma de CO<sub>2</sub>.**

A matéria orgânica é um parâmetro que é sempre incluído na análise de terra.

Embora a capacidade do solo em fornecer azoto (N) às plantas esteja intimamente relacionada com o seu teor de matéria orgânica, este valor não é, normalmente, considerado nas recomendações de fertilização com azoto.

A classificação dos teores de matéria orgânica dos solos agrícolas é função da textura das terras, englobando valores que vão de percentagens superiores a 6% (classe *Muito Alta*), a inferiores a 0,5% (classe *Muito Baixa*) (Quadro 3).

De acordo com a Organização Internacional de Normalização (ISO), a matéria orgânica deverá ser expressa em g/kg e não em %. No entanto, uma vez que se trata da forma de expressão deste parâmetro de conhecimento mais generalizado entre os principais destinatários deste Manual, optou-se por manter a forma de expressão tradicional. A título informativo, para passar de % para g/kg, basta multiplicar por 10 o valor da matéria orgânica.

**Quadro 3** - Classificação dos teores de matéria orgânica dos solos agrícolas

Classificação	Matéria orgânica do solo (%)	
	Solos Textura grosseira	Solos Textura média ou fina
Muito baixa	≤ 0,5	≤ 1,0
Baixa	0,6 - 1,5	1,1 - 2,0
Média	1,6 - 3,0	2,1 - 4,0
Alta	3,1 - 4,5	4,1 - 6,0
Muito alta	> 4,5	> 6,0

*Adaptado de LQARS (2006)*

Os teores de matéria orgânica são, geralmente, baixos a médios nos solos cultivados em Portugal, com tendência para a sua diminuição progressiva em resultado de condições climáticas favoráveis à sua mineralização, eventualmente agravadas por práticas culturais desadequadas que não permitem a reposição adequada dos seus níveis no solo. Apenas na Região Norte, normalmente associadas a zonas de altitude, mais frias, ou a sistemas culturais intensivos com frequentes aplicações de efluentes pecuários, surgem teores altos e muito altos.

Um levantamento feito com base na análise química de cerca de 120 000 amostras de terra colhidas em Portugal em quatro das regiões do continente – Beira Litoral, Beira Interior, Ribatejo e Oeste e Alentejo, na camada superficial do solo, permitiu elaborar a distribuição percentual dos solos amostrados pelas diferentes classes deste parâmetro (*Muito Baixa, Baixa, Média, Alta e Muito Alta*). O rastreio efetuado abrangeu uma área de quase 3 000 000 de ha.

Embora os resultados deste estudo tenham mais de 30 anos, levantamentos recentes do estado de fertilidade dos solos efetuados ao nível europeu mostram que a situação não se alterou, justificando-se, por isso, a aplicação de corretivos orgânicos aos solos agrícolas.

### Razão carbono / azoto (C/N)

O conhecimento da razão C/N do solo proporciona informação útil sobre o seu estado de fertilidade, nomeadamente:

- O grau de evolução da matéria orgânica do solo – no decurso da sua decomposição, a matéria orgânica perde mais carbono, sob a forma de CO<sub>2</sub>, do que azoto (que continua maioritariamente a fazer parte das novas moléculas orgânicas que se vão gerando). Deste modo, a razão C/N tende a baixar, com a decomposição da matéria orgânica;
- A atividade biológica do solo – razão C/N elevada reflete uma atividade biológica reduzida;
- O potencial de fornecimento de azoto às plantas pelo solo, resultante da mineralização da matéria orgânica.

No Quadro 4, apresenta-se a classificação da razão C/N e a correspondente libertação de azoto pela matéria orgânica do solo.

**Quadro 4** – Classificação da razão C/N e correspondente libertação expectável de azoto pela matéria orgânica do solo

Valor da razão C/N	Classificação da razão C/N	Libertação espectável de azoto pela matéria orgânica do solo
≤8	Baixa	Forte
]8 - 12]	Normal	Média
]12 - 15]	Alta	Baixa
>15	Muito Alta	Muito Baixa

Fonte: Microsoft Word - libroanálisis de suelos.doc (larioja.org)

### Aumento do teor de matéria orgânica do solo

O aumento do teor de **matéria orgânica** do solo proporciona, entre outros, um aumento da capacidade de retenção de água e, conseqüentemente, da água disponível para as plantas, melhora o arejamento e a estrutura do solo, promove a redução da sua massa volúmica aparente, protege o solo contra a erosão, através da formação de agregados estáveis, e favorece a disponibilidade de nutrientes, a atividade e diversidade microbiana e, ainda, o aumento da capacidade de troca catiónica. Proporciona, também, o aumento da retenção de elementos nocivos, incluindo o alumínio, e melhora o poder tampão relativamente à reação (pH) e à salinização, bem como o armazenamento de CO<sub>2</sub>. Desta forma, o aumento da matéria orgânica do solo contribui para o aumento da sua resiliência face às alterações climáticas.

As medidas de conservação do solo, através do seu revestimento com espécies vegetais de pequeno porte ou minimizando a intervenção mecânica, são formas indiretas de atenuar a degradação da matéria orgânica criando condições para que o seu teor não se altere ou aumente. Também é importante haver uma boa gestão dos resíduos das culturas, maximizando a sua permanência no terreno, mas com o cuidado de os triturar, se necessário, para interromper o ciclo de eventuais pragas e doenças,

De uma forma direta, os teores de matéria orgânica do solo podem ser aumentados através do espalhamento e incorporação periódicos, no horizonte superficial, de efluentes pecuários e/ou outros materiais orgânicos.

#### 2.1.4 Catiões de troca e capacidade de troca catiónica

As partículas minerais e orgânicas mais finas do solo (respetivamente argila e húmus) apresentam características especiais, entre as quais se salientam as suas propriedades *coloidais*. Por esta razão, a argila e o húmus são designados, genericamente, por

coloides do solo. Os coloides são partículas com superfície específica muito elevada, com a particularidade de apresentarem cargas elétricas (*iões*) à superfície, o que lhes permite atrair, reter e trocar elementos que apresentem também cargas elétricas. Dado que as cargas elétricas das argilas e do húmus são, principalmente, de natureza *negativa*, os iões retidos ou trocados são predominantemente *catiões*, isto é, aqueles que apresentam cargas elétricas *positivas*.

O conjunto constituído pelas substâncias coloidais do solo, tanto de natureza mineral (sobretudo argila) como de natureza orgânica (sobretudo húmus), em que se processam fenómenos de troca ou permuta de iões, designa-se, habitualmente, por **complexo de troca do solo**.

A capacidade máxima que o solo tem de adsorver cationes recebe o nome de **capacidade de troca cationica potencial** (a pH 7,0). 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  $K^+$ , pode ser trocado por outro catião, como o  $Na^+$ , 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.

Na maioria dos casos, os iões retidos no complexo de troca são nutrientes minerais para as plantas, como o cálcio, o magnésio e o potássio (respetivamente,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$ ). A estes três cationes e ao sódio ( $Na^+$ ) dá-se o nome de **catiões de troca** e à soma das suas quantidades a designação de **soma dos cationes de troca**. A unidade química usual para definir aquelas quantidades é o *cmol(+)/kg* de solo.

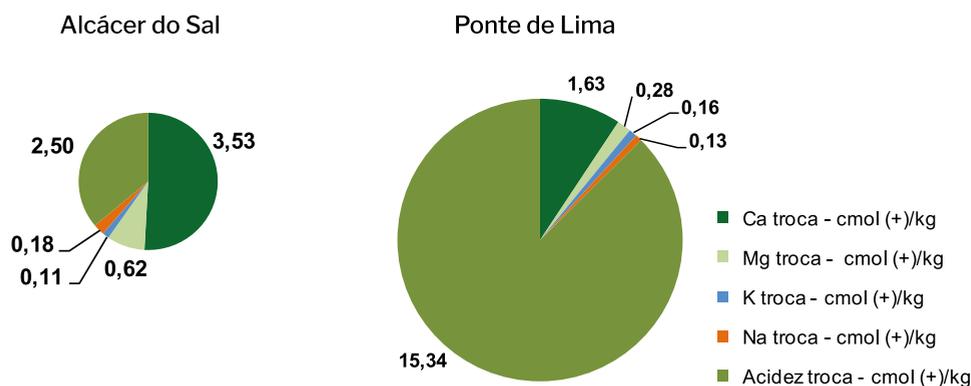
A capacidade de troca cationica do solo depende dos seus teores de matéria orgânica e de argila, bem como do tipo desta.

Os valores mais frequentes para a capacidade de troca cationica do solo variam entre 2 e 50 *cmol(+)/kg* de solo, pertencendo os valores mais baixos aos solos arenosos e, os mais altos, aos solos com teores elevados de argila e matéria orgânica. Valores da ordem de 4 *cmol(+)/kg* são vulgares em muitos solos derivados de areia da Península de Setúbal, enquanto solos de textura mais fina, como muitos solos argilosos do Alentejo, apresentam valores de 35 ou mais *cmol(+)/kg*. Os solos derivados de granito das Beiras e do Minho, geralmente de textura média e com teores de matéria orgânica de 3 a 5%, têm capacidades de troca entre 15 a 20 *cmol(+)/kg* e os solos derivados de xisto apresentam valores muito variáveis, dependendo do teor de argila, sendo frequentes capacidades de troca entre 10 e 20 *cmol(+)/kg* de solo.

Exprimindo a soma dos cationes de troca em percentagem da capacidade de troca cationica potencial, obtém-se o **grau de saturação** do complexo de troca. Se este valor

é substancialmente inferior a 100, tal indica que uma parte da capacidade de troca não é ocupada (ou preenchida) pelos catiões de troca, mas sim por hidrogénio ( $H^+$ ), alumínio ( $Al^{3+}$ ) e por outros catiões, estando-se na presença de um solo mais ou menos ácido, isto é, com **pH** baixo. Embora dependente do tipo de argila presente e do teor de matéria orgânica, quanto mais baixo for o grau de saturação do complexo de troca menor será o valor do pH. Solos **neutros** ou ligeiramente **alcalinos** apresentam, geralmente, um grau de saturação igual ou superior a 90%.

A Figura 3 representa, de forma esquemática, a capacidade de troca catiónica, nos casos particulares de dois perfis do solo das regiões de Alcácer do Sal e Ponte de Lima.



**Figura 3** – Representação esquemática da capacidade de troca catiónica de dois perfis de solo (Fonte: Base de Dados Infosolo: <https://projects.inia.pt/infosolo/>). O solo de Alcácer do Sal tem textura arenosa, pH 5,8 e 2,7% de matéria orgânica. O solo de Ponte de Lima tem textura areno-franca, pH 4,3 e 4,1% de matéria orgânica.

A percentagem da capacidade de troca ocupada pelos catiões  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$  e  $Na^+$  tem um significado importante na avaliação da fertilidade do solo: o cálcio deve ocupar 60 a 80 %, o magnésio 10 a 20% e o potássio 1 a 5%. Nos solos de textura mais fina, com argilas do tipo da esmectite, as percentagens de saturação com Ca e Mg devem estar próximas dos valores mais elevados. Com outro tipo de argilas os valores poderão aproximar-se dos valores mais baixos.

Nos Quadros 5 e 6 indicam-se as classificações usadas para caracterizar a capacidade de troca, soma dos catiões de troca e o grau de saturação do solo, bem como o grau de saturação adequado de cada um daqueles catiões, do ponto de vista agronómico.

**Quadro 5** - Classificação da capacidade de troca catiônica (CTC), do grau de saturação do complexo de troca (GS (Ca, Mg, K, Na)) e catiões de troca do solo

Classificação	GS (Ca, Mg, K, Na) %	CTC cmol(+)/kg	Catiões de troca (cmol(+)/kg)			
			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>
Muito baixa	≤ 20	≤ 5,0	≤ 2,0	≤ 0,5	< 0,1	< 0,1
Baixa	21 - 40	5,1 - 10,0	2,1 - 5,0	0,6 - 1,0	0,1 - 0,25	0,1 - 0,25
Média	41 - 60	10,1 - 20,0	5,1 - 10,0	1,1 - 2,5	0,26 - 0,50	0,26 - 0,50
Alta	61 - 80	20,1 - 40,0	10,1 - 20,0	2,6 - 5,0	0,51 - 1,0	0,51 - 1,0
Muito alta	> 80	> 40,0	> 20,0	> 5,0	> 1,0	> 1,0

Adaptado de Alves (1989)

**Quadro 6** – Classificação do grau de saturação do solo em Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e K<sup>+</sup>

Catião de troca	Grau de saturação (%)		
	Baixo	Médio	Alto
Ca <sup>2+</sup>	< 60	60 - 80	> 80
Mg <sup>2+</sup>	< 10	10 - 20	> 20
K <sup>+</sup>	< 1	1 - 5	> 5

Adaptado de Alves (1989)

### 2.1.5 Reação do solo (pH)

O valor do **pH** do solo mede o seu grau de acidez ou alcalinidade, através da concentração de hidrogeniões (**H<sup>+</sup>**) na sua solução, expressa em gramas por litro. Avalia-se através da **escala de pH** que varia entre 0 e 14, encontrando-se os valores mais frequentes nos solos entre 4 e 8,5. Valores inferiores a 6,5 indicam a presença de solos ácidos, enquanto valores superiores a 7,5 indicam solos alcalinos. A escala de pH utilizada é a indicada no Quadro 7.

Os valores indicados referem-se ao pH medido na suspensão solo/água na proporção 1:2,5. A escala de pH é uma escala logarítmica de base 10, isto é, um valor de pH 4,0 indica um caráter dez vezes mais ácido que o de pH 5,0, ou cem vezes mais que o de pH 6,0.

Sendo o pH a medida da concentração de hidrogênio na solução do solo, são de esperar variações ao longo do ano, subindo aquela concentração no verão e descendo no inverno. Estas variações, que podem ser importantes, têm várias origens, nomeadamente a absorção preferencial pelas plantas de certos iões, a atividade dos microrganismos e a diluição ou concentração de sais.

**Quadro 7** - Classificação do pH(H<sub>2</sub>O) do solo medido na suspensão solo/água na proporção 1:2,5

pH(H <sub>2</sub> O)	Designação	
≤ 4,5	Muito ácido	Ácido
4,6 – 5,5	Ácido	
5,6 – 6,5	Pouco ácido	
6,6 – 7,5	Neutro	Neutro
7,6 – 8,5	Pouco alcalino	Alcalino
8,6 – 9,5	Alcalino	
> 9,5	Muito alcalino	

*Adaptado de Soveral-Dias et al. (1980)*

A acidez do solo resulta do desenvolvimento de processos naturais dependentes do clima e da natureza da rocha mãe que podem ser agravados, ou contrariados, pela ação das práticas agrícolas utilizadas. Em condições naturais, o processo é lento e gradual. Sob cultivo, o processo é acelerado, através da remoção, pelas culturas, de cátions básicos. Por outro lado, grande parte dos fertilizantes tendem a aumentar a acidez do solo, nomeadamente os que contêm azoto amoniacal ou orgânico.

As plantas diferem na sua sensibilidade à acidez ou alcalinidade do solo, verificando-se que a maioria das que são cultivadas prefere valores de pH entre o ligeiramente ácido e o neutro. Do ponto de vista agronómico, o conhecimento do valor do pH do solo é importante, uma vez que influencia o comportamento dos nutrientes, o mesmo se verificando com a atividade de muitos microrganismos que intervêm em processos fundamentais, como é, por exemplo, o caso das nitrobactérias, responsáveis pela nitrificação.

Em Portugal, os solos são muito variáveis no tocante aos valores de pH. De um modo geral, os valores mais baixos encontram-se nos solos derivados de rochas ácidas (como, por exemplo, o granito e os xistos), sendo os solos das regiões de maior pluviosidade de tendência ácida, dada a lavagem de cátions básicos que se verifica naquelas regiões.

**A natureza da rocha-mãe e a pluviosidade explicam facilmente a ocorrência de solos ácidos nas regiões do Minho e da Beira Litoral. No sul, com grandes manchas de rochas básicas, muitas de origem calcária e com menor pluviosidade, predominam solos neutros e mesmo ligeiramente alcalinos.**

## 2.1.6 Calcário total e calcário ativo

A presença no solo de carbonatos de cálcio e/ou de magnésio, confere-lhe algumas características especiais, tendo forte influência na disponibilidade de alguns elementos, dado que o pH destes solos se situa, geralmente, entre 7,5 e 8,5.

Teores de carbonatos superiores a 10% na camada superficial do solo condicionam, de forma mais ou menos relevante, a produção de muitas culturas. A sua determinação tem, igualmente, um sentido prático evidente no ato da plantação de culturas plurianuais, tais como a vinha e algumas fruteiras, na medida em que a presença de calcário condiciona a escolha dos porta-enxertos.

Os resultados da determinação analítica do calcário, que assume as formas de **total** e **ativo**, são expressos em percentagem.

No Quadro 8 apresenta-se a classificação do calcário total e ativo no solo.

**Quadro 8** - Classificação dos teores de carbonato total e calcário ativo no solo

Carbonatos totais <sup>a</sup>		Calcário ativo <sup>b</sup>	
CaCO <sub>3</sub> , % (p/p)	Classificação	CaCO <sub>3</sub> , % (p/p)	Classificação
≤ 2,0	Não calcário	0 - 2	Baixo
2,1 - 5,0	Pouco calcário	2 - 5	Médio
5,1 - 10,0	Medianamente calcário	5 - 10	Elevado
10,1 - 25,0	Calcário	>10	Excessivo
25,1 - 45,0	Muito calcário		
> 45,0	Fortemente calcário		

Fonte: <sup>a</sup> Dias *et al.* (1980); <sup>b</sup> Tarabbia (2005)

## 2.1.7 Salinidade do solo

A salinização é um dos processos de degradação que conduz ao aumento da concentração de sais solúveis no solo e na sua solução, para níveis prejudiciais às plantas. Entre os sais acumulados incluem-se os de sódio (em regra os mais importantes) e os de cálcio, magnésio e potássio, especialmente na forma de cloretos, mas também de sulfatos. Quando o ião Na<sup>+</sup> ganha preponderância no complexo de troca (processo de sodização), o solo pode mesmo perder uma ou mais das suas funções e conduzir à desertificação. A dinâmica do sódio está associada à dinâmica dos outros cátions, nomeadamente do cálcio e do magnésio.

Nos solos salinos, as culturas são afetadas quer por efeitos tóxicos específicos, quer pelo elevado potencial osmótico da solução do solo, que reduz a capacidade de absorção de água pelas plantas. Nos solos sódicos, os teores elevados de  $\text{Na}^+$  de troca promovem a degradação da estrutura do solo, diminuindo a infiltração, a condutividade hidráulica e a retenção da água, o que pode afetar a produtividade das culturas e provocar um aumento da erosão.

O Quadro 9 resume algumas características químicas dos solos de acordo com o seu grau de salinidade.

**Quadro 9** – Características químicas dos solos não salinos, salinos, salino-sódicos e sódicos

Solos	pH	CE (dS/m a 25 °C)	Na troca (%)
Não salinos	<8,5	<4	<15
Salinos	<8,5	>4	<15
Salino-sódicos	<8,5	>4	>15
Sódicos	>8,5	<4	>15

Em Portugal, o problema da salinização dos solos está limitado às zonas costeiras afetadas pelas marés, a algumas áreas regadas no sul do País e a zonas de culturas protegidas, por excesso de aplicação de fertilizantes ou águas impróprias. Contudo, o aumento da área regada e as perspetivas de mudanças climáticas para as próximas décadas, nomeadamente o aumento das temperaturas, podem levar a um acréscimo da área afetada por aquele problema e a uma crescente degradação dos solos.

### Natureza e origem da salinização dos solos

A acumulação de sais no solo está ligada à existência de uma fonte de sais, à existência de uma toalha freática salina pouco profunda e/ou à insuficiência de precipitação e/ou de drenagem que permitam a sua lixiviação. Algumas das causas da salinização são naturais, mas outras resultam da intervenção humana. As causas naturais mais comuns de salinização (salinização primária) são a presença de toalhas freáticas salinas de origem marinha ou com sais provenientes da meteorização das rochas e/ou a ação direta das marés em regiões costeiras.

As causas mais comuns de salinização induzidas pela atividade humana são o uso de solos impróprios ou mal adaptados para a prática do regadio (com condutividade baixa e sem sistema de drenagem), a rega com água com elevados teores de sais, a má condução da rega (dotações de rega desadequadas, distribuição desigual da água na parcela), a subida da toalha freática (redução da evapotranspiração por modificação

da vegetação, excesso de rega ou infiltração de água a partir de reservatórios/canais de rega), o uso intensivo de fertilizantes (adubos e corretivos), particularmente em condições de limitada lixiviação e a contaminação do solo com águas residuais ou resíduos salinos de origem industrial.

Os indicadores do risco de salinidade/sodicidade do solo mais utilizados são:

- A **condutividade elétrica (CE)**, que estima o teor de sais solúveis existentes no solo ou na sua solução;
- A **percentagem de sódio de troca**, que avalia a quantidade de sódio adsorvido no complexo de troca do solo;
- A **razão de adsorção de sódio (SAR)**, que avalia a concentração de sódio na solução do solo e na água de rega em relação aos outros cátions.

O Quadro 10 apresenta a classificação dos solos quanto ao grau de salinidade e reação das culturas a essa salinidade.

**Quadro 10** - Classes de salinidade do solo e reação das culturas aos sais.

Classificação do solo	Reação das culturas	Condutividade elétrica (1) dS/m a 25°C	
		No extrato saturação	No extrato 1:2 (solo : água)
Solo sem efeitos salinos	Sem problemas	0 - 2	< 0,40
Solo muito pouco salino	Culturas muito sensíveis aos sais podem ser afetadas	2 - 4	0,41 - 0,80
Solo pouco salino	Culturas sensíveis aos sais podem ser afetadas	4 - 8	0,81 - 1,60
Solo moderadamente salino	Só culturas tolerantes aos sais atingem produções aceitáveis	8 - 12	1,61 - 2,40
Solo fortemente salino	Só culturas muito tolerantes aos sais atingem produções aceitáveis	12 - 16	2,41 - 3,20
Solo muito fortemente salino	Só algumas culturas altamente tolerantes aos sais atingem produções aceitáveis	> 16	> 3,20

*Adaptado de Reference Soil Test Methods for the Southern Region of the United States (1983)*

*1 dS/m = 1 mS/cm = 1 mmho/cm;*

*A correspondência entre as condutividades nos dois extratos é meramente orientadora, pelo que não deverão tomar-se como equivalentes.*

### 2.1.8 Microrganismos do solo benéficos para as plantas

Os microrganismos do solo têm um papel fundamental na manutenção dos solos, realizando processos chave que mantêm a sua estrutura e fertilidade. A maior atividade destes microrganismos situa-se junto das raízes das plantas onde formam diversas interações que condicionam a sua atividade desenvolvendo-se, assim, um ambiente único e dinâmico que é a **rizosfera**. Aqui a diversidade de microrganismos do solo é muito

elevada, encontrando-se alguns que são particularmente importantes pelas interações benéficas que estabelecem com as plantas e influenciam o seu desenvolvimento.

Os microrganismos do solo têm vindo a assumir um papel de destaque na sustentabilidade dos sistemas agrários e silvo-pastoris pelo que preservar ou incrementar a atividade de microrganismos benéficos para a agricultura deverá ser uma meta importante a atingir e, também, uma medida facilitadora da adaptação dos ecossistemas às alterações climáticas.

### Bactérias fixadoras de azoto

As **bactérias fixadoras de azoto** (genericamente designadas por rizóbios) estabelecem simbioses com plantas leguminosas. Estas simbioses caracterizam-se pela formação de estruturas especializadas nas raízes - os nódulos (Figura 4) - nos quais ocorre o processo de fixação biológica do azoto, ou seja, as bactérias (rizóbios) convertem o azoto atmosférico em amónia, que fica disponível para as plantas, permitindo-lhes alcançar a independência relativamente ao azoto de que necessitam. Estas simbioses são, por isso, consideradas como o contributo mais importante e significativo que as bactérias do solo podem ter nas práticas agrícolas e silvícolas.



**Figura 4**  
Raiz de *Lotus uliginosus* mostrando os nódulos radiculares (Foto INIAV)

De um modo geral, a fixação biológica do azoto pode introduzir gratuitamente no solo quantidades apreciáveis do azoto atmosférico de uma forma ambientalmente não poluente. A completa realização deste potencial depende da maximização da contribuição de cada simbiote (planta e rizóbio), atendendo à especificidade da associação e fornecendo condições para a nodulação e crescimento da planta.

As quantidades de azoto fixadas pelas leguminosas integradas nas pastagens variam de forma decisiva consoante os rizóbios que com elas formam as simbioses, podendo introduzir gratuitamente no solo quantidades importantes de azoto atmosférico (entre 33,5 kg de azoto/ha/ano nas pastagens naturais, a 100 ou mais kg de azoto/ha/ano, nas pastagens melhoradas/introduzidas) de forma ambientalmente não poluente. Daí o papel importante que estas bactérias poderão ter na sustentabilidade/recuperação de ecossistemas com solos pouco resilientes e de baixa fertilidade, através da instalação de pastagens biodiversas com leguminosas, utilizando rizóbios autóctones como biofertilizantes. Desta forma, consegue-se aumentar a fertilidade do solo e melhorar a sua estrutura, quantidade de matéria orgânica e capacidade de retenção de água e promover, também, o aumento do sequestro do carbono.

Salienta-se aqui também o papel importante dos **biofertilizantes (inoculantes microbianos)**, também designados por **bioestimulantes microbianos** para as plantas, pois o seu uso na agricultura é considerado uma das tecnologias chave para assegurar a sustentabilidade e produtividade deste setor. A possibilidade de se obterem elevados rendimentos agrícolas e ao mesmo tempo preservar o ambiente está ligada ao uso de biofertilizantes, como alternativa ao uso massivo de adubos químicos.

Os inoculantes microbianos são produtos tecnológicos cujos princípios ativos são microrganismos vivos (bactérias e fungos) que têm a propriedade de melhorar a nutrição das culturas permitindo, assim, um melhor aproveitamento dos recursos naturais e a salvaguarda do solo e dos restantes recursos naturais e biodiversidade.

Para além das bactérias fixadoras de azoto em simbiose com plantas leguminosas, muitas outras bactérias do solo, em particular na rizosfera, podem desempenhar um papel essencial no crescimento das plantas. Devido às suas características e aos efeitos benéficos que podem exercer nas plantas, estas bactérias rizosféricas são coletivamente designadas por **bactérias promotoras do crescimento de plantas** ou PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*). Várias destas bactérias, como é o caso de *Azospirillum*, são fixadores de azoto não simbiótico (também designados de vida livre ou associativos) e, embora não formando nódulos radiculares no hospedeiro, como no caso das simbioses entre rizóbios e plantas leguminosas e não sendo tão eficientes na fixação de azoto, podem também contribuir para a nutrição azotada das plantas e promover o seu crescimento em situações de limitação de azoto no solo.

## Outras bactérias benéficas para as plantas

Além da fixação não simbiótica de azoto, os benefícios das PGPRs podem incluir também (1) o aumento da disponibilidade de nutrientes, (2) a produção de substâncias estimulantes do crescimento, (3) o antagonismo contra microrganismos patogênicos ou (4) a estimulação de mecanismos de proteção.

Algumas destas bactérias, de que são exemplo várias *Pseudomonas*, são capazes de solubilizar o fósforo imobilizado no solo e torná-lo acessível para as plantas, reduzindo as necessidades de fertilização fosfatada. Para além de disponibilizar o fósforo naturalmente presente no solo, estas bactérias podem, também, melhorar a eficiência de utilização do fósforo adicionado através da fertilização.

O ferro é outro elemento essencial que se encontra maioritariamente imobilizado no solo e que pode ser disponibilizado para as plantas através de moléculas de alta afinidade para o ferro – os sideróforos - produzidas por bactérias na rizosfera.

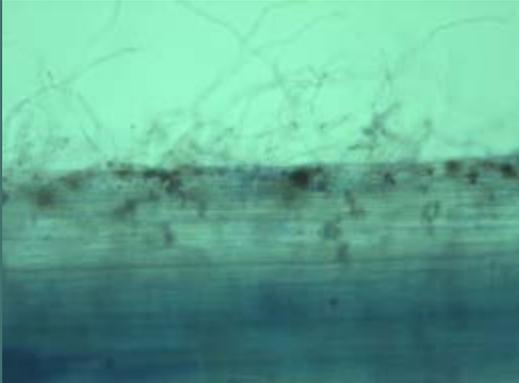
Para além da mobilização de nutrientes, muitas bactérias do solo podem estimular o crescimento e desenvolvimento das plantas através da produção de fito hormonas. As auxinas são uma classe de fito hormonas normalmente produzidas pelas plantas mas que podem também ser sintetizadas por bactérias na rizosfera, resultando em alterações da morfologia radicular que aumentam a capacidade exploratória das raízes e beneficiam a aquisição de água e nutrientes.

Muitas destas bactérias podem ainda proteger as plantas contra doenças e funcionar como agentes de biocontrolo recorrendo, para tal, a uma variedade de mecanismos que vão desde a produção de moléculas com ação antagonista, ao fortalecimento da resposta imunitária e indução de resistência sistêmica na planta. Finalmente, a associação de plantas com PGPR pode ainda contribuir para um melhor desempenho em situações de stresse abiótico, como salinidade ou seca.

## Fungos micorrízicos

Existe ainda um terceiro grupo de microrganismos benéficos para as plantas constituído pelos **fungos micorrízicos** (Figura 5). Estes fungos formam associações simbióticas com as raízes das plantas, designadas por **micorrizas**, e desempenham múltiplas funções benéficas. Existem vários tipos de micorrizas, sendo as endomicorrizas a simbiose planta-fungo com distribuição mais generalizada. Depois de instalado, o fungo aumenta a superfície de contacto da planta na rizosfera facilitando a absorção de nutrientes, principalmente fósforo e água, que são absorvidos pelas hifas no exterior da raiz. As endomicorrizas possuem vários tipos de propágulos, sendo o micélio extrarradical (micélio que se desenvolve no exterior das raízes das plantas hospedeiras), o propágulo

mais efetivo. Quando a colonização de raízes é preferencialmente iniciada por micélio extrarradical intacto, a infecção desenvolve-se de uma forma rápida e a assimilação do fósforo é superior nos primeiros estágios de crescimento das plantas.



**Figura 5**  
Micorrizas em raízes secundárias de batateira, 1200x (Foto INIAV)

## 2.2 FORMAS E DISPONIBILIDADE DOS NUTRIENTES NO SOLO

Os nutrientes podem encontrar-se sob diferentes formas no solo (orgânicas e minerais) que influenciam a sua disponibilidade para as plantas, uma vez que estas apenas os absorvem quando na solução do solo e sob determinadas formas iônicas. Deste modo, e antes de serem utilizados pelas plantas, os nutrientes necessitam de sofrer um processo de transformação nas formas adequadas que dependem, designadamente, dos seguintes fatores:

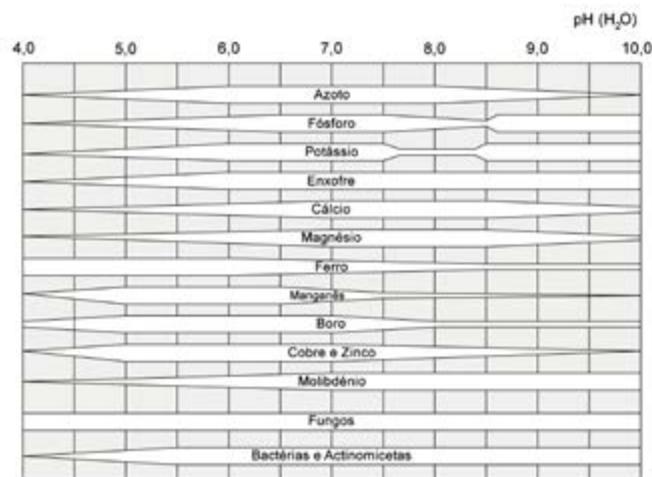
- Taxa de mineralização da matéria orgânica (N, P, S e alguns micronutrientes);
- Reações de adsorção, de precipitação e de quelatação por ligandos orgânicos, que podem impedir a utilização de determinados nutrientes pelas plantas, embora se encontrem no solo.

A disponibilidade, no solo, dos nutrientes para as plantas é, ainda, influenciada por outros fatores, entre os quais se inclui o grau de acidez ou alcalinidade do solo e a sua compactação. Assim:

Em **solos alcalinos**, nomeadamente em solos calcários, com complexo de troca dominado pelo cálcio (Ca) e pelo magnésio (Mg), podem verificar-se problemas de nutrição das culturas, devido à indisponibilidade do fósforo (P) e do ferro (Fe) e menor disponibilidade do zinco (Zn) e do manganês (Mn). Nestes solos, pode ainda verificar-se insuficiência de potássio (K) induzida pela presença, em grande quantidade, de Ca e de Mg.

Em **solos ácidos**, podem existir problemas de nutrição das culturas devido à imobilização de determinados nutrientes, como o fósforo, ou à toxicidade de elementos, nutrientes ou não, como o manganês (Mn) e o alumínio (Al). Na Figura 6 é indicada a disponibilidade dos nutrientes minerais consoante o valor do **pH do solo**. Quanto maior for a largura das faixas, mais elevada é a disponibilidade do nutriente ou a atividade dos microrganismos do solo. Assim, por exemplo, a disponibilidade do azoto é máxima quando o valor do pH do solo está compreendido entre 6 e 8. Abaixo ou acima destes valores decresce rapidamente.

De referir ainda o efeito negativo sobre a absorção dos nutrientes da **compactação do solo**, uma vez que pode limitar de forma mais ou menos severa a expansão radicular limitando, assim, a absorção dos nutrientes a partir do solo, bem como o resultado do balanço entre as entradas e saídas de nutrientes do sistema solo-planta.



**Figura 6** - Disponibilidade dos nutrientes minerais consoante o valor do pH do solo. Quadro de Truog.

### 2.2.1 Azoto ou Nitrogénio (N)

O azoto, ou nitrogénio, é o nutriente que mais frequentemente limita a produção das culturas. A maioria das plantas absorve fácil e rapidamente o nutriente sob a forma de ião nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>).

Os **nitratos** são sais extremamente 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 e por não formar compostos insolúveis. Daí a grande mobilidade de que é dotado e, por isso, as grandes perdas a

que está sujeito, sendo facilmente arrastado para as camadas mais profundas do solo pelas águas de percolação (lixiviação dos nitratos) mas também pelas águas de escoamento superficial. As formas não disponíveis do azoto no solo encontram-se fundamentalmente ligadas à matéria orgânica (cerca de 98% do total de azoto do solo).

Para que este azoto ligado à material orgânica possa ser utilizado pelas culturas necessita de passar por um processo de **mineralização**, por ação dos microrganismos do solo que, ao quebrarem as ligações orgânicas, permitem a libertação do azoto 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 amônio, 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 ião amônio pode também ser absorvido diretamente pelas plantas, pelo que raramente se acumula nos solos.

O **azoto orgânico** não está imediatamente disponível para as plantas que só o podem absorver depois de 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. A mineralização do azoto orgânico é um processo gradual e bastante complexo e a rapidez com que se desenvolve depende de numerosos fatores ambientais, em especial das condições de temperatura, humidade, arejamento, relação C/N da matéria orgânica e grau de acidez do solo.

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

Simultaneamente com a mineralização do azoto orgânico, ocorre um processo inverso, a **imobilização do azoto** mineral, devida à sua assimilação, no todo ou em parte, pelos próprios microrganismos do solo, responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, e na sua incorporação nos seus constituintes celulares. O saldo destes dois processos, no que se refere à disponibilização de azoto mineral para as culturas, será negativo quando os materiais orgânicos incorporados no solo forem muito pobres em azoto, com uma relação C/N superior a cerca de 30, e só começará a ser positivo quando tal relação for inferior a cerca de 20.

Algumas espécies vegetais, em particular leguminosas, como algumas culturas hortícolas e forrageiras, apresentam a capacidade de utilizar azoto atmosférico quando em simbiose com determinadas bactérias (especialmente do género *Rhizobium*).

Em condições adequadas de cultivo (pH, humidade, temperatura, etc.), o azoto fixado pelas referidas bactérias é suficiente para o desenvolvimento e produção das culturas.

No entanto, em condições de campo, é raro que todos aqueles fatores se encontrem em simultâneo a um nível adequado, sendo frequentes as situações de sementeira em tempo frio, de acidez do solo, ausência de estirpes de rizóbio adequadas, etc., que podem levar à necessidade de aplicação de azoto, habitualmente em pequenas doses. Por outro lado, em algumas espécies de leguminosas, como por exemplo o feijão, a associação bactéria × leguminosa é pouco eficiente podendo existir, nestes casos, necessidade de efetuar uma fertilização azotada conveniente. No caso de consociações de leguminosas e gramíneas, é necessário ter em conta o equilíbrio florístico das espécies presentes, a qualidade da forragem e a produtividade a atingir. Quantidades elevadas de azoto tendem, nestes casos, a aumentar a produção de matéria seca diminuindo, no entanto, a qualidade da forragem, já que a fertilização azotada favorece a produção de gramíneas em detrimento das leguminosas que, para além de uma maior riqueza em elementos minerais, apresentam valor alimentar mais elevado.

### 2.2.2 Fósforo (P)

O fósforo é, de um modo geral e relativamente ao azoto e ao potássio, absorvido em menores quantidades pelas culturas e apresenta um comportamento no solo que o diferencia, sobretudo, do azoto.

Embora o teor de fósforo no solo possa atingir valores apreciáveis, essencialmente devido às aplicações de matérias fertilizantes, 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 produção.

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

A **disponibilidade do fósforo** 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 fósforo 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 envolvendo

também o ferro e o alumínio, formando-se precipitados e tornando o fósforo indisponível. Reações de precipitação podem igualmente ocorrer em solos calcários, envolvendo o cálcio, dando origem a fosfatos muito pouco solúveis e reduzindo, de forma muito acentuada, a disponibilidade do fósforo para as culturas. Em solos alcalinos, o fósforo reage com os compostos de cálcio e magnésio, dando origem a compostos de reduzida solubilidade e fazendo diminuir a sua absorção pelas raízes. Apenas em solos com pH(H<sub>2</sub>O) variando entre 6,0 e 7,0, os fenômenos de fixação do fósforo são mínimos e a disponibilidade do nutriente é mais elevada.

Também **o teor de humidade e a temperatura do solo** afetam a disponibilidade do nutriente, uma vez que, movendo-se o fósforo no solo principalmente através de um processo de difusão, à medida que o teor de humidade do solo diminui, este processo é bastante dificultado. 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 adequado, aumenta a taxa de mineralização do fósforo presente na matéria orgânica, aumentando o seu teor no solo.

Estima-se, ainda, que as culturas apenas utilizem até 30% da quantidade total do fósforo aplicado ao solo anualmente, através de **adubos e corretivos orgânicos**, dependendo dos teores do nutriente já existentes no solo. Quanto maior for a quantidade de fósforo aplicada, maior será a sua disponibilidade no solo, embora tal faça aumentar a sua suscetibilidade a perdas para fora do sistema solo-planta, através das águas de escoamento superficial. Refira-se que o fósforo que fica retido no solo, sem ser utilizado pelas culturas, apresenta um efeito residual, podendo ser utilizado nos anos subsequentes.

Como foi referido, o fósforo movimenta-se no solo através de um processo de difusão, o que permite o movimento anual dos iões em apenas alguns milímetros. Por este motivo, a localização dos fertilizantes contendo fósforo, na altura da sementeira ou plantação, torna-se mais eficaz do ponto de vista da absorção do nutriente por parte das culturas, uma vez que a quantidade de fósforo em contacto com o solo é reduzida, diminuindo a fixação do elemento. Por outro lado, a fertilização com fósforo na altura da sementeira ou plantação diminui os fenômenos de fixação do elemento que possam ocorrer, uma vez que o período de tempo entre a aplicação e a sua utilização pela cultura é, assim, minimizado.

Os solos que apresentam capacidade mais elevada de fixação das formas mais solúveis do fósforo são os que contêm teores apreciáveis de argila, teores elevados de carbonatos de cálcio e em que a composição da fração argila inclui minerais como a caulinite (solos ácidos) e óxidos hidratados de alumínio e de ferro, cristalinos ou amorfos.

Também os ácidos húmicos e fúlvicos da matéria orgânica podem contribuir para a retenção do fósforo na forma iônica na fase sólida do solo, constituindo-se complexos entre o fósforo e o alumínio e/ou ferro (nos solos ácidos e com teores apreciáveis de matéria orgânica).

Tal como no caso do azoto, as formas de fósforo disponível podem sofrer um processo de imobilização, que as torna indisponíveis, através da sua assimilação pelos microrganismos do solo e sua conversão em compostos orgânicos constituintes das próprias células. O mesmo se verifica quando se adicionam aos solo resíduos vegetais com baixos teores de fósforo.

O fósforo retido na matéria orgânica do solo pode sofrer um processo de **mineralização** sendo, assim, convertido em fósforo mineral por ação de microrganismos heterotróficos do solo, tornando-o em fósforo solúvel. Esta mineralização é favorecida pela ocorrência de (i) temperaturas relativamente elevadas no solo (superiores a 30°C), (ii) teores de humidade da ordem de 50-60% da capacidade de campo, (iii) reação do solo próxima da neutralidade e (iv) teores de fósforo total dos resíduos vegetais de 0,2 a 0,3% de P.

Como já foi referido, em condições naturais, grande parte das plantas cultivadas associa-se a certos fungos do solo, formando **micorrizas** (fungo + raiz), absorvendo quantidades mais elevadas de fósforo e utilizando de forma mais eficiente as fontes do nutriente disponíveis no solo.

As plantas apenas podem absorver o fósforo solúvel presente na solução do solo sob a forma iônica, cuja quantidade pode variar em função da ocorrência de determinados fenómenos, com reflexos na nutrição das culturas. Podem, assim, ocorrer **perdas do fósforo na solução do solo** para as quais contribuem (i) a sua utilização pelas plantas e microrganismos do solo, (ii) a sua conversão em formas menos solúveis da fase sólida do solo e (iii) o seu arrastamento, nas partículas do solo, através das águas de escoamento superficial em solos sujeitos a erosão hídrica. A reposição destas perdas na solução do solo pode ocorrer através da meteorização de minerais do solo, da mineralização de compostos orgânicos com fósforo, da transferência de fósforo retido na fase sólida do solo (adsorvido e/ou precipitado em formas minerais) e pela intervenção humana, através da incorporação de fertilizantes fosfatados. É por este motivo que, embora a maioria dos solos seja naturalmente pobre em fósforo disponível para as plantas, existem terras que, adubadas ao longo dos anos, apresentam hoje teores altos e mesmo muito altos neste elemento.

Em laboratório, o fósforo existente na amostra é extraído através de determinada solução química, variável consoante o método utilizado. Designa-se por **fósforo extraível** e pretende simular o **fósforo disponível** existente no solo do qual foi retirada a amostra.

A classificação dos teores de fósforo extraível do solo, determinados pelos métodos de Egner-Riehm modificado e Olsen é apresentada no Quadro 11.

Investigação levada a cabo em Portugal mostrou que é necessário aplicar, em média, cerca de 75 kg/ha de  $P_2O_5$  para que se registre uma subida, nos resultados analíticos, de 10 mg/kg. Aquele valor pode variar entre 20 e 180 kg/ha, consoante o teor e o tipo de argila presente no solo, os níveis de matéria orgânica e de carbonatos, o valor do pH, etc.

### 2.2.3 Potássio (K)

Contrariamente ao fósforo, a maioria dos solos cultivados apresenta naturalmente teores elevados de **potássio**, uma vez que este elemento faz parte da constituição de muitos minerais. A principal exceção diz respeito aos solos derivados de areias e arenitos, em que o mineral dominante é o quartzo. Nestes casos, a capacidade de retenção do potássio é baixa e, em situações de elevada pluviosidade ou rega excessiva, pode verificar-se perda do nutriente por lixiviação ao longo do perfil do solo.

Grande parte do potássio presente no solo encontra-se sob formas não disponíveis para as espécies vegetais, fazendo parte de minerais primários e secundários, que constituem a grande reserva de potássio do solo. Uma pequena percentagem encontra-se adsorvida no complexo de troca e outra, ainda menor, dissolvida na solução do solo. Estas duas últimas formas constituem o chamado **potássio disponível**.

A fixação do potássio não é irreversível, podendo o nutriente ser de novo libertado e utilizado pelas culturas subsequentes.

Entre os fatores que determinam a fixação do potássio, incluindo o que é adicionado ao solo através das fertilizações, é de considerar a reação do solo: nos solos ácidos, com valores de  $pH(H_2O)$  inferiores a 5,0 – 5,5, predomina o alumínio que pode ocupar os locais de adsorção do potássio que, assim, fica disponível para ser utilizado pelas plantas; à medida que o pH do solo sobe, o alumínio precipita, sendo substituído pelo potássio que, assim, se torna indisponível.

Estudos realizados mostram que, na maioria dos casos, a calagem dos solos ácidos tem um efeito benéfico na nutrição potássica das plantas pois, mesmo que induza alguma fixação de potássio, também promove maior desenvolvimento das raízes, permitindo a exploração de maior volume de solo e a utilização de mais potássio assim disponível

Outros fatores, como a compactação e o alagamento do solo e a alternância de condições de humidade – *secura*, prejudicam a absorção do nutriente.

A classificação dos teores de potássio extraível do solo, determinados pelo método de Egner-Riehm modificado, é apresentada no Quadro 11.

### 2.2.4 Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg)

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, nos solos ácidos, apesar de apresentarem, por vezes, quantidades totais de Ca significativas, as situações de carência podem ocorrer. Este facto resulta, tal como foi referido, do grau de saturação do complexo de troca em Ca, Mg, Na e K ser baixo neste tipo de solos. Por exemplo, teores de cálcio inferiores a  $2\text{ cmol}(+)/\text{kg}$  podem ser considerados valores baixos em certos solos ácidos, enquanto que, em muitos solos neutros, tais valores serão considerados adequados, uma vez que o grau de saturação é mais elevado.

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 e de zinco.

A disponibilidade do cálcio para as plantas depende de vários fatores, entre os quais se salientam: *(i)* a quantidade total de cálcio presente no solo; *(ii)* o valor do pH do solo (em solos ácidos é mais provável a existência de baixos teores de cálcio); *(iii)* o valor da capacidade de troca catiónica do solo, onde o cálcio é, geralmente, o catião dominante e *(iv)* o tipo de textura do solo, já que o cálcio pode ser perdido por lixiviação, em solos arenosos.

O magnésio apresenta um comportamento no solo muito semelhante ao do cálcio, encontrando-se igualmente adsorvido no complexo de troca.

Também se encontra presente na solução do solo, onde é rapidamente absorvido pelas raízes e ainda em formas não disponíveis ou disponíveis a longo prazo, fazendo parte de calcários dolomíticos e magnesianos, de minerais de argila e dos feldspatos. Encontra-se sujeito a perdas por lixiviação ou erosão do solo.

A disponibilidade do magnésio no solo é influenciada pela presença de outros nutrientes, designadamente: *(i)* pelo potássio que, se se encontrar presente em níveis elevados no complexo de troca, pode interferir com a absorção do magnésio e *(ii)* pelo

amônio que também interfere com a disponibilidade do magnésio, especialmente se forem aplicadas grandes quantidades de azoto na forma amoniacal em solos pobres naquele elemento.

Os teores de magnésio extraível no solo são classificados tal como se indica no Quadro 11.

**Quadro 11** - Classes de fertilidade do solo para fósforo ( $P_2O_5$ )<sup>(a)</sup>, potássio ( $K_2O$ )<sup>(a)</sup> e magnésio (Mg)<sup>(b)</sup>

Parâmetro	Classes de fertilidade ( $mg\ kg^{-1}$ )					Método de extração
	Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito alta	
$P_2O_5$	≤ 25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	> 200	(1)
$P_2O_5$	≤ 18	18 - 34	35 - 56	57 - 115	> 115	(2)
$K_2O$	≤ 25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	> 200	(1)
Mg	≤ 30	31 - 60	61 - 90	91 - 125	> 125	(3)

*Adaptado de (a) Soveral-Dias et al. (1980); (b) Costa et al. (1995)  
(1) Egner-Riehm modificado - Lactato de amônio + ácido acético; (2) Olsen; (3) Acetato de amônio a pH 7*

Em solos equilibrados, o magnésio deve representar cerca de 10 a 20% do grau de saturação do complexo de troca. As situações de deficiência surgem, geralmente, em solos ácidos, com relações Ca/Mg (Ca e Mg expressos em  $cmol(+)/kg$ ) superiores a 4, tal como é indicado no Quadro 12.

Relações Ca/Mg mais baixas originam problemas de natureza física, nomeadamente de estrutura, conduzindo a situações de má drenagem interna.

**Quadro 12** - Relação Ca/Mg mais favorável à nutrição das culturas e seu efeito sobre algumas características físicas do solo

Classificação	Relação Ca/Mg	Apreciação
Muito baixa	< 1,5	Muito desfavorável para as características físicas do solo
Baixa	1,6 - 2,5	Desfavorável para as características físicas do solo
Média	2,6 - 4,0	Adequada
Alta	4,1 - 8,0	Desfavorável para a nutrição da planta em Mg
Muito alta	> 8,0	Muito desfavorável para a nutrição da planta em Mg

*Adaptado de Agricultural Compendium for Rural Development in Tropics and Subtropics (1981)*

### 2.2.5 Enxofre (S)

Tal como o azoto, o **enxofre** encontra-se sobretudo associado à matéria orgânica, sendo rara a sua deficiência em solos em que esta se apresente com teores adequados. As situações de carência tendem, no entanto, a aumentar, principalmente devido ao uso de novos adubos em cuja composição não entra o enxofre (por exemplo a substituição de superfosfatos por fosfatos de amónio).

Em zonas de baixa pluviosidade, o enxofre do solo, na forma mineral, tende a acumular-se nas camadas subsuperficiais, por vezes em quantidades avultadas. Embora os métodos analíticos ainda não estejam convenientemente calibrados para recomendações de fertilização com enxofre, aconselha-se que, naquelas regiões, a colheita de amostras seja feita até 0,40 a 0,60 m de profundidade. Em alternativa, será conveniente utilizar adubos contendo enxofre, pelo menos nas culturas mais exigentes, como é o caso da cebola, da luzerna, da colza e, de um modo geral, do grupo das brássicas.

## 2.3 MICRONUTRIENTES

O teor do solo em micronutrientes depende, acima de tudo, da natureza da rocha que lhe deu origem. Na maioria dos casos, os seus teores são suficientes para assegurar produções elevadas e de boa qualidade. 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. Por exemplo, situações de excesso de fósforo podem conduzir a deficiências de zinco, em especial nas culturas mais exigentes neste elemento.

No caso dos micronutrientes, é frequente passar-se com facilidade da situação de carência para a de toxicidade, pelo que a aplicação destes elementos deverá ser sempre realizada à cultura em causa e não à rotação. Deste modo, evitam-se situações de enriquecimento excessivo do solo, dado que os problemas de deficiência são mais fáceis de solucionar do que os de toxicidade.

No Quadro 13 são indicadas as classes de fertilidade do solo para os diversos micronutrientes.

- **Ferro (Fe)** – É um nutriente cuja carência surge em solos de pH elevado, frequentemente com carbonatos ou que foram sujeitos a calagens excessivas (sobrecalagem). O combate à erosão, em especial nos solos com carbonatos na camada subsuperficial, a utilização de variedades resistentes à clorose férrica e aplicações ao solo ou por via foliar de quelatos (neste caso também com sulfato de ferro) são as medidas mais adequadas para o seu controlo. Nalguns casos, aplicações de corretivos

acidificantes, como o enxofre elementar, também podem ajudar a minimizar o problema. Em culturas arvenses, no entanto, estas práticas podem ter pouco significado pelos custos que comportam.

- **Manganês (Mn)** – É um elemento que, no solo, pode existir na forma mineral, orgânica, 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.

A disponibilidade do manganês no solo é influenciada por diversos fatores, entre os quais se destacam *(i)* o valor do pH – pode surgir em situação de carência em solos de pH mais elevado ou de excesso, podendo causar problemas de toxicidade, em solos ácidos; *(ii)* elevados teores de matéria orgânica que fazem diminuir a disponibilidade do nutriente; *(iii)* solos encharcados ou pouco arejados que, promovendo a solubilidade do elemento, fazem aumentar a sua disponibilidade e *(iv)* a utilização de adubos acidificantes que fazem aumentar, também, a sua disponibilidade em solo alcalinos.

As aplicações foliares são mais eficazes do que as aplicações ao solo para a correção das deficiências. No caso de problemas de toxicidade em solos ácidos, a correção da acidez resolve, geralmente, o problema.

- **Zinco (Zn)** – É um nutriente que apresenta com certa frequência teores baixos no solo, havendo culturas que respondem bem à sua aplicação, em especial quando o pH é superior a 6,5. As aplicações ao solo, na forma de sulfato ou óxido de zinco, são geralmente eficazes havendo, no entanto, situações em que é necessário recorrer a aplicações foliares, como é o caso das culturas arbóreas e arbustivas.

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 solos arenosos ou sujeitos a erosão.

O zinco é relativamente imóvel no solo, pelo que não são de esperar problemas de lixiviação. Pode ficar retido à superfície dos minerais de argila ou da matéria orgânica, constituindo o zinco de troca ou apresentar-se complexado com materiais orgânicos. É absorvido pelas raízes a partir da solução do solo.

- **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 que geralmente

são pobres no elemento, em solos de pH elevado e em solos com baixos teores de matéria orgânica.

A acumulação de cobre na camada superficial do solo pode ocorrer em culturas arbóreas ou arbustiva, como a vinha, devido à aplicação continuada de produtos fitofarmacêuticos à base de cobre. As plantas adultas, explorando o solo mais profundamente, conseguem resistir, mas poderão surgir problemas de fitotoxicidade em plantas jovens, quando a cultura é replantada, especialmente em solos ácidos, de textura grosseira e pobres em matéria orgânica. Quando assim acontece, o desenvolvimento do sistema radicular fica fortemente afetado, dificultando a absorção de nutrientes menos móveis, como o fósforo. A análise de terra permitirá detetar essa contaminação. A correção da acidez do solo revela-se, também aqui, importante para insolubilizar parte desse cobre e minimizar os efeitos da toxicidade.

- **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 secos. A sua deficiência é facilmente corrigida pela aplicação ao solo ou por via foliar. Como a diferença entre os níveis adequados e os de toxicidade para as culturas é muito pequena, há que tomar precauções, sobretudo nos casos de aplicação ao solo, de modo a evitar excessos devido à má distribuição do fertilizante.
- **Molibdênio (Mo)** – É um nutriente que tem no solo um comportamento contrário ao dos micronutrientes catiões, sendo a sua carência mais de temer em solos ácidos. A carência de molibdênio tem sido referida com certa frequência nalgumas culturas, muitas vezes como resultado de desequilíbrios na fertilização praticada, com doses elevadas de nitratos e sulfatos.

A disponibilidade do molibdênio no solo é influenciada não só pela sua reação, mas também pela presença de óxidos de alumínio e de ferro uma vez que o elemento é então fortemente adsorvido, tornando-se menos disponível.

A aplicação de molibdênio poderá ser feita ao solo ou por via foliar, utilizando-se sempre quantidades muito baixas. Por exemplo, no caso de aplicações ao solo, são suficientes 150 g/ha de molibdato de sódio ou de amônio e, por via foliar, 25 g/100 L de água dos mesmos sais.

O Quadro 13 mostra as classes de fertilidade do solo para os micronutrientes acima considerados.

**Quadro 13** – Classes de fertilidade para os micronutrientes ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), cobre (Cu), boro (B) e molibdênio (Mo)

	Classes de fertilidade (ppm)					Método de extração
	Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito alta	
Ferro (Fe)	≤ 10	11 – 25	26 – 40	41 – 80	> 80	(1)
Manganês (Mn)	≤ 7	8 – 15	16 – 45	46 – 100	> 100	(1)
Zinco (Zn)	≤ 0,6	0,7 – 1,4	1,5 – 3,5	3,6 – 10	> 10	(1)
Cobre (Cu)	≤ 0,3	0,4 – 0,8	0,9 – 7,0	7,1 – 15	> 15	(1)
Boro (B)	≤ 0,2	0,21 – 0,40	0,41 – 1,0	1,1 – 2,5	> 2,5	(2)
Molibdênio (Mo)		< 0,15	> 0,15			(3)

Adaptado de Sillanpää (1982); Costa e Fernandes (1996) e Costa et al. (1999)  
 (1) Acetato de amônio + Ácido acético + EDTA; (2) Água fervente; (3) Oxalato de amônio

No Quadro 14 e de forma resumida, apresenta-se a mobilidade e as formas disponíveis para as plantas, no solo, dos macro- e micronutrientes considerados

**Quadro 14** – Mobilidade de macro- e micronutrientes no solo e formas disponíveis para as plantas

Nutrientes	Mobilidade no solo	Formas disponíveis no solo
<b>Macronutrientes</b>		
Azoto	Média	$\text{NH}_4^+$
	Elevada	$\text{NO}_3^-$
Fósforo	Baixa	$(\text{H}_2\text{PO}_4^-)$ , $\text{HPO}_4^{2-}$
Potássio	Baixa / média	$\text{K}^+$
Cálcio	Baixa	$\text{Ca}^{2+}$
Magnésio	Baixa	$\text{Mg}^{2+}$
Enxofre	Média	$\text{SO}_4^{2-}$
<b>Micronutrientes</b>		
Ferro	Baixa	$\text{Fe}^{2+}$ e $\text{Fe}^{3+}$
Manganês	Baixa	$\text{Mn}^{2+}$
Zinco	Baixa	$\text{Zn}^{2+}$ e $\text{Zn}(\text{OH})_2$
Cobre	Baixa	$\text{Cu}^{2+}$
Boro	Elevada	$\text{B}(\text{OH})_3$ , $\text{H}_2\text{BO}_3^-$
Molibdênio	Baixa / média	$\text{MoO}_4^{2-}$

Adaptado de: Ontario. Ministry of Agriculture and Rural Affairs (2018).

## 2.4 A ANÁLISE DE TERRA

A análise de terra não é apenas a base para o programa de fertilização a realizar na exploração agrícola. Constitui, também, um meio para a sua própria avaliação, em termos de sucesso, a médio prazo. Ao longo de culturas sucessivas e diferentes aplicações de fertilizantes, a análise de terra vai indicando os locais ou parcelas em que a fertilidade do solo vai aumentando ou diminuindo, permitindo os ajustamentos considerados adequados. Ao longo de um período de vários anos, a evolução verificada no campo permite avaliar a adequação do programa de fertilização escolhido às condições específicas de cada parcela e culturas nela praticadas. É assim que solos agrícolas que apresentem um nível de fertilidade muito baixo, com elevados níveis de acidez e teores excessivos ou muito baixos de um ou mais elementos, indicam, claramente, o uso de programas de fertilização inadequados.

Há ainda que recordar que a fertilização não pode corrigir deficiências devidas a outras práticas agrícolas inadequadas, nomeadamente rotações desequilibradas, mobilizações do solo extemporâneas, sementeiras tardias, variedades inadaptadas e proteção fitossanitária desadequada, entre outras.

### 2.4.1 Colheita de amostras de terra

A validade dos resultados da análise de terra depende da qualidade da amostra, para nada servindo os resultados se aquela não tiver sido bem colhida e preparada. Os erros devidos a uma incorreta amostragem do solo são, de uma maneira geral, superiores aos que habitualmente são cometidos em laboratório.

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 instalada ou a instalar no campo amostrado. Uma vez que não é possível analisar todos os pontos de um mesmo campo, os resultados terão que ser baseados numa amostra pequena, que pretende representar uma grande quantidade de terra. Por exemplo, só num hectare e até à profundidade de 0,20 m, existem cerca de 2 500 000 kg de terra num solo de textura média, tendo a amostra colhida apenas 0,5 a 1 kg. 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 do campo que se pretende fertilizar, é necessário que a sua colheita se faça de acordo com normas adequadas. A amostra a enviar ao laboratório para análise deverá ser acompanhada de uma ficha informativa na qual se prestará, da forma mais completa e correta possível, a informação que nela é solicitada. Os resultados da análise de terra, conjugados com a informação

prestada, permitirão elaborar a recomendação de fertilização solicitada.

As colheitas das amostras de terra deverão realizar-se com a devida antecedência relativamente à aplicação dos fertilizantes.

No Anexo I são indicadas as normas de colheita de amostras de terra em diferentes tipos de culturas.

## 2.4.2 Análises a solicitar ao laboratório

### Para instalação de culturas anuais e pastagens

Para culturas anuais é frequentemente solicitada uma análise sumária à terra, envolvendo as seguintes determinações: pH ( $H_2O$ ), matéria orgânica, textura de campo, necessidade de cal, se necessário, fósforo, potássio e magnésio *extraíveis*.

A análise de micronutrientes também convirá ser solicitada quando se suspeita de alguma possível carência num destes micronutrientes, em que a cultura a instalar apresente alta sensibilidade.

### Culturas arbóreas e arbustivas – instalação e produção

Quando se pretende instalar uma cultura arbórea ou arbustiva, que permanecerá no terreno por vários anos e implica um maior investimento inicial, é aconselhável uma análise mais completa do que no caso anterior.

Esta permitirá acautelar alguma carência ou desequilíbrio de nutrientes, fazer a escolha mais adequada dos porta-enxertos ou variedades e contribuir para a adoção das técnicas culturais mais adaptadas a esse solo, como é o caso da dotação de rega.

Assim, antes da instalação da cultura, ou na primeira colheita de amostras de terra em pomares, oliveais, vinhas ou povoamentos florestais jovens e adultos, são aconselhadas as seguintes análises:

- Textura (% areia, % limo, % argila);
- Matéria orgânica (carbono orgânico);
- pH ( $H_2O$ );
- Necessidade de cal, se necessário;
- Calcário total e calcário ativo, se necessário;
- Fósforo, potássio e magnésio *extraíveis*;
- Ferro, manganês, zinco, cobre e boro *extraíveis*;
- Complexo de troca (cálcio, magnésio, potássio e sódio de troca, acidez potencial ou acidez de troca, capacidade de troca catiónica, grau de saturação);
- Condutividade elétrica

Nas colheitas seguintes, que se aconselha sejam feitas de 4 em 4 anos, devem ser solicitadas as seguintes análises:

- Matéria orgânica;
- pH(H<sub>2</sub>O);
- Necessidade de cal;
- Fósforo, potássio, magnésio e boro *extraíveis*;
- Condutividade elétrica (na amostra colhida junto dos gotejadores), das culturas regadas;
- Outras determinações analíticas, consoante os resultados da análise anterior.

Aconselha-se também o controlo anual do estado de nutrição da cultura, através da realização de uma análise foliar na época adequada. A recomendação de fertilização será feita com base nesta análise foliar e na análise de terra, tendo em conta a produção esperada e as práticas culturais realizadas.

### **Culturas protegidas**

Na análise da terra de culturas protegidas, procuram extrair-se os nutrientes que estão mais rapidamente disponíveis para a planta, o que implica o emprego de soluções extratantes mais suaves, como a água.

As análises aconselhadas são:

- pH(H<sub>2</sub>O);
- Matéria orgânica;
- Textura de campo;
- Necessidade de cal, se necessário;
- Azoto mineral;
- Fósforo, potássio, cálcio, magnésio e sódio solúveis em água;
- Condutividade elétrica.

### **Em zonas vulneráveis aos nitratos**

Nas zonas vulneráveis aos nitratos de origem agrícola, para o balanço da fertilização azotada, deverá ser analisado um dos seguintes parâmetros:

- azoto mineral ou
- azoto total ou
- azoto nítrico ou
- matéria orgânica (de acordo com o programa de ação em vigor).

## 3. NUTRIÇÃO DAS CULTURAS

### 3.1 FUNÇÕES DOS NUTRIENTES NAS PLANTAS

As plantas são compostas por água (70 a 90%) e 10 a 30% de matéria seca. Mais de 90% desta matéria seca é composta por carbono (C), oxigênio (O) e hidrogênio (H), nutrientes que as plantas absorvem diretamente do ar e da água. Em condições normais, os restantes nutrientes essenciais ao crescimento e desenvolvimento das espécies vegetais são absorvidos a partir da solução do solo.

Designam-se por **macronutrientes** aqueles que são necessários ao crescimento e desenvolvimento das plantas em quantidades elevadas e por **micronutrientes** os que, sendo também essenciais, são necessários em pequenas quantidades podendo, inclusivamente, causar problemas de toxicidade, com reflexos na produção e na qualidade das culturas, se absorvidos em quantidades superiores às necessárias a cada espécie vegetal.

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

Para além do carbono, do hidrogênio e do oxigênio, fornecidos às plantas pelo ar e pela água, existem seis elementos considerados macronutrientes – azoto ou nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre – de que as plantas necessitam em quantidades relativamente elevadas para crescerem e se desenvolverem e, no caso das plantas cultivadas, para produzirem de forma economicamente rentável.

Os restantes nutrientes, considerados micronutrientes por serem necessários às plantas em quantidades muito menores, são, no entanto, essenciais a uma nutrição adequada e neles se incluem o ferro, o manganês, o cobre, o zinco, o boro, o cloro, o molibdénio e o níquel. São ainda considerados benéficos para algumas espécies o silício, o cobalto e

o sódio. Estes elementos não são essenciais para todas as plantas, mas podem-no ser para algumas, incluindo plantas cultivadas.

Como exemplos, referem-se o cobalto, que é essencial para a fixação do azoto simbiótico nas leguminosas e o silício, constituinte das paredes celulares, que aumenta a tolerância de algumas espécies ao calor e à secura, bem como a resistência aos insetos e às infeções provocadas por fungos e à “acama”, com especial referência para o arroz, para além de contribuir para a resistência à toxicidade de alumínio e manganês.

### 3.1.1 Macronutrientes

Como foi anteriormente referido, as plantas adquirem carbono, hidrogénio e oxigénio 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 solo/planta.

#### Azoto

A maior parte do azoto é absorvida pelas plantas sob a forma de nitrato, embora uma pequena percentagem do azoto total utilizado pelas espécies vegetais possa ser absorvida sob a forma amoniacal.

O azoto encontra-se envolvido em muitos dos processos fisiológicos fundamentais para as plantas, sendo o nutriente que, comparativamente aos restantes, é necessário em quantidades mais elevadas: é elemento principal na composição das proteínas, hormonas e clorofila, bem como de vitaminas e enzimas fundamentais à vida das plantas, sendo essencial ao seu crescimento vegetativo. O excesso de azoto pode prejudicar a floração e a frutificação. Pelo contrário, uma nutrição azotada deficiente reduz a produção das culturas e faz diminuir a qualidade das espécies hortícolas de folha e das culturas forrageiras e pratenses. A deficiência de azoto leva ao amarelecimento das folhas, com início nas folhas inferiores e mais velhas (Figura 7- A).

#### Fósforo

Tal como o azoto, o **fósforo** encontra-se envolvido em muitos dos processos fisiológicos fundamentais das espécies vegetais, sendo indispensável à germinação das sementes, à realização da fotossíntese e à formação das proteínas, intervindo em quase todos os processos do crescimento e do metabolismo das plantas. Promove a floração, a formação dos frutos e o crescimento das raízes, que tendem a ser mais numerosas nas zonas da parcela mais ricas em fósforo, embora teores excessivos do nutriente no solo tendam a reduzir a massa radicular. Melhora a qualidade dos frutos, das culturas

hortícolas e dos grãos, bem como a eficiência do uso da água. A aplicação de grandes quantidades de fósforo em solos pobres em zinco pode conduzir a deficiências deste nutriente nas culturas. A deficiência de fósforo leva à coloração purpúrea das folhas e dos caules, a atraso no crescimento e na maturação. Com frequência, provoca também a queda prematura de flores e frutos, conduzindo a quebras nas produções esperadas.

### Potássio

A seguir ao azoto e, nalguns casos, ao cálcio, **o potássio** é o nutriente que é absorvido pelas plantas em maior quantidade. É necessário à formação dos açúcares, amido, hidratos de carbono, à síntese proteica e à divisão celular. Intervém na regulação estomática, contribuindo para a manutenção do equilíbrio hídrico da planta. Promove a rigidez dos caules e a resistência ao frio e às doenças, bem como a qualidade dos frutos e das sementes. Solos ricos em potássio podem, nalguns casos, promover a redução da absorção de magnésio pelas plantas, 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 é móvel no interior da planta, pelo que os sintomas de deficiência geralmente surgem, em primeiro lugar, nas folhas mais velhas que ficam amarelas ou com necroses nas margens (Figuras 7 - B e 7 - C). A deficiência de potássio reduz as produções das culturas agrícolas.

### Cálcio

O **cálcio** é um componente essencial das paredes celulares, conferindo-lhes rigidez. Promove o transporte e a retenção de outros elementos, influencia o movimento da água nas células e é fundamental ao contínuo crescimento e divisão celulares. É um elemento pouco móvel no interior da planta (não é translocável), pelo que a sua absorção é necessária ao longo de todo o ciclo vegetativo. A absorção do cálcio é prejudicada pela presença, no solo, de quantidades excessivas de azoto amoniacal, potássio, magnésio, manganês e alumínio.

A sua deficiência provoca redução dos crescimentos e baixo poder de conservação dos frutos.

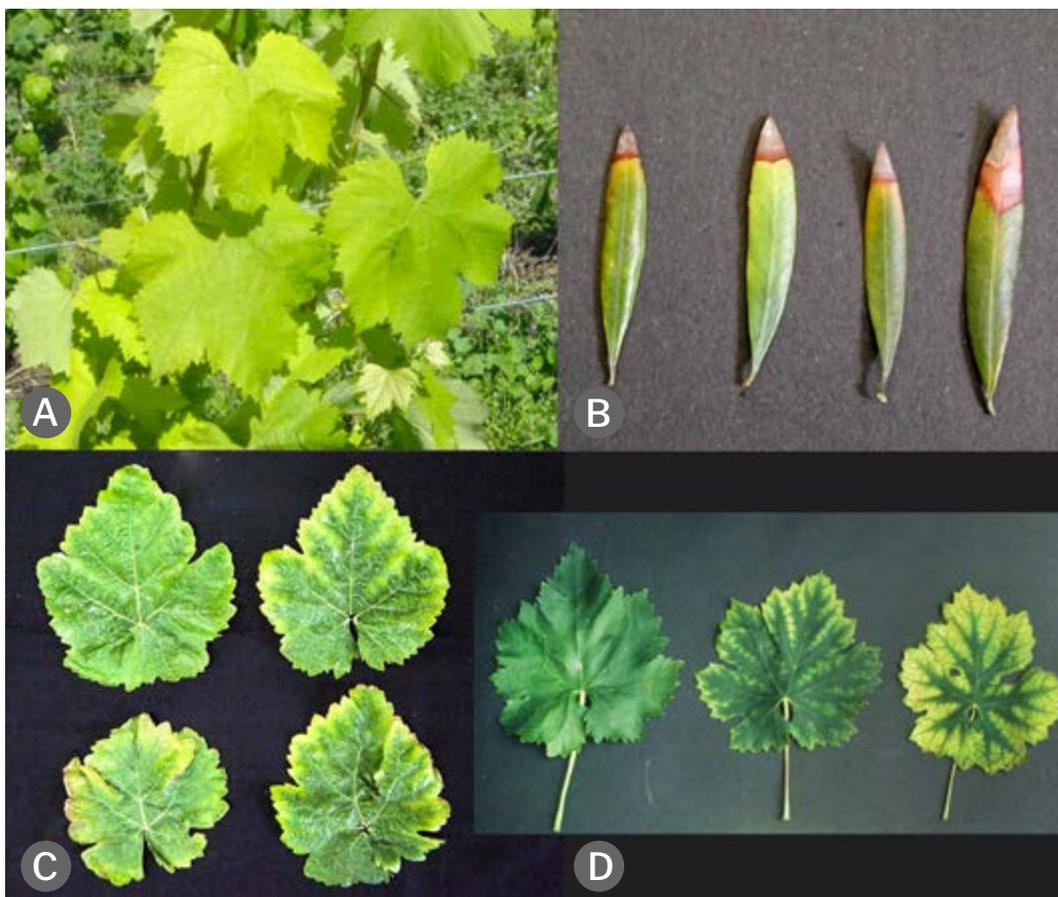
### Magnésio

**O magnésio** faz parte da estrutura da molécula de clorofila, para além de desempenhar outras funções essenciais ao crescimento e desenvolvimento das espécies vegetais. Tal como o azoto, o potássio e o fósforo, é móvel no interior da planta, pelo que os sintomas de deficiência geralmente surgem, em primeiro lugar, nas folhas mais velhas. Nalgumas espécies, a deficiência de magnésio manifesta-se através do *avermelhamento*

dos limbos, como é o caso das castas tintas da videira e, noutros casos, através do amarelecimento do tecido entre as nervuras da folha, devido aos seus baixos teores de clorofila (Figura 7 - D).

### Enxofre

Para além de ser constituinte de duas proteínas, **o enxofre** encontra-se envolvido em diversos processos fisiológicos das espécies vegetais, entre os quais se referem o processo de fixação simbiótica do azoto, no caso das leguminosas, e a produção de sementes. A sua deficiência dá origem a sintomas que, aparentemente, são idênticos aos da carência de azoto, embora neste caso sejam as folhas mais jovens a mostrarem-se amareladas em primeiro lugar, uma vez que o enxofre não é móvel nas plantas. Em situações mais graves, toda a planta se mostra amarelecida.



**Figura 7** - Alguns aspetos de desequilíbrios nutricionais provocados pela carência de macronutrientes em culturas agrícolas: **A** - Carência de N em folhas de videira; **B** - Carência de K em folhas de oliveira; **C** - Carência de K em folhas de videira; **D** - Carência de Mg em folhas de videira.

### 3.1.2 Micronutrientes

Como foi referido no capítulo anterior, os teores de micronutrientes existentes no solo são, na maioria dos casos, suficientes para assegurar produções elevadas e de boa qualidade. 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.

#### Ferro

O ferro desempenha uma série de funções essenciais ao crescimento e desenvolvimento das espécies vegetais, destacando-se a sua intervenção na formação da clorofila e de algumas proteínas, bem como na função respiratória. A sua deficiência (designada por clorose férrica) surge em solos de pH elevado, sendo frequente em solos com carbonatos ou que foram sujeitos a calagens excessivas (sobrecalagem). Outros fatores, geralmente associados à ocorrência de sintomas de deficiência de ferro, referem-se a eventuais desequilíbrios existentes no solo entre os teores de ferro e os de molibdénio, cobre ou manganês, teores excessivos de fósforo no solo ou baixos níveis de matéria orgânica. Os sintomas de deficiência caracterizam-se, de um modo geral, pelo amarelecimento das folhas, mantendo as nervuras verdes (Figura 8 - A).

#### Manganês

Os solos ácidos apresentam, muitas vezes, teores excessivos de manganês, podendo causar problemas de toxicidade em muitas culturas. Nestes casos, a correção da acidez resolve, geralmente, o problema. Este micronutriente é essencial na fotossíntese e na produção de clorofila, para além de desempenhar outras funções na planta, nomeadamente ao nível enzimático. A deficiência de manganês (Figura 8 - B) ocorre geralmente em solos com valores elevados de pH e em solos com elevados teores de matéria orgânica. Pode, igualmente, encontrar-se associada à existência de podridões radiculares.

#### Zinco

Os solos apresentam, com alguma frequência, baixos níveis de zinco, havendo culturas que respondem bem à sua aplicação, em especial em situações de solos com pH elevado. As aplicações ao solo, na forma de sulfato ou óxido de zinco, são geralmente eficazes havendo, no entanto, situações em que é necessário recorrer a aplicações foliares, como é o caso das culturas arbóreas e arbustivas. Este micronutriente é importante nas primeiras fases das culturas, bem como na formação do grão e das sementes. É essencial na formação da clorofila e na produção de substâncias de reserva. A deficiência de zinco (Figura 8 - C) ocorre com frequência em solos pobres no micronutriente em que

foram aplicadas grandes quantidades de fósforo, solos de elevado pH e solos arenosos ou sujeitos a erosão severa. Uma vez que o zinco é relativamente imóvel na planta, os sintomas de carência surgem, em primeiro lugar, nas folhas mais novas.

### **Cobre (Cu)**

O cobre desempenha um papel fundamental na produção de clorofila, bem como na atividade enzimática. A ocorrência de situações de deficiência são raras, mas as de toxicidade ocorrem com certa frequência nos solos ácidos, ocupados há longos anos com vinha, associadas à aplicação de produtos fitofarmacêuticos à base de cobre. Alguns elementos, como o zinco, o alumínio, o fósforo e o ferro, se presentes em elevadas concentrações no solo, podem diminuir a absorção deste nutriente.

### **Boro (B)**

Para além da sua importância na manutenção da integridade das paredes celulares, a presença de boro em quantidades adequadas é essencial aos processos de floração e frutificação, bem como ao metabolismo dos hidratos de carbono e das proteínas. 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. A sua deficiência é facilmente corrigida por aplicações ao solo ou por via foliar. Dado que é pouco móvel na planta, a deficiência de boro manifesta-se pela morte dos gomos terminais, pela formação de entrenós curtos e pela deformação das folhas que apresentam um aspeto “enconchado”. (Figura 8 - D). Os frutos apresentam-se deformados e sem valor comercial. De referir que, 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 sua má distribuição.

### **Molibdénio (Mo)**

O molibdénio desempenha uma função essencial no metabolismo do azoto, para além do seu papel na fixação simbiótica deste nutriente nas leguminosas. Nestas espécies, a carência de molibdénio origina fraca nodulação das raízes e as plantas apresentam, com frequência, sintomas de carência de azoto. É ainda fundamental na viabilização do pólen e na produção de semente. A carência de molibdénio é referida, com alguma frequência, nalgumas culturas, muitas vezes como resultado de desequilíbrios na fertilização praticada, com doses elevadas de nitratos e sulfatos. A presença de fósforo no solo promove a sua absorção pelas culturas. Nem todas as espécies vegetais são sensíveis a baixos teores do nutriente no solo, o mesmo se verificando, até, entre variedades da mesma espécie.



**Figura 8** – Alguns aspectos de desequilíbrios nutricionais provocados por micronutrientes em culturas agrícolas: **A** – Carência de Fe em oliveira; **B** – Carência de Mn em actinídea (kiwi); **C** – Carência de Zn em folhas de videira; **D** – Carência de B em videira.

### 3.2 A ANÁLISE DE TECIDOS VEGETAIS

A análise de tecidos vegetais é um meio de diagnóstico do estado de nutrição das culturas, 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) cultura(s) nele instalada(s), embora os dois tipos de análise se complementem, com vantagem, sobretudo no caso das culturas arbóreas e arbustivas, como pomares, olivais, vinhas e povoamentos florestais.

### 3.2.1 Análise foliar

Nas espécies arbóreas e arbustivas, 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, criando 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, dada a relação que existe entre a concentração de nutrientes nas folhas, em determinadas fases do ciclo da cultura, e o desenvolvimento vegetativo, a produtividades e/ou a qualidade das produções.

A interpretação dos resultados da análise foliar 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 às suas produtividades e/ou qualidade das suas produções. É assim possível detetar quais os nutrientes que estão em deficiência, em excesso ou num nível adequado.

A utilidade dos resultados das análises foliares, tal como das de terra, como suportes ao diagnóstico do estado de nutrição das plantas, depende não só da qualidade dos resultados analíticos, mas também da qualidade da amostra que é enviada para análise. Para nada servirão os resultados das análises, mesmo se efetuadas com grande qualidade, se a amostra tiver sido mal colhida. Nessas circunstâncias, não representará as condições da parcela em relação às quais se pretende fazer o diagnóstico do estado de nutrição das árvores nela instaladas.

No Anexo II, apresentam-se as normas de colheita de amostras de material vegetal para análise.

### 3.3. VALORES DE REFERÊNCIA PARA INTERPRETAÇÃO DA ANÁLISE FOLIAR

Os valores de referência para interpretação da análise foliar que se apresentam foram obtidos a partir de resultados da investigação levada a cabo em território nacional por investigadores e técnicos do ministério da agricultura, das universidades, escolas superiores agrárias e empresas da especialidade, muitas vezes em projetos de parceria entre as referidas entidades. Apenas nos casos em que não existiam resultados obtidos em Portugal se recorreu a bibliografia estrangeira, tendo em consideração as condições edafoclimáticas em que as culturas se encontravam

instaladas (procurando-se que fossem as mais próximas das nossas condições) e a metodologia utilizada no estabelecimento dos valores de referências que se procurou ser a mais próxima da utilizada em Portugal.

### 3.3.1 Culturas Arvenses

#### AMENDOIM

- Folhas completas antes ou na fase de floração

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
3,50	0,25	1,70	1,25	0,30	0,20	60	60	25	5	25
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
4,50	0,50	3,0	2,0	0,80	0,35	300	350	60	20	60

Adaptado de Bryson et al (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

#### ARROZ

- Folha mais nova completamente desenvolvida: (a) imediatamente antes do início do encanamento; (b) folha Y.

Época de amostragem	Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )						
	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo
Máximo afilhamento (a)	2,8	0,10	1,20	0,15	0,15	0,18	0,03	75	200	25	8	5	1
	a	a	a	a	a	a		a	a	a	a	a	a
Iniciação da panícula (b)	3,6	0,18	2,40	0,30	0,30	0,35	0,03	200	800	50	25	15	5
	a	a	a	a	a	a		a	a	a	a	a	a
	2,6*	0,09	1,00	0,40	0,20	0,18	0,03	70	150	18	8	6	1
	a	a	a	a	a	a		a	a	a	a	a	a
	3,2	0,18	2,20	1,25	0,30	0,35	0,03	150	800	50	25	10	5
	a	a	a	a	a	a		a	a	a	a	a	a

\* - Variedades Japonica; Variedade Indica: 3,0 a 3,5 % de N; Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

#### AVEIA

- Toda a parte aérea no início do emborrachamento

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
2,00	0,20	1,50	0,20	0,15	0,15	40	25	15	5	1,5
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
3,00	0,50	3,00	0,50	0,50	0,40	150	100	70	25	4,0

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**BETERRABA SACARINA**

- Folha mais nova completamente desenvolvida, 50 a 80 dias após a plantação

Macronutrientes (%)							Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	B
4,30	0,45	2,00	0,50	0,25	0,21	0,30	60	26	10	11	31
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
5,00	1,10	6,00	1,50	1,00	0,50	3,70	140	360	80	40	200

Castelo-Branco et al. (1993); Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**CENTEIO**

- Toda a parte aérea no início do emborrachamento

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
4,00	0,52	1,90	0,2	0,20	0,15	30	14	18	5	1,5
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
5,00	0,65	2,30	1,0	0,60	0,65	200	45	70	10	4,0

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**CEVADA**

- Toda a parte aérea à emergência da espiga

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
1,75	0,20	1,50	0,30	0,15	0,15	30	25	15	5	1
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
3,00	0,50	3,00	1,20	0,50	0,40	200	100	70	25	5

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**GIRASSOL**

- Folha mais nova completamente desenvolvida

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
2,0	0,25	2,00	1,50	0,25	0,30	50	50	25	4	35
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
5,0	0,60	5,00	3,00	1,00	0,55	750	1000	100	25	150

Adaptado de Bryson et al (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**MILHO GRÃO**

- (a) Toda a parte aérea; (b) folha mais nova completamente desenvolvida; (c) folha abaixo e oposta à espiga mais velha

Época de amostragem	Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Até 30 cm de altura (a)	3,5	0,30	2,5	0,30	0,15	0,15	30	20	20	5	5
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Anterior ao embandeiramento (b)	5,0	0,50	3,5	1,00	0,65	0,40	250	150	70	20	25
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Barbas verdes (c)	3,0	0,25	2,0	0,25	0,13	0,15	30	20	20	5	4
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Barbas verdes (c)	4,0	0,45	2,5	0,50	0,30	0,50	250	150	60	25	25
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Barbas verdes (c)	2,8	0,25	1,8	0,25	0,20	0,15	20	15	20	6	5
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Barbas verdes (c)	4,0	0,50	3,0	0,8	0,65	0,40	250	150	70	25	25
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**TABACO**

- Folha mais nova completamente desenvolvida

Época de amostragem	Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Aos 30 – 45 dias	3,5	0,10	1,7	1,6	0,59	0,18	430	26	17	10	14
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Aos 30 – 45 dias	6,5	0,40	3,2	2,4	0,85	0,28	1000	200	45	24	26
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Aos 45 – 60 dias	5,2	0,17	2,2	1,7	0,57	0,18	122	34	34	17	18
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Aos 45 – 60 dias	6,4	1,0	4,1	2,0	0,76	0,28	530	350	60	34	24
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Aos 60 – 80 dias	4,5	0,19	1,6	1,6	0,58	0,18	76	36	44	12	18
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Aos 60 – 80 dias	5,7	0,37	3,3	2,1	0,77	0,28	230	400	54	30	24
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**TRIGO**

- (a) Toda a parte aérea e (b) 2 primeiras folhas a contar do topo da planta

Época de amostragem	Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Até ao afilhamento (a)	3,0	0,30	2,5	0,20	0,20	0,20	25	25	20	7	5
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Início do emborrachamento (a)	4,5	0,50	4,0	0,50	0,50	0,50	100	200	70	20	20
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Início do espigamento (b)	2,00	0,20	1,50	0,20	0,15	0,15	25	25	15	5	6
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	3,00	0,50	3,00	0,50	0,50	0,40	100	100	70	25	10
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	1,75	0,20	1,50	0,20	0,15	0,15	10	16	20	5	1,5
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	3,00	0,50	3,00	1,00	1,00	0,65	300	200	70	50	4
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a

Adaptado de Bergman (1983), Benton-Jones (1991) e Planck (1988) e Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**3.3.2 Culturas Hortícolas e Horto-industriais****ABOBORINHA (CURGETE)**

- Folha mais nova completamente desenvolvida até ao início da floração

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
3,0	0,3	3,0	1,2	0,3	0,2	50	50	20	10	25
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
5,0	0,5	5,0	2,5	1,3	0,45	200	250	150	25	75

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**AGRIÃO**

- 1ª folha composta completamente desenvolvida

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
4,20	0,70	4,00	1,00	0,25	0,31	50	50	20	6	25
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
6,00	1,30	8,00	2,00	0,50	0,44	100	150	40	15	50

Adaptado de Benton-Jones (1991) e Bryson et al (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**AIPO**

- (a) Pecíolo da folha mais nova recentemente desenvolvida; (b) pecíolo da folha exterior; (c) folhas adultas dos crescimentos novos

Época de amostragem	Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
6 semanas (a)	1,6	0,30	8,6	2,2	0,25	0,09	30	10	25	5	25
	a 2,0	a 0,60	a 10,0	a 3,5	a 0,50	a 0,20	a 100	a 100	a 100	a 15	a 50
Estado adulto (b)	0,7	0,25	7,0	2,2	0,30	-	22	10	-	5	25
	a 1,5	a 0,50	a 9,5	a 3,5	a 0,60	-	a 100	a 100	-	a 15	a 60
Estado adulto sem floração - cultura em campo (c)	2,5	0,3	4,0	0,60	0,20	0,09	30	100	20	5	30
	a 3,5	a 0,50	a 7,0	a 3,0	a 0,50	a 0,20	a 70	a 300	a 70	a 8	a 60
6 semanas - cultura em estufa* (c)	1,52	0,33	6,0	0,56	0,30	0,15	15	5	20	3	15
	a 1,73	a 0,62	a 7,2	a 1,3	a 0,60	a 0,22	a 30	a 10	a 40	a 5	a 25

Adaptado de Benton-Jones (1991) e Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C; \*Valores de ocorrência

**ALCACHOFRA**

- Folha mais nova completamente desenvolvida, de meados de fevereiro a meados de março

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
3,15	0,28	3,01	1,52	0,31	-	131	5,87	18	5,85	26
a 4,14	a 0,37	a 4,75	a 2,00	a 0,43	-	a 350	a 67	a 121	a 21	a 40

Adaptado de Oltra (2016)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**ALECRIM**

- Lançamentos terminais com 5 a 8 cm no verão

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
2,09	0,26	2,36	0,48	0,28	0,22	39	22	45	3	30
a 2,52	a 0,35	a 2,55	a 0,69	a 0,40	a 0,34	a 106	a 76	a 64	a 23	a 41

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**ALFACE**

- Folha completamente desenvolvida expandida/envolvente em plantas adultas

Macronutrientes (%)							Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	NO <sub>3</sub> <sup>-*</sup>	Fe	Mn	Zn	Cu	B
3,5	0,4	5,5	1,5	0,15	0,18	2500	40	11	20	5	25
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
5,0	0,8	9,0	3,5	0,8	0,29	4500	100	250	250	25	60

\* mg kg<sup>-1</sup> em material fresco; Directiva 79/700 CEE de 1997; Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**ALHO COMUM**

- Folha mais nova completamente desenvolvida

Época de amostragem	Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Estado de pré-bolbo	4,0	0,3	3,9	0,8	0,15	0,25	50	33	35	5	18
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	5,0	0,6	4,8	1,5	0,25	0,33	156	56	65	15	28
Estado de bolbo	3,4	0,28	3,0	1,0	0,23	0,22	60	45	33	15	18
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	4,5	0,50	4,5	1,8	0,30	0,43	138	60	67	25	55

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**BATATA**

- Folha mais nova completamente desenvolvida

Época de amostragem	Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Aos 30 cm de altura	4,0	0,2	4,0	0,6	0,50	0,19	50	30	205	7	25
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	6,0	0,5	11,5	1,0	1,50	0,36	100	250	250	20	50
A ½ do crescimento do tubérculo	3,0	0,25	6,0	1,5	0,7	0,2	40	30	30	7	40
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	4,0	0,40	8,0	2,5	1,0	0,50	100	250	200	20	70

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**BATATA - DOCE**

- Folha mais nova completamente desenvolvida a meio do ciclo cultural

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
3,30	0,23	3,10	0,70	0,35	0,19	40	40	20	4	25
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
4,50	0,50	4,50	1,20	1,00	0,26	100	250	50	100	75

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**BERINGELA**

- Folha mais nova completamente desenvolvida ao início da floração

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
4,0	0,13	3,5	1,0	0,3	0,29	50	40	20	5	25
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
5,0	0,23	5,0	2,5	1,0	0,60	300	250	250	10	75

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**BETERRABA DE MESA**

- Folha mais nova completamente desenvolvida 4 a 6 semanas após a sementeira

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
3,5	0,25	3,0	2,5	0,30	0,19	50	50	15	5	30
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
5,5	0,50	4,5	3,5	1,0	0,29	200	250	200	15	85

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**CEBOLA**

- Folha mais nova completamente desenvolvida, sem parte branca

Época de amostragem	Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
<b>A 1/3 a 1/2 desenvolvimento</b>	5,0	0,35	4,0	1,0	0,3	0,5	60	50	25	15	22
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	6,0	0,50	5,5	3,5	0,5	1,0	300	250	80	35	60
<b>1/2 a pleno desenvolvimento</b>	4,5	0,30	3,5	1,5	0,25	0,5	60	50	25	15	25
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	5,5	0,45	5,0	2,2	0,40	1,0	300	250	100	35	75

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**CEBOLINHO**

- Folhas inteiras (só a parte verde) 1/3-1/2 da maturação

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
3,5	0,25	3,5	1,0	0,3	0,45	60	45	25	8	22
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
5,0	0,45	5,5	3,5	0,5	0,75	200	252	75	25	60

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105

**CENOURA**

- (a) Folha mais nova recentemente desenvolvida; (b) folha mais velha

Época de amostragem	Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )					
	N	P	K	Ca	Mg	S	Mo	Fe	Mn	Zn	Cu	B
A meio do ciclo vegetativo (a)	2,1	0,20	2,5	1,4	0,30	0,16	0,50	50	60	25	5	30
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	3,5	0,50	4,3	3,0	3,0	0,28	1,50	350	300	250	15	100
Estado adulto (b)	3,0	0,20	2,9	1,0	0,25	0,16	0,50	50	50	20	5	30
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	3,5	0,40	3,5	2,0	0,60	0,28	1,40	300	200	250	15	75

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**CIDREIRA**

- Folha mais nova completamente desenvolvida imediatamente antes do corte comercial (pré-floração)

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
2,7	0,08*	1,0*	0,5	0,35	-	75	30	20	5	18
	a	a								
a	0,27	2,5	a	a		a	a	a	a	a
4,0	0,15**	1,8**	2,5	0,85		500	250	300	25	125
	a	a								
	0,38	3,0								

\* maio a agosto; \*\* setembro a novembro; Adaptado de Rodrigues et al. (2018a; 2018b)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**COUVES DE CABEÇA**

- Folha envolvente intermédia a meio do ciclo vegetativo – cabeça  $\frac{3}{4}$  formada

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )					
N	P	K	Ca	Mg	S	Mo	Fe	Mn	Zn	Cu	B
3,0	0,30	2,0	1,3	0,25	0,30	0,3	30	25	20	5	30
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
4,8	0,65	4,0	3,5	0,80	0,75	1,00	200	200	200	15	100

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**COUVES DE FOLHAS**

- Folha mais nova completamente desenvolvida a meio do ciclo vegetativo

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )					
N	P	K	Ca	Mg	S	Mo	Fe	Mn	Zn	Cu	B
4,0	0,30	3,0	3,0	0,25	0,23	0,34	50	30	20	4	30
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
5,0	0,70	4,5	4,0	0,75	0,55	1,23	150	250	100	20	100

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**COUVES DE INFLORESCÊNCIA – Couve – bróculo**

- Folha mais nova completamente desenvolvida com a inflorescência formada

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )					
N	P	K	Ca	Mg	S	Mo	Fe	Mn	Zn	Cu	B
3,2	0,30	2,0	1,0	0,23	0,30	0,30	70	25	20	4	30
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
5,5	0,75	4,0	2,5	0,75	0,75	0,50	300	200	200	15	100

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**COUVES DE INFLORESCÊNCIA – Couve de Bruxelas**

- Folha mais nova completamente desenvolvida na maturação

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )					
N	P	K	Ca	Mg	S	Mo	Fe	Mn	Zn	Cu	B
3,1	0,30	2,0	1,0	0,25	0,30	0,25	60	25	25	5	30
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
5,5	0,75	4,0	2,5	0,75	0,75	1,00	300	200	200	15	100

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**COUVES DE INFLORESCÊNCIA – Couve – flor**

- Folha mais nova completamente desenvolvida à formação da inflorescência

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )					
N	P	K	Ca	Mg	S	Mo	Fe	Mn	Zn	Cu	B
3,0	0,4	2,0	0,8	0,25	0,22	0,32	30	30	30	5	30
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
5,0	0,7	4,0	2,0	0,6	0,56	0,56	60	80	50	10	50

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**ERVILHA**

- Folha mais nova completamente desenvolvida no início da primeira floração

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
4,0	0,3	2,0	1,2	0,3	0,08	50	30	25	7	25
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
6,0	0,8	3,5	2,0	0,7	0,16	300	400	100	25	60

Adaptado de Benton-Jones (1991)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**ESPARGO**

- 50 cm da parte superior dos rebentos em agosto/setembro

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
2,40	0,20	1,50	0,40	0,15	0,18	40	10	20	5	25
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
4,00	0,50	2,80	1,00	0,30	0,25	250	200	100	25	100

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**ESPINAFRE**

- Folha mais nova completamente desenvolvida a partir do topo

Época de amostragem	Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )					
	N	P	K	Ca	Mg	S	NO <sub>3</sub> <sup>-*</sup>	Fe	Mn	Zn	Cu	B
30 a 50 dias	4,0	0,3	5,0	0,7	0,6	0,2		60	30	25	5	25
	a	a	a	a	a	a	-	a	a	a	a	a
	6,0	0,6	8,0	1,2	1,0	0,28		200	250	100	25	60
Pleno desenvolvimento	3,5	0,25	4,0	0,8	0,7	0,21	2500	60	30	25	5	25
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	5,5	0,50	5,5	1,5	1,2	0,32	3000	200	250	100	25	60

\*mg kg<sup>-1</sup> em material fresco; Diretiva 79/700 CEE de 1997; Adaptado de Benton-Jones (1991) e Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**FEIJÃO VERDE**

- Folha mais nova completamente desenvolvida ao início da primeira floração

Época de amostragem	Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Início da floração	3,0	0,3	2,0	0,8	0,26	0,2	25	20	20	5	15
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Plena floração	4,0	0,5	3,0	1,5	0,45	0,4	200	100	40	10	40
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	2,5	0,2	1,6	0,8	0,25	0,2	25	20	20	5	15
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	4,0	0,4	2,5	1,5	0,45	0,4	200	100	40	10	40
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**HORTELÃ**

- Folha mais nova completamente desenvolvida no verão

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
3,25	0,20	2,25	0,50	0,35	0,18	60	50	25	5	18
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
4,60	0,40	3,80	1,25	0,88	0,35	250	300	100	15	30

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**LENTILHA**

- Folha mais nova completamente desenvolvida na floração

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
-	0,3	1,8	-	-	0,2	-	-	20	3	20

Adaptado de Mayfield, A. et al. (2006)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**LÚCIA-LIMA (Limonete)**

- Folha mais nova completamente desenvolvida imediatamente antes do corte comercial (pré-floração)

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
2,8	0,09	1,0	0,75	0,2	-	60	40	25	7	35
a	a	a	a	a	-	a	a	a	a	a
4,3	0,38	2,8	3,0	0,8	-	300	250	125	22	200

Adaptado de Afonso et al. (2018); Rodrigues et al. (2018a);  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**MANJERICÃO**

- Folha mais nova completamente desenvolvida no verão

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
4	0,62	1,55	1,25	0,60	0,2	75	30	30	5	25
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
6	1,0	2,05	2,0	1,0	0,6	200	150	70	10	60

Adaptado de Bryson et al. (2014);  
Valores referidos à matéria seca a 100-105

**MELANCIA**

- 5ª folha mais nova completamente desenvolvida a partir do topo, da floração à frutificação

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
4,0	0,3	4,0	1,7	0,50	0,31	50	50	20	6	25
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
5,5	0,8	5,0	3,0	0,80	0,45	300	250	50	20	60

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**MELÃO, MELOA**

- 5ª folha mais nova completamente desenvolvida a partir do topo.

Época de amostragem	Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Floração ao início da frutificação	4,5	0,3	4,0	2,3	0,35	0,25	50	50	20	7	25
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	5,5	0,8	5,0	3,0	0,80	1,40	300	250	200	30	60
Início da frutificação à colheita	4,1	0,25	3,6	2,3	0,35	0,23	50	50	20	7	25
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	5,0	0,80	5,0	3,2	0,80	1,4	300	250	200	30	60

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**MILHO DOCE**

- (a) toda a parte aérea; (b) folha nº 5 a contar do topo.

Época de amostragem	Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
6ª folha (a)	3,0	0,3	2,5	0,5	0,25	0,4	50	40	30	5	10
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	4,0	0,5	4,0	0,8	0,5	0,6	100	100	40	10	30
Altura entre 50 a 70 cm (b)	3,5	0,30	2,80	0,50	0,20	0,21	50	31	20	5	8
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	4,5	0,5	3,8	0,9	0,5	0,7	350	300	150	25	25
Acastanhamento das barbas (b)	2,20	0,25	1,40	0,60	0,20	0,21	50	31	20	5	8
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	2,70	0,4	2,5	1,1	0,5	0,7	350	300	150	25	25

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**MIZUNA**

- Limbos de folhas completamente desenvolvidas

Macronutrientes* (%)						Micronutrientes* (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
2,64	0,30	3,08	1,43	0,17	0,53	74	28	23	4	20
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
4,19	0,53	4,44	3,03	0,32	0,87	231	49	31	6	31

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C  
\*Valores de ocorrência

**MORANGUEIRO**

- Folha mais nova completamente desenvolvida à floração e início da frutificação

Época de amostragem	Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
À floração	2,5	0,25	1,3	1,0	0,25	-	50	50	20	6	23
	a	a	a	a	a	-	a	a	a	a	a
	4,0	1,0	3,0	2,5	1,0	-	200	200	200	50	50
Início da frutificação	2,0	0,25	1,5	0,7	0,3	0,4	60	50	20	6	30
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	2,8	0,40	2,5	1,7	1,5	0,6	250	200	50	20	70

Adaptado de Roudeillac et al. (1987)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**NABO**

- Folha intermédia completamente desenvolvida a meio do ciclo cultural

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
3,5	0,33	3,5	1,5	0,30	0,32	40	40	20	6	40
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
5,0	0,60	5,0	4,0	1,00	0,54	300	250	250	25	100

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**OREGÃO**

- Folha mais nova completamente desenvolvida no verão

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
2,5	0,15	2,0	0,55	0,35	0,15	50	40	20	5	20
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
3,6	0,24	3,2	0,85	0,55	0,25	75	60	50	12	30

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**PEPINO**

- 5ª folha mais nova completamente desenvolvida entre a floração e a colheita

Época de amostragem	Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Floração ao início da frutificação	4,5	0,34	3,9	1,4	0,30	0,40	50	50	25	7	25
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	6,0	1,25	5,0	3,5	1,00	0,70	300	300	100	20	60
Início da frutificação à colheita	4,0	0,25	3,5	1,5	0,30	0,30	50	50	25	8	30
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	5,5	1,00	4,5	4,0	1,20	1,00	300	400	300	20	100

Adaptado de Bryson et al. (2014) e Benton-Jones (1991)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**PIMENTO**

- Folha intermédia completamente desenvolvida

Época de amostragem	Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
½ maturação do fruto	4,0	0,35	4,0	1,0	0,3	0,28	60	50	20	6	25
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Maturação	6,0	1,0	6,0	2,5	1,0	0,45	300	250	200	25	75
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	3,5	0,22	3,5	1,3	0,3	0,28	60	50	20	6	25
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	5,0	0,70	4,5	2,8	2,8	0,45	300	250	200	25	75
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**RABANETE**

- Folha intermédia completamente desenvolvida.

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
3,0	0,30	4,0	3,0	0,50	0,22	50	50	25	5	25
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
5,0	0,70	7,5	4,5	4,5	0,28	200	250	250	25	125
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**RÚCULA**

- 1ª Folha completamente desenvolvida no verão

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
2,86	0,61	4,80	2,40	0,28	0,52	187	38	40	3	20
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
3,97	0,72	5,16	2,46	0,29	0,55	215	44	45	5	25
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a

Adaptado de Bryson et al. (2014);  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**SALSA**

- Folha mais nova recentemente desenvolvida no verão

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
3,5	0,22	3,0	0,6	0,35	0,15	55	46	40	6	25
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
5,5	0,4	5,0	1,25	0,70	0,25	95	80	75	12	45
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a

Adaptado de Bryson et al. (2014);  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**TOMATEIRO**

- Folha completamente desenvolvida adjacente à inflorescência do topo, imediatamente antes ou durante a formação dos cachos florais

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
4,0	0,25	2,50	1,0	0,40	0,30	40	40	20	5	25
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
6,0	0,80	5,0	3,0	0,90	1,20	80	100	50	20	50

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**TOMILHO - LIMÃO**

- Lançamentos terminais com 5 a 8 cm no verão

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
2,71	0,28	3,25	0,48	0,31	0,25	73	38	50	9	19
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
3,08	0,41	3,61	0,88	0,40	0,29	134	204	72	12	26

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**TOMILHO - VULGAR**

- Lançamentos terminais com 5 a 8 cm no verão

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
1,75	0,18	2,21	0,33	0,25	0,18	58	35	23	5	15
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
2,71	0,34	3,50	0,65	0,38	0,28	156	64	78	14	21

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105

### 3.3.3 Culturas Ornamentais

#### CRAVO

- 5º ou 6º par de folhas de ramos sem floração em plantas adultas com gomos visíveis

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
2,80	0,19	1,17	1,0	0,19	0,25	50	33	20	6	22
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
5,2	0,80	6,0	2,0	0,75	0,80	200	302	200	30	100

Adaptado de Byson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105°C

#### CRISÂNTEMO

- 4ª folha a contar do topo do início da floração à colheita

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
4,0	0,25	4,0	1,0	0,25	0,25	50	50	20	6	25
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
6,30	1,0	7,0	2,0	1,0	0,70	250	250	250	30	75

Adaptado de Benton-Jones (1991)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

#### GERBERA

- Folha mais nova completamente desenvolvida de plantas adultas com gomos visíveis

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
2,52	0,25	3,91	1,0	0,24	0,15	56	38	33	4	30
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
4,90	0,62	5,0	2,40	0,63	0,23	112	148	52	13	40

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**GLADIÓLO**

- Folha mais nova completamente desenvolvida

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
3,0	0,25	2,5	0,5	0,15	0,1	50	50	20	8	25
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
5,5	1,0	4,0	4,5	0,30	0,20	200	200	200	20	100

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**ROSEIRA**

- Folha mais nova completamente desenvolvida, com três folíolos, em plantas adultas com gomos florais do tamanho de grão-de-ervilha

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
2,38	0,25	1,5	1,0	0,22	0,25	56	30	18	5	30
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
5,0	0,62	3,52	2,0	0,50	0,70	200	200	100	25	61

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**3.3.4. Culturas Arbóreas e Arbustivas (Pomares, Olivais e Vinhas)****ABACATEIRO**

- Folhas sãs, completamente desenvolvidas, com 5 a 7 meses de idade, de ramos não frutíferos

Macronutrientes (%)								Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )					
N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Cl	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo
1,60	0,08	0,75	1,00	0,25	0,20			50	30	30	5	40	0,05
a	a	a	a	a	a	<0,25	<0,25	a	a	a	a	a	a
2,20	0,25	2,00	3,00	0,80	0,60			200	250	100	15	80	1,00

Adaptado de Benton Jones (1991); MADRP (2010)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**ACTINÍDEA (kiwi)**

- Folhas anexas ao último fruto, colhidas no início do engrossamento

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
2,50	0,20	1,65	3,00	0,30	0,20	70	40	15	10	35
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
3,20	0,30	2,50	4,70	0,55	0,35	140	170	25	15	55

Adaptado de Pacheco et al (2004) Projeto AGRO n° 231 (2002 – 2004)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**ALFARROBEIRA**

- Folhas inteiras colhidas no terço médio dos ramos em novembro/dezembro

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
2,00	0,10	0,90	1,50	0,15	-	40	25	10	6	40
a	a	a	a	a	-	a	a	a	a	a
2,50	0,15	1,30	2,50	0,35	-	80	40	20	20	70

Correia et al. (2017); Correia et al. (2002)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**AMEIXEIRA**

- Folhas do terço médio dos lançamentos do ano colhidas a meio da estação (julho/agosto)

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
2,40	0,14	1,60	1,50	0,30	0,22	100	40	20	6	25
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
3,00	0,25	3,00	3,00	0,80	0,30	250	160	100	16	60

Adaptado de Bryson et al. (2014) e Shear & Faust (1980)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**AMENDOEIRA**

- Folhas do terço médio dos ramos de crescimento do ano, colhidas em meados da estação de crescimento

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
2,20	0,10	1,0	2,00	0,25	(0,16	30	20	18	4	30
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
2,50	0,30	1,39	3,0	0,75	0,23	250	100	75	20	60

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**AMORA DE SILVA**

- Folha mais nova completamente desenvolvida do ramo floral mais jovem

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
1,70	0,15	1,25	0,85	0,35	0,14	27	25	10	4	12
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
2,5	0,25	2,20	1,10	0,55	0,23	85	150	25	10	35

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**ANONEIRA**

- Folhas mais novas completamente desenvolvidas

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
2,25	0,15	1,0	0,55	0,36	0,13	34	34	26	5	15
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
3,1	0,25	2,0	1,25	0,50	0,24	65	47	33	15	60

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**AVELEIRA**

- Folhas do terço médio dos ramos de crescimento do ano, colhidas em meados da estação de crescimento

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
2,30	0,16	0,70	1,00	0,25	0,19	50	25	15	4	30
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
2,60	0,40	2,40	2,50	0,50	0,31	350	500	80	35	75

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**CASTANHEIRO DE FRUTO**

- Folhas da parte superior do terço médio da copa, completamente desenvolvidas, colhidas entre a 4<sup>a</sup> a 7<sup>a</sup>, a partir da extremidade dos ramos com ouriços, de meados de agosto a meados de setembro

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
2,0	0,12	0,80	0,60	0,20	0,13	50		15	5	20
a	a	a	a	a	a	a	-	a	a	a
2,8	0,35	2,00	1,20	0,60	0,25	350		65	20	90

Adaptado de Portela, et al. (2003), Portela et al. (2007) e Portela et al. (2011)  
Valores referidos à matéria seca a 100 -105 °C

## CEREJEIRA

- Folhas do terço médio dos lançamentos do ano colhidas aos 60 – 70 dias após a plena floração (DAPF) - 8 a 15 dias antes da colheita

Cultivar	Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Saco (Cova da Beira)	1,86	0,14	1,39	1,42	0,39	0,11	50	55	9	6	32
	a 2,34	a 0,24	a 2,54	a 2,05	a 0,59	a 0,15	a 77	a 155	a 22	a 9	a 52
Outras	1,8	0,14	1,35	1,45	0,30	0,10	≥45	40	15	5	20
	a 3,0	a 0,50	a 3,0	a 3,0	a 0,80	a 0,80		a 200	a 50	a 50	a 100

Adaptado de Shear & Faust (1980); Benton-Jones (1991); Jordão et al. (2005) projeto AGRO 452; Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

## CITRINOS

- Folhas do ano de raminhos terminais não frutíferos inseridos à mesma altura da copa, com 4 a 7 meses de idade

Espécie	Macronutrientes (%)								Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )					
	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Cl	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo
Laranjeira	2,40	0,14	1,00	3,00	0,25	0,20	<0,15	<0,30	60	25	25	6	30	0,10
	a 2,70	a 0,20	a 2,00	a 5,50	a 0,60	a 0,40			a 120	a 100	a 100	a 15	a 100	a 1,00
Toranjeira	2,00	0,13	1,00	3,00	0,25	0,20	<0,15	<0,30	60	25	25	6	30	0,10
	a 2,20	a 0,30	a 2,00	a 5,50	a 0,60	a 0,40			a 120	a 100	a 100	a 15	a 100	a 1,00
Tangerineira	2,40	0,13	1,00	3,00	0,25	0,20	<0,15	<0,30	60	25	25	6	30	0,10
	a 2,80	a 0,30	a 2,00	a 5,50	a 0,60	a 0,40			a 120	a 100	a 100	a 15	a 100	a 1,00
Limoeiro	2,20	0,13	1,00	3,00	0,25	0,20	<0,15	<0,30	60	25	25	6	30	0,10
	a 2,40	a 0,30	a 2,00	a 5,50	a 0,60	a 0,40			a 120	a 100	a 100	a 15	a 100	a 1,00
Outras	2,40	0,13	1,00	3,00	0,25	0,20	<0,15	<0,30	60	25	25	6	30	0,10
	a 2,80	a 0,30	a 2,00	a 5,50	a 0,60	a 0,40			a 120	a 100	a 100	a 15	a 100	a 1,00

Adaptado de: Chapman (1966); Fragoso et al. (1990); Marchal (1984) e outros  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**DAMASQUEIRO**

- Folhas do terço médio dos lançamentos do ano colhidas a meio da estação (julho/agosto)

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
2,00	0,13	2,50	1,60	0,30	0,16	70	25	20	5	25
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
3,00	0,35	3,00	2,50	1,20	0,29	150	100	100	25	70

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**DIOSPIREIRO**

- Folhas mais novas completamente desenvolvidas de ramos do ano, não frutíferos, colhidas cerca de dois meses antes da colheita (agosto/setembro).

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
1,75	0,10	2,25	1,25	0,18	0,20	50	200	5	1	5
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
2,50	0,25	4,50	3,30	0,50	0,45	150	1000	45	10	45

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**FIGUEIRA**

- Folhas totalmente desenvolvidas do terço médio dos lançamentos do ano, de ramos não frutíferos, colhidas a meio da estação (julho/agosto)

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
2,0	0,10	0,90	2,00	0,65	0,17	44	20	25	4	25
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
2,5	0,3	2,20	4,00	1,40	0,27	77	200	50	20	150

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**FIGUEIRA-DA-ÍNDIA**

- Cladódios terminais no início do desenvolvimento vegetativo (fim do inverno)

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
0,62	0,08	2,54	2,32	0,95	0,15	50	10	15	2	20
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
2,03	0,42	5,09	5,65	2,09	0,50	75	50	50	20	70

Adaptado de Alves (2017; Blanco-Maciás et al. (2010); Bryson et al. (2014; Hernández-Vidal et al. (2021); Teixeira et al (2019); Valdez-Cepeda et al. (2013)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**FRAMBOESA**

- Folhas mais nova completamente desenvolvida do terço médio dos ramos 2 a 3 semanas após a colheita

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
2,20	0,20	1,10	0,60	0,25	0,20	50	25	15	4	25
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
4,0	0,60	3,00	2,50	0,80	0,30	200	300	100	20	75

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**GINJEIRA**

- Folhas do terço médio dos lançamentos do ano colhidas a meio da estação (julho/agosto)

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
2,60	0,16	1,60	1,50	0,30	0,16	100	40	20	8	20
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
3,00	0,22	2,10	2,60	0,75	0,30	200	60	50	30	55

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**GROSELHEIRA**

- Folhas completamente desenvolvidas dos crescimentos novos ao amadurecimento do fruto

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
2,0	0,10	1,40	1,30	0,20	0,18	60	50	20	4	15
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
2,5	0,30	1,70	2,50	0,50	0,27	300	100	50	20	40

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**LÚPULO**

- Pecíolos da folha mais nova completamente desenvolvida ou folhas completamente desenvolvidas do terço médio dos lançamentos do ano, colhidas do caule principal a cerca de 1,50 m de altura, em meados de junho

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
1,0	0,25	1,70	1,5	0,30						
a	a	a	a	a	0,30	45	25	25	5	30
2,0	0,40	2,25	2,35	0,60						

Adaptado de DEFRA (2010) e Godin (2011)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**MARACUJAZEIRO**

- Folhas recém-adultas, de lançamentos laterais bem desenvolvidos, colhidas em 15 plantas, de um lado e de outro da linha, 4 a 5 folhas por planta, no verão.

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
4,75	0,20	2,00	0,50	0,25	0,20	100	50	45	5	18
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
5,25	0,35	2,50	1,50	0,35	0,40	200	200	80	20	25

Adaptado de: Bryson et al. (2014) e Mills and Benton-Jones, Jr. (1996)  
Valores referidos à matéria seca a 100 - 105 °C

**MARMELEIRO**

- Folhas do terço médio dos lançamentos do ano colhidas aos 100 - 110 DAPF (Valores de ocorrência)

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
1,26	0,12	0,51	0,59	0,36	0,15	50	10	15	2	20
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
2,63	0,34	1,67	2,11	1,25	0,50	75	50	50	20	70

Adaptado de Gómez et al (2004); Roversi (1988) Bryson et al. (2014) e Veloso et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**MANGUEIRA**

- Folhas colhidas no terço médio de ramos do ano bem expostos à luz, antes da floração

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
1,0	0,10	0,4	2,00	0,15	0,18	50	50	20	10	25
a	a	a	a	a		a	a	a	a	a
1,5	0,25	1,50	4,00	0,50		250	100	50	50	100

Adaptado de EMBRAPA (2004)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**MEDRONHEIRO**

- Folhas completamente desenvolvidas colhidas no terço médio dos lançamentos do ano em julho/agosto

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
1,11	0,10	0,88	1,11	0,22	0,11	25	25	31	4	21
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
1,75	0,22	1,65	1,47	0,30	0,16	45	34	68	7	33

Adaptado de Bryson et al. (2014).  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**MACIEIRA**

- Folhas do terço médio do lançamento do ano colhidas entre os 90 e os 120 DAPF

Grupos	Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
“Bravo de Esmolfe” (a)	2,30	0,17	0,90	1,25	0,20	0,20	> 40	20	10	7	25
	a	a	a	a	a	a		a	a	a	a
	2,70	0,19	1,40	1,55	0,25	0,25		200	50	14	35
“Golden” (a;b)	2,16	0,20	1,30	1,09	0,18	0,16	>40	25	10	7	22
	a	a	a	a	a	a		a	a	a	a
	2,68	0,24	1,85	1,72	0,31	0,25		200	50	14	30
“Granny Smith” (c)	2,05	0,17	1,25	1,05	0,17	-	-	50	10	7	-
	a	a	a	a	a	-		a	a	a	-
	2,70	0,24	2,00	1,55	0,32	-		200	50	14	-
“Delicious” (d)	2,55	0,18	1,09	1,16	0,24	0,26	>40	50	10	7	35
	a	a	a	a	a	a		a	a	a	a
	3,00	0,22	1,58	1,40	0,36	0,30		200	50	14	50
“Jonagold” (d)	2,22	0,15	1,18	1,32	0,21	0,23	>40	25	10	7	22
	a	a	a	a	a	a		a	a	a	a
	2,70	0,19	1,74	1,86	0,33	0,29		200	50	14	35
“Gala” (d)	2,53	0,14	1,37	0,90	0,20	0,22	>40	50	10	7	25
	a	a	a	a	a	a		a	a	a	a
	3,00	0,18	2,00	1,45	0,30	0,32		200	50	14	35
“Outras” (e)	1,90	0,14	1,50	1,20	0,25	0,20	50	25	10	10	25
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	2,60	0,40	2,00	1,60	0,40	0,40	300	200	100	50	50

Adaptado de R. Sousa (comunicação pessoal, 2021); (a) Calouro et al. (2004); (b) Couto (1987); (c) Duarte (1989); (d) Duarte et al. Projetos PAMAF 6129 e PARIPIPI - Projecto B; (e) Benton-Jones (1991)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**MIRTILO**

- Folhas completamente desenvolvidas do terço médio dos lançamentos do ano, colhidas entre meados de julho e fins de agosto

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
1,45	0,1	0,4	0,35	0,12	0,12	35	40	10	4	25
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
2,2	0,4	0,9	0,8	0,4	0,40	200	600	100	20	75

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**NESPEREIRA**

- Folhas completamente desenvolvidas, dos lançamentos da primavera-verão, com três a quatro meses de idade, colhidas entre o início de agosto e o final de setembro

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
1,17	0,08	0,75	1,90	0,27	0,08	53	15	20	5	25
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
1,65	0,12	1,20	2,89	0,38	0,11	76	23	32	7	35

Adaptado de Quiñones, A. et al. (2013)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**NOGUEIRA**

- Folhas do terço médio dos ramos de crescimento do ano, colhidas em meados da estação de crescimento

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
2,50	0,12	1,20	0,75	0,30	0,13	50	30	20	4	35
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
3,25	0,30	3,00	2,50	1,00	0,25	300	400	200	20	100

Adaptado de Shear & Faust (1980) e Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**OLIVEIRA**

- Folhas do terço médio dos lançamentos da primavera anterior colhidas ao endurecimento do caroço

Cultivar	Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Geral	1,50	0,10	0,80	1,00	0,08	0,15	40	20	12	5	19
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	2,00	0,30	1,20	2,00	0,30	0,30	100	80	35	20	50
Galega Vulgar	1,44	0,09	0,62	1,08	0,12	0,16	27	21	11	5	14
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	1,87	0,13	1,05	2,07	0,29	0,20	100	70	19	20	24
Cobrançosa	1,53	0,11	0,67	1,12	0,09	0,17	32	22	13	5	16
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	2,06	0,16	1,03	2,02	0,20	0,23	100	62	22	20	22

Adaptado de INIAV 2014  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**OLIVEIRA**

- Folhas do terço médio dos lançamentos da primavera anterior colhidas no repouso invernal

Cultivar	Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Geral	1,60	0,10	0,60	1,00	0,10	0,15	40	20	12	5	15
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	2,10	0,30	0,90	2,50	0,30	0,30	100	80	35	20	50
Galega Vulgar	1,54	0,09	0,40	1,22	0,13	0,17	39	22	10	5	15
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	1,98	0,13	0,82	2,65	0,32	0,21	100	70	18	20	50
Cobrançosa	1,57	0,10	0,43	1,08	0,08	0,16	40	20	9	5	15
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	1,98	0,15	0,78	2,18	0,21	0,24	100	58	22	20	50

Adaptado de INIAV 2014  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**OLIVEIRA**

- Folhas do terço médio dos lançamentos da primavera anterior colhidas ao endurecimento do caroço, em olivais em sebe, com fertirrega

Cultivar	Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Arbequina	1,84	0,14	0,92	1,07	0,11	-	28	18	12	9	20
	a	a	a	a	a	-	a	a	a	a	a
	2,42	0,20	1,27	1,62	0,18	-	60	49	20	78	27

Fonte: Projeto PDR 2020 - 101 - 031908: Grupo Operacional NUTRIOLEA (2022)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105°C

**PEREIRA**

- Folhas do terço médio do lançamento do ano colhidas entre os 100 e os 110 DAPF

Cultivar	Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Rocha	1,95	0,14	0,90	1,25	0,20	0,20	> 45	25	25	5	20
	a	a	a	a	a	a		a	a	a	a
	2,60	0,18	1,60	2,10	0,50	0,30		200	100	20	30
Outras	2,00	0,15	1,20	1,20	0,20	0,20	>45	25	25	10	25
	a	a	a	a	a	a		a	a	a	a
	2,50	0,30	1,60	1,80	0,30	0,30		200	100	20	50

Adaptado de Calouro et al. (2004); Hugué (1984)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**PESSEGUIRO**

- Folhas do terço médio dos lançamentos do ano colhidas a meio da estação (julho/agosto)

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
2,10	0,14	2,00	1,50	0,30	0,13	≥60	≥30	15	5	20
a	a	a	a	a	a			a	a	a
3,00	0,30	3,50	2,70	0,80	0,40			50	16	60

Adaptado de Plank (1989), Benton-Jones (1991) e Jordão et al. (2005), projeto AGRO 452  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

**PISTACEIRA**

- Folíolos terminais de folhas localizadas na parte central dos lançamentos de ramos não frutíferos, um mês antes da colheita

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
2,40	0,15	1,00	1,25	0,50	0,19	30	25	7	6	50
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
3,00	0,20	2,00	4,00	1,25	0,28	125	75	20	15	250

Adaptado de Bryson et al. (2014)  
Valores referidos à matéria seca a 100 -105 °C

**ROMAZEIRA**

- Folhas da primavera anterior, de lançamentos sem frutificação terminal, colhidas entre meados de julho e meados de agosto.

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
1,5	0,10	0,80	0,8	0,15	0,15	60	20	20	5	10
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
2,0	0,30	1,8	2,0	0,60	0,30	120	70	70	20	50

Adaptado de Agehara et al. (2019)  
Valores referidos à matéria seca a 100 -105 °C

**VIDEIRA**

- Pecíolos de folhas opostas ao cacho basal colhidas em lançamentos inseridos no terço médio do braço, na época da plena floração

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
0,90	0,20	1,50	1,30	0,30	0,10	40	25	15	5	25
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
1,20	0,40	2,50	2,80	0,60	0,30	300	100	50	20	45

Adaptado de Bryson et al. (2014); Pacheco (1987); Pacheco et al. (1993); Pacheco et al. (2008); Veloso et al. (1998); Veloso et al. (1999)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

### 3.3.5 Espécies florestais

#### PINHEIRO-MANSO

- Agulhas situadas no terço médio dos lançamentos laterais dos raminhos localizados na base da metade superior da copa e na zona exposta ao sol, na época do período de repouso invernal (dezembro/fevereiro)

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
0,75	0,07	0,41	0,14	0,13		25	19	12	2	6*
a	a	a	a	a	-	a	a	a	a	a
1,1	0,11	0,67	0,30	0,21		53	231	23	4	24

\* Valor provisório

Fonte: Projeto PDR2020 –101-031335: Grupo Operacional FERTIPINEA (2021)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

#### SOBREIRO

- Folhas adultas completamente desenvolvidas, do terço médio dos crescimentos anuais, inseridos no terço médio da copa, na época do repouso vegetativo (dezembro / fevereiro)

Macronutrientes (%)						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
1,2	0,09	0,44	0,45	0,11		54		10	4	(8)
a	a	a	a	a	-	a	-	a	a	a
2,4	0,13	0,65	0,79	0,20		93		17	7	30

Fonte: Projeto PDR2020 – 1010-032010: Grupo Operacional NUTRISUBER (2021)  
Valores referidos à matéria seca a 100-105 °C

## 3.4 COMPOSIÇÃO MINERAL DE FRUTOS.

A análise dos frutos pode ser efetuada com diversos objetivos, designadamente:

- Avaliar a composição nutricional da parte edível de fruto, a ter em devida conta na dieta humana (ex. água, calorias, proteínas, gordura, hidratos de carbono, vitaminas e minerais);
- Determinar a época de colheita através da avaliação de algumas características variáveis com o tipo de fruto (ex. dureza, acidez ou teor de açúcares, no caso das pomóideas e prunóideas, teor de gordura, no caso das azeitonas, ou a cor da epiderme e/ou polpa, em todos os casos anteriores);
- Diagnosticar desequilíbrios nutricionais complementando outros meios de diagnóstico, como a análise foliar, uma vez que o diagnóstico visual destes desequilíbrios pode ser falível;

- Prever a sua capacidade de conservação em pós colheita, através da sua composição mineral (epiderme e/ou polpa) e, a partir desta, definir o destino mais adequado da produção (consumo imediato, em fresco, ou conservação para consumo posterior);
- Contribuir para a elaboração de tabelas de fertilização para a cultura quando, na falta de informação mais segura, a análise do fruto quanto aos nutrientes que o constituem permite ter uma primeira estimativa da quantidade removida pelos frutos que saem do sistema, por unidade de produção;
- Avaliar o efeito da aplicação de lamas e outros compostos orgânicos com metais pesados, sobre a composição dos frutos, contribuindo para a definição dos limites de metais pesados nos corretivos orgânicos e/ou nas quantidades a aplicar.

No Anexo II figuram as normas de colheita de frutos para análise.

**Quadro 15** - Composição mineral de frutos de calibres comercializáveis, à colheita (epiderme + polpa)

Fruto	Nutrientes (mg /100 g (peso fresco))									
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Kiwi	80	28,2	272	41,9	13,1	0,37	0,062	0,11	0,11	0,26
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	174	30,6	285	44,3	14,7	0,39	0,067	0,12	0,13	0,27
Maçã cv. Bravo de Esmolfe	45,2	10,7	145	2,33	5,47	0,08	0,036	0,009	0,033	0,23
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	55,9	12,1	156	3,78	6,45	0,24	0,058	0,032	0,048	0,29
Maçã cv. Golden Delicious	45,9	9,1	95	1,32	4,20	0,12	0,032		0,012	
	a	a	a	a	a	a	a	0,013	a	-
	54,2	11,1	216	2,97	5,84	0,18	0,068		0,048	
Maçã cv. Royal Gala	30,8	8,46	97	4,54	4,34	0,11	0,029	0,012	0,036	0,29
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	34,8	9,06	105	5,04	4,62	0,13	0,037	0,015	0,043	0,42
Marmelo (polpa)	48,0	12,2	126	9,20	6,60	0,10	0,014	0,13	0,084	0,19
Pera cv. Rocha	40,5	9,22	116	5,44	5,10	0,10	0,038	0,080	0,059	0,16
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	44,8	10,40	126	13,8	6,64	0,16	0,050	0,093	0,082	0,18
Pêssego cv. Royal Time	71	13	116	1,6	4,5	0,01	0,029	0,05	0,001	0,15
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	155	29	204	4,4	7,7	0,37	0,069	0,13	0,089	0,47
Pêssego cv várias *	71	12	137	2,0	5,8	0,09	0,036	0,035	0,034	0,18
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	184	35	274	12,0	9,6	0,52	0,095	0,66	0,97	0,53

\* Valores médios das cultivares *Crimson, Lady, Diamond Princess, O'Henry*: Adaptado de LQARS (s/d), Veloso et al (2020); Jordão et al (2017); Jordão e Calouro (2016); Calouro et al., (2007)

## 4. FERTILIZAÇÃO DAS CULTURAS

### 4.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A FERTILIZAÇÃO

As matérias fertilizantes são as substâncias utilizadas com o objetivo de manter ou melhorar a fertilidade do solo e, direta ou indiretamente, assegurarem a nutrição adequada das culturas.

Na fertilização das culturas pode ser utilizada uma extensa variedade de fertilizantes fornecedores de azoto e de outros nutrientes, sejam adubos ou corretivos. Neles, os nutrientes, em particular o azoto, podem encontrar-se sob diferentes formas químicas a que correspondem distintos comportamentos no solo e disponibilidade para as culturas.

### 4.2 SELEÇÃO DAS MATÉRIAS FERTILIZANTES A UTILIZAR

No Anexo VIII apresentam-se algumas características dos fertilizantes, nomeadamente a sua composição, efeitos sobre a reação do solo (equivalentes de acidez e basicidade dos adubos), solubilidade e aumento da condutividade elétrica que a sua dissolução provoca.

#### 4.2.1 Adubos

No caso de serem usados adubos químicos na fertilização das culturas, incluindo a sua aplicação como complemento da fertilização orgânica, é importante escolher os que são mais eficazes e mais económicos entre a larga gama que se encontra no mercado. Para o efeito, é necessário ter em consideração diversos aspetos, designadamente:

- Os nutrientes declarados no rótulo do adubo, procurando utilizar as formulações mais convenientes, ou seja, os adubos que veiculem essencialmente os nutrientes que se encontram em falta no plano de fertilização;
- A concentração total de cada um dos nutrientes no adubo e a relação entre as suas concentrações, de modo a fornecer às culturas as

quantidades de nutrientes mais próximas das necessárias à satisfação das suas necessidades ou para colmatar o défice de nutrientes dos corretivos orgânicos;

- A forma em que os nutrientes se encontram nos adubos, de modo a poder programar a sua aplicação de acordo com a disponibilidade para serem absorvidos e a fase do ciclo das culturas;
- O custo das unidades fertilizantes do adubo (kg de nutriente) e o custo da adubação por hectare. Neste âmbito, também será de ter em consideração a disponibilidade dos nutrientes no adubo e a facilidade da sua aplicação, a fim de entrar em linha de conta com eventuais perdas (lixiviação, por exemplo) e custos energéticos, o que faz aumentar os custos da fertilização por hectare.

### 4.2.2 Corretivos minerais

Os corretivos minerais têm como função principal modificar a reação do solo, de modo a levá-la para níveis que permitam melhorar, entre outros, as condições de nutrição das culturas.

Incluem os corretivos alcalinizantes, destinados a elevar o pH do solo, sendo estes 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 %.

A fim de aumentar a sua eficácia, o calcário deve ser incorporado no solo, à profundidade que se pretenda corrigir. Esta incorporação deve ser tanto quanto possível uniforme, para evitar que nuns sítios do terreno haja excessos (sobrecalagem) e noutras haja faltas (subcalagem) de corretivo. As operações de distribuição e incorporação do corretivo no solo deverão ser feitas com alfaias apropriadas, de modo a minimizar a destruição da estrutura do solo. Quando as quantidades de corretivo são elevadas, superiores a 8 t/ha, recomenda-se que a sua aplicação se faça em dois ou três anos, exceto no caso de plantações de pomares, olivais e vinhas em que a calagem, envolvendo uma espessura relativamente grande do solo, deverá ser feita simultaneamente com as operações de surribo e de regularização do terreno, quando for caso disso.

### 4.2.3 Corretivos orgânicos

Consideram-se **corretivos orgânicos** os produtos de origem animal e/ou vegetal que, para além de constituírem fonte de nutrientes para as culturas, apresentam na sua

constituição um valor elevado de carbono orgânico podendo 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 constitui uma prática essencial para o aumento / manutenção da sua riqueza em matéria orgânica, especialmente nas nossas condições edafoclimáticas propícias à sua rápida mineralização.

A aplicação de corretivos orgânicos ao solo contribui para o aumento dos seus teores de matéria orgânica, daí resultando benefícios a vários níveis, entre os quais se salientam:

- Aumento da capacidade de retenção de água e de nutrientes;
- Aumento da resistência à seca;
- Aumento da resistência às variações do grau de salinização, reação e compactação;
- Melhoria da estrutura do solo através da formação de agregados e do aumento da sua estabilidade;
- Aumento da capacidade de troca catiónica do solo;
- Devido à sua cor escura, maior absorção dos raios solares e consequente aumento da temperatura do solo;
- Melhoria das condições de vida microbiana do solo;
- Redução da disponibilidade de alguns metais pesados e consequente redução do seu nível de toxicidade;
- Melhoria do estado geral de fertilidade e de produtividade dos solos.

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

## Estrumes e chorumes

A composição dos estrumes e dos chorumes é bastante variável dependendo de vários fatores, entre os quais assumem particular relevância a espécie pecuária, a idade dos animais, a dieta alimentar, o sistema de exploração e a quantidade e natureza dos materiais utilizados nas camas.

O azoto fornecido através dos estrumes e dos chorumes não fica imediata nem integralmente disponível para a cultura. A libertação e a disponibilização do azoto podem alongar-se por um, dois ou três anos, dependendo da natureza do corretivo, sendo mais rápida nos chorumes diluídos e mais lenta nos estrumes.

De acordo com o “Código de Boas Práticas Agrícolas. Proteção das Águas contra a Poluição com Nitratos de Origem Agrícola”, a quantidade de azoto disponibilizado para a cultura, no primeiro ano, representa uma fração do teor de azoto total do corretivo que, no caso de uma aplicação isolada de estrume, se estima em 20% e 90%, respetivamente no caso de estrume de bovino e de aves. No caso dos chorumes, a fração do azoto total disponível é estimada em cerca de 60% e 80%, respetivamente no caso de chorumes de bovino e de suíno.

### **Lamas de ETAR**

As lamas de depuração das Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETARs) são ricas em matéria orgânica, apresentando quantidades variáveis de macro e micronutrientes. Apresentam, assim, depois de devidamente tratadas, grande interesse para a agricultura, podendo ser utilizadas como corretivo orgânico do solo, dados os elevados teores de matéria orgânica que apresentam. Devem, ainda, ser consideradas nos planos de fertilização das culturas, uma vez que podem veicular quantidades apreciáveis de nutrientes.

De acordo com a legislação em vigor, a utilização destes produtos em solos agrícolas está sujeita a licenciamento prévio. A mesma legislação obriga a que o fornecedor das lamas indique a composição das mesmas, designadamente os seus teores em fósforo e metais pesados, e determina que apenas podem ser aplicadas aos solos lamas tratadas. É necessário ter ainda em atenção a natureza do solo e os seus teores em metais pesados.

No Anexo V apresentam-se os valores-limite das concentrações de metais pesados recomendados para os solos e para as lamas destinadas à agricultura, bem como das quantidades de metais pesados que podem ser anualmente aplicadas num determinado solo, permitidas pela legislação em vigor.

### **Compostos**

A qualidade dos compostos, também designados por compostados, preparados a partir de resíduos sólidos urbanos (RSU) e de outros resíduos orgânicos como, por exemplo, efluentes pecuários, restos de culturas agrícolas e florestais ou bagaços de azeitona, bem como as restrições à sua utilização como matérias fertilizantes, encontram-se

atualmente regulamentadas pelo Decreto-Lei nº 30/2022 e Portaria nº 185/2022. Esta legislação refere os requisitos adicionais aplicáveis às matérias fertilizantes obtidas a partir de resíduos e outros componentes orgânicos autorizados.

A compostagem, processo a partir do qual se obtém um composto, consiste na degradação biológica de material orgânico heterogêneo, produzindo um material orgânico estável, contendo substâncias húmicas, livre de elementos patogênicos e de sementes e propágulos de infestantes, utilizável como corretivo orgânico do solo.

A valorização agrícola de resíduos orgânicos através da compostagem apresenta todos os benefícios já referidos inerentes à incorporação de matéria orgânica no solo, promovendo a sua reciclagem e diminuindo não só a ocorrência de problemas ambientais, como a utilização de adubos de síntese.

Diversos resíduos orgânicos podem ser compostados, mais ou menos ricos em carbono e em azoto, em microrganismos patogênicos, inertes antropogênicos, pedras e metais pesados, dando origem a produtos finais de qualidade diferente e com maiores ou menores restrições ao seu uso como fertilizantes.

No Anexo V figuram os valores-limite recomendados para a concentração de metais pesados nos solos e nos compostos destinados à agricultura, bem como as quantidades máximas a aplicar anualmente ao solo.

### 4.3 APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES

As matérias fertilizantes são utilizadas com o objetivo de manter ou melhorar a fertilidade do solo e, direta ou indiretamente, assegurarem a nutrição adequada das culturas. É muito importante que a sua aplicação ao solo seja feita de forma adequada, de modo a que a sua eficácia seja máxima atingindo, assim, os objetivos pretendidos.

Os corretivos, minerais ou orgânicos, são recomendados em t/ha. Os nutrientes N, P e K são recomendados em kg/ha de **unidade fertilizante**, isto é, de **N**, **P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>** e **K<sub>2</sub>O**, dado ser a unidade habitual de expressão da concentração dos fertilizantes naqueles elementos. Todos os outros nutrientes são recomendados na forma elementar, por exemplo, Mg, Zn, B, etc. Para grande parte das culturas, e uma vez que muitas das amostras recebidas em laboratório apresentam resultados analíticos altos em fósforo, em potássio ou em ambos, é muito difícil encontrar adubos com uma composição adequada a todas as situações. Caso a aplicação de adubos simples não seja praticável, por razões económicas ou outras, recomenda-se a escolha daquele que, satisfazendo as condições exigidas para o azoto, se aproxime mais do equilíbrio pretendido em fósforo e potássio.

### 4.3.1 Aplicações de fundo

Consideram-se aplicações de fundo as que se realizam antes ou simultaneamente com as sementeiras ou plantações.

#### Aplicações a lanço

As aplicações a lanço são aquelas em que os fertilizantes são espalhados sobre todo o terreno. Os fertilizantes cuja aplicação pode, ou deve, ser efetuada a lanço são os seguintes:

- Corretivos alcalinizantes ou acidificantes (como calcário, cal apagada, enxofre, etc.). Devem ser aplicados com a máxima antecedência possível em relação à sementeira ou plantação (em culturas permanentes também são aplicados com as culturas já instaladas);
- Corretivos orgânicos, como estrumes, compostos e lamas de depuração;
- Fosfatos naturais macios ou parcialmente acidulados, escórias e fosfato Thomas, devendo ser utilizados apenas em solos ácidos;
- Adubos contendo azoto: (a) - no outono, antes das sementeiras, os materiais contendo azoto amoniacal ou ureico (como o sulfato de amônio, a ureia e a cianamida cálcica. Diluições de nitrato de amônio deverão ser usadas em pequenas quantidades); (b) - na primavera, o tipo de material a usar e o período de aplicação devem ser planeados de modo a que a época de maior disponibilidade no solo coincida com a época de maior absorção pelas culturas. Aplicações fracionadas, com aplicações em fundo e em cobertura, conduzem geralmente aos melhores resultados;
- Adubos fosfatados, como os superfosfatos e os fosfatos de amônio, em fundo;
- Adubos potássicos, como o sulfato e o cloreto de potássio, em fundo e em cobertura.

#### Aplicações localizadas na linha ou em bandas

As aplicações em linhas, bandas ou na cova, feitas na altura da sementeira ou plantação, têm como finalidade principal colocar à disposição da jovem planta nutrientes facilmente assimiláveis, que lhe permitam um desenvolvimento inicial rápido e vigoroso. A localização dos adubos é sempre vantajosa nos solos com características fixadoras para os nutrientes, como seja o caso de solos muito ácidos relativamente ao fósforo e dos solos calcários relativamente ao ferro e ao zinco. Esta aplicação, para atingir os seus objetivos, deve ser realizada com materiais contendo os nutrientes em formas facilmente assimiláveis pelas culturas.

Devido a possíveis problemas de salinidade, a aplicação de quantidades elevadas de adubos, como sais de potássio e certas formas de azoto - em especial ureia e azoto amoniacal - devem ser evitadas. Como regra prática, não deverão aplicar-se na linha o equivalente a mais de 60 kg de N + K<sub>2</sub>O. Em solos arenosos poderá haver necessidade de reduzir um pouco mais o valor indicado, dado o perigo de se provocarem grandes falhas de germinação. O adubo deverá ficar sempre localizado abaixo e ao lado da semente cerca de 5 centímetros.

### 4.3.2 Aplicações de cobertura

As aplicações em cobertura, isto é, com as plantas em pleno crescimento e desenvolvimento, podem ser feitas com qualquer material fertilizante que se revele necessário. No entanto, o nutriente que mais frequentemente necessita de ser aplicado nestas condições é o azoto. Aplicações de micronutrientes, através de pulverização, são igualmente adequadas, dado serem geralmente mais eficazes que as aplicações ao solo.

## 4.4 ASPETOS PARTICULARES DA APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES

Em geral, a aplicação de fertilizantes deve ter em atenção os seguintes aspetos principais:

- Quantidades elevadas de azoto devem ser sempre aplicadas de modo fracionado;
- Em situações de baixa absorção de fósforo, por exemplo de fraco desenvolvimento radicular, os fosfatos de amónio são muitas vezes mais eficazes que outros fertilizantes;
- Todas as formas de potássio disponíveis no mercado são facilmente solúveis, devendo o fator de escolha ser condicionado pelo ião acompanhante (nitrato, sulfato ou cloreto) e por questões económicas;
- Embora muitos micronutrientes também tenham elevada eficácia quando aplicados ao solo, as aplicações foliares apresentam, geralmente, melhores resultados sendo também necessárias quantidades mais baixas.

Os fertilizantes solúveis em água, especialmente compostos azotados, podem ser aplicados com elevada eficácia através da água de rega (fertirrega). As quantidades e épocas de aplicação devem ser convenientemente determinadas, bem como as dotações de rega, de modo a evitar perdas acentuadas por lixiviação, como acontece com o azoto.

Deve, ainda, ter-se em atenção que, relativamente à aplicação de fertilizantes, não há métodos ou materiais que sejam universalmente sempre melhores. Este facto deve ser tomado em consideração sempre que se interpretam recomendações de fertilização. Condições locais ou mesmo circunstâncias individuais, podem alterar os planos de fertilização, tanto nas quantidades recomendadas como nos métodos, épocas e materiais a aplicar.

#### 4.4.1 Solo coberto com plástico

No caso de culturas com cobertura do solo, com plástico ou outro material (*mulching ou paillage*), a aplicação dos fertilizantes depende do tipo de rega por infiltração, seja esta por aspersão, alagamento dos sulcos entre canteiros ou localizada. No primeiro caso, os fertilizantes devem ser incorporados na cama ou canteiro antes da cobertura do solo, devendo o fósforo ser aplicado na totalidade e o azoto e o potássio em cerca de 25% das quantidades recomendadas. Em solos arenosos, para evitar problemas de salinidade, poderá reduzir-se, até um máximo de 20%, o valor indicado para o azoto e potássio. O restante azoto e potássio deverá ser aplicado em cobertura, ao longo dos sulcos laterais, mantendo sempre um teor de humidade adequado no solo, de modo a que, por capilaridade, os nutrientes cheguem à zona radicular.

#### 4.4.2 Fertirrega

As aplicações de fertilizantes em fundo são idênticas às do caso anterior, embora se possam aplicar doses mais elevadas de azoto e potássio que poderão atingir 40% do total recomendado. O restante azoto e potássio deverá ser aplicado em cobertura, iniciando-se a aplicação cerca de 2 a 3 semanas após a plantação.

Sempre que se recorra à **fertirrega**, será necessário assegurar uma distribuição tanto quanto possível uniforme da água e dos nutrientes por ela veiculados. A administração dos fertilizantes na água de rega só deverá iniciar-se depois de se ter aplicado um quarto a um quinto da dotação de rega e deverá cessar quando faltar 10 a 20% da quantidade total da água a aplicar.

Na fertilização praticada conjuntamente com a água de rega, ou nos casos de utilização de soluções nutritivas, os nutrientes são fornecidos periodicamente, muitas vezes diariamente, o que aumenta a eficácia do fertilizante. Nestes sistemas, podem ser utilizados fertilizantes líquidos ou sólidos, devendo estes ser completamente solúveis. No entanto, é necessário ter em consideração que os fertilizantes usados em fertirrega são sais que promovem o aumento da salinidade do solo, pelo que não devem ser utilizadas quantidades que permitam exceder os valores críticos de tolerância à

salinidade para cada cultura. Deste modo, será necessário atender ao índice salino dos fertilizantes a usar (Anexo VIII), devendo utilizar-se, em especial no caso de águas com elevado grau de salinidade, aqueles que apresentem o índice mais baixo.

Nos sistemas de fertirrega são de ter ainda em consideração os seguintes aspectos gerais:

- Usar adubos totalmente solúveis;
- Para a concentração máxima de adubo a aplicar, ter em conta o grau de salinidade da água, a salinização provocada pelo adubo e a tolerância da cultura aos sais. Controlar regularmente a condutividade elétrica do solo ou substrato de cultura e da água de rega;
- Usar dotações de rega de acordo com as necessidades da cultura;
- Aplicar azoto na forma nítrica e em tempo frio;
- A quantidade de nutrientes a aplicar por cada rega depende da concentração do fertilizante e da dotação de rega, bem como da necessidade das culturas nas diferentes fases do seu ciclo;
- Pequenas variações nos gotejadores ou emissores podem afetar fortemente as quantidades aplicadas;
- No caso particular das culturas arbóreas e arbustivas, do ponto de vista de desenvolvimento vegetativo, parece não haver diferenças entre as aplicações semanais ou mensais dos nutrientes. No entanto, as aplicações mais frequentes são preferíveis na medida em que asseguram menores perdas por lavagem, em especial no caso de surgirem chuvas abundantes ou de regas excessivas;
- A fertirrega apresenta numerosas vantagens sobre os sistemas convencionais de fertilização, das quais se salienta a redução das doses de fertilizantes, pelo facto de os nutrientes poderem ser aplicados em pequenas doses ao longo do ciclo vegetativo, quando as plantas deles sentem mais necessidade. Ter em atenção que o fornecimento de nutrientes deve terminar antes da colheita, seja esta de folhas, frutos ou sementes;
- Podendo ser altamente automatizados, os sistemas de fertirrega exigem uma monitorização constante, nomeadamente do sistema de injeção (adubador) e emissores.

## 4.5 CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO

Para corrigir a acidez do solo são utilizados os corretivos agrícolas denominados por corretivos alcalinizantes, que têm como principal função elevar o valor do pH do solo para a faixa de valores mais adequada às culturas. Simultaneamente, fornecem também cálcio, magnésio ou ambos. Estes corretivos podem ser de origem mineral (calcários calcíticos, magnesianos ou dolomíticos) ou resultantes de processos industriais (resíduos da serração de rochas ornamentais, cinzas de biomassa, lamas de cal da produção de pasta celulósica ou cal da indústria açucareira).

Para determinar a quantidade de corretivo alcalinizante a aplicar ao solo, é determinada em laboratório a **necessidade de cal** (NC) que é feita nos solos ácidos sempre que estes apresentem um valor de pH abaixo do adequado para a cultura indicada. Solos com pH abaixo de 5,5 indicam, geralmente, a necessidade de correção, enquanto solos com pH entre 5,5 e 6,0 podem ser ou não corrigidos, dependendo das culturas.

A necessidade de cal indica a quantidade de carbonato de cálcio puro que é necessário aplicar para elevar o pH do solo para um dado valor mais favorável à cultura e ao solo. A necessidade de cal tem em atenção o valor atual do pH do solo e a sua **acidez potencial**, que depende da capacidade de troca catiônica e do grau de saturação em bases. É esta a razão pela qual o simples conhecimento do valor de pH do solo não é suficiente para determinar a necessidade de cal.

Os resultados laboratoriais são indicados em t/ha de carbonato de cálcio, sendo a recomendação feita para calcário moído com um valor neutralizante da ordem de 48 expresso em óxido de cálcio.

A quantidade recomendada é a considerada necessária para corrigir a camada superficial do solo com 20 cm de espessura. Quando a espessura da camada do solo a corrigir e o valor neutralizante do corretivo disponível forem diferentes dos indicados, haverá que calcular a quantidade de corretivo a aplicar através da seguinte expressão:

$$Q = Nec\ cal \times \frac{E}{20} \times \frac{48}{VN}$$

em que:

**Q** = quantidade de corretivo a aplicar, em t/ha;

**Nec cal** = quantidade de corretivo alcalinizante recomendada que figura no relatório de análise de terra, em t/ha;

**E** = espessura de camada a corrigir, em cm;

**VN** = valor neutralizante do corretivo disponível para aplicação, expresso em CaO.

**Exemplo:**

Na calagem de um solo muito ácido foi recomendada a aplicação de 10 t/ha de calcário. Pretende-se corrigir a acidez da camada superficial de 30 cm de espessura e no mercado existe disponível um calcário com o valor neutralizante igual a 53.

Num caso destes a quantidade de corretivo a aplicar seria:

$$Q = 10 \times \frac{30}{20} \times \frac{48}{53} = 13,6 \text{ t/ha}$$

Convirá que a incorporação do corretivo na camada do solo a corrigir seja tanto quanto possível uniforme, para evitar que nuns sítios da parcela haja excessos (sobrecalagem) e, noutros, haja faltas (subcalagem) de corretivo. As operações de distribuição e incorporação do corretivo no solo deverão ser feitas com as alfaias apropriadas.

**Quando as quantidades de corretivo são elevadas, superiores a 8 t/ha, recomenda-se fazer a sua aplicação em dois ou três anos, exceto no caso de plantações de pomares e vinhas em que a calagem, envolvendo uma espessura relativamente grande do solo, é feita simultaneamente com as operações de surriba e de regularização do terreno, aplicando a totalidade da quantidade recomendada.**

O fracionamento da calagem poderá fazer-se segundo os critérios indicados no Quadro 16.

Assim, no exemplo considerado, se se optasse pelo calcário, haveria que aplicar 13,6 t/ha em CaO. Neste caso, a calagem far-se-ia em 2 anos, aplicando em cada um deles metade da quantidade de calcário indicada.

Aplicações de calcários anteriores à colheita da amostra de terra para análise podem afetar a recomendação atual. Este facto dependerá, naturalmente, da uniformidade da distribuição do corretivo e da sua incorporação no solo, da natureza e granulometria do material aplicado, bem como do período de tempo decorrido até à colheita da amostra. Nestes casos, será conveniente observar o seguinte:

- Se a aplicação ocorreu seis meses antes da colheita da amostra de terra, diminuir à quantidade total recomendada à dose já aplicada (por exemplo, numa recomendação de 7 t/ha e uma aplicação anterior de 3 t, aplicar  $7-3 = 4$  t);

- Se a aplicação tiver ocorrido um ano antes, deduzir metade do anteriormente aplicado (usando os valores do exemplo anterior,  $7 - 1,5 = 5,5$  t);
- No caso de terem decorrido 2 anos, deduzir apenas um quarto ( $7 - 0,75 = 6,25$ );
- No caso de aplicações efetuadas há mais de 2 anos, aplicar a dose recomendada

**Quadro 16** – Fracionamento do calcário a aplicar de acordo com a necessidade de cal (NC) determinada laboratorialmente

Necessidade de Cal (NC) t/ha	Quantidade de corretivo a aplicar anualmente (t/ha)		
	1º ano	2º ano	3º ano
Até 8	NC	-	-
8 a 15	NC / 2	NC / 2	-
>15	8	(NC - 8) / 2	(NC - 8)/2

A escolha do corretivo alcalinizante a aplicar ao solo deve basear-se nas suas características físicas e químicas de acordo com a legislação em vigor.

Assim, a legislação comunitária fixa as características mínimas para cada tipo de corretivo alcalinizante fixando os seguintes valores mínimos:

- Valor neutralizante mínimo: 15 (equivalente CaO) ou 9 (equivalente OH<sup>-</sup>);
- Reatividade mínima: 10 % (teste do ácido clorídrico) ou 50 % após seis meses (teste de incubação);
- Granulometria: passagem de pelo menos 70 % num peneiro com abertura de malha de 1 mm, exceto para a cal viva, o corretivo alcalinizante granulado e o cré.

De acordo com a mesma legislação, um corretivo alcalinizante não pode conter elementos contaminantes, bem como cobre e zinco, em valores superiores aos valores limite. Estes parâmetros não são referidos nos requisitos de rotulagem, mas será necessária a sua análise, como prova de que o produto cumpre com os valores limite considerados.

## 4.6 ACIDIFICAÇÃO DO SOLO

A descida do valor do pH do solo é, nalguns casos, desejável ou mesmo necessária. Tal prática é, no entanto, de custos elevados, em especial quando se pretende atuar em grandes áreas, dependendo as dificuldades técnicas da natureza do problema, nomeadamente do tipo de solo e da causa da alcalinidade.

Nos solos que apresentam valores de pH superiores a 8,5, devido à presença de sódio (Na), a descida de pH consegue-se através da substituição do sódio pelo cálcio e lavagem do sódio do perfil do solo. Nestes casos, é essencial o estabelecimento de uma rede de drenagem adequada e a aplicação de cálcio sob a forma de **gesso agrícola**.

A acidificação do solo opera-se habitualmente com a incorporação de corretivos acidificantes. Os mais correntemente utilizados são, para além do já referido gesso agrícola, o **enxofre** e o **sulfato de alumínio**.

Os solos com calcário possuem um grande poder tampão e será economicamente muito difícil proceder à sua acidificação. Por cada unidade percentual de calcário na camada arável de um solo de textura fina, seria necessário aplicar cerca de 8 t de enxofre elementar, ou cerca de 30 t de sulfato de alumínio anidro por hectare, para decompor o calcário presente nessa camada arável. Mas, mesmo que economicamente seja viável, poderá não o ser tecnicamente, porquanto a formação de grandes quantidades de gesso irá causar problemas de salinidade no solo.

## 4.7 FERTILIZAÇÃO ORGÂNICA

Para além de proporcionarem um aumento do estado de fertilidade do solo, dada a sua constituição [contendo de uma forma geral quantidades apreciáveis de azoto (N), fósforo (P), potássio (K) e enxofre (S)], os fertilizantes orgânicos fornecem nutrientes à cultura instalada, ou a instalar, devendo inserir-se prioritariamente no respetivo plano de fertilização.

Aliás, e tendo em consideração um quadro de economia circular extensível às explorações agrícolas, advoga-se o uso dos nutrientes disponíveis na exploração, através da sua reciclagem e utilização prioritárias, em relação aos adubos químicos, nomeadamente dos resíduos orgânicos e restos de culturas, capazes de valorização agrícola como fertilizante. Neste contexto, os adubos químicos, adquiridos no mercado, deverão ser utilizados apenas para complementar a fertilização e suprir a carência de nutrientes existente na exploração.

Consideram-se fertilizantes orgânicos os produtos de origem animal e/ou vegetal que apresentam na sua constituição um valor elevado de carbono orgânico e que devem ser utilizados para criar condições favoráveis ao crescimento das plantas.

Para além dos macronutrientes indicados, estes produtos também contêm outros nutrientes em quantidades variáveis (cálcio, magnésio, cobre, ferro e zinco, entre outros) que não são, de um modo geral, contabilizados nos planos de fertilização. No entanto, devem ser tidos em conta, com particular relevo para os micronutrientes cobre e zinco,

passíveis de ocorrer em concentrações muito elevadas, em particular nos efluentes de suinicultura e de aves podendo, se aplicados ao solo em excesso, vir a causar problemas de toxicidade às culturas.

Existe uma grande variedade de tipos de materiais orgânicos, produzidos no contexto agrícola/agroindustrial ou exterior a essa envolvente, que podem ser valorizados agricolamente como fertilizantes, entre os quais se destacam:

- Estrumes e chorumes de várias espécies pecuárias (aves, bovinos, caprinos, equinos, ovinos, suínos, etc.),
- Lamas resultantes de tratamentos de subprodutos diversos (tratamentos de águas residuais urbanas ou industriais, de pasta de papel, de processamento de frutos, provenientes de matadouros, da indústria de lacticínios, de destilaria, etc.),
- Compostos (compostados) resultantes da fermentação controlada de vários subprodutos (de bagaços de lagares de azeite, de subprodutos pecuários, de engaços proveniente de adegas, de resíduos de sólidos urbanos, etc.),
- *Biochar* resultante da pirólise de produtos vegetais,
- Digeridos (*digestate*) obtidos por digestão anaeróbia de mistura de produtos de várias origens com produção de gás,

e muitos outros, constituídos por combinações de vários tipos em proporções distintas ou sujeitas a tratamentos específicos.

## 4.8 COMPOSIÇÃO DOS CORRETIVOS ORGÂNICOS

A composição física e química dos corretivos orgânicos é bastante variável, mesmo que provenham da mesma fonte. A vasta possibilidade de combinações de materiais de origem orgânica, tanto em quantidade, como em qualidade, faz com que seja muito difícil apresentar valores de composição representativos para os vários tipos destes fertilizantes, de modo a contabilizar as quantidades de nutrientes, que podem veicular e substituírem alguns adubos químicos. O mais seguro será sempre obter uma amostra representativa do fertilizante antes da sua aplicação ao solo e proceder à sua análise (Anexo IV).

Para servir de referência à gestão destes produtos, foram estabelecidas tabelas com as respetivas composições típicas, agrupadas de acordo com a sua origem: **efluentes pecuários, lamas e compostos (compostados)**.

No Quadro 17 são apresentados valores médios da composição destes fertilizantes em matéria seca (MS).

Apresentam-se os valores médios totais, correspondentes às quantidades de nutriente que existem no fertilizante, mas que não podem ser utilizados imediatamente e integralmente pelas culturas, bem como as quantidades disponíveis que se encontram sob a forma mineral ou que resultam da sua mineralização no curto prazo. Estas formas disponíveis encontram-se associadas a taxas de mineralização (anual) variável e traduzem apenas as quantidades de cada nutriente que se convertem na forma inorgânica ao longo do tempo, através da ação oxidativa microbiana, ou que já fazem parte do fertilizante aquando da sua aplicação.

Os teores *totais* podem ser obtidos por análise química antes da aplicação ao solo do fertilizante e os teores *disponíveis* resultam de informação obtida a partir da realização de ensaios experimentais ou podem ser determinados por análise química, através de métodos específicos devidamente calibrados.

**Na fertilização das culturas com recurso aos materiais orgânicos deverá atender-se aos valores disponíveis dos nutrientes para deduzir às necessidades da cultura e obter a quantidade de nutrientes em falta com recurso a um adubo mineral.**

A **mineralização**, além de depender do tipo de compostos orgânicos a que os nutrientes se encontram associados, é função das condições do solo, sendo tanto mais intensa quanto mais favoráveis forem as condições de desenvolvimento dos microrganismos intervenientes: arejamento, temperatura elevada, humidade e teor em fósforo e cálcio adequados são, entre outras características, fatores que estimulam a decomposição da matéria orgânica. Desta forma, em igualdade de circunstâncias, o mesmo fertilizante sofrerá uma mineralização mais lenta se for aplicado num solo argiloso e mais rápida num solo arenoso.

Note-se que, em igualdade de circunstâncias e para o mesmo tipo de material, a disponibilidade dos nutrientes é tanto maior quanto menos decomposto estiver o fertilizante, pelo que um composto maturado (mais decomposto) apresenta teores de nutrientes disponíveis mais reduzidos. Como exemplo de ambos os casos, referem-se os chorumes que apresentam a proporção de nutrientes disponíveis mais elevada e os materiais resultantes da compostagem que apresentam a menor proporção de nutrientes disponíveis (Quadro 17).

**Quadro 17** – Composição média de alguns corretivos orgânicos (matéria seca, matéria orgânica, azoto, fósforo e potássio, na forma total e disponível). Valores referidos à matéria fresca

		MS (%)	MO (%)	kg / t (sólidos) ou kg/m <sup>3</sup> (líquidos)					
				N total	N disponível	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> disponível	K <sub>2</sub> O total	K <sub>2</sub> O disponível
<b>Efluentes pecuários</b>									
<b>Bovino</b>	Estrume	21	17,5	5,3	1,9	2,2	1,3	10,8	9,7
	Chorume	9	7,0	4,3	2,6	1,8	0,9	8,0	7,2
<b>Suíno</b>	Estrume <sup>a</sup>	27	4,0	7,8	3,9	7,0	4,2	8,3	7,5
	Chorume <sup>b</sup>	5	3,3	4,7	3,0	3,2	1,6	3,2	2,9
<b>Ovino/ caprino</b>	Estrume	27	20,0	8,0	4,0	3,3	2,0	16,0	14,4
<b>Equino</b>	Estrume	35	30,0	4,4	0,6	2,5	1,5	9,8	8,8
<b>Aves (galinhas poedeiras)</b>	Estrume	50	33,0	27	13,5	30	18	20	18
<b>Biossólidos (lamas)</b>									
<b>ETARs urbanas</b>		25	15	12	1,6	8,6	4,3	0,60	0,50
		<sup>a</sup> 29	<sup>a</sup> 58	<sup>a</sup> 14	<sup>a</sup> 2,1	<sup>a</sup> 22,0	<sup>a</sup> 11,0	<sup>a</sup> 1,1	<sup>a</sup> 1,0
<b>Celulósicas</b>		37	17	0,3	0,05	0,12	0,06	0,05	0,045
<b>Lacticínios</b>		4		1,0		0,8		0,2	
<b>Destilaria</b>		7		2,0		0,8		0,2	
<b>Compostos (compostados)</b>									
<b>RSU</b>		39	21	0,9	0,045	0,5	0,3	0,6	0,5
<b>Lamas</b>		60		11	0,6	6,0	3,0	3,0	2,7
<b>Espaços verdes</b>		60	36,9	11	0,2	3,0	1,5	5,5	5,0
<b>Cogumelos</b>		35		6,0	0,3	5,0	2,5	9,0	8,1

<sup>a</sup> Lugar de porcos de engorda; <sup>b</sup> lugar de porcas reprodutoras  
Valores adaptados de DEFRA (2010) e Despacho n.º 1230 (2018)

No entanto e numa perspetiva sanitária, seja para o aplicador, seja para a cultura ou para os organismos do solo, haverá vantagem na aplicação de materiais mais decompostos (maturados) pois, nessas circunstâncias, as probabilidades de contaminação são menores, devido ao seu grau inferior de patogenicidade. Outra vantagem em aplicar fertilizantes mais decompostos, com realce para os compostados, é a sua maior capacidade para sequestrar carbono orgânico durante mais tempo no solo, na medida em que a sua mineralização é mais lenta.

A disponibilidade dos elementos varia ao longo do tempo após a aplicação dos materiais orgânicos, como no caso particular do azoto que apresenta valores mais elevados no primeiro ano, diminuindo de forma crescente nos anos seguintes, como se pode observar no Quadro 18. É nos compostos (compostados) que este elemento apresenta valores mais baixos, consequência do tratamento a que foram submetidos (compostagem), de que resulta um aumento de material húmico de muito difícil degradação.

A disponibilidade dos nutrientes presentes nos fertilizantes orgânicos é diferente consoante o fertilizante e varia ao longo do tempo que decorre desde a sua aplicação. No Quadro 18 apresenta-se, como exemplo, o caso particular do azoto.

**Quadro 18** – Percentagem de azoto orgânico mineralizado (disponível) nos anos seguintes ao da aplicação do corretivo orgânico

Fertilizantes	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano
Estrume de bovino	35	18	9	4
Estrume compostado	20	18	4	1
Lama não estabilizada	45	15	4	2
Lama estabilizada	40	12	5	2
Lama compostada	10	5	3	2

Fonte: Brady e Weil (2002)

Em virtude de os laboratórios de análise de fertilizantes utilizarem formas diferentes de expressar a composição dos produtos, constitui-se um conjunto de fórmulas de cálculo reunidas no Quadro 19 para as converter em kg/t de matéria fresca (MF) relativos a cada nutriente do material a aplicar no solo.

**Quadro 19** – Fórmulas de cálculo para conversão dos nutrientes presentes nos corretivos orgânicos, expressos em % ou g/kg, em kg/t de matéria fresca

Fertilizante sólido	Conversão	Cálculo
MS expressa em %	mg/kg nutriente (MS) em kg/t (MF)	$\frac{\text{mg/kg nutriente}}{1000} \times \frac{\% \text{ MS}}{100} = \text{kg/t (MF)}$
	g/kg nutriente (MS) em kg/t (MF)	$\text{g/kg nutriente} \times \frac{\% \text{ MS}}{100} = \text{kg/t (MF)}$
	% nutriente (MS) em kg/t (MF)	$\% \text{ nutriente} \times \frac{\% \text{ MS}}{10} = \text{kg/t (MF)}$

Continua ...

Fertilizante sólido	Conversão	Cálculo
MS expressa em g/kg	mg/kg nutriente(MS) em kg/t (MF)	$\frac{mg/kg \text{ nutriente}}{1000} \times \frac{g/kg \text{ MS}}{1000} = kg/t (MF)$
	g/kg nutriente (MS) em kg/t (MF)	$g/kg \text{ nutriente} \times \frac{g/kg \text{ MS}}{1000} = kg/t (MF)$
	% nutriente (MS) em kg/t (MF)	$\% \text{ nutriente} \times \frac{g/kg \text{ MS}}{100} = kg/t (MF)$

**Exemplo:**

Considere-se uma **lama** cujo boletim analítico indicou os seguintes resultados:

**27 % de matéria seca (MS),  
3 % de azoto (N) e,  
1 % de fósforo (P).**

O cálculo da quantidade de N e de P em kg/t de matéria fresca (MF) de acordo com o Quadro anterior é executado como se indica:

$$\% \text{ azoto} \times \frac{\% \text{ MS}}{10} = kg/t (MF) \quad 3\% \times \frac{27\%}{10} = \mathbf{8,1 \text{ kg/t de N(MF)}}$$

$$\% \text{ fósforo} \times \frac{\% \text{ MS}}{10} = kg/t (MF) \quad 1\% \times \frac{27\%}{10} = \mathbf{2,1 \text{ kg/t de P(MF)}}$$

Deste modo, a lama contém **8,1 kg de azoto e 2,1 kg de fósforo/tonelada** de matéria fresca.

## 4.9 PLANO DE FERTILIZAÇÃO DAS CULTURAS

De um modo geral, a escolha dos fertilizantes e das respectivas quantidades a utilizar no plano de fertilização de determinada cultura ou rotação de culturas é feita com base nas respectivas necessidades em azoto para que se atinja uma determinada produção esperada, realisticamente estimada tendo em conta as características do solo, a disponibilidade de água para rega e a tecnologia disponível na exploração.

A introdução de corretivos orgânicos no plano de fertilização da exploração, como fornecedores de nutrientes às culturas, exige que se entre em linha de conta com os valores presentes no Quadro 17 ou com os resultados da análise efetuada em laboratório da especialidade, como referido.

Uma vez calculada a quantidade do fertilizante orgânico disponível para satisfazer as necessidades em **azoto** da cultura, segue-se o cálculo das quantidades do fertilizante necessárias para satisfazer as necessidades de **fósforo e potássio** indicadas pela análise feita ao solo da parcela (análise efetuada nos últimos quatro anos). Geralmente, haverá necessidade de ajustar a quantidade do fertilizante, a fim de não aplicar fósforo ao solo em excesso, uma vez que este elemento pode ser igualmente responsável pela poluição de massas de água superficiais e, embora em menor escala, pelo enriquecimento das massas de água subterrâneas. O azoto em falta deverá ser aplicado através de um adubo mineral, na forma mais adequada à fase do ciclo da cultura, a fim de aumentar a sua eficácia e reduzir as perdas por lixiviação do nutriente.

Recorde-se, ainda, que se a exploração se situar em **zona vulnerável** à poluição da água com nitratos de origem agrícola (ZV) não é, atualmente, permitido aplicar mais de 170 kg/ha de azoto de origem animal. Este aspeto é particularmente importante se forem utilizados efluentes pecuários.

No caso de nova aplicação de corretivo orgânico no ano seguinte, será necessário atender à percentagem provável de N presente no solo diminuindo, deste modo, a quantidade a aplicar de acordo com o indicado no Quadro 18.

No Anexo VI, apresentam-se dois exemplos dos cálculos a efetuar para elaborar os **Planos de Fertilização** para duas culturas (milho e tomate) utilizando como fertilizante principal um corretivo orgânico e ajustando a fertilização com um adubo químico. Foram escolhidas duas culturas exigentes em azoto e dois fertilizantes caracterizados por apresentarem diferenças na disponibilidade de nutrientes e na sua origem (efluente pecuário e lama compostada).

## 4.10 RESTRIÇÕES À APLICAÇÃO DE CORRETIVOS ORGÂNICOS

Para além dos benefícios que podem resultar da aplicação de corretivos orgânicos ao solo, substituindo parcialmente a fertilização feita à base de adubos químicos e melhorando o estado de fertilidade do solo, a natureza destes produtos e a ocorrência de substâncias na sua constituição que se podem tornar prejudiciais para o solo, plantas e animais, levaram à produção de legislação de caráter ambiental que, ao impor regras à sua utilização como fertilizantes, procura salvaguardar o solo, as plantas, os animais e a própria saúde humana.

O cumprimento das orientações previstas no Código de Boas Práticas Agrícolas e na legislação específica atualmente em vigor, relativa à valorização agrícola dos efluentes pecuários, lamas de depuração e materiais orgânicos compostados, permite aumentar a eficácia da fertilização, ao prevenir perdas de nutrientes para fora do sistema solo-planta evitando o seu desperdício para as culturas e os efeitos adversos no ambiente.

A observância destas boas práticas agrícolas impõe, no entanto, algumas restrições à aplicação dos corretivos orgânicos que decorrem, sobretudo, da necessidade de prevenir a poluição do solo e das massas de água, bem como as emissões de gases com efeito de estufa, amoníaco e maus odores para a atmosfera, ao mesmo tempo que salvaguardam culturas e animais.

A **gestão dos efluentes pecuários**, incluindo o licenciamento das atividades de valorização agrícola ou de transformação, *tendo em vista promover as condições adequadas de produção, recolha, armazenamento, transporte, valorização, transformação, tratamento e destino final*, está sujeita a normativo legal, de acordo com o qual as explorações agrícolas, que utilizem efluentes pecuários ou produtos derivados como fertilizantes, devem *promover a aplicação das orientações previstas no Código de Boas Práticas Agrícolas (CBPA), independentemente de se encontrarem em zona vulnerável*.

O **regime de utilização de lamas de depuração em solos agrícolas** também se encontra legislado sendo definidos os requisitos de qualidade a que devem obedecer as lamas para valorização agrícola, fixando valores limite de determinados parâmetros para as lamas que podem ser aplicadas e para os solos que as podem receber. Entre outros, é ainda estabelecido um conjunto de restrições e proibições à utilização das lamas no solo agrícola e são indicados alguns procedimentos específicos para a sua aplicação.

Os requisitos de qualidade para utilização de **compostos (compostados)** como fertilizantes orgânicos, estão atualmente definidos no Decreto-Lei nº 103/2015, de 15 de junho, que indica, igualmente, os valores limite de determinados parâmetros do fertilizante e dos solos para que possam receber o composto. Define, também,

quatro classes de qualidade, bem como as restrições à utilização, em agricultura, dos fertilizantes integrados em cada uma.

Sem prejuízo de consulta obrigatória aos diplomas legais referidos, referem-se, como boas práticas de caráter geral a seguir na valorização agrícola dos fertilizantes orgânicos, as seguintes:

- Os corretivos orgânicos deverão ser espalhados uniformemente sobre o terreno e, de seguida, incorporados no solo, através de uma mobilização cuja profundidade dependerá da espessura da camada que se pretenda beneficiar;
- Sempre que possível e consoante a natureza do fertilizante (chorumes e lamas com elevado teor de humidade), devem ser utilizados equipamentos que permitam a sua injeção direta no solo ou equipamentos ou sistemas de baixas pressão que minimizem a sua dispersão;
- A incorporação no solo dos corretivos orgânicos deverá ser realizada tanto quanto possível logo após a sua aplicação, não devendo ficar à superfície mais do que 24 horas. Caso se trate de chorumes, a sua incorporação deverá ser efetuada rapidamente, se possível num período de tempo que não exceda as 4 horas após o espalhamento;
- Em sistemas de agricultura de conservação do solo, como a mobilização mínima ou de não mobilização, devem ser utilizados corretivos orgânicos bem maturados, de modo a minimizar as emissões gasosas para a atmosfera;
- No caso de ser necessário corrigir a acidez do solo, os corretivos orgânicos, nomeadamente os estrumes, devem ser aplicados ao solo a seguir à calagem, para que os microrganismos beneficiem do aumento do cálcio proveniente do calcário e sejam reduzidas as perdas gasosas de azoto sob a forma de amoníaco, bem como a libertação de cheiros desagradáveis;
- Uma vez que os nutrientes se encontram, predominantemente, na forma orgânica, a aplicação destes fertilizantes deverá ser efetuada com a antecedência devida relativamente às épocas de maior absorção de nutrientes pelas culturas, a fim de permitir a sua mineralização e posterior absorção pelas culturas;
- Relativamente aos estrumes de aviário, é necessário ter em consideração a sua salinidade e alcalinidade, bem como os seus teores de cobre e de zinco, pelo que não se deverá exceder a aplicação de 3 a 4 toneladas por hectare e por ano;
- Os teores de cobre e zinco dos chorumes de suínos devem ser periodicamente controlados;

- No caso dos compostos de resíduos sólidos urbanos (RSU) e das lamas, é necessário ter em consideração a sua composição em metais pesados que poderão, eventualmente, estar presentes em quantidades superiores ao valores-limite previstos na legislação, se forem aplicados em quantidades estimadas apenas com base no seu teor em nutrientes.

Não devem ser aplicados corretivos orgânicos ao solo nas seguintes condições:

- Durante os meses de maior pluviosidade;
- Em solos inundados ou inundáveis e sempre que durante o ciclo vegetativo das culturas ocorram situações de excesso de água;
- Nas zonas terrestres de proteção das albufeiras de águas públicas de serviço público ou das lagoas ou lagos de águas públicas, em faixas de largura variável fixada na legislação em vigor;
- Sob condições climatéricas adversas, designadamente em períodos de precipitação ou em que esta esteja iminente, em dias ventosos ou nos períodos mais quentes do dia;
- Em solos agrícolas em que não se encontre instalada uma cultura ou não esteja prevista a sua instalação e a consequente utilização próxima dos nutrientes veiculados pelos corretivos.

## **4.11 FORMAS E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DOS FERTILIZANTES ORGÂNICOS**

De um modo geral, a aplicação dos fertilizantes orgânicos deve ser feita entre o final do inverno e o verão, adequando-se a época de aplicação às culturas e respetivas práticas culturais, de forma a fornecer atempadamente os nutrientes de acordo com as necessidades das culturas.

A aplicação destes fertilizantes durante o inverno é proibida nas zonas vulneráveis à poluição com nitratos de origem agrícola, uma vez que, sendo a época do ano usualmente de maior precipitação é, por isso, a época de maior risco de lixiviação de azoto. Mesmo fora das zonas vulneráveis, deverá ser evitada a distribuição destes materiais nos meses de novembro, dezembro e janeiro, já que, para além da redução do risco de lixiviação do azoto na forma nítrica, tal permite aumentar a eficiência da fertilização azotada, por se verificam menos perdas do nutriente para zonas inacessíveis às raízes das culturas.

Deverão ser aplicados, de preferência, corretivos orgânicos bem decompostos, de modo a evitar a carga azotada inicial.

### 4.11.1 Épocas de aplicação

Independentemente das restrições de caráter geral relativas à época de aplicação ao solo dos corretivos orgânicos, é necessário ter em consideração a cultura a beneficiar, de modo a maximizar a eficiência da aplicação dos nutrientes veiculados. Assim:

- **Culturas arvenses:** Para as culturas de primavera-verão, a distribuição dos fertilizantes orgânicos deverá ter lugar, na totalidade, antes da instalação, ou fracionada com mais duas coberturas, sendo a primeira aplicação efetuada tanto mais próximo da sementeira quanto mais disponível estiver o azoto;
- **Culturas de outono-inverno:** Se fora de zona vulnerável, aplicar os corretivos orgânicos na totalidade à sementeira, evitando utilizar aqueles que apresentem valores mais elevados de azoto disponível;
- **Pastagens e forragens:** As forragens de primavera-verão devem receber os corretivos orgânicos de forma fracionada, fazendo a primeira aplicação à sementeira e as seguintes (duas ou três) ao longo do ciclo, a seguir a cada corte ou pastoreio, com um intervalo mínimo de três semanas, em ambos os casos, até atingir a totalidade prevista para o azoto. Dever-se-á evitar o pastoreio durante pelo menos três a quatro semanas após a aplicação do fertilizante minimizando, assim, o risco de doenças nos animais por contaminação com microrganismos patogênicos. Recomenda-se, ainda, que não sejam incorporados no solo corretivos orgânicos sólidos numa pastagem instalada, para que o equipamento de incorporação não danifique as plantas;
- **Forragens de outono-inverno:** Os fertilizantes orgânicos deverão ser aplicados no final do verão;
- **Culturas hortícolas e as que frutificam junto ao solo:** As culturas hortícolas, em particular as que se destinam a ser consumidas em fresco, bem como as que produzem frutos junto ao solo (morango, melão, melancia) não devem receber corretivos orgânicos em datas próximas da sementeira, devendo os mesmos ser aplicados com bastante antecedência. O melhor será utilizar apenas compostos (compostados), bem maturados e higienizados, da classe de qualidade permitida;
- **Culturas arbóreas e arbustivas:** As culturas arbóreas e arbustivas deverão receber os corretivos orgânicos na totalidade à plantação. Nos anos seguintes, poderão ser aplicados na totalidade no fim do inverno, antes da rebentação anual.

### 4.11.2 Formas de aplicação

Os materiais orgânicos deverão ser espalhados no solo o mais uniformemente possível. Após o espalhamento, devem ser incorporados no solo, à exceção das situações especiais já referidas, devendo ser utilizados, de preferência, equipamentos que os distribuam de forma localizada.

O espalhamento dos corretivos orgânicos líquidos, como por exemplo os chorumes, deve ser efetuado com recurso a equipamentos de baixa pressão, a fim de evitar perdas de azoto por volatilização e maus odores.

Preferencialmente, a aplicação ao solo deste tipo de produtos com teor elevado de humidade (chorumes, lamas) deverá ser feita por injeção, de modo a evitar danos nas culturas e a minimizar a emissão de azoto amoniacal para a atmosfera.

## 4.12 QUALIDADE DA ÁGUA DE REGA

A rega por si mesma, ao criar boas condições de humidade no solo num período mais ou menos longo de temperaturas particularmente favoráveis, estimula grandemente os fenómenos de mineralização da matéria orgânica originando, assim, a produção de quantidades mais ou menos elevadas de nitratos e de fósforo inorgânico no solo.

Por outro lado, a água de rega pode conter, em solução, elementos que, caso sejam nutrientes, devem ser contabilizados no plano de fertilização das culturas diminuindo, assim, a quantidade de fertilizantes a aplicar ao solo. Acresce que muitos destes elementos podem não ser nutrientes ou encontrarem-se em quantidades excessivas, tornando a água imprópria para rega ou aconselhando o seu uso com algumas restrições.

### 4.12.1 Restrições ao uso da água de rega

A **aptidão da água para a rega** depende do tipo e quantidade de sais que nela se encontram dissolvidos em resultado da dissolução dos minerais das rochas com as quais entra em contacto, sendo aplicados ao solo com a rega e nele se depositando ou sendo absorvidos pelas plantas.

Esta aptidão da água para a rega é, geralmente, avaliada a partir dos resultados da análise laboratorial orientada para a previsão dos problemas que o seu uso continuado poderá provocar nos solos ou nas culturas, embora o tipo de problemas e o seu grau de gravidade possam ser, em certa medida, alterados pelas condições edafoclimáticas dos locais onde a água é utilizada, bem como pelas culturas a que se destina.

Consoante o grau de gravidade dos problemas a que as águas podem dar origem ao ser utilizadas na rega, assim são classificadas numa escala de 1 a 3, sendo que o grau 1

não envolve quaisquer restrições ao seu uso, enquanto o grau 3 significa que o uso continuado da água, assim classificada, poderá, a prazo, originar problemas graves para o solo e / ou para as culturas nele instaladas.

No Quadro 20 são apresentados os valores dos diversos parâmetros para interpretação da qualidade da água para rega.

Como já foi referido, a gravidade desses problemas varia não só com a composição da água mas, também, com as características do solo e o tipo de cultura a que se destina.

Assim:

- Quando se utilizam águas correspondentes ao grau 1, sem restrições, não haverá que recear problemas para as culturas ou para o solo;
- No caso de águas classificadas com grau 2, restrições ligeiras a moderadas, será necessário aumentar o cuidado na seleção das culturas a regar e nas práticas culturais a utilizar, a fim de minimizar os eventuais prejuízos nas produções obtidas;
- O uso das águas classificadas com grau 3 conduzirá à manifestação de problemas mais ou menos graves a nível do solo e das culturas. A sua utilização só deverá fazer-se com uma seleção criteriosa das culturas e com práticas culturais adequadas que minimizem os efeitos negativos da água utilizada.

### Valor do pH da água

O valor normal do pH nas águas de rega varia, de um modo geral, entre 6,5 e 8,4. Águas com valores anormais podem criar desequilíbrios nutricionais nas plantas ou conter iões tóxicos.

As águas com baixa salinidade (condutividade elétrica < 0,2 mS/cm) apresentam, por vezes, valores anormais de pH. Estas águas originam poucos problemas no solo mas têm o inconveniente de serem fortemente corrosivas dos equipamentos de rega metálicos.

A correção do valor do pH de uma água de rega é relativamente fácil de conseguir em sistemas de rega de gota a gota, utilizando um ácido ou uma base (por exemplo leite de cal) para o conseguir, já que a água não tem poder tampão. A descida ou subida do valor do pH pode ser facilmente controlada com fitas indicadoras de pH ou outros sistemas mais rigorosos, mas muito mais caros. A análise indicará o número de unidades de pH (ou décimas de unidade) que será necessário baixar ou subir.

**Quadro 20** - Interpretação da qualidade das águas para rega

Problemas	Efeitos	Parâmetros e sistemas de rega		Grau de restrição ao uso			
				Sem restrições Grau 1	Restrições ligeiras a moderadas Grau 2	Com restrições severas Grau 3	
<b>Salinidade</b>	Afeta a disponibilidade de água para as culturas	CE (mS/cm)		< 0,7	0,7 - 3,0	> 3,0	
<b>Infiltração</b> - avaliada pela conjugação da RAS <sup>1</sup> e da CE <sup>2</sup>	Teores relativamente elevados de sódio, ou baixos de cálcio, degradam a permeabilidade do solo, prejudicando a absorção de água pelas culturas	RAS <sub>aj</sub> =	0 - 3	e CE = (mS/cm)	>0,7	0,7 - 0,2	< 0,2
			3 - 6		>1,2	0,3 - 1,2	<0,3
			6 - 12		>1,9	0,5 - 1,9	<0,5
			12 - 20		>2,9	1,3 - 2,9	<1,3
			20 - 40		>5,0	2,9 - 5,0	<2,9
<b>Toxicidade de alguns iões</b>	Nas culturas sensíveis podem causar danos e diminuir a produção	Sódio (Na)	Rega de superfície ou localizada	SAR	<3	3 - 9	>9
			Rega com aspersão sobre as plantas	Na, mg/l	<69	>69	
			Rega com aspersão sobre as plantas	mg/l	<106	>106	
			Outros tipos de rega	mg/l	<142	142 - 355	>355
			Boro (B)	mg/l	<0,7	0,7 - 3,0	>3,0
<b>Outros efeitos</b>	Depósitos nas folhas e frutos que reduzem a sua comercialização	Bicarbonatos (HCO <sub>3</sub> )	Rega com aspersão sobre as plantas	mg/l	<90	90 - 520	>520
	Entupimento dos gotejadores	Sólidos em suspensão	Microaspersão e gota a gota	mg/l	<50	50 - 100	>100
	Valores extremos provocam desequilíbrios de nutrição, formação de precipitados e corrosão do equipamento de rega	pH	Microaspersão e gota a gota	Intervalo normal: 6,5 - 8,4			
					<7,0	7,0 - 8,0	>8,0

**Condutividade elétrica**

Os sais do solo e da água, quando em excesso, são prejudiciais às culturas causando quebras mais ou menos acentuadas na sua produção. Este facto resulta de as plantas não conseguirem absorver água do solo, mesmo que este se encontre húmido, devido à elevada pressão osmótica da solução do solo. As plantas apresentam, nestes casos, sinais de sede, não sendo capazes de atingir as produções máximas que seriam de esperar noutras condições.

A acumulação de sais no solo é muitas vezes devida à utilização continuada de águas de rega com elevados teores de sais, associada a práticas culturais inadequadas a este tipo de situação. A deficiente drenagem do solo e a aplicação excessiva de fertilizantes (recorde-se que mesmo os estrumes podem deixar no solo até cerca de

10% do seu peso seco em sais) são as causas mais frequentes da salinidade dos solos cultivados. A aplicação excessiva de sais é, provavelmente, a causa mais frequente da salinidade nas culturas protegidas.

Não sendo possível fazer misturas de águas de modo a baixar a sua salinidade, as técnicas mais adequadas para o uso de águas com salinidade moderada a elevada, para além do uso de culturas pouco sensíveis aos sais, consistem na utilização de dotações de água de rega que impeçam a sua acumulação no solo. Na prática, tal situação consegue-se com dotações de água superiores às necessidades das culturas em 10 a 30 %, valor denominado por taxa de lixiviação. Para que a aplicação daquelas dotações de rega seja eficaz, é necessário que o solo apresente boa drenagem, de modo que os sais não se acumulem na zona do perfil do solo explorada pelas raízes.

Os métodos de rega localizados, do tipo gota a gota, são mais eficazes na utilização de águas de condutividade elevada do que os métodos de rega clássicos, uma vez que, mantendo o solo sempre húmido na zona dos gotejadores, apresentam, nessa zona, condutividades elétricas equivalentes às da água de rega. A médio prazo podem apresentar, no entanto, problemas graves devido à acumulação de sais que se verifica nas zonas envolventes do bolbo húmido.

No caso da fertirrega, é necessário ter em conta a condutividade elétrica dos adubos, de modo a que a soma dos sais da água com os do adubo não conduza a condutividades muito elevadas.

**Embora os diversos sais deem origem a valores de condutividade elétrica diferentes, em termos práticos pode-se considerar que 0,65 g/l de um sal solúvel origina uma condutividade elétrica de 1 mS/cm.**

A aplicação de 2 g/l de alguns adubos solúveis a uma água de rega que apresente uma condutividade elétrica inicial de 1 mS/cm, conduzirá a uma condutividade final de cerca de 4 mS/cm, valor excessivo para muitas culturas.

Sendo a **lavagem de sais** a técnica mais adequada para controlo da salinidade do solo, é importante que este seja defendido da erosão, de modo a permitir que a água das chuvas do período outono/inverno se infiltre e provoque a lavagem do excesso de sais. A manutenção de uma boa estrutura é igualmente fundamental, recordando-se que as aplicações de matéria orgânica apresentam enormes vantagens nestes casos: melhoram a estrutura do solo, permitem uma melhor infiltração da água, evitam ou diminuem as escorrências superficiais.

Será conveniente proceder periodicamente à determinação da condutividade elétrica do solo sempre que se utilizem águas de condutividade elétrica moderada a elevada. As amostras deverão ser colhidas em todo o perfil cultural, para que se possa avaliar, deste modo, a zona em que se verifica a acumulação de sais. Nos casos mais graves, deverão ser solicitadas análises mais completas, no extrato de saturação do solo, com determinação da condutividade elétrica, bases de troca e grau de saturação em sódio, em particular se a água contiver teores moderados a altos neste elemento.

**Águas com valores baixos de condutividade elétrica** podem apresentar problemas relacionados com a infiltração de água no solo, para além de serem excessivamente corrosivas para os equipamentos de rega, nomeadamente os metálicos. As correções a realizar, nestes casos, consistem na aplicação de **gesso** à água, de modo a atingir níveis de condutividade elétrica adequados.

### Sódio

O sódio (Na), quando presente em quantidades excessivas na água de rega ou no solo, pode acumular-se nas plantas em concentrações suficientemente elevadas para provocar danos nas culturas e quebras de rendimento. A importância do fenómeno depende da concentração, tolerância da planta (as culturas perenes, como pomares, vinha, citrinos, etc., são, de um modo geral, mais sensíveis) e estado do tempo, entre outros.

A toxicidade do sódio é difícil de determinar nas plantas, ocorrendo os sintomas nas folhas mais velhas, na forma de queimaduras ou necroses nos bordos das folhas. Os teores foliares considerados tóxicos referem-se a concentrações superiores a 0,25% ou 0,5%, consoante as espécies.

Os sistemas de rega por aspersão potenciam este tipo de problemas, uma vez que as plantas podem absorver este ião através das folhas molhadas pela água de rega, em especial nos períodos de altas temperaturas e baixa humidade atmosférica, como é normal no verão. A absorção foliar acelera a velocidade de acumulação dos iões tóxicos na planta sendo, muitas vezes, a principal causa de toxicidade.

Os problemas de toxicidade do sódio devem ser resolvidos tendo em atenção os teores do elemento no solo (quantidade e relação com as outras bases de troca do solo e o seu grau de saturação). As soluções a adotar dependerão da situação de cada tipo de solo. No caso de estar associado a valores elevados da razão de adsorção de sódio na água de rega, os problemas deverão ser resolvidos de acordo com as indicações descritas nas situações conducentes a problemas de permeabilidade.

## Boro

O boro (B), quando presente em quantidade excessiva na água de rega ou no solo, pode acumular-se nas plantas em concentrações suficientemente elevadas para provocar danos nas culturas e quebras de rendimento. A importância do fenómeno depende da concentração, tolerância da planta (as culturas perenes, como pomares, vinha, citrinos, etc., são, de um modo geral, mais sensíveis), entre outros.

Os problemas de toxicidade do boro manifestam-se primeiro nas folhas mais velhas, por um amarelecimento, manchas ou necroses nas extremidades da folha, sintomas que progridem para o centro da folha entre as nervuras, ao longo do tempo. Em árvores seriamente afetadas, como amendoeiras e outras culturas arbóreas que não apresentam sintomas foliares típicos, uma goma ou exsudato nos ramos ou no tronco é frequentemente perceptível. No entanto, estes sintomas são semelhantes aos provocados por outros nutrientes.

A toxicidade do boro, que é um nutriente essencial para as plantas, surge, na maioria das culturas, quando os teores foliares são superiores a 250 ou 300 mg/kg. No entanto, a análise foliar pode não ser conclusiva, uma vez que muitas plantas não acumulam B nas folhas (caso das prunóideas e pomóideas). Nestes casos, a análise do solo, conjugada com a análise de água de rega, é um excelente meio de diagnóstico.

A resolução do problema é difícil, dadas as dificuldades de lixiviação do boro, exigindo quantidades de água três a quatro vezes superiores às utilizadas na lavagem de sais para controlar os níveis de salinidade no solo. A composição e tipo de solo têm muita importância nestes casos, uma vez que a solubilidade do boro também depende de outros fatores, como o valor do seu pH.

## Cloro

O cloro (Cl), quando presente em quantidade excessiva na água de rega ou no solo, pode acumular-se nas plantas em concentrações suficientemente elevadas para provocar danos nas culturas e quebras de rendimento. A importância do fenómeno depende da concentração, tolerância da planta (as culturas perenes, como pomares, vinha, citrinos, etc., são, de um modo geral, mais sensíveis) e condições meteorológicas, entre outros.

A tolerância das culturas ao cloro é muito variável. Os problemas de toxicidade manifestam-se, primeiro, por necroses na extremidade das folhas, que podem progredir ao longo das margens. Nos casos mais graves podem conduzir à queda prematura das folhas. Teores foliares da ordem de 0,3 % a 1 % de cloro são indicadores de toxicidade.

Os sistemas de rega por aspersão potenciam este tipo de problemas, uma vez que as plantas podem absorver este ião através das folhas molhadas pela água de rega, em

especial nos períodos de altas temperaturas e baixa humidade atmosférica, como é normal no verão. A absorção foliar acelera a velocidade de acumulação dos iões tóxicos na planta, sendo muitas vezes a principal causa de toxicidade.

O processo mais adequado para evitar a acumulação de cloro no solo consiste em utilizar técnicas adequadas de lavagem de saís, usando dotações de água com taxas de lixiviação ajustadas, associadas a práticas culturais que facilitem a infiltração da água, designadamente as que proporcionam a manutenção de uma boa estrutura do solo para além da instalação de sistemas de drenagem eficientes.

### Bicarbonatos

Os problemas originados por teores elevados de bicarbonatos na água de rega colocam-se, em particular, nos seguintes casos:

- Na **rega por aspersão**, com a manifestação de manchas brancas nas folhas, o que pode ter consequências a nível comercial, provocando a desvalorização do produto. Nestes casos deverá evitar-se a rega nas horas de maior calor (regando, de preferência, à noite) e em todas as situações que provoquem a evaporação muito rápida da água, como nos períodos mais ventosos. Outras medidas alternativas consistem em diminuir o intervalo entre regas, no uso de aspersores de rotação rápida e maiores caudais, se possível com aplicação da água em gotas, evitando a “pulverização” com gotas muito finas. Nos casos mais graves poderá haver necessidade de modificar o sistema de rega, utilizando aqueles em que não se molhem as plantas.
- Na **rega gota a gota**, a precipitação do cálcio, quando atinge o seu limite de saturação na presença de bicarbonatos, pode provocar entupimento dos gotejadores.

Concentrações elevadas de bicarbonatos na água podem originar dificuldades de absorção pelas plantas de alguns nutrientes minerais, nomeadamente de ferro, manganês e zinco. A ocorrência destas situações é mais provável nos solos com baixos teores daqueles nutrientes e com valores de pH elevados.

### Nitratos

O azoto (N) é um nutriente essencial para as plantas, tendo o azoto veiculado pela água de rega o mesmo efeito e valor que o azoto fornecido pelos fertilizantes.

O fornecimento de azoto em excesso às culturas, para além dos problemas que pode ocasionar sobre os rendimentos (produções em menor quantidade e de menor qualidade, acama dos cereais, atrasos na maturação, menor poder de conservação, menor resistência às doenças, etc.) pode dar origem a problemas ambientais. O azoto

no solo, em especial na forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), perde-se facilmente por lixiviação ao longo do perfil do solo, indo contaminar as massas de água subterrânea.

### Condutividade elétrica e razão de adsorção de sódio (Permeabilidade)

Os problemas de infiltração da água no solo podem ter várias causas e dependem, para além da qualidade da água de rega, de fatores como a textura, estrutura, grau de compactação, teor de matéria orgânica e outras características físico-químicas do solo.

Os problemas de permeabilidade do solo, originados pelas águas de rega, são avaliados pela análise conjunta dos valores da condutividade elétrica da água e da razão de adsorção de sódio (RAS ou SAR).

Esta RAS (ou SAR) mede a proporção de sódio relativamente à de cálcio e magnésio (expressos sempre em me/l) e avalia possíveis problemas de infiltração provocados por um excesso de sódio relativamente ao cálcio e ao magnésio:

$$RAS_{aj} = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca_x + Mg}{2}}}$$

em que:

**Na** teor de sódio da água de rega, expresso em me/l;

**Ca<sub>x</sub>** teor de Ca na água de rega (expresso em me/l) mas ajustado devido à salinidade (CE) dessa água, à sua relação  $\text{HCO}_3/\text{Ca}$  (ambos expressos em me/l) e à pressão parcial estimada de  $\text{CO}_2$  na superfície de poucos milímetros do solo ( $P_{\text{CO}_2} = 0,0007$  atmosferas). Este valor de  $\text{Ca}_x$  é retirado do Quadro 11 do livro de Ayers e Westcot (1985);

**Mg** teor de magnésio da água de rega, expresso em me/l.

Teores relativamente elevados de sódio e baixos de cálcio (ou seja, um RAS elevado) reduzem a permeabilidade do solo, dificultando a infiltração da água que, nos casos mais graves, se acumula sobre o terreno e só se infiltra muito lentamente.

Por outro lado, para um mesmo valor de RAS, a velocidade de infiltração da água é maior quando esta tem uma condutividade elétrica elevada e diminui quando é muito baixa. Assim, uma água com condutividade elétrica inferior a 0,5 mS/cm (mais particularmente, abaixo de 0,2 mS/cm) tende a lixiviar os sais solúveis e catiões de troca do solo, como o cálcio, reduzindo a sua influência sobre a estabilidade dos agregados e estrutura do solo. As partículas mais finas ficam no estado disperso, obstruindo os espaços porosos, o que dificulta a infiltração da água. A ocorrência de crostas superficiais é frequente nestes casos criando problemas de germinação e de emergência das plântulas.

A resolução dos problemas de infiltração passa, nestes casos, pela aplicação de gesso à água ou ao solo, no sentido de aumentar a sua condutividade e diminuir o valor da relação RAS. No caso de solos com teores baixos de cálcio, a aplicação de gesso poderá ser feita ao solo, devendo optar-se por um corretivo alcalinizante sempre que o solo apresente valores de pH indicativos de solo ácido (inferiores a 6,0).

**Relações Ca/Mg inferiores ou iguais à unidade** potenciam os efeitos desfavoráveis do sódio. Na aplicação de corretivos alcalinizantes deverá ter-se em atenção este facto, utilizando-se apenas corretivos cálcicos em solos regados com água que possua uma relação Ca/Mg desfavorável.

A manutenção de uma boa estrutura do solo é igualmente fundamental, recordando-se que as aplicações de matéria orgânica apresentam enormes vantagens nestes casos: melhoram a estrutura, permitem uma melhor infiltração da água e evitam ou diminuem as escorrências superficiais. Pelo contrário, mobilizações do solo excessivas, efetuadas em períodos inadequados, contribuem para a degradação da estrutura, agravando os problemas anteriormente referidos.

Será ainda conveniente proceder periodicamente à determinação das bases de troca do solo sempre que se utilizem águas com valores de RAS moderados a elevados. As amostras deverão ser colhidas em todo o perfil cultural, permitindo avaliar, deste modo, a zona em que se verificam relações desfavoráveis entre as bases de troca, a fim de determinar as ações corretivas mais apropriadas.

### **Metais pesados e outros elementos**

Muitos elementos, nutrientes para as plantas ou não, quando em concentrações excessivas na água podem causar, por acumulação nas plantas, problemas de toxicidade, seja nas plantas, seja nos animais (incluindo o Homem) que as consomem.

Nos casos em que as plantas não são molhadas pela água de rega, aqueles elementos são normalmente retidos no solo, dependendo os seus efeitos do tipo de solo, pelo que é necessária a sua análise.

Concentrações superiores ao valor máximo recomendável (VMR) (Grau 2) e inferiores ao valor máximo admissível (VMA) (Grau 3), estipulados na legislação em vigor, exigem cuidados especiais, devendo as técnicas a usar ser dependentes do elemento, tipo de solo e cultura, sendo obrigatório o cumprimento das diretrizes estabelecidas na lei.

As águas com concentrações superiores ao valor máximo admissível (VMA) (Grau 3) só devem ser utilizadas mediante proposta da Direção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural e parecer favorável da Direção Geral de Saúde, tal como estabelecido na legislação referida.

### Entupimentos (Índice de Saturação, Ferro e Manganês)

Valores elevados de pH da água de rega podem conduzir à formação de precipitados de cálcio. A possibilidade de formação destes precipitados pode ser prevista pelo cálculo do **Índice de Saturação (IS)**, que tem em conta os teores de cálcio, magnésio, sódio e bicarbonatos na água de rega. Caso o valor do Índice de Saturação seja positivo (+), há possibilidade de se formarem precipitados de **carbonato de cálcio ou fosfato de cálcio** que podem provocar a obstrução dos gotejadores. Para contrariar este efeito, a melhor solução será baixar o valor do pH da água com a adição de um ácido. O valor do Índice de Saturação corresponde ao número de unidades de pH (ou décimas de unidade) que será necessário baixar. O laboratório que fizer a análise da água de rega pode indicar quais as quantidades mais apropriadas.

Os problemas originados pelo **ferro (Fe)** resultam da formação de precipitados e consequente obstrução dos sistemas de rega, sendo mais difíceis de prever que os casos anteriores. Águas com concentrações até 2 mg/l de Fe podem ser usadas em muitos casos, em especial se os custos de precipitação e filtração prévia forem muito elevados. Os problemas suscitados por elevadas concentrações de ferro na água de rega são agravados pela presença de sulfatos (ou outros aniões com enxofre), devendo concentrações de ferro acima de 0,5 mg/l considerar-se, neste caso, como sendo um problema potencial.

A correção dos teores elevados de ferro na água é feita através da sua precipitação seguida de filtração antes da água ser introduzida no sistema de rega. A precipitação consegue-se provocando o arejamento forte da água, por injeção de ar sob pressão. Outro sistema consiste em fazer descer a água por um sistema de “degraus” ou cascata, de modo que tenha um elevado contacto com o ar. Deverá depois ser filtrada ou decantada.

Os problemas originados com **manganês (Mn)** são semelhantes aos do ferro. No entanto, concentrações superiores a 0,2 mg/l podem originar, só por si, problemas de toxicidade, cuja gravidade depende da natureza das culturas e do valor do pH do solo, que não deverá ser inferior a 6,5.

### Fósforo

A concentração elevada de **fósforo (P)** na água de rega indica que houve contaminação da água, provavelmente com produtos de origem doméstica (detergentes) ou de escorrências de instalações com elevada concentração animal (suinicultura, aviários, etc.).

### 4.12.2 Deduções à fertilização recomendada

Como foi referido, a água de rega pode veicular nutrientes dissolvidos em quantidades não negligenciáveis que deverão ser deduzidas à fertilização a efetuar, a fim de evitar excessos e consequentes desequilíbrios nutricionais nas culturas, para além de permitirem diminuir a quantidade de adubos a adquirir. Deste modo, os níveis de nutrientes presentes na água de rega devem ser considerados no plano de fertilização da cultura a regar.

Para o efeito, necessário se torna dispor da análise da água, que se recomenda seja efetuada antes do início da campanha anual de rega. Caso não existam razões objetivas que levem à alteração da quantidade de nutrientes dissolvidos na água para rega, a monitorização da sua qualidade pode ser efetuada de quatro em quatro anos, sempre antes do início da rega.

#### Azoto

A quantidade de azoto (N) fornecida através da água de rega pode ser calculada através da seguinte expressão:

$$N = 0,000226 \times T \times V \times F$$

Em que:

**N** é a quantidade de azoto veiculada pela água de rega, expressa em kg/ha;

**T** é o teor médio de azoto sob a forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) da água de rega, expresso em mg/l;

**V** é o volume total da água utilizada na rega durante toda a campanha, expresso em  $\text{m}^3/\text{ha}$ ;

**F** é um fator que depende da eficiência da rega, tomando o valor 1 se não houver quaisquer perdas de água; em rega localizada e em sistemas de rega eficientes assume valores de 0,90 - 0,95.

**Se a água de rega apresentar um teor de nitratos superior a 25 mg/l, a quantidade de azoto que veicula deve ser contabilizada no plano de fertilização azotada das culturas.**

No caso da fertirrega, a dose de azoto deverá ser reduzida proporcionalmente. Nos restantes casos, a fertilização de fundo poderá manter-se, reduzindo-se apenas nas doses correspondentes às adubações de cobertura. Nos casos mais graves poderá haver necessidade de reduzir também a fertilização de fundo.

## Fósforo

A quantidade de fósforo ( $P_2O_5$ ) fornecida através da água de rega pode ser calculada através da seguinte expressão:

$$P \text{ (kg/ha)} = 0,001 \times T \times V \times F$$

Em que:

**P** é a quantidade de fósforo veiculada pela água de rega, expressa em kg/ha de  $P_2O_5$ ;

**T** é o teor médio de fósforo total da água de rega, em mg/l de  $P_2O_5$ ;

**V** é o volume total de água utilizada na rega, em  $m^3$ /ha;

**F** é um fator que depende da eficiência da rega (em rega localizada deve rondar 0,90 a 0,95).

### 4.12.3 Correção do valor do pH da água de rega

Como foi referido, poderá ser necessário corrigir a água de rega por apresentar valores de pH desfavoráveis. Tal é o caso das águas com elevados teores de bicarbonatos podendo recorrer-se, para efetuar a referida correção, ao **ácido nítrico** ou ao **ácido fosfórico**.

Em ambos os casos haverá, respetivamente, uma aplicação de azoto ou de fósforo à água, cuja quantidade deve ser considerada no plano de fertilização da cultura, deduzindo as quantidades aplicadas aos valores da fertilização azotada e fosfatada programados. Assim:

- A utilização de **ácido nítrico** a 65%, à razão de 60 ml por 1000 litros de água, equivale a aplicar 12 kg de azoto (N) por cada 1000  $m^3$  de água;
- A utilização de **ácido fosfórico** a 85%, à razão de 40 ml por 1000 litros de água, corresponde a uma aplicação de 18 kg de fósforo (P) por cada 1000  $m^3$  de água, o que equivale a 41,2 kg de  $P_2O_5$ .



## 5. FERTILIZAÇÃO E PROTEÇÃO DO AMBIENTE

### 5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A elaboração de um **plano de fertilização** anual (ou plurianual, se for preparado tendo em consideração a rotação de culturas) pode ter um papel muito importante na minimização das perdas de nutrientes para fora do sistema solo - planta, prevenindo efeitos adversos no ambiente, nomeadamente no solo e na qualidade das massas de água e do ar, para além de permitir uma redução, que pode ser substancial, nos custos de produção, sem afetar a produtividade das culturas.

Por outro lado, a elaboração de um plano de fertilização ajustado às necessidades das culturas e ao tipo de exploração agrícola requer a existência de informação atualizada para o efeito, designadamente:

- Análise sumária (matéria orgânica, fósforo, potássio e magnésio extraíveis, pH ( $H_2O$ ), textura manual e necessidade de cal), feita regularmente ao solo das parcelas em cultura (periodicidade de 4 a 5 anos);
- Avaliação da riqueza em nutrientes dos corretivos orgânicos disponíveis para aplicação ao solo (estimativa feita através das tabelas presentes nos Quadros 17 e 18, ou valores obtidos da análise laboratorial) e sua contabilização no plano de fertilização;
- Análise foliar, feita regularmente, caso se trate de culturas arbóreas ou arbustivas (pomares, olivais, vinha e culturas florestais) como suporte à tomada de decisão da fertilização a efetuar nestas culturas;
- Utilização de recomendações de fertilização fiáveis e adaptadas às condições específicas da exploração.

Requer, ainda:

- Incorporação dos corretivos orgânicos no solo logo após o seu espalhamento ou, caso se encontre disponível, injeção dos mesmos em particular no caso de chorumes e lamas de ETAR;
- Utilização de equipamentos de distribuição dos corretivos orgânicos adequados que funcionem a baixa pressão e não formem aerossóis na distribuição de efluentes líquidos.

Convém, ainda, manter os registos que possam mostrar o “histórico” da aplicação de fertilizantes e produtos fitofarmacêuticos ao longo dos anos e das produções obtidas, bem como das condições meteorológicas anormais verificadas e que possam ter influenciado o rendimento das culturas. Poder-se-á, assim, verificar a evolução quer do estado de fertilidade dos solos, quer das produções anuais e dos rendimentos obtidos.

Algumas explorações encontram-se abrangidas por legislação ambiental específica, por se encontrarem em zonas onde existem restrições às fertilizações a efetuar, designadamente com azoto.

## **5.2 PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO DAS MASSAS DE ÁGUA COM NITRATOS E FOSFATOS**

A tecnologia associada à aplicação do azoto, como a quantidade, fracionamento e fase de desenvolvimento vegetativo da cultura, visa permitir que as culturas possam absorver o nutriente nas melhores condições, aumentando a sua eficácia e diminuindo os riscos de poluição das águas superficiais e subterrâneas. Em Portugal, os teores de nitratos nas águas são já preocupantes em algumas zonas, tendo sido declaradas, de acordo com a Diretiva 91/676/CEE do Conselho, nove zonas vulneráveis (ZV) em Portugal Continental e oito nos Açores, onde o teor de nitratos nas águas é superior ao admissível para consumo humano (50 mg/l de  $\text{NO}_3$ ) ou está em vias de o ser ou existe um risco acentuado de eutrofização de massas de água superficiais.

Nestas zonas, a aplicação de fertilizantes contendo azoto é condicionada, obrigando os produtores a cumprir um conjunto de regras indicadas no “Código de Boas Práticas Agrícolas para a proteção das águas contra a poluição com nitratos e fosfatos de origem agrícola”, (Despacho nº 1230/2018, de 5 de fevereiro), nele se fazendo referência a um conjunto de boas práticas para a aplicação de fertilizantes azotados e fosfatados, a fim de prevenir a eutrofização das massas de água superficiais.

A poluição das massas de água pelo fósforo é sobretudo devida às perdas deste elemento através do escoamento superficial das águas que arrastam as partículas do solo para as massas de água se o solo não se encontrar suficientemente protegido.

No caso da aplicação recente de adubos fosfatados ou de corretivos orgânicos, designadamente efluentes pecuários, as partículas de fósforo retidas nas partículas do solo mais superficiais são, assim, arrastadas para as massas de água, podendo originar a sua eutrofização. Também no caso dos solos sujeitos a erosão hídrica se verifica a perda do nutriente devido ao arrastamento das partículas do solo em que se encontra retido, caso os solos não se encontrem devidamente protegidos.

O controlo da poluição com nitratos e fosfatos pode ser efetuado recorrendo a um conjunto de boas práticas, mesmo em explorações que se encontrem fora das zonas vulneráveis e que se encontram referidas no **CBPA**. Referem-se, como exemplo, as seguintes:

- Definir com realismo a **produção esperada da cultura a fertilizar**, de modo a fixar a dose adequada dos fertilizantes a aplicar, tendo em atenção que nem todas as parcelas têm o mesmo potencial produtivo;
- Aplicar os fertilizantes nas épocas mais adequadas ao desenvolvimento da cultura;
- Diminuir, nas adubações de cobertura, a dose de azoto prevista inicialmente se, por razões meteorológicas ou outras, se verificar não ser possível atingir a produção inicialmente prevista;
- Não deixar o solo nu durante o período de outono/inverno, enterrando os restos e semeando uma cultura intercalar, de preferência uma gramínea de crescimento rápido ou utilizar uma cultura de revestimento do solo que o proteja contra a erosão hídrica;
- Não aplicar fertilizantes em tempo chuvoso ou com os solos alagados;
- Contabilizar o azoto e o fósforo fornecidos pela água de rega e pelos corretivos orgânicos (estrumes, chorumes, compostos, lamas de depuração ou outras, restos de culturas, etc.) nas fertilizações a efetuar.

### 5.3 PREVENÇÃO DAS EMISSÕES DE AMONÍACO PARA A ATMOSFERA

A atividade agropecuária é a maior fonte de emissões de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) para a atmosfera, principalmente a partir dos efluentes pecuários (estrumes e chorumes) e da sua utilização como fertilizantes, sendo ainda de considerar as emissões provenientes da aplicação dos adubos azotados, em particular da ureia.

Estas emissões, para além de constituírem uma perda de azoto que, assim, não é utilizado pelas culturas, são fator de poluição atmosférica.

Após a emissão para a atmosfera, o amoníaco pode ser transportado através das

correntes atmosféricas a distâncias consideráveis, dando origem às chamadas “chuvas ácidas” e sendo depositado nos solos ou nas massas de água, por vezes a grandes distâncias do seu ponto de origem.

**Verificam-se emissões de amoníaco para a atmosfera a partir das instalações pecuárias, bem como do armazenamento e aplicação ao solo dos efluentes pecuários, sendo as perdas mais elevadas geralmente observadas nas instalações pecuárias e durante o seu espalhamento no solo.**

As emissões de amoníaco para a atmosfera são prejudiciais para o ambiente, uma vez que contribuem para a acidificação dos solos e podem prejudicar *habitats* mais sensíveis à aplicação do nutriente.

A redução das emissões de  $\text{NH}_3$  para a atmosfera constitui objetivo da Diretiva (UE) 2016/2284, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 14 de dezembro de 2016 – **Diretiva Tetos** - que determina que os Estados-Membros elaborem um código consultivo nacional de boas práticas agrícolas, para controlar as emissões daquele agente poluidor.

O referido código (ã data ainda não publicado) deverá apresentar um conjunto de boas práticas agrícolas que se estima, caso sejam aplicadas, possam reduzir 10 a 30% das emissões de amoníaco, a partir de uma qualquer fonte emissora. Esta redução é considerada como valor de referência, indicativo da aplicação de boas práticas que incluem, nomeadamente:

- Evitar aplicações de **ureia** ao solo sempre que se verifiquem temperaturas elevadas, condições de secura no solo, ou se esteja em presença de solos calcários. Recorde-se que, dada a sua elevada solubilidade na água, a ureia também pode ser utilizada na forma de soluções aquosas, em fertirrega ou em aplicações foliares, mas também estas promovem importantes emissões de  $\text{NH}_3$ ;
- Incorporar os **estrumes** no solo logo após a sua distribuição, tão rapidamente quanto possível, uma vez que a libertação de  $\text{NH}_3$  se processa nas primeiras horas seguintes à sua distribuição;
- Estima-se que, caso a incorporação dos estrumes seja efetuada nas quatro horas seguintes à sua distribuição no solo, com recurso a um bico escarificador ou a uma pequena aiveca, é possível atingir reduções das emissões de  $\text{NH}_3$  de 60 a 90%. Bastará apenas uma incorporação superficial (2 cm) para reduzir substancialmente as emissões, uma vez que a cerca de 4 cm de profundidade já não se detetam emissões de  $\text{NH}_3$ ;

- Quanto às emissões de  $\text{NH}_3$  provenientes dos **chorumes**, as mesmas decorrem, essencialmente, da degradação da urina. Após a excreção, a ureia da urina é rapidamente degradada e convertida em  $\text{NH}_3$  e amónio ( $\text{NH}_4^+$ ), compostos azotados com elevado potencial ambiental negativo e que podem prejudicar a saúde humana.

## 5.4 METAIS PESADOS

Alguns metais pesados, designadamente o cádmio (Cd), o crómio (Cr), o cobre (Cu), o mercúrio (Hg), o níquel (Ni), o chumbo (Pb) e o zinco (Zn) podem, acima de determinadas concentrações no solo, tornar-se tóxicos para as plantas, os animais e o próprio Homem. Os metais pesados mais frequentemente associados a problemas de intoxicação humana são o chumbo, o cádmio e o mercúrio.

No caso das plantas, alguns destes metais suscetíveis de causar problemas de toxicidade, reduzindo a sua produtividade ou causando a sua morte em situações mais extremas, são nutrientes, como o zinco e o cobre.

- **Cádmio (Cd)** - De entre os metais pesados que suscitam preocupações ambientais, o cádmio é considerado como o mais perigoso, sobretudo para a saúde animal e, particularmente, para a saúde humana, acumulando-se gradualmente no organismo através da ingestão de alimentos.

A sua perigosidade resulta, também, do facto de ser bastante móvel no solo, contrariamente a outros como o chumbo, o crómio e o mercúrio.

Os níveis de toxicidade deste metal são muito mais elevados nas plantas do que nos animais, pelo que é possível a ingestão de plantas aparentemente normais, mas já com níveis de cádmio prejudiciais para a saúde. Acresce que algumas das plantas que, habitualmente, fazem parte da dieta humana, são acumuladoras do elemento, como sejam a alface e a cenoura, entre outras.

Os teores médios de cádmio no solo variam entre 0,01 e 1 mg/kg de Cd. A contaminação com cádmio resulta, fundamentalmente, de deposições atmosféricas, embora as aplicações de adubos fosfatados possam contribuir, embora com quantidades bastante mais reduzidas, para o aumento dos teores do elemento nos solos.

A absorção de cádmio pelas plantas depende da sua disponibilidade no solo. Esta está intimamente relacionada, entre outros, com o valor do pH do solo, encontrando-se o metal mais disponível em solos ácidos e pobres em matéria orgânica. Em igualdade de circunstâncias, as culturas hortícolas de folha, como a alface, absorvem mais cádmio do que, por exemplo, os cereais.

- **Chumbo (Pb)** - O chumbo presente no solo não é facilmente translocado para a parte aérea das plantas, não sendo frequente a entrada deste

elemento na cadeia alimentar humana, salvo nos casos em que se encontra à superfície das folhas, proveniente de deposições atmosféricas.

A toxicidade de chumbo é mais provável em animais em pastoreio, através da ingestão direta de terra eventualmente contaminada.

Os teores médios de chumbo no solo variam, normalmente, entre 10 e 200 mg/kg, embora possa atingir níveis bastante mais elevados em solos adjacentes a minas.

- **Cobre (Cu)** - Uma das vias de contaminação do solo com cobre resulta da aplicação de efluentes da pecuária ricos neste elemento, uma vez que pode ser adicionado às dietas de suínos e aves, com o objetivo de melhorar o seu crescimento. Também a aplicação de lamas de tratamento de esgotos ou de compostos de RSU pode ser fonte de contaminação direta do solo.

Nas camadas superficiais dos solos ocupados com vinha, podem igualmente verificar-se teores elevados de cobre, devido à sua acumulação lenta e gradual, com origem na aplicação de fungicidas ricos no elemento.

Os teores normais de cobre no solo variam entre 1 e 60 mg/kg, sendo muito superiores em solos contaminados.

Entre os fatores que mais condicionam a disponibilidade do cobre no solo, destacam-se a sua reação e o seu teor de matéria orgânica. Em solos alcalinos, ou ricos em matéria orgânica, o cobre é sujeito a diversos processos de retenção, ficando indisponível para as plantas.

A toxicidade de cobre é mais acentuada nos solos ácidos, dada a sua maior disponibilidade.

- **Crómio (Cr)** - A intoxicação de animais através do crómio é pouco provável, na medida em que, para além de apresentar baixa mobilidade no solo, raramente é translocado para a parte aérea das plantas, acumulando-se nas raízes.

Assim, dificilmente o crómio entra diretamente na cadeia alimentar humana através da ingestão de alimentos. No entanto, a sua presença inibe a atividade dos microrganismos do solo.

Os teores médios de crómio nos solos podem variar entre valores dificilmente detetáveis e mais de 3 g/kg. A contaminação dos solos com este elemento pode ser de origem natural, em solos derivados de rochas ultrabásicas, como as serpentinas. A principal fonte de contaminação dos solos com crómio é a indústria dos cortumes, através dos seus resíduos.

- **Mercúrio (Hg)** - O mercúrio é um metal muito tóxico para plantas, organismos do solo e animais, sendo a ingestão de peixe ou marisco contaminados considerada a principal fonte de toxicidade para o homem. Os teores de mercúrio presentes no solo dependem da natureza do

seu material originário, dos níveis de aplicação de fungicidas contendo o elemento, da aplicação de lamas de depuração que o veiculem e das deposições atmosféricas.

De um modo geral, os solos apresentam teores do elemento que variam entre 0,01 e 5 mg/kg, grande parte do qual precipitado, adsorvido ou quelatado pela matéria orgânica.

- **Níquel (Ni)** - A toxicidade de níquel é um fenômeno natural em solos derivados de serpentinas, ricas neste elemento, onde apenas um número muito limitado e específico de espécies vegetais sobrevive, acumulando elevadas quantidades do elemento. Pode surgir noutros solos, principalmente como resultado da aplicação de lamas de tratamento de esgoto ricas no elemento.
- **Zinco (Zn)** - A contaminação dos solos agrícolas com zinco tem, sobretudo, origem na aplicação de efluentes pecuários.

Os teores normais de zinco no solo variam entre os 50 e os 300 mg/kg, encontrando-se os valores mais elevados em solos de textura fina, ácidos e ricos em matéria orgânica.

Entre os fatores do solo que mais condicionam a disponibilidade do zinco, destacam-se a sua reação, textura e riqueza em fósforo. Em solos de textura fina, com elevada capacidade de troca catiônica, o zinco está mais disponível para as plantas. A imobilização do nutriente aumenta com o aumento do valor do pH do solo, sendo sujeito a diversos processos de retenção, ficando indisponível. Teores elevados de fósforo no solo podem conduzir a situações de carência de zinco.

As situações de excesso de zinco para as plantas são mais acentuadas nos solos ácidos, dada a sua maior disponibilidade.

## 5.5 O SOLO COMO SUMIDOURO DE CARBONO

O carbono orgânico encontra-se retido, em grande parte, na biomassa viva e na matéria orgânica decomposta do solo, sendo trocado naturalmente entre estes sistemas e a atmosfera através de vários processos, nomeadamente da fotossíntese, da respiração, da decomposição e da combustão. O carbono é armazenado no solo essencialmente sob a forma orgânica.

A matéria orgânica provém, principalmente, de folhas, raízes e organismos mortos, dejetos animais e excreção de compostos orgânicos pelas raízes. Considera-se como fazendo parte integrante da matéria orgânica a biomassa microbiana.

Não existe um armazenamento definitivo do carbono no solo, já que toda a matéria orgânica acaba por ser mineralizada. O seu tempo de permanência no solo é, em média, de algumas dezenas de anos sendo a sua evolução determinada pelo balanço

entre as entradas no solo do carbono fixado através da fotossíntese e as perdas por mineralização da matéria orgânica.

Os fatores suscetíveis de afetar o *stock* de carbono no solo são múltiplos e as suas interações bastante complexas. Assim, o tipo de solo e a sua ocupação cultural parecem ser determinantes neste processo, embora outros fatores interfiram de modo igualmente importante, designadamente fatores climáticos (pluviosidade e temperatura).

De um modo geral, os solos dedicados às culturas anuais e às culturas perenes, em solo nu, apresentam os valores médios de carbono mais baixos. Pelo contrário, as pastagens permanentes e as florestas representam potenciais de armazenamento de carbono no solo mais elevados e muito próximos entre si.

**Existe uma forte interação entre as práticas de mobilização do solo e a dinâmica da matéria orgânica nele existente, verificando-se que, em solos sujeitos a mobilização intensa, a acumulação de matéria orgânica e, conseqüentemente, de carbono, ocorre em menor quantidade.**

## 5.6 MODOS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS

A sustentabilidade da produção agrícola, com a manutenção de produtividades elevadas e a qualidade dos produtos, é objetivo principal de diversos modos de produção, entre os quais se salientam a *proteção integrada* (que não constitui objeto do presente manual), o *modo de produção integrada* e o *modo de produção biológico*.

### 5.6.1 Modo de Produção Integrada

*A produção integrada é um sistema agrícola de produção de alimentos e de outros produtos alimentares de alta qualidade, com gestão racional dos recursos naturais, privilegiando a utilização dos mecanismos de regulação natural em substituição de factores de produção, contribuindo, deste modo, para uma agricultura sustentável (Decreto-lei n.º 256/2009).*

A produção integrada (PRODI) tem por base vários princípios, dos quais, no âmbito da atividade agroflorestal, se sublinham os seguintes:

- regulação do ecossistema e preservação dos recursos naturais;
- manutenção da estabilidade dos ecossistemas agrários;

- equilíbrio do ciclo dos nutrientes, reduzindo as perdas ao mínimo;
- preservação e melhoria da fertilidade intrínseca do solo;
- aumento da biodiversidade;
- proteção das plantas tendo obrigatoriamente por base os objetivos e as orientações da proteção integrada;
- minimização de alguns dos efeitos secundários decorrentes das atividades agrícolas.

Desde a publicação, em 1997, das primeiras normas de Produção Integrada (Pomóideas – *Planos de fertilização e práticas culturais* (ao abrigo do art.º 5º do Decreto Lei nº 180/95 e dos nºs 5 e 6 do art.º 6.º da Portaria 65/97 de 28 de janeiro), tem sido possível observar uma preocupação crescente com as práticas de apoio a uma fertilização racional, bem como de conservação do solo e da sua fertilidade.

Até 2012 foram publicadas, entre outras, normas PRODI para diversas culturas hortícolas, pastagens e forragens, milho e sorgo, abacateiro, actinídea, citrinos, olival e vinha, bem como os *Requisitos Mínimos para o exercício da Produção Integrada*.

No exercício da PRODI, que contempla medidas de cumprimento *obrigatório, recomendadas* ou *proibidas*, a estratégia de produção contempla práticas de preservação dos recursos naturais, nomeadamente do solo, da água e da biodiversidade, bem como de apoio a uma fertilização racional.

Há, assim, a registar a obrigatoriedade de colheita e análise de amostras de terra nas parcelas com culturas em PRODI, a análise da água de rega, sempre que a cultura seja regada, bem como da análise foliar, especialmente em culturas arbóreas e arbustivas, seguindo as normas de amostragem de folhas para cada espécie (Anexo II).

Nos pomares (pomóideas e prunóideas), regista-se a obrigatoriedade da análise do perfil do solo, antes da sua instalação, para determinar a sua aptidão frutícola, tipo de preparação do solo e eventual necessidade de drenagem, correção dos solos com estrutura instável ou ausente, baixo teor de matéria orgânica, falta de porosidade e ou permeabilidade. Incentiva-se o planeamento do traçado de caminhos de acesso e circulação de máquinas na parcela, de forma a racionalizar futuros trajetos para a realização das diferentes operações culturais. Explicita-se que a preparação do solo para a instalação do pomar deve ser feita com aquele em estado de sação. A plantação em parcelas com Índice de Qualificação Fisiográfica da Parcela (IQFP) de 3 deve ser feita segundo as curvas de nível, devendo-se orientar as linhas de plantas de modo a minimizar a erosão do solo.

Recomenda-se a escolha dos porta-enxertos de acordo com as características da cultivar que deve ser selecionada consoante as condições edafoclimáticas da região e,

sempre que possível, resistentes ou pouco suscetíveis a pragas e doenças; estimula-se a instalação de sebes em zonas ventosas, preferencialmente sebes vivas que possam constituir refúgio para auxiliares.

Na manutenção dos pomares, recomenda-se a trituração da lenha de poda à superfície do solo e o uso prioritário de corretivos orgânicos que tenham origem nas explorações agrícolas, bem como o uso de estrume bem curtido. Estabelece o cumprimento de regras de aplicação de estrumes e chorumes, visando a proteção do ambiente e recomenda-se a contabilização dos nutrientes veiculados no plano de fertilização. Proíbe-se o uso de lamas e Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) cuja qualidade não esteja assegurada.

No que respeita à rega, para além da análise periódica da água e dedução dos nutrientes por ela veiculados no plano de fertilização, torna obrigatória a medição dos consumos, bem como a instalação de válvulas antirretorno nos sistemas com fertirrega e aplicação de produtos fitofarmacêuticos. Recomenda-se que, na definição dos setores de rega, se tenha em consideração não só o gradiente de fertilidade do solo mas também as necessidades hídricas da cultura. Igualmente se recomenda que as dotações de rega sejam geridas em função do balanço hídrico do solo, da capacidade de infiltração e das necessidades da cultura. É recomendada a manutenção do sistema de distribuição de água de forma a que esteja em boas condições de conservação e funcionamento, assegurando um coeficiente de uniformidade mínimo de 80%.

A manutenção do revestimento das entrelinhas do pomar com coberto vegetal é obrigatória, especialmente nos períodos de maior precipitação. Recomenda-se, também, que se promova a biodiversidade nos enrelvamentos permanentes, utilizando espécies localmente bem adaptadas e, desejavelmente, resistentes ao calcamento, bem como a manutenção do coberto vegetal através de meios mecânicos, ficando a massa vegetal cortada à superfície do terreno.

A faixa de vegetação na entrelinha deverá ter uma largura superior à bitola/rodado do trator, de forma a minimizar o efeito de compactação do solo, devendo-se evitar, também, a circulação com máquinas e alfaías em solos muito húmidos. É igualmente recomendada a redução das mobilizações do solo, de forma a minimizar os riscos de erosão e compactação, evitando que sejam feitas no sentido de maior declive.

Verifica-se, deste modo, que o cumprimento das normas de produção integrada contribui para a preservação dos recursos naturais, como o solo e a água e a biodiversidade, promovendo, simultaneamente a fertilização racional das culturas tendo em vista a conservação ou aumento da fertilidade do solo e, desta forma, do seu potencial produtivo.

Este modo de produção dá, assim, o seu contributo para mitigar o efeito das alterações

climáticas e, simultaneamente, para o aumento da biodiversidade, contribuindo ainda para a redução da tendência para a desertificação que já afeta parte apreciável do país.

## 5.6.2 MODO DE PRODUÇÃO BIOLÓGICO

A agricultura biológica é, segundo o Regulamento (UE) n.º 2018/848, de 30 de maio, *um sistema global de gestão das explorações agrícolas e de produção de géneros alimentícios que combina as melhores práticas em matéria ambiental e climática, de forma a garantir um elevado nível de biodiversidade, a preservação dos recursos naturais e o bem-estar dos animais, bem como a satisfação de um número crescente de consumidores que privilegia o consumo de produtos obtidos através da utilização de substâncias e processos naturais.*

Contribui também, de modo relevante, para a descarbonização e desenvolvimento da economia circular, já que promove a regeneração do ciclo de nutrientes, a gestão eficiente da água e a reabilitação dos solos, em detrimento do uso de fertilizantes e de pesticidas de base mineral (Resolução do Conselho de Ministros n.º 110/2017). Proporciona, assim, uma produção agrícola sustentável e, como tal, o uso responsável dos recursos naturais, onde se inclui o solo, cuja fertilidade deve ser mantida ou melhorada.

A nutrição das plantas deve ser assegurada principalmente através do solo. Quando a disponibilidade de nutrientes no solo é insuficiente ou sempre que se pretenda melhorar as suas características físicas, químicas ou biológicas, é de privilegiar a utilização dos recursos gerados na própria exploração, devendo o uso de fatores de produção provenientes do exterior, nomeadamente matérias fertilizantes, ser limitado a circunstâncias específicas e pouco frequentes.

Assim, é fundamental o uso de práticas que visem preservar ou aumentar o teor de matéria orgânica do solo e reduzir a perda de nutrientes, sendo de destacar:

- As medidas de controlo da erosão, que incluem a diminuição do número e intensidade das mobilizações, a efetuar segundo as curvas de nível em zonas declivosas;
- A manutenção ou instalação de cobertos vegetais, de preferência em que haja a fixação simbiótica do azoto que, após o corte, serão incorporados no solo (sideração) ou deixados à sua superfície;
- A utilização de rotações e consociações que incluam leguminosas;
- A incorporação no solo dos resíduos das culturas anteriores, o uso de coberturas inertes, bem como a aplicação de estrume ou outros compostos orgânicos, como sejam as lenhas de poda de pomares, olivais e vinhas, desde que isentas de pragas e doenças, que devem ser espalhadas ou incorporadas no solo após serem trituradas.

As quantidades de corretivos orgânicos a utilizar, bem como as épocas da sua aplicação, têm de atender às fases de maior exigência por parte das culturas, visto que a sua mineralização e, portanto, o fornecimento de azoto e outros nutrientes às culturas, pode ser mais ou menos lenta consoante as matérias-primas que lhe deram origem e, no caso de estarem compostados, da forma como decorreu este processo.

Sempre que não seja possível satisfazer as necessidades das plantas através das práticas atrás enunciadas, podem ser utilizadas, mas só na medida do necessário, as matérias fertilizantes que estejam em conformidade com o indicado na seguinte legislação europeia: Regulamento (UE) n.º 2018/848 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de maio e Regulamento de execução (UE) n.º 2019/2164 da Comissão, de 17 de dezembro. No Anexo I deste regulamento encontram-se enumerados os produtos que podem ser utilizados como fertilizantes, incluindo corretivos do solo, em modo de produção biológico (MPB). Esta lista contém a designação das matérias-primas (que são de origem vegetal, animal e mineral), a descrição sumária, os requisitos de composição e as condições de utilização das mesmas.

Os produtos de origem mineral, bem como os de origem orgânica (vegetal e/ou animal), quer sejam adubos ou corretivos, têm de cumprir não só o estabelecido na legislação indicada para que possam ser utilizados em MPB, mas também o presente na legislação nacional, nomeadamente a respeitante à colocação de matérias fertilizantes no mercado e à valorização agrícola dos efluentes pecuários.

Para além de outras restrições, é de referir que não é permitido:

- O uso de estrumes e chorumes provenientes de explorações de pecuária intensiva sem terra;
- O uso de subprodutos de madeiras que tiveram tratamento químico após o abate;
- O uso de leonardite e xilitol que não sejam resultantes de atividades mineiras;
- O uso de fosfatos em que o teor de cádmio seja superior a 90 mg/kg de  $P_2O_5$ ;
- O uso de adubos fosfatados e potássicos que não tenham origem natural e que não resultem de um processo físico de extração;
- O uso de produtos obtidos a partir de organismos geneticamente modificados (OGM) ou mediante OGM.

Em MPB também não é permitido o uso de adubos minerais azotados. Deste modo, as fontes mais utilizadas para veicular o nutriente são, para além dos adubos e corretivos orgânicos, incluindo o estrume e o chorume, frescos ou compostados, a sideração,

particularmente de plantas leguminosas devido à fixação simbiótica de azoto por parte das mesmas, os resíduos das culturas e outros produtos ou subprodutos de origem vegetal. Outras matérias ricas em azoto são o guano, alguns subprodutos de origem animal (farinhas de peixe, carne, sangue, penas, cornos, unhas e ossos) e algumas matérias resultantes da hidrólise de proteínas de origem vegetal e animal.

O **fósforo** pode ser veiculado através da aplicação de fosfatos naturais. A disponibilidade do nutriente no solo poderá ainda ser aumentada com a incorporação de corretivos orgânicos, para além de guano e de farinhas de peixe, carne e ossos. Em solos ácidos, a prática da calagem com carbonato de cálcio ou carbonato de cálcio e magnésio também pode favorecer a disponibilidade de fósforo, o mesmo acontecendo com a presença de micorrizas no solo. Em solos alcalinos, estão recomendados os fosfatos de alumínio.

Entre as principais fontes de **potássio** incluem-se os estrumes, os bagaços compostados, nomeadamente o bagaço de azeitona, a vinhaça de beterraba, as algas e a leonardite, para além dos sais potássicos ou de potássio e magnésio de origem natural e, ainda, as cinzas e o pó de rochas, como o basalto e o granito.

No caso do **enxofre**, as suas necessidades ficam em geral supridas com a aplicação de compostos orgânicos, embora também se possa utilizar enxofre elementar e sulfato de cálcio (gesso) de origem natural.

Para a **correção da acidez do solo**, podem ser utilizados o carbonato de cálcio ou o carbonato de cálcio e magnésio de origem natural que, assim, podem contribuir para satisfazer as necessidades das culturas em cálcio e magnésio nos solos ácidos. A incorporação de farinhas de ossos e conchas, de algas e de cinzas contribui, também, para aumentar os teores daqueles nutrientes do solo. É, ainda, permitida a aplicação de sulfato de magnésio de origem natural (quieserite) para fornecer magnésio e de sulfato de cálcio (gesso) de origem natural e cal industrial, proveniente da produção de açúcar, para fornecer cálcio.

Os **micronutrientes** podem ser veiculados através da aplicação de corretivos orgânicos e dos adubos utilizados em agricultura convencional enumerados na parte E do anexo I do Regulamento (CE) n.º 2003/2003 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de outubro, desde que a sua necessidade seja devidamente comprovada.

Na página eletrónica da Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural referente aos modos de produção sustentável encontra-se uma lista onde se discriminam as matérias fertilizantes não harmonizadas validadas, com vista à sua utilização em MPB, que podem ser comercializadas no nosso país.



## 6. PRINCÍPIOS GERAIS SOBRE AS RECOMENDAÇÕES DE FERTILIZAÇÃO

### 6.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Para interpretação adequada dos níveis de um dado nutriente no solo, é necessário que aquele seja classificado de acordo com **classes de fertilidade**. As classes de fertilidade são estabelecidas tendo em conta a abundância do nutriente no solo, medida por um dado método analítico, bem como pelo grau de resposta das culturas à sua aplicação.

As classes de fertilidade atualmente em uso no Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, IP (INIAV) são as seguintes:

- **Muito baixa** – Indica que a quantidade do nutriente disponível no solo é muito reduzida e que há muito grande probabilidade de resposta das culturas à sua aplicação através da fertilização;
- **Baixa** – A quantidade do nutriente disponível no solo é reduzida, havendo grande probabilidade de resposta à sua aplicação através da fertilização;
- **Média** – A quantidade de nutriente existente no solo é satisfatória, mas com a sua aplicação ainda são de prever, na maioria dos casos, aumentos de produção;
- **Alta** – As disponibilidades do nutriente no solo são elevadas podendo, em alguns casos e anos muito favoráveis, haver respostas da produção à aplicação do nutriente;
- **Muito alta** – As disponibilidades do nutriente no solo são muito elevadas, suficientes para atingir boas produções, não havendo resposta, a não ser em anos excepcionalmente favoráveis, à sua aplicação.

As três primeiras classes indicam grande probabilidade de resposta da produção à aplicação do nutriente, contrariamente às duas últimas em que é muito pequena ou mesmo nula. A recomendação de aplicação do nutriente é sempre feita nas classes mais baixas. Na classe “alta” não se recomenda a aplicação do nutriente nos casos em que a produção é muito baixa, sem interesse económico. Na classe “muito alta” são, por vezes, recomendadas aplicações moderadas do nutriente, no caso de culturas dotadas de potencial produtivo muito elevado e de algumas culturas em que se revele vantajosa tal aplicação.

Nas recomendações de fertilização são utilizados critérios diferentes, consoante se trate de elementos muito móveis no solo, como o azoto, ou pouco móveis, como o fósforo. No caso particular dos micronutrientes segue-se um critério semelhante ao dos macronutrientes, tendo em atenção, no entanto, a particularidade destes nutrientes poderem provocar, quando em excesso, fitotoxicidade.

Para o caso dos nutrientes muito móveis no solo, as recomendações de fertilização são feitas tendo em vista a cultura a realizar de imediato, não havendo lugar ao enriquecimento do solo nesses nutrientes. No caso concreto do azoto, o ideal seria mesmo que no final da cultura não restasse no solo azoto mineral.

Quanto aos macronutrientes pouco móveis, admite-se um enriquecimento progressivo do solo até às classes mais altas. Na prática, as quantidades recomendadas, superiores às necessidades da cultura em questão, poderão ser ligeiramente aumentadas (ou diminuídas) por razões económicas ou outras.

As recomendações de fertilização são feitas ainda com base na produção esperada, no tipo de cultura e na sua exigência num dado nutriente.

A **produção esperada** de cada cultura deve ser estabelecida em bases realistas, devendo ser definida de acordo com, a variedade, o tipo de solo e a tecnologia disponível, como qualidade das sementes, preparação do solo, oportunidade de sementeira, possibilidade de rega, controlo das infestantes e das pragas e doenças.

Relativamente às recomendações de aplicação de magnésio e de micronutrientes, é utilizado o seguinte critério: No caso das culturas pouco exigentes no nutriente e em que a sua aplicação não conduz a aumentos de produção ou qualidade, só é feita recomendação nas classes “muito baixa” e “baixa” e em doses muito moderadas. Em culturas medianamente exigentes, a sua aplicação é recomendada no caso das classes de fertilidade em que há elevadas probabilidades de resposta à sua aplicação. Em culturas muito exigentes, a sua aplicação é recomendada também na classe “alta”, nomeadamente nos casos de produções elevadas.

## 6.2 FERTILIZAÇÃO AZOTADA

As recomendações de azoto são baseadas nas respostas das culturas à aplicação do nutriente, obtidas em ensaios de fertilização realizados ao longo de vários anos e em diferentes regiões do país. Baseiam-se em **valores médios**, podendo ser ajustadas se houver experiência local e em determinadas condições, tendo em atenção, nomeadamente, o teor de azoto nítrico (N-NO<sub>3</sub>) existente no perfil do solo ou na água de rega, o precedente cultural, a textura do solo e o seu teor de matéria orgânica, a técnica de aplicação do nutriente e as condições meteorológicas, entre outros.

No caso da correção da fertilização azotada de acordo com o precedente cultural podem ser utilizados os valores presentes no Quadro 21.

**Quadro 21** - Correção da fertilização azotada de acordo com o precedente cultural

Precedente cultural	Azoto a adicionar (+) ou retirar (-) à recomendação kg/ha, N <sup>(1)</sup>
Beterraba (folhas recolhidas)	0
Beterraba (folhas incorporadas)	- 20
Cereais (palha recolhida)	0
Cereais (palha incorporada)	+ 20
Couve brócolo	- 30
Couve Bruxelas	- 30
Couve flor	- 30
Prado temporário (2 ou mais anos)	- 20
Prado de luzerna	- 40
Cultura intercalar – gramíneas	+ 1,5 kg de N por tonelada de matéria verde incorporada
Cultura intercalar – leguminosas	- 2,5 kg de N por tonelada de matéria verde incorporada

(<sup>1</sup>) Os valores indicados são valores médios, podendo ser ajustados consoante fiquem mais ou menos resíduos no solo;  
Fonte: MFC 2006

Para a grande maioria das culturas, recomenda-se o fracionamento do azoto mineral em diversas aplicações, tendo em vista o aumento da eficácia do adubo.

Nas aplicações de cobertura, é necessário ter em atenção que a quantidade previamente recomendada pode ser alterada, de acordo com o desenvolvimento da cultura e as condições meteorológicas.

Aspetos como atrasos na sementeira ou plantação, ocorrência de condições meteorológicas desfavoráveis para a cultura ou ataques de pragas e doenças não podem ser compensados com aplicações de azoto. É conveniente, nestes casos, diminuir a quantidade de fertilizante inicialmente prevista.

### 6.3 FERTILIZAÇÃO FOSFATADA E POTÁSSICA

As recomendações de fertilização com fósforo e potássio seguem, para uma dada cultura e nível de produção, os critérios apresentados no Quadro 22. Na classe “média” a aplicação de fósforo corresponde, sensivelmente, aos valores da exportação do nutriente, enquanto que, no caso do potássio, a recomendação é, quase sempre, inferior ao valor da exportação, dependendo do tipo de cultura e da finalidade da produção (por exemplo, grão ou forragem), dado haver lugar a exportações muito diferenciadas nos dois casos.

**Quadro 22** – Fatores de correção das recomendações de fertilização com fósforo e potássio, tendo por base os valores de exportação dos nutrientes

Classes de fertilidade	Fósforo	Potássio
Muito baixa	1,6 – 2,0	1,2 – 1,5
Baixa	1,3 – 1,5	1,0 – 1,2
Média	1,0	0,6 – 1,0
Alta	0,5 – 0,7	0,3 – 0,8
Muito alta	0 – 0,3	0 – 0,3

O critério apresentado, baseado em dados experimentais obtidos na maioria dos nossos solos e culturas, permite assegurar que é colocado à disposição da planta quantidades de fósforo e de potássio suficientes para atingir a produção esperada da cultura, no ano indicado. Por outro lado, nos solos mais pobres, permite o enriquecimento gradual das suas reservas em fósforo e potássio, de modo a que o solo atinja um nível de fertilidade mais adequado à obtenção de altas produções. No entanto, é necessário ter em conta aspetos económicos, pelo que as quantidades indicadas nas classes de fertilidade mais baixas podem ser diminuídas, procedendo-se ao enriquecimento do solo de forma mais gradual e lenta. No caso da classe “muito alta” é, por vezes, recomendada a aplicação de fósforo e de potássio, dependendo do tipo de cultura, da produtividade a atingir e do tipo de solo.

### 6.4 FERTILIZAÇÃO COM CÁLCIO E MAGNÉSIO

Em condições normais, não é habitual fazer-se a recomendação de fertilização com cálcio. Apenas em casos excecionais tal se pode justificar, nomeadamente em culturas particularmente sensíveis, cultivadas em solos muito empobrecidos no nutriente.

Tal é o caso dos pomares de macieiras de variedades particularmente sensíveis, em que a correção da acidez do solo e a eventual aplicação de sais de cálcio, se necessário, são fundamentais para prevenir o surgimento de doenças fisiológicas, no período de conservação dos frutos, como seja o *bitter pit*.

Quanto ao magnésio, as recomendações de fertilização são feitas, em solos ácidos, através da aplicação de corretivos alcalinizantes com magnésio. Nos casos em que não são recomendados tais corretivos, é indicada a aplicação de sais como o sulfato de magnésio, sais duplos de potássio e magnésio ou magnesite finamente moída.

As aplicações de sais de magnésio são recomendadas tendo em conta as exigências das culturas, tal como é indicado no Quadro 23.

**Quadro 23** - Recomendações de fertilização com magnésio (kg/ha de Mg)\* para aplicação ao solo de acordo com o nível de exigência das culturas

Classes de fertilidade (**)	Nível de exigência das culturas (***)		
	Pouco exigentes	Medianamente exigentes	Muito exigentes
Muito baixa	20	30 – 40	40 – 60
Baixa	10	20 – 30	30 – 40
Média	-	10	20 – 30
Alta	-	-	20

\* As quantidades recomendadas devem ser ajustadas nos níveis de produtividade mais baixos, podendo ser reduzidas até 40 %; \*\* As classes de fertilidade podem ser modificadas de acordo com a relação Ca/Mg do solo; \*\*\* O nível de exigência das culturas é indicado na respetiva tabela de fertilização

## 6.5 FERTILIZAÇÃO COM MICRONUTRIENTES

As recomendações de fertilização com micronutrientes são feitas tendo em conta as exigências das culturas e o valor do pH do solo, isto é, em casos tecnicamente justificados, tal como indicado nos Quadros 24 a 29.

**Quadro 24** - Recomendações de ferro (kg/ha de Fe) e manganês (kg/ha de Mn) para aplicação ao solo, de acordo com o nível de exigência das culturas e o valor do pH(H<sub>2</sub>O) do solo

Classes de fertilidade	pH ≤ 6,5		pH > 6,5 (*)	
	Nível de exigência das culturas (**)		Nível de exigência das culturas (**)	
	Medianamente exigentes	Muito exigentes	Medianamente exigentes	Muito exigentes
Muito baixa	2 – 3	3 – 5	3 – 4	5 – 7
Baixa	1 – 2	2 – 4	2 – 4	3 – 5
Média	-	0 – 2	0 – 2	1 – 3
Alta	-	-	-	0 – 1

\* Nos solos calcários, a aplicação ao solo de ferro e manganês, em especial de ferro, pode não ser eficaz, pelo que se recomendam as aplicações foliares com quelatos ou sais de ferro ou manganês (nomeadamente sulfatos);

\*\* O nível de exigência das culturas é indicado na respetiva tabela de fertilização

**Quadro 25** - Recomendações de zinco (kg/ha de Zn) para aplicação ao solo, de acordo com o nível de exigência das culturas e o valor do pH(H<sub>2</sub>O) do solo

Classes de fertilidade	pH ≤ 6,5		pH > 6,5 <sup>(*)</sup>	
	Nível de exigência das culturas <sup>(**)</sup>		Nível de exigência das culturas <sup>(**)</sup>	
	Medianamente exigentes	Muito exigentes	Medianamente exigentes	Muito exigentes
Muito baixa	2 - 3	4 - 5	4 - 5	6 - 8
Baixa	2	2 - 3	2 - 3	4 - 6
Média	1	1	1 - 2	2 - 4
Alta	-	-	-	1

\* Nos solos calcários a aplicação ao solo de zinco pode não ser eficaz, nomeadamente nas culturas arbóreas e arbustivas, pelo que se recomendam as aplicações com quelatos ou sais de zinco; \*\* O nível de exigência das culturas é indicado na respetiva tabela de fertilização

**Quadro 26** - Recomendações de cobre (kg/ha de Cu) para aplicação ao solo, de acordo com o nível de exigência das culturas e o valor do pH(H<sub>2</sub>O) do solo

Classes de fertilidade	pH ≤ 6,5		pH > 6,5	
	Nível de exigência das culturas <sup>(*)</sup>		Nível de exigência das culturas <sup>(*)</sup>	
	Medianamente exigentes	Muito exigentes	Medianamente exigentes	Muito exigentes
Muito baixa	-	2	3	4
Baixa	-	1	1	2
Média	-	-	0,5	1
Alta	-	-	-	-

\* O nível de exigência das culturas é indicado na respetiva tabela de fertilização

**Quadro 27** - Recomendações de boro (kg/ha de B) para aplicação ao solo, de acordo com o nível de exigência das culturas e o valor do pH(H<sub>2</sub>O) do solo

Classes de fertilidade	pH ≤ 6,5		pH > 6,5	
	Nível de exigência das culturas <sup>(*)</sup>		Nível de exigência das culturas <sup>(*)</sup>	
	Medianamente exigentes	Muito exigentes	Medianamente exigentes	Muito exigentes
Muito baixa	1,0	2,0	1,5	3,0
Baixa	1,0	1,0	1,0	1,5
Média	0,5	1,0	1,0	1,0
Alta	-	0,5	-	0,5

\* O nível de exigência das culturas é indicado na respetiva tabela de fertilização

**Quadro 28** - Recomendações de molibdênio (g/ha de Mo) para aplicação ao solo, de acordo com o nível de exigência das culturas e o valor do pH(H<sub>2</sub>O) do solo

Classes de fertilidade	pH ≤ 6,5		pH > 6,5	
	Nível de exigência das culturas (*)		Nível de exigência das culturas (*)	
	Medianamente exigentes	Muito exigentes	Medianamente exigentes	Muito exigentes
Muito baixa	100	150	50	100
Baixa	50	100	-	50
Média	-	50	-	-
Alta	-	-	-	-

\* O nível de exigência das culturas é indicado na respectiva tabela de fertilização

**Quadro 29** - Recomendações de fertilização de micronutrientes por via foliar

Nutrientes	Fertilizante <sup>(1)</sup>	Concentração indicativa do fertilizante <sup>(2)</sup> g/100 l
Boro (B)	Borato de sódio <sup>(3)</sup>	100 – 500
Cobre (Cu)	Sulfato de cobre	150 – 200
Ferro (Fe)	Sulfato de ferro Quelatos de ferro	500 – 700 100 – 250
Manganês (Mn)	Sulfato de manganês	200 – 500
Molibdênio (Mo)	Molibdato de sódio Molibdato de amônio	15 15
Zinco (Zn)	Sulfato de zinco	100 – 400

<sup>(1)</sup> Para além dos fertilizantes indicados, outros podem ser usados para veicular micronutrientes;

<sup>(2)</sup> Podem utilizar-se concentrações mais elevadas, nalguns casos, dependendo da cultura em causa e da qualidade da água;

<sup>(3)</sup> Borato de sódio doseando 20,5% de boro

## 6.6 FERTILIZAÇÃO DAS CULTURAS ARBÓREAS E ARBUSTIVAS

Na fertilização das culturas arbóreas e arbustivas (como sejam os pomares, o olival e a vinha) há necessidade de diferenciar a **fertilização de instalação** da cultura e a **fertilização de formação e produção** da mesma.

### 6.6.1. Fertilização de instalação da cultura

As recomendações de fertilização são feitas com base na análise de uma amostra de terra colhida à profundidade de 0 a 0,50 m ou de duas amostras colhidas às profundidades de 0 a 0,20 m e 0,20 a 0,50 m. As amostras devem ser colhidas antes

da mobilização profunda do solo. De um modo geral, os fertilizantes são espalhados a lanço e incorporados no solo em duas fases, metade com a mobilização profunda e o restante com as operações de regularização do terreno, de modo que os nutrientes pouco móveis possam ser incorporados a uma profundidade adequada. À instalação das culturas não é, geralmente, recomendada a aplicação de azoto e de micronutrientes.

### 6.6.2 Fertilização de formação

A fertilização de formação é efetuada durante os primeiros anos de vida das culturas e tem como objetivo proporcionar às jovens plantas condições adequadas de nutrição que lhes permitam um crescimento vigoroso.

De um modo geral, se a cultura beneficiou de uma fertilização adequada à instalação, apenas será necessário aplicar azoto, em doses moderadas e crescentes, a partir do primeiro ano e até à entrada em produção. As quantidades a aplicar dependem do grau de desenvolvimento das plantas, do tipo de solo e da forma de aplicação dos fertilizantes (diretamente ao solo ou na água de rega). Também é nesta fase que se recomenda a aplicação de boro ao solo, caso seja necessário.

### 6.6.3 Fertilização de produção

A fertilização de produção, praticada após a entrada em produção das culturas, visa assegurar às plantas uma nutrição equilibrada, de modo a poderem desenvolver todo o seu potencial produtivo, possibilitando boas produções em quantidade e qualidade e, ao mesmo tempo, preservar o ambiente. Será orientada, fundamentalmente, pelos resultados da análise foliar e pelas produções esperadas.

Na formulação da recomendação de fertilização são ainda ponderados os resultados das análises de terra, os resultados da análise das amostras de água de rega e, nalguns casos, os da análise dos frutos. Outra informação complementar, designadamente *stress* hídrico, ocorrência de fatores meteorológicos adversos, incidência “aguda” de pragas e doenças, entre outros, bem como o nível de produção obtido no ano anterior e a sua qualidade, deverá acompanhar a amostra de material vegetal.

A avaliação do estado de nutrição das culturas arbóreas e arbustivas em produção deve ser efetuada anualmente através dos resultados da análise foliar, cuja apreciação e interpretação é feita com base nos valores de referência que figuram no ponto 3.3 do presente Manual. Como foi referido, estes valores são expressos em relação à matéria seca a 100 – 105 °C e dizem respeito a folhas cujas características dependem da espécie considerada. As normas de colheita de folhas, para avaliação do estado de nutrição de diferentes espécies arbóreas e arbustivas, figuram no Anexo II.

No caso das aplicações de **azoto mineral**, é recomendado que este seja aplicado a partir do fim do inverno, princípio da primavera, geralmente de forma fracionada. O número de aplicações depende da cultura e de se tratar de cultura regada ou não.

As aplicações de **fósforo e/ou potássio** apresentam menos restrições que as de azoto, devendo ser efetuadas no final do inverno, princípios da primavera. Nalguns casos, em especial em solos de textura arenosa, pode haver lugar ao fracionamento do potássio.

As aplicações de **corretivos orgânicos** devem ter lugar no final do inverno / início da primavera, antes do início do novo ciclo cultural.

Se os teores foliares de um dado nutriente se encontrarem abaixo dos níveis considerados suficientes, é provável que haja necessidade de reforçar a fertilização com esse nutriente. Pelo contrário, se os teores se revelarem acima dos valores recomendados, é natural que haja lugar a uma redução das quantidades aplicadas. Só a conjugação das análises de terra e foliar e o conhecimento do programa de fertilização praticado permitem fazer os ajustamentos adequados a cada caso.

Nas culturas em sequeiro, a aplicação de micronutrientes é usual fazer-se por via foliar, especialmente quando estas se encontram instaladas em solos cuja reação é pouco favorável à sua biodisponibilidade (cf. Figura 6). Como exemplo, refira-se a aplicação de ferro, manganês ou zinco em pomares ou vinhas instalados em solos de reação alcalina. Na ausência de informação específica para a cultura em causa, utilizar a informação constante no Quadro 29. A maior ou menor severidade da insuficiência detetada recomendará o maior ou menor número de aplicações dos micronutrientes em causa. A época de aplicação daqueles micronutrientes encontra-se associada aos períodos em que são mais necessários à cultura.

## 6.7 FERTILIZAÇÃO DAS CULTURAS PROTEGIDAS

As recomendações de fertilização para as culturas protegidas têm por base os resultados das análises de terra ou de substratos, utilizando métodos de extração diferentes dos utilizados para as culturas ao ar livre. As recomendações são feitas em gramas de nutriente ou corretivo por metro quadrado ( $\text{g/m}^2$ ), embora em alguns casos se utilizem  $\text{kg}/100 \text{ m}^2$ .

A interpretação dos resultados analíticos é feita com base nas classes de fertilidade indicadas nos Quadros 30 a 32, consoante se trate de solos ou de substratos.

A recomendação de fertilização tem em conta a riqueza do solo em nutrientes minerais, a textura, o pH, o teor de matéria orgânica e a salinidade, podendo contemplar culturas a instalar ou em curso. Neste caso, o teor de matéria orgânica não é, normalmente, determinado. Contrariamente às culturas ao ar livre, é sempre feita a determinação do azoto mineral, que é considerado nas recomendações de fertilização.

**Quadro 30** – Classificação dos teores de alguns parâmetros em solos (método de extração com água, na proporção solo:água = 1:5 p/v)

Parâmetros	Classes de fertilidade (mg kg <sup>-1</sup> )				
	Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito alta
Azoto mineral (Nmin)	≤ 5	6 – 29	30 – 50	51 – 75	> 75
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	≤ 10	11 – 20	21 – 30	31 – 60	> 60
Potássio (K <sub>2</sub> O)	≤ 20	21 – 59	60 – 120	121 – 150	> 150
Cálcio (CaO)	≤ 50	51 – 75	76 – 250	251 – 300	> 300
Magnésio (Mg)	≤ 10	11 – 20	21 – 30	31 – 50	> 50
Sódio (Na)	Ótimo	Médio	Alto	Muito alto	
	≤ 50	51 – 100	101 – 150	> 150	

Adaptado de Ryser et al. (1995)

**Quadro 31** – Classificação dos teores de alguns parâmetros em substratos (método de extração com água, na proporção substrato:água = 1:1,5 v/v)

Parâmetros	Classes de fertilidade (mg/l de substrato)				
	Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito alta
Azoto mineral (Nmin)	≤ 30	31 – 50	51 – 150	151 – 200	> 200
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	≤ 30	31 – 80	81 – 200	201 – 300	> 300
Potássio (K <sub>2</sub> O)	≤ 50	51 – 100	101 – 200	201 – 500	> 500
Magnésio (Mg)	≤ 20	21 – 30	31 – 80	80 – 150	> 150
Sódio (Na)	Ótimo	Médio	Alto	Muito alto	
	≤ 50	51 – 100	101 – 150	> 150	

Adaptado de Bildung (1979)

**Quadro 32** – Classes de salinidade do solo e de substratos

Classificação	Condutividade elétrica (mS/cm a 25°C)	
	No solo (1:5 p/v)	No substrato (1:1,5 v/v)
Salinidade desprezável	≤ 0,50	≤ 0,50
Salinidade muito fraca	0,51 – 1,00	0,51 – 1,00
Salinidade fraca	1,10 – 1,50	1,10 – 1,50
Salinidade moderada	1,51 – 2,50	1,51 – 2,50
Salinidade alta	2,51 – 5,00	2,51 – 3,00
Salinidade muito alta	> 5,00	> 3,00

Adaptado de: Ryser et al. (1995); Bildung (1979)

Para as recomendações de fertilização, as culturas são divididas em três grupos:

- **Grupo 1 - Culturas muito sensíveis aos sais** como, por exemplo, alface, feijão, morango, antúrio, gerbera, gladiolo, narciso, entre outras.
- **Grupo 2 - Culturas medianamente sensíveis aos sais** como, por exemplo, beringela, melão, pepino, pimento, crisântemo, espargo ornamental, entre outras.
- **Grupo 3 - Culturas pouco sensíveis aos sais** como, por exemplo, tomate, craveiro, roseiras, entre outras.

### 6.7.1 Fertilização antes da instalação das culturas

As recomendações de fertilização são feitas com base nas análises de amostras de terra colhidas em toda a área da estufa ou de amostras do substrato a utilizar. Os fertilizantes devem ser distribuídos a lanço e incorporados no solo ou no substrato de forma adequada. As quantidades recomendadas de nutrientes têm em vista elevar os teores de nutrientes para níveis médio a alto, tendo em conta a natureza da cultura e a sua produtividade.

### 6.7.2 Fertilização após a instalação da cultura – cultura em curso

Nos casos em que houve uma fertilização adequada antes da plantação, haverá apenas que proceder às coberturas. As recomendações de fertilização são feitas com base nas análises de amostras de terra, que deverão ser colhidas na zona de transição entre o bolbo húmido dos gotejadores e o pé da planta, e nas exportações previsíveis para uma dada produção esperada da cultura.

Nos solos de textura ligeira, procura-se aplicar os valores de exportação dos nutrientes. No caso de solos de textura média, são recomendadas aplicações da ordem de 80% e nos solos de textura fina os valores são substancialmente mais baixos, da ordem dos 60%.

As quantidades recomendadas devem ser fracionadas ao longo do ciclo vegetativo, devendo ser ajustadas de acordo com a fase de desenvolvimento das plantas. A quantidade a aplicar de uma só vez depende muito da qualidade da água de rega.

Como regra geral, não se recomendam concentrações de adubo superiores a 1 e 2 g/l, respetivamente nas culturas sensíveis e medianamente sensíveis aos sais. Tendo sido aplicado todo o fósforo e parte do magnésio antes da plantação, as aplicações de cobertura podem iniciar-se duas a três semanas depois.

As aplicações devem iniciar-se com quantidades da ordem de 5 a 10 g/100 m<sup>2</sup>/dia de azoto e potássio, valores que deverão ser aumentados até 20 ou 25 g/100 m<sup>2</sup>/dia. Raramente, ou em poucas culturas, será necessário chegar a valores de 30 g/100 m<sup>2</sup>/dia e, muito menos,

ultrapassar este valor. Necessidades mais elevadas revelam problemas de lixiviação ou outros, havendo necessidade de rever as dotações de água e/ou o sistema de rega.

As aplicações podem ser realizadas numa base diária ou semanal, devendo ser ajustadas às condições particulares de cada cultura e exploração. Por exemplo, no caso de ser necessário aplicar 200 kg/ha de um adubo 15-0-30 (15% de N e 30% de  $K_2O$ ), na fase pós floração e até duas semanas antes da colheita dos frutos, correspondente a um período de aplicação de cerca de 4 semanas, a quantidade a aplicar por semana seria de  $200 \text{ kg/ha} / 4 \text{ semanas} = 2\,000 \text{ g}/100 \text{ m}^2 / 4 \text{ semanas} = 500 \text{ g}/100 \text{ m}^2 / \text{semana}$ , isto é, semanalmente aplicar-se-iam 75 g de N e 150 g de  $K_2O$  por  $100 \text{ m}^2$  durante aquele período.

A quantidade a aplicar em cada rega depende do número de regas semanais. No caso de uma concentração de adubo máxima de 1 g/l, para uma dotação de rega de  $5 \text{ l}/\text{m}^2/\text{dia}$ , a concentração máxima corresponderá, igualmente, a 5 g de adubo/ $\text{l}/\text{m}^2/\text{dia}$ . Para a aplicação de  $500 \text{ g}/100 \text{ m}^2/\text{semana}$ , bastará dividir a aplicação semanal pelo número de dias em que se pretende efetivamente realizar a fertilização. Por exemplo, uma fertilização em 4 dias corresponderia a uma aplicação de  $125 \text{ g}/100\text{m}^2/\text{dia}$  de adubo em cada rega, ou seja,  $1,25 \text{ g}/\text{l}/\text{m}^2/\text{dia}$ .

## 7. TABELAS DE FERTILIZAÇÃO

### 7.1 INTRODUÇÃO

Apresentam-se diversas tabelas com recomendações de fertilização para mais de 200 culturas distribuídas pelos seguintes grupos:

- **Culturas arvenses e industriais**
- **Culturas forrageiras e pratenses**
- **Culturas hortícolas e horto-industriais**
- **Culturas hortícolas IV gama**
- **Culturas aromáticas e medicinais**
- **Culturas ornamentais (ar livre)**
- **Culturas protegidas**
- **Culturas arbóreas e arbustivas**
- **Espécies florestais**

As recomendações de fertilização resultam de resultados experimentais obtidos em Portugal Continental ao longo dos anos no âmbito de projetos de I&D e outros, levados a cabo pelo INIAV e Organismos de investigação do Ministério da Agricultura que o antecederam, Universidades e Institutos Politécnicos, em estreita colaboração com Associações de Produtores, empresas e agricultores individuais.

Nos casos em que não existiam estudos efetuados em Portugal Continental, as recomendações de fertilização foram adaptadas a partir de resultados obtidos noutros países, tanto quanto possível em condições edafoclimáticas idênticas às prevalentes no nosso País.

As recomendações de fertilização são apresentadas em quantidades de nutrientes a aplicar às culturas, de modo a permitir a escolha do tipo de fertilizante a utilizar.

Caso se opte pela utilização de fertilizantes orgânicos (corretivos), é de ter em atenção que muitas culturas respondem melhor à aplicação fracionada dos nutrientes, em particular do azoto, pelo que, nestes casos, na fertilização efetuada à sementeira ou plantação, poderão ser utilizados aqueles fertilizantes complementados com a aplicação de adubos minerais nas épocas aconselhadas, em particular no primeiro ano de aplicação dos fertilizantes orgânicos.

Por outro lado, é de ter em consideração que os nutrientes veiculados pelos corretivos orgânicos não se encontram imediatamente disponíveis para as plantas, sendo necessário aguardar a sua mineralização para que possam ser utilizados.

De acordo com o Código de Boas Práticas Agrícolas para a proteção da água contra a poluição com nitratos de origem agrícola (Despacho nº 1230/2018, de 5 de fevereiro), a libertação e a disponibilização do azoto presente nos corretivos orgânicos *pode prolongar-se por vários meses ou anos, dependendo da sua natureza, em especial dos teores e formas de carbono e azoto presentes sendo, naturalmente, mais rápida nos chorumes diluídos e mais lenta no caso dos estrumes.*

No caso de uma aplicação isolada de estrume ou de chorume, indica que podem ser consideradas as seguintes eficiências no ano da aplicação: (1) estrume de bovino – cerca de 20 % do azoto (N) total; (2) chorume de bovino – cerca de 60 % do azoto (N) total; (3) chorume de suíno – cerca de 80 % do azoto (N) total; (4) estrume de aves – cerca de 90 % do azoto (N) total.





## 7.2 CULTURAS ARVENSES E INDUSTRIAIS

### AMENDOIM

- **Produção de referência:** 1,5 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Ca, B	-

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha)

Produção esperada t/ha	N	Fósforo – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Potássio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )				
		≤25	26-50	51-100	101-200	>200	≤25	26-50	51-100	101-200	>200
1,5	0 – 20	80	60	40	20	0	80	60	40	0	0

- O amendoim é muito sensível às carências de cálcio e de boro, podendo recorrer-se à aplicação de gesso se o solo apresentar teores baixos em Ca e o pH for superior a 6,0. Aplicar B nas classes de fertilidade mais baixas.
- A adubação azotada só se justifica em casos de solos com teores muito baixos em matéria orgânica, devendo o azoto ser aplicado em fundo. As sementes devem ser inoculadas com estirpes adequadas de rizóbio.

**ARROZ**

- **Produção de referência:** 7 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 – 6,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Cu, Zn	Mg

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

Produção esperada t/ha	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )						Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					
		≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200	≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200
4	80	60	40	30	20	20	0	60	40	20	20	0	0
6	120	80	60	40	30	25	0	90	60	30	30	0	0
7	140	90	70	45	35	25	0	105	70	35	35	0	0
8	160	100	80	50	40	30	0	120	80	40	40	0	0
10	200	120	90	60	50	35	0	150	100	50	50	0	0

Quantidades de magnésio (Mg), cobre (Cu) e zinco (Zn) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade *			
	M. Baixo	Baixo	Médio	Alto
Mg	30 a 40	20 a 30	10	0
Cu	2 a 4	1 a 2	0 a 1	0
Zn	4 a 8	2 a 6	1 a 4	0 a 1

\* A ajustar com o valor de pH.

- Aplicar metade a um terço do azoto em fundo e o restante em uma ou duas coberturas no início do afilamento e do encanamento; não utilizar fertilizantes com azoto na forma níttrica. Nas zonas mais a Norte, Lis, Mondego e Vouga, reduzir em cerca de 20% as quantidades de azoto para as produções até 6 t/ha e em 25% nas produções superiores.
- Nos solos de textura mais ligeira aplicar as doses correspondentes ao nível de potássio 81 – 120 mg kg<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O no solo, em particular no caso das produções esperadas mais elevadas.
- No caso de produções superiores a 7 t/ha aplicar mais 20% das quantidades indicadas.

**AVEIA**

- **Produção de referência:** 2,5 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 – 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mn	Cu

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha)

Produção esperada t/ha	N	Fósforo - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Potássio - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
1	50	60	45	30	0	0	40	20	0	0	0
2	80	80	60	40	20	0	50	30	20	0	0
2,5	95	90	70	45	25	0	55	35	25	20	0
3	110	100	75	50	25	0	60	40	30	25	0
4	140	120	90	60	30	0	70	50	30	30	0

Quantidades de manganês (Mn) e cobre (Cu) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade *			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mn	3 a 7	2 a 5	0 a 3	0
Cu	2 a 3	1 a 2	0 a 1	0

\*A ajustar com o valor de pH

- A adubação azotada deve ser fracionada, aplicando não mais que 30 kg/ha em fundo e o restante em uma ou duas coberturas. A quantidade a usar em cobertura e a época da sua aplicação serão estabelecidas segundo a forma como decorrer o tempo. Como norma, a primeira deverá ser feita ao afilhamento e a segunda ao encanamento, utilizando-se apenas adubos nitrícos. No caso de se realizar apenas uma cobertura, a aplicação deve ser feita quando as plantas tiverem 4 a 5 folhas.
- A eficiência do azoto está muito dependente da forma como decorre o tempo. Invernos chuvosos podem exigir doses mais elevadas de azoto, podendo ser mais reduzidas nos anos de menor queda pluviométrica.
- A resposta à aplicação de nutrientes secundários e micronutrientes é duvidosa para os níveis de produção normalmente atingidos.

**CÁRTAMO**

- **Produção de referência:** 2,5 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 - 7,5

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

Produção esperada t/ha	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
		≤ 25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤ 25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
1,0	40	50	30	20	0	0	50	40	30	0	0
2,5	60	60	40	30	0	0	60	50	40	20	0
5,0	80	80	60	40	30	0	80	60	50	40	0

- O azoto deve ser aplicado na sua totalidade à sementeira, no caso das produções mais baixas. Nas produções mais elevadas, aplicar metade do azoto em cobertura, no início da formação da haste floral.

**CÂNHAMO PARA INDÚSTRIA**

- **Produção de referência: semente:** 1 a 1,5 t/ha; **caules:**10 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,0

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

Produção esperada (t/ha)		N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
			≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
Semente	1	60										
	- 1,5	- 90	65	50	30	20	0	110	90	60	30	0
Caules	10	90										
		- 120	80	60	40	30	20	160	110	90	70	30

Quantidades de magnésio (Mg) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Níveis no solo (mg.kg <sup>-1</sup> )			
	≤30	31 - 60	61 - 90	91 - 125
Mg	30 - 40	20 - 30	10	0

- Fracionar a quantidade de azoto recomendada, aplicando metade entre a sementeira e o aparecimento do 3º - 4º par de folhas e o restante até à floração.
- Quando o objetivo é a produção de semente e caules realizar a fertilização indicada para a produção de caules.
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

**CENTEIO**

- **Produção de referência:** 2,5 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,0 – 6,5

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha)

Produção esperada t/ha	N	Fósforo - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Potássio - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
1	50	60	45	30	0	0	40	20	0	0	0
2	80	80	60	40	20	0	50	30	20	0	0
2,5	95	90	70	45	25	0	55	35	25	20	0
3	110	100	75	50	25	0	60	40	30	25	0
4	140	120	90	60	30	0	70	50	30	30	0

Quantidades de manganês (Mn) e cobre (Cu) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade *			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mn	3 – 7	2 – 5	0 – 3	0
Cu	2 – 3	1 – 2	0 – 1	0

\*A ajustar com o valor de pH

- A adubação azotada deve ser fracionada, aplicando não mais que 30 kg/ha em fundo e o restante em uma ou duas coberturas. A quantidade a usar em cobertura e a época da sua aplicação serão estabelecidas segundo a forma como decorrer o tempo. Como norma, a primeira deverá ser feita ao afilhamento e a segunda ao encanamento, utilizando-se na segunda apenas adubos nitrícos. No caso de se realizar apenas uma cobertura, a aplicação deve ser feita quando as plantas tiverem 4 a 5 folhas.
- A eficiência do azoto está muito dependente da forma como decorre o tempo. Invernos chuvosos podem exigir doses mais elevadas de azoto, podendo ser mais reduzidas nos anos de menor queda pluviométrica.
- A resposta à aplicação de nutrientes secundários e micronutrientes é duvidosa para os níveis de produção normalmente atingidos.

**CEVADA**

- **Produção de referência:** 4 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,5 – 8,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Cu, Mn	Zn

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

Produção esperada t/ha	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )						Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200	≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150
3	110	100	75	50	25	0	0	60	40	20	0	0
4	140	120	90	60	30	0	0	70	50	25	0	0
5	170	135	105	70	35	0	0	90	60	30	0	0
6	200	145	115	80	40	0	0	110	75	35	0	0
7	220	150	125	90	45	0	0	125	85	45	0	0
8	260	170	145	110	55	0	0	140	100	50	0	0

Quantidades de magnésio (Mg), cobre (Cu), zinco (Zn) e manganês (Mn) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade *			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	20	10	0	0
Cu	2 - 4	1 - 2	0 - 1	0
Zn	2 - 5	2 - 3	1 - 2	0
Mn	3 - 7	2 - 5	0 - 3	0

\* A ajustar com o valor de pH.

- Para além do tipo de solo e da fitotecnia usada (variedade, preparação do solo, aplicação de herbicidas, etc.), as condições climáticas determinam fortemente as produções. Altas doses de azoto só devem ser utilizadas quando e onde realisticamente puderem ser alcançadas as produções esperadas indicadas.
- A adubação azotada deve ser fracionada, aplicando não mais que 30 kg/ha em fundo e o restante de preferência em duas coberturas. A quantidade a usar em cobertura e a época da sua aplicação serão estabelecidas

segundo a forma como decorrer o tempo. Como norma, a primeira deverá ser feita ao afilhamento e a segunda ao encanamento, utilizando-se nesta apenas adubos nítricos. No caso de se realizar apenas uma cobertura, a aplicação deve ser feita quando as plantas tiverem 4 a 5 folhas.

- Nos solos de textura ligeira e derivados de xistos, aplicar as doses correspondentes ao nível Alto no caso do fósforo e Médio no caso do potássio no caso das produções mais elevadas
- Há evidências de resposta da cevada ao cobre e, provavelmente, ao zinco, em situações de elevadas produções, quando os teores do solo são Muito Baixos.

## COLZA

- **Produção de referência:** 2,5 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 - 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	S, B	-

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha)

Produção esperada t/ha	N	Fósforo - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Potássio - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )				
		≤ 25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤ 25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
1,0	60	50	30	20	0	0	60	40	30	0	0
2,5	120	70	50	40	0	0	100	80	60	40	0
5,0	150	100	70	50	40	0	120	100	80	60	40

- Não ultrapassar os 50 kg/ha de N à sementeira. O restante azoto deve ser aplicado em uma ou duas coberturas, consoante o nível de produção esperada.
- Dada a sensibilidade da cultura à carência de enxofre, utilizar, de preferência, adubos que veiculem o nutriente.

**GIRASSOL**

- **Produção de referência:** 2,5 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	B, Mo	Mg

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha)

Produção esperada t/ha	N	Fósforo - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )						Potássio - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					
		≤25	26 50	51 80	81 20	121 150	151 200	≤25	26 50	51 80	81 120	121 150	151 200
1	60	40	30	20	0	0	0	40	20	0	0	0	0
2	100	60	45	30	15	0	0	50	30	25	0	0	0
2,5	115	70	55	35	20	0	0	60	40	25	0	0	0
3	130	80	60	40	20	0	0	70	50	30	30	0	0
4	160	100	80	50	25	0	0	90	70	40	40	0	0

Quantidades de magnésio (Mg), boro (B) e molibdênio (Mo) recomendados (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade *			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	30 – 40	20 – 30	10	0
B	2 – 3	1 – 1,5	1,0	0,5
Mo	0,10 – 0,15	0,05 – 0,10	0 – 0,05	0

\* A ajustar com o valor de pH.

- Em solos derivados de areias e/ou arenitos aplicar as doses correspondentes ao nível 81 - 120  $mg\ kg^{-1}$  no solo de  $P_2O_5$ , no caso das produções esperadas mais elevadas.
- Para além do fósforo e do potássio, a aplicação dos restantes nutrientes indicados só é de considerar no caso das produções mais elevadas, isto é, em situações de regadio.
- Doses elevadas de azoto nítrico e de sulfatos podem agravar a situação de carência em molibdênio. A aplicação por via foliar de 25 g de molibdato de sódio ou amônio em 100 L de água são, normalmente, suficientes nestes casos.

**LINHO**

- **Produção de referência: semente:** 1 a 1,5 t/ha; **fibra:** 5 a 7 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,5 – 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	B, Cu e Zn	-

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

Produção esperada (t/ha)		N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
			≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
Semente	1 a 1,5	4 a 60	60	50	40	20	0	100	90	60	30	0
	5 a 7	60 a 80	-	-		-	-	-	-	-	-	-
Fibra	5 a 7	60 a 80	80	60	40	30	20	120	100	90	70	70

Quantidades de magnésio (Mg) e zinco (Zn) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )			
	M. Baixo	Baixo	Médio	Alto
Mg	30 - 40	20 - 30	10	0
Zn	4 - 5	2 - 3	1 - 2	0

- Fracionar a quantidade de azoto recomendada, aplicando dois terços antes da sementeira e o restante após a germinação.
- Se as plantas jovens apresentarem sintomas de deficiência de azoto aplicar 10 kg/ha deste nutriente.
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

**MILHO GRÃO**

- **Produção de referência:** 10 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 5.8 – 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mg, Zn	B, S

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

Produção esperada (t/ha)	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
3	70	60	45	30	20	0	45	40	35	30	0
4	90	80	60	40	25	25	60	50	45	40	20
6	130	100	80	60	40	25 - 30	90	75	65	50	35
8	170	120	100	80	60	30 - 40	120	100	85	70	50
10	220	140	120	100	80	40 - 60	150	125	110	90	70
12	260	160	140	120	100	60 - 80	180	150	130	110	80
14	300	180	160	140	120	80 - 100	210	175	150	130	100
16	340	200	180	160	140	100 - 120	240	200	170	150	120
18	370	220	200	180	160	120 - 140	270	225	190	170	140
20	400	230	210	200	180	140 - 160	300	250	210	190	160

Quantidades de magnésio (Mg), zinco (Zn) e boro (B) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )			
	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto
Mg	40 - 60	30 - 40	20 - 30	20
Zn	4 - 8	2 - 5	1 - 3	0 a 1
B	1 - 1,5	1,0	0,5 - 1,0	0

- Se utilizar adubos químicos, preferir sempre que possível, adubos com enxofre, em especial nos solos com teores baixos de matéria orgânica e nos derivados de areia e/ou arenitos.
- Aplicar metade a um terço do azoto em fundo, até 50 - 70 kg/ha no máximo e o

restante em uma ou duas coberturas, devendo a primeira ter lugar com o milho joelheiro e a segunda um pouco antes da floração (embandeiramento).

- No caso de produções superiores a 8 t/ha aplicar mais 25% das quantidades de magnésio indicadas
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

## SOJA

- **Produção de referência:** 2,5 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 - 7,5

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha)

Produção esperada t/ha	N	Fósforo - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Potássio - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )				
		$\leq 25$	$\frac{26}{50}$	$\frac{51}{100}$	$\frac{101}{200}$	$> 200$	$\leq 25$	26-50	$\frac{51}{100}$	$\frac{101}{200}$	$> 200$
1	0 a 20	50	40	20	0	0	50	40	30	0	0
2,5		70	50	40	20	-	80	60	50	30	0
5,0		90	70	50	40	-	100	80	60	50	0

- A adubação azotada só se justifica em casos de solos com teores muito baixos em matéria orgânica, devendo o N ser aplicado em fundo. As sementes devem ser inoculadas com estirpes adequadas de rizóbio.
- A soja é sensível às deficiências de manganês. Não aplicar manganês se o  $pH(H_2O)$  do solo for inferior 5,5 e não tiver havido correção da acidez, mesmo em solos com teores baixos do nutriente.

**SORGO-GRÃO**

- **Produção de referência:** 5 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 – 6,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Fe, Zn	Mn

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

Produção esperada t/ha	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )						Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					
		≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	15 - 200	≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200
3	70	60	45	30	20	0	0	45	40	30	0	0	0
4	90	80	60	40	25	25	0	60	50	40	20	0	0
5	110	90	70	50	35	30	0	75	60	50	30	25	0
6	130	100	80	60	40	30	25	90	75	60	40	35	0
8	170	120	100	80	60	40	30	120	100	80	60	55	0
10	220	140	120	100	80	60	40	150	125	100	80	60	0

Quantidades de magnésio (Mg), zinco (Zn), ferro (Fe) e manganês (Mn) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade *			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	20	10	0	0
Zn	4 – 8	2 – 5	1 – 2	0 – 1
Fe (e)	3 – 7	2 – 5	0 – 3	0 – 1

\* A ajustar com o valor de pH.

- Aplicar metade a um terço de azoto em fundo e o restante em uma ou duas coberturas, devendo a primeira ter lugar com o sorgo Joelheiro e a segunda um pouco antes da floração (embandeiramento).
- Em solos derivados de areias e/ou arenitos com níveis de potássio iguais ou superiores a 151 mg kg<sup>-1</sup>, aplicar as doses potássio recomendadas para o nível anterior no caso de produções esperadas mais elevadas.
- No caso de produções superiores a 8 t/ha aplicar mais 25% das quantidades indicadas para o magnésio.
- Nos solos calcários a aplicação ao solo de ferro e manganês pode não ser eficaz, pelo que as aplicações foliares com sais (sulfatos) ou quelatos de ferro ou manganês são recomendáveis.

**TABACO “BURLEY”**

- **Produção de referência:** 3 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 – 6,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mg, Mn	-

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

Produção esperada t/ha	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )						Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					
		≤25	26 50	51 80	81 120	121 150	151 200	≤25	26 50	51 80	81 120	121 150	151 200
3	70	60	45	30	20	0	0	45	40	30	0	0	0
4	90	80	60	40	25	25	0	60	50	40	20	0	0
5	110	90	70	50	35	30	0	75	60	50	30	25	0
6	130	100	80	60	40	30	25	90	75	60	40	35	0
8	170	120	100	80	60	40	30	120	100	80	60	55	0
10	220	140	120	100	80	60	40	150	125	100	80	60	0

Quantidades de magnésio (Mg) e manganês (Mn) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade *			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	40 – 60	30 – 40	20 – 30	20
Mn	3 – 7	2 – 5	0 – 3	0 – 1

\* A ajustar com o valor de pH.

- O excesso de azoto causa maiores problemas de qualidade que uma pequena deficiência. Usar as doses mais elevadas em solos ligeiros, pobres em matéria orgânica, e as mais baixas em solos de textura mais pesada. Aplicar 30 a 40 kg/ha em fundo e o restante em duas coberturas, à amontoa e antes da floração.
- Nos solos com níveis muito baixos ou baixos de potássio, aplicar o nutriente de forma fracionada, utilizando um terço a um quarto em cobertura. Utilizar de preferência adubos sem cloretos.
- Em solos derivados de areias e/ou arenitos com níveis de potássio iguais ou superiores a 151 mg kg<sup>-1</sup>, aplicar as doses potássio recomendadas para o nível anterior no caso de produções esperadas mais elevadas.

- Sintomas de deficiência de magnésio podem afetar fortemente a qualidade da folha, sem afetar grandemente a produção.
- Nos solos calcários a aplicação ao solo de sais de manganês (sulfatos) pode não ser eficaz, pelo que se recomenda a aplicação de quelatos de manganês.

**TABACO “VIRGÍNIA”**

- **Produção de referência:** 2,5 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 – 6,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mg	-

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha)

Produção esperada t/ha	N	Fósforo - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )						Potássio - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					
		$\leq 25$	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200	$\leq 25$	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200
		2	50	120	100	80	60	40	0	150	125	100	90
2,5	65	140	120	100	80	50	0	180	150	125	110	100	0
3	80	160	140	120	100	60	0	210	180	150	130	110	0

Quantidades de magnésio (Mg) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade ( $mg\ kg^{-1}$ )			
	$\leq 30$	31 - 60	61 - 90	91 - 125
Mg	40 - 60	30 - 40	20 - 30	20

- O azoto deverá ser aplicado de modo fracionado, aplicando em fundo metade a um terço da dose recomendada. A cobertura deverá ser efetuada com adubos nítricos, de preferência na altura da amontoa. Doses excessivas de azoto e aplicações tardias originam tabacos de baixa qualidade.
- Nos solos com níveis muito baixos ou baixos de potássio, aplicar o nutriente de forma fracionada, utilizando um terço a um quarto em cobertura. Utilizar de preferência adubos sem cloretos.
- Em solos derivados de areias e/ou arenitos com níveis de potássio iguais ou superiores a  $151\ mg\ kg^{-1}$ , aplicar as doses potássio recomendadas para o nível anterior no caso de produções esperadas mais elevadas.
- Sintomas de deficiência de magnésio podem afetar fortemente a qualidade da folha, sem afetar grandemente a produção.

**TRIGO**

- **Produção de referência:** 4 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Cu, Mn	Zn

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

Produção esperada t/ha	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )						Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200	≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150
3	110	100	75	50	25	0	0	60	40	20	0	0
4	140	120	90	60	30	0	0	70	50	25	0	0
5	170	135	105	70	35	0	0	90	60	30	0	0
6	200	145	115	80	40	0	0	110	75	35	0	0
7	220	150	125	90	45	0	0	125	85	45	0	0
8	260	170	145	110	55	0	0	140	100	50	0	0

Quantidades de magnésio (Mg), cobre (Cu), zinco (Zn) e manganês (Mn) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade *			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	20	10	0	0
Cu	2 - 4	1 - 2	0 - 1	0
Zn	2 - 5	2 - 3	1 - 2	0
Mn	3 - 7	2 - 5	0 - 3	0

\* A ajustar com o valor de pH.

- Para além do tipo de solo e da fitotecnia usada (variedade, preparação do solo, aplicação de herbicidas, etc.), as condições climáticas determinam fortemente as produções. Altas doses de azoto só devem ser utilizadas quando e onde realisticamente puderem ser alcançadas as produções esperadas indicadas.
- A fertilização azotada deve ser fracionada, aplicando não mais que 30 kg/ha em fundo e o restante, de preferência, em duas coberturas. A quantidade a usar em cobertura e a época da sua aplicação serão estabelecidas

segundo a forma como decorrer o tempo. Como norma, a primeira deverá ser feita ao afilhamento e a segunda ao encanamento, utilizando-se nesta apenas adubos nítricos. No caso de se realizar apenas uma cobertura, a aplicação deve ser feita quando as plantas tiverem 4 a 5 folhas.

- Nos solos de textura ligeira e derivados de xistos, aplicar as doses correspondentes ao nível Alto no caso do fósforo ( $81-120 \text{ mg kg}^{-1}$ ) e Médio no caso do potássio ( $51-80 \text{ mg kg}^{-1}$ ) no caso das produções esperadas mais elevadas.
- Há evidências de resposta do trigo ao cobre e, provavelmente, ao zinco, em situações de elevadas produções, quando os teores do solo são Muito Baixos.

**TRITICALE**

- **Produção de referência:** 4 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,0 – 7,5

	<b>Alta</b>	<b>Média</b>
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Cu, Mn	Zn

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

Produção esperada t/ha	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )						Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200	≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150
3	110	100	75	50	25	0	0	60	40	20	0	0
4	140	120	90	60	30	0	0	70	50	25	0	0
5	170	135	105	70	35	0	0	90	60	30	0	0
6	200	145	115	80	40	0	0	110	75	35	0	0
7	220	150	125	90	45	0	0	125	85	45	0	0
8	260	170	145	110	55	0	0	140	100	50	0	0

Quantidades de magnésio (Mg), cobre (Cu), zinco (Zn) e manganês (Mn) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade *			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	20	10	0	0
Cu	2 – 4	1 – 2	0 – 1	0
Zn	2 – 5	2 – 3	1 – 2	0
Mn	3 – 7	2 – 5	0 – 3	0

\* A ajustar com o valor de pH.

- Para além do tipo de solo e da fitotecnia usada (variedade, preparação do solo, aplicação de herbicidas, etc.), as condições climáticas determinam fortemente as produções. Altas doses de azoto só devem ser utilizadas quando e onde realisticamente puderem ser alcançadas as produções esperadas indicadas.
- A fertilização azotada deve ser fracionada, aplicando não mais que 30 kg/ha em fundo e o restante de preferência em duas coberturas. A quantidade a usar em cobertura e a época da sua aplicação serão estabelecidas segundo a forma como decorrer o tempo. Como norma, a primeira deverá

ser feita ao afilhamento e a segunda ao encanamento, utilizando-se nesta apenas adubos nítricos. No caso de se realizar apenas uma cobertura, a aplicação deve ser feita quando as plantas tiverem 4 a 5 folhas.

- Nos solos de textura ligeira e derivados de xistos, aplicar as doses correspondentes ao nível Alto no caso do fósforo ( $81-120 \text{ mg kg}^{-1}$ ) e Médio no caso do potássio ( $51-80 \text{ mg kg}^{-1}$ ) no caso das produções esperadas mais elevadas.





## 7.3 CULTURAS FORRAGEIRAS E PRATENSES

### 7.3.1 Culturas anuais

#### AVEIA, CENTEIO, TRITICALE FORRAGEIROS

- **Produção de referência:** 30 t/ha de matéria verde (MV)
- **Faixa de pH mais favorável:** Aveia : 5,5 – 7,0; Centeio: 5,0 – 6,5; Triticale: 5,0 – 7,5

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha)

Produção esperada t/ha MV *	N	Fósforo - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Potássio - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
20	80	80	60	40	20	0	50	30	20	0	0
30	110	100	75	50	25	0	60	40	30	25	0
40	140	120	90	60	30	0	80	70	50	30	0

\*6 a 8 t de matéria verde (MV)  $\cong$  1 t de matéria seca (MS).

- A fertilização azotada deve ser fracionada, aplicando cerca de um terço em fundo e o restante em cobertura, no início do afilhamento ou após o 1.º corte ou pastoreio.

**MILHO FORRAGEM**

- **Produção de referência:** 60 t/ha de matéria verde (MV)
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,8 – 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mg, Zn	B, S

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

Produção esperada t/ha MV *	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )						Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					
		≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200	≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200
25	70	60	45	30	20	0	0	90	75	60	50	35	0
30	90	80	60	40	25	0	0	100	90	70	55	40	0
40	130	100	80	60	40	30	25	135	115	90	70	55	0
50	200	130	110	90	70	50	35	180	150	120	90	70	0
60	250	150	130	110	90	70	50	210	175	140	110	85	0
65	275	160	140	120	100	80	60	225	190	150	120	90	0
80	320	180	160	140	120	100	80	255	215	170	135	100	0
90	340	200	180	160	140	120	100	285	235	190	155	120	0

\*4 a 5 t de matéria verde (MV) ≅ 1 t de matéria seca (MS). Híbridos, em especial de ciclo longo, apresentam, geralmente, uma relação MV/MS mais baixa.

Quantidades de magnésio (Mg), zinco (Zn) e boro (B) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade *			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	40 – 60	30 – 40	20 – 30	20
Zn	4 – 8	2 – 5	1 – 3	0 – 1
B	1 – 1,5	1,0	0,5 – 1,0	0

\* A ajustar com o valor de pH.

- No caso de utilizar adubos químicos, preferir sempre que possível, adubos com enxofre, em especial nos solos com teores baixos de matéria orgânica e nos derivados de areia e/ou arenitos.
- Aplicar metade a um terço do azoto em fundo e o restante em uma ou duas coberturas, devendo a primeira ter lugar com o milho Joelheiro e a segunda um pouco antes da floração (embandeiramento).
- Em solos derivados de areias e/ou arenitos com níveis de potássio iguais ou superiores a 151 mg kg<sup>-1</sup>, aplicar as doses potássio recomendadas para o nível anterior no caso de produções esperadas mais elevadas.

**SORGO FORRAGEM**

- **Produção de referência:** 70 t/ha de matéria verde (MV)
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 – 6,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Fe, Zn	Mn

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

Produção esperada t/ha MV	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )						Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					
		≤25	26 50	51 80	81 120	121 150	151 200	≤25	26 50	51 80	81 120	121 150	151 200
40	110	80	60	40	25	0	0	135	115	90	55	45	0
60	150	120	90	60	35	30	0	165	135	110	65	55	0
70	170	140	110	70	40	35	0	180	150	120	75	60	0
80	190	160	120	80	50	40	20	195	165	130	80	65	0
100	230	190	135	100	60	50	30	225	190	150	90	75	0
120	270	220	150	120	75	60	30	255	215	170	100	85	0

Quantidades de magnésio (Mg) e zinco (Zn), ferro (Fe) e manganês (Mn) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade *			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	20	10	0	0
Zn	4 – 8	2 – 5	1 – 2	0 – 1
Fe	3 – 7	2 – 5	0 – 3	0 – 1

\* A ajustar com o valor de pH.

- 5 a 6 t de matéria verde (MV) ≅ 1 t de matéria seca (MS).
- As adubações de cobertura com azoto só se justificam, geralmente, na cultura de regadio. Nestes casos fracionar o azoto de modo a aplicar 30 a 50 kg/ha após cada corte.
- No caso do potássio e em solos derivados de areia e/ou arenitos aplicar as doses do nível anterior no caso das produções esperadas mais elevadas.
- No caso de produções esperadas superiores a 60 t/ha, aplicar mais 25% das quantidades indicadas de magnésio.
- Nos solos calcários a aplicação ao solo de ferro e manganês, em especial do ferro, pode não ser eficaz, pelo que se recomendam aplicações foliares com sais (sulfatos) ou quelatos de ferro e manganês.

## 7.3.2 Prados de regadio

### AZEVÉM

- **Produção de referência:** 15 t/ha de matéria seca (MS) \*
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 – 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes (*)	Mg, Zn	B, Mn, Mo

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha)

Produção esperada t/ha MS	N (b)	Fósforo - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )						Potássio - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					
		$\leq 25$	$\frac{26}{50}$	$\frac{51}{80}$	$\frac{81}{120}$	$\frac{121}{150}$	$\frac{151}{200}$	$\leq 25$	$\frac{26}{50}$	$\frac{51}{80}$	$\frac{81}{120}$	$\frac{121}{150}$	$\frac{151}{200}$
<b>INSTALAÇÃO</b>													
10	15	140	120	100	80	60	60	140	120	100	80	70	60
15	30	160	140	120	100	80	80	160	140	120	100	80	60
20	45	180	160	140	120	100	100	180	160	140	120	100	80
<b>MANUTENÇÃO ANUAL</b>													
10	150	110	100	80	60	40	0	120	100	80	60	50	0
15	225	130	110	100	80	60	40	150	120	100	80	60	50
20	300	150	130	110	100	80	60	180	150	120	100	80	60

Quantidades de magnésio (Mg), boro (B), molibdénio (Mo), manganês (Mn) e zinco (Zn) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	40 – 60	30 – 40	20 – 30	20
B	2 – 3	1,0 – 1,5	1,0	0,5
Mo	0,10 – 0,15	0,05 – 0,10	0 – 0,05	0
Mn, Zn	3 – 5	2 – 3	1 – 2	0

\* 4 – 5 t de matéria verde equivalem a 1 t de matéria seca (MS)

- Na manutenção anual aplicar o azoto de forma fracionada, fazendo a primeira aplicação em fevereiro/março, antes do rebentamento de Primavera, usando um quarto do total da dose recomendada. O restante deverá ser aplicado em três a quatro coberturas, após cada corte, devendo a última ser realizada até meados de agosto.
- O potássio deverá ser aplicado de forma fracionada, em especial no caso de doses mais elevadas e nos solos derivados de areias e arenitos. Nestes casos, cerca de um terço da dose recomendada deve ser aplicada em maio/junho.

**Consociações de trevo branco X festuca X azevém (ou similares)**

- **Produção de referência:** 15 t/ha de matéria seca (MS)
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 – 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mg, B, Mo	Mn, Zn

- As gramíneas são, de um modo geral, menos sensíveis a baixos níveis de B, Mn e Mo no solo, sendo ligeiramente mais sensíveis que as leguminosas relativamente à carência de Zn.

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

Produção esperada t/ha MS *	N	Fósforo – níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )						Potássio – níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					
		≤25	26 50	51 80	81 120	121 150	151 200	≤25	26 50	51 80	81 120	121 150	151 200
<b>INSTALAÇÃO</b>													
10	0 a 30	140	120	100	80	60	60	140	120	100	80	70	60
15		160	140	120	100	80	80	160	140	120	100	80	60
20		180	160	140	120	100	100	180	160	140	120	100	80
<b>MANUTENÇÃO ANUAL</b>													
10	100	110	100	80	60	40	0	120	100	80	60	50	0
15	150	130	110	100	80	60	40	150	120	100	80	60	50
20	200	150	130	110	100	80	60	180	150	120	100	80	60

\*4 a 5 t de matéria verde (MV) ≅ 1 t de matéria seca (MS), dependendo do tipo de consociação e época do corte.

Quantidades de magnésio (Mg), boro (B), molibdênio (Mo), manganês (Mn) e zinco (Zn) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	40 – 60	30 – 40	20 – 30	20
B	2 – 3	1,0 – 1,5	1,0	0,5
Mo	0,10 – 0,15	0,05 – 0,10	0 – 0,05	0
Mn, Zn	3 – 5	2 – 3	1 – 2	0

- Não aplicar azoto no caso de prados estromes de leguminosas. As gramíneas constituem o principal fator de produção nos prados mistos. Doses elevadas de azoto aumentam a percentagem de gramíneas, baixando a de leguminosas e, conseqüentemente, a qualidade da pastagem.
- Na manutenção anual aplicar o azoto de forma fracionada, fazendo a primeira aplicação em fevereiro/março, antes do rebentamento de primavera, usando um quarto do total da dose recomendada. O restante deverá ser aplicado em três a quatro coberturas, após cada corte ou ciclo de pastoreio, devendo a última ser realizada até meados de agosto.
- Ajustar a dose de azoto tendo em atenção que, no caso de prados de corte, as doses a usar deverão ser ligeiramente mais elevadas que nos de pastoreio.
- Na manutenção anual, nos prados mistos de corte e pastoreio, o fósforo poderá ser todo aplicado numa cobertura, em fevereiro/março.
- O potássio deverá ser aplicado de forma fracionada, em especial no caso de doses mais elevadas e nos solos derivados de areias e arenitos. Nestes casos, cerca de um terço da dose recomendada deve ser aplicada em maio/junho. O potássio é igualmente importante para o equilíbrio gramíneas x leguminosas do prado, juntamente com o azoto.
- O excesso de potássio, nos casos de prados de gramíneas e de solos pobres em magnésio, poderá provocar problemas de “tetania dos prados”. No caso das produções mais baixas as doses de magnésio poderão ser reduzidas.

**LUZERNA**

- **Produção de referência:** 15 t/ha de matéria seca (MS)
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 8,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mg, B, Mo	Mn, Zn

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

Produção esperada t/ha MS *	N	Fósforo – níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )						Potássio – níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					
		≤25	26 50	51 80	81 120	121 150	151 200	≤25	26 50	51 80	81 120	121 150	151 200
<b>INSTALAÇÃO</b>													
10	0	140	120	100	80	60	60	140	120	100	80	70	60
15		160	140	120	100	80	80	160	140	120	100	80	60
20		180	160	140	120	100	100	180	160	140	120	100	80
<b>MANUTENÇÃO ANUAL</b>													
10	0	140	120	100	70	60	60	140	120	100	80	70	60
15		160	140	120	100	80	80	180	140	120	100	90	80
20		180	160	140	120	100	100	220	180	140	120	110	100

\*4 a 5 t de matéria verde (MV) ≅ 1 t de matéria seca (MS), dependendo da época do corte

Quantidades de magnésio (Mg), boro (B), molibdênio (Mo) e zinco (Zn) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade *			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	40 – 60	30 – 40	20 – 30	20
B	2 – 3	1,0 – 1,5	1,0	0,5
Mo	0,10 – 0,15	0,05 – 0,10	0 – 0,05	0
Mn, Zn	3 – 5	2 – 3	1 – 2	0

\*A ajustar com o valor de pH.

- O potássio deverá ser aplicado de forma fracionada, em especial no caso de doses mais elevadas e nos solos derivados de areias e arenitos. Nestes casos cerca de um terço da dose recomendada deve ser aplicada em maio/junho. O potássio é igualmente importante para o equilíbrio gramíneas x leguminosas do prado.
- No caso das produções mais baixas as doses de magnésio poderão ser diminuídas.

### 7.3.3 Prados de sequeiro

#### PASTAGENS BIODIVERSAS

- **Produção de referência:** 4 t/ha de matéria seca (MS)
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 – 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes*	Mg, B, Mo	Mn, Zn

- As gramíneas são, de um modo geral, menos sensíveis a baixos níveis de B, Mn e Mo no solo, sendo ligeiramente mais sensíveis que as leguminosas, relativamente à carência de Zn.

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha)

Produção esperada t/ha MS	N	Fósforo - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Potássio - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
<b>INSTALAÇÃO</b>											
3	-	100	80	60	40	40	110	95	70	50	50
5		120	100	80	60	60	130	100	75	50	50
7		140	120	100	80	80	150	125	100	80	60
>7		160	140	120	100	100	170	150	125	80	60
<b>MANUTENÇÃO ANUAL</b>											
3	-	80	60	40	0	0	80	60	40	40	0
5		100	80	60	40	0	120	100	80	60	40
7		120	100	75	50	0	160	140	120	100	80
>7		120	100	75	50	0	160	140	120	100	80

Quantidades de magnésio (Mg), boro (B), molibdênio (Mo), manganês (Mn) e zinco (Zn) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	20 - 40	10 - 30	0 - 10	0
B	2 - 3	1,0 - 1,5	1,0	0
Mo	0,10 - 0,15	0,05 - 0,10	0 - 0,05	0

- A fertilização azotada só se justifica em casos excepcionais resultantes da má instalação da pastagem.

**CONSOCIAÇÕES (GRAMÍNEAS x LEGUMINOSAS)**

- **Produção de referência:** 7,5 t/ha de matéria seca (MS)
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 – 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mg, B, Mo	Mn, Zn

- As gramíneas são, de um modo geral, menos sensíveis a baixos níveis de B, Mn e Mo no solo, sendo ligeiramente mais sensíveis que as leguminosas, relativamente à carência de Zn.

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

Produção esperada t/ha MS	N	Fósforo – níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )						Potássio – níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					
		≤25	26 50	51 80	81 120	121 150	151 200	≤25	26 50	51 80	81 120	121 150	151 200
<b>INSTALAÇÃO</b>													
5	0 a 30	100	80	60	40	40	0	110	95	70	50	50	0
7,5		120	100	80	60	60	0	130	100	75	50	50	0
10		140	120	100	80	80	0	150	125	100	80	60	0
<b>MANUTENÇÃO ANUAL</b>													
5	40	80	60	40	0	0	0	80	60	40	40	0	0
7,5	70	100	80	60	40	0	0	120	100	80	60	40	0
10	100	120	100	75	50	0	0	160	140	120	100	80	0

Quantidades de magnésio (Mg), boro (B), molibdénio (Mo), manganês (Mn) e zinco (Zn) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade *			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg (d)	40 – 60	30 – 40	20 – 30	20
B	2 – 3	1,0 – 1,5	1,0	0,5
Mo	0,10 – 0,15	0,05 – 0,10	0 – 0,05	0
Mn, Zn	3 – 5	2 – 3	1 – 2	0

\* A ajustar com o valor de pH.

- A fertilização azotada deverá ter em conta a composição botânica do prado. Usar azoto nos casos em que o prado ou pastagem se apresentar desequilibrado, usando doses mais elevadas no caso de excesso de leguminosas e diminuindo-as em caso contrário.
- Nos casos de prados estromes de gramíneas, as quantidades de azoto poderão ser aumentadas de acordo com a produtividade potencial do prado. Nestes casos fazer uma cobertura após o corte ou pastoreio.

**PASTAGENS SEMEADAS À BASE DE LEGUMINOSAS**

- **Produção de referência:** 4 t/ha de matéria seca (MS)
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 – 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mg, B, Mo	Zn

- As gramíneas são, de um modo geral, menos sensíveis que as leguminosas a baixos níveis de B e Mo no solo, sendo ligeiramente mais sensíveis relativamente à carência de Zn.

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

Produção esperada t/ha MS *	N	Fósforo – níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )						Potássio – níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					
		≤25	26 50	51 80	81 120	121 150	151 200	≤25	26 50	51 80	81 120	121 150	151 200
<b>INSTALAÇÃO</b>													
3 – 7	0	140	100	75	50	50	0	150	125	100	50	60	0
<b>MANUTENÇÃO ANUAL</b>													
< 3	0	75	50	30	20	0	0	100	80	60	40	0	0
5		100	75	50	30	0	0	120	100	80	60	40	0
> 7		120	100	75	50	0	0	160	140	120	100	60	0

Quantidades de magnésio (Mg), boro (B) e molibdénio (Mo) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade *			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	20 – 40	10 – 30	0 – 10	0
B	2 – 3	1 – 1,5	1,0	0
Mo	0,10 – 0,15		0	

\* A ajustar com o valor de pH.

- 4 a 5 t de matéria verde (MV) ≅ 1 t de matéria seca (MS), dependendo do tipo de consociação e da época do corte.
- A fertilização azotada só se justifica em casos excepcionais resultantes da má instalação da pastagem.

- No caso do potássio e nas pastagens instaladas em solos derivados de areia e/ou arenitos, com teores do nutriente superiores ao nível muito alto, aplicar a dose correspondente a este nível no caso das produções esperadas mais elevadas.
- No caso das produções mais baixas, diminuir as doses recomendadas de potássio. Ter em atenção os desequilíbrios provocados por doses elevadas do nutriente.
- A aplicação de molibdénio deve ser feita conjuntamente com a inoculação das sementes.

**PASTAGENS NATURAIS (Pastagens à base de vegetação espontânea)**

- **Produção de referência:** 1 t/ha de matéria seca (MS)
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 – 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes *	Mg, B, Mo	Zn

\* As gramíneas são, de um modo geral, menos sensíveis que as leguminosas a baixos níveis de B e Mo no solo, sendo ligeiramente mais sensíveis relativamente à carência de Zn.

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha)

Produção esperada t/ha MS	N	Fósforo – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )						Potássio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					
		≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200	≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200
<b>MANUTENÇÃO ANUAL</b>													
< 2	0	80	60	30	20	0	0	80	60	30	0	0	0

Quantidades de magnésio (Mg) e boro (B) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade *			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	20 – 40	10 – 30	0 – 10	0
B	2 – 3	1 – 1,5	1,0	0

\* A ajustar com o valor de pH.

- 4 a 5 t de matéria verde (MV)  $\cong$  1 t de matéria seca (MS).
- A fertilização azotada só se justifica em casos excepcionais.
- A fertilização com boro só se justifica em casos de maiores produtividades e nas pastagens ricas em leguminosas.

**LAMEIROS (Pastagens de montanha)**

- **Produção de referência:** 7,5 t/ha de matéria seca (MS)
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 – 6,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mg, B	-

- As gramíneas são, de um modo geral, menos sensíveis que as leguminosas a baixos níveis de B no solo.

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

Produção esperada t/ha MS	N	Fósforo – níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )						Potássio – níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					
		≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200	≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200
5	20 a 40	80	60	40	20	0	0	100	80	60	40	0	0
7,5		100	85	50	25	0	0	120	100	80	60	40	0
10		120	100	60	30	0	0	140	120	100	80	60	0

Quantidades de magnésio (Mg) e boro (B) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade *			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	15 - 20	10 - 15	0	0
B	1 - 2	0 - 1	0	0

\* A ajustar com o valor de pH.

- 4 a 5 t de matéria verde (MV) ≅ 1 t de matéria seca (MS), dependendo da composição florística e época do ano.
- Em solos com teores de matéria orgânica iguais ou superiores a 4%, não corrigir o pH para além de 6. Em caso de correção da acidez aplicar o corretivo no outono. Não aplicar mais de 3 t/ha/ano de calcário.
- As doses de azoto recomendadas são para lameiros com teores de matéria orgânica no solo superiores a 4%. Em caso de teores mais baixos, as doses recomendadas poderão ser aumentadas em 20 a 30 kg/ha, em especial no caso de pastagens com potencial produtivo mais elevado. Ter em conta o equilíbrio entre gramíneas e leguminosas. A aplicação de azoto deverá ser efetuada após o pastoreio que antecede o corte para

feno, podendo uma parte, quando recomendadas maiores quantidades, ser aplicada no início da rebentação de primavera. Usar de preferência diluições de nitrato de amônio.

- O fósforo e o potássio devem ser aplicados a lanço, antes do início dos crescimentos de primavera.
- Diminuir as doses de magnésio recomendadas no caso das produções mais baixas. Ter em atenção os desequilíbrios provocados por doses elevadas de potássio.





## 7.4 CULTURAS HORTÍCOLAS E HORTO-INDUSTRIAIS

### ABÓBORA

- **Produção de referência:** 40 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,5 – 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Ca	-

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

Produção esperada t/ha	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	
30	70	120	80	60	60	0	140	120	100	60	0	
		-	-	-	-		-	-	-	-		-
		160	120	80	80		180	140	120	100		
40	90	140	120	80	80	0	160	140	120	80	0	
		-	-	-	-		-	-	-	-		-
		200	140	120	120		200	160	140	120		
50	135	180	140	100	100	0	180	160	140	100	0	
		-	-	-	-		-	-	-	-		-
		220	180	140	140		220	180	160	140		

Quantidades de magnésio (Mg) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Produção esperada t/ha	Classes de fertilidade *			
		M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	30	20-30	10-20	10	0
	40	25-35	10-25	10	0
	50	30-40	10-30	10	0

\* A ajustar com o valor de pH.

- A carência de cálcio ocorre por vezes nesta cultura, em condições de campo, estando relacionada com características varietais, condições ambientais e desequilíbrios nutritivos. Doses elevadas de azoto e de potássio agravam, normalmente, a situação. A manutenção de uma faixa adequada de pH do solo e o equilíbrio da relação Ca/Mg são fundamentais.

- O azoto deve ser fracionado, aplicando metade a um terço em fundo e o restante em duas ou três coberturas, a primeira ao início da floração e a segunda no início da maturação dos primeiros frutos.
- As quantidades de fósforo, potássio e magnésio indicadas são para aplicar em fundo, a lanço, sendo uma parte aplicada de forma localizada.
- No caso dos solos incluídos nas classes de fertilidade mais baixas, parte do potássio e do magnésio poderá ser aplicada em cobertura, tendo em atenção os desequilíbrios que podem provocar.
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

**ABOBORINHA (CURGETE)**

- **Produção de referência:** 40 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,5 – 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Ca	-

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

Produção esperada (t/ha)	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	
<30	50	80	60	40	20	0	100	80	60	40	0	
		-	-	-	-		-	-	-	-		-
		120	100	60	40		140	120	80	60		
30	70	120	80	60	40	0	140	120	100	60	0	
		-	-	-	-		-	-	-	-		-
		160	120	80	60		180	140	120	100		
40	90	140	120	80	60	0	160	140	120	80	0	
		-	-	-	-		-	-	-	-		-
		200	140	120	80		200	160	140	120		
50	135	180	140	100	80	0	180	160	140	100	0	
		-	-	-	-		-	-	-	-		-
		220	180	140	100		220	180	160	140		
>50	150	220	180	140	100	0	200	180	160	140	0	
		-	-	-	-		-	-	-	-		-
		240	200	160	120		220	190	170	150		

Quantidades de magnésio (Mg) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Produção esperada t/ha	Classes de fertilidade *			
		M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	<30	20	10 - 20	0 - 10	0
	30	20 - 30	10 - 20	10	0
	40	25 - 35	10 - 25	10	0
	50	30 - 40	10 - 30	10	0
	>50	40 - 45	10 - 35	10	0

\* A ajustar com o valor de pH.

- A carência de cálcio ocorre por vezes nesta cultura, em condições de campo, estando relacionada com características varietais, condições ambientais e desequilíbrios nutritivos. Doses elevadas de azoto e de potássio agravam, normalmente, a situação. A manutenção de uma faixa adequada de pH do solo e o equilíbrio da relação Ca/Mg são fundamentais.
- O azoto deve ser fracionado, aplicando metade a um terço em fundo e o restante em duas ou três coberturas, a primeira no início da floração e a segunda no início da maturação dos primeiros frutos.
- As quantidades de fósforo, potássio e magnésio indicadas são para aplicar em fundo, a lanço, sendo uma parte aplicada de forma localizada.
- No caso dos solos incluídos nas classes de fertilidade mais baixas, parte do potássio e do magnésio poderá ser aplicada em cobertura, tendo em atenção os desequilíbrios que podem provocar.
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

**ACELGA**

- **Produção de referência:** 30 a 50 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 - 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Ca	-

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha)

Produção esperada t/ha	N	Fósforo – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )						Potássio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					
		≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200	≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200
30 - 50	80 - 100	160 - 200	120 - 160	100 - 120	80 - 100	40 - 0	160 - 200	120 - 160	100 - 120	80 - 100	40 - 0	0	

- A carência de cálcio ocorre por vezes nesta cultura, em condições de campo, estando relacionada com características varietais, condições ambientais e desequilíbrios nutritivos. Doses elevadas de azoto e de potássio agravam, normalmente, a situação. A manutenção de uma faixa adequada de pH do solo e o equilíbrio da relação Ca/Mg são fundamentais.
- Fracionar a quantidade de azoto recomendada, aplicando metade a um terço em fundo e o restante em três ou quatro coberturas
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

**AGRIÃO**

- **Produção de referência:** 8 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Ca	-

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

Produção esperada t/ha	N	Fósforo – níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio – níveis no solo mg kg <sup>-1</sup>					
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	
7 - 10	80	160	140	90	60	40	160	140	90	60	40	
	-	-	-	-	-		-	-	-	-		-
	120	200	160	120	80		200	160	120	80		

Quantidades de magnésio (Mg) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade *			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	40 – 60	30 – 40	20 – 30	10 – 20

\* A ajustar com o valor de pH.

- Doses elevadas de azoto e de potássio podem agravar uma situação de possível carência de cálcio, que pode ocorrer, por vezes, em condições de campo. A manutenção de uma faixa adequada de pH do solo e o equilíbrio da relação Ca/Mg são fundamentais.
- Fracionar o azoto, aplicando metade a um terço em fundo e o restante em várias coberturas, de acordo com o tipo de rega praticado e após cada corte.
- As quantidades de fósforo, potássio e magnésio indicadas são para aplicar em fundo, a lanço, podendo parte do potássio e do magnésio ser aplicada em cobertura.
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

**AIPO**

- **Produção de referência:** 30 a 50 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Ca	-

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

Produção esperada t/ha	N	Fósforo – níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio – níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
30		120	100	80	60	30	140	110	80	60	40
		-	-	-	-		-	-	-	-	
40	60 - 100	140	120	100	80	40	160	120	100	80	40
		-	-	-	-		-	-	-	-	
50		160	140	120	100	50	200	160	120	100	50
		-	-	-	-		-	-	-	-	
		180	160	140	120		220	200	160	120	

Quantidades de magnésio (Mg) e boro (B) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade *			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	40 – 60	30 – 40	20 – 30	20
B	2 – 3	1,0 – 1,5	0,5 – 1,0	0,5

\*A ajustar com o valor de pH.

- A carência de cálcio ocorre por vezes nesta cultura, em condições de campo, estando relacionada com características varietais, condições ambientais e desequilíbrios nutritivos. Doses elevadas de azoto e de potássio agravam, normalmente, a situação. A manutenção de uma faixa adequada de pH do solo e o equilíbrio da relação Ca/Mg são fundamentais.
- Fracionar a quantidade de azoto recomendada, aplicando metade a um terço em fundo e o restante em duas ou três coberturas, sendo a primeira à amontoa.
- As quantidades de fósforo e potássio recomendadas são para aplicar em fundo, a lanço, podendo uma parte ser aplicada de forma localizada. No caso das classes de fertilidade mais baixas, parte do potássio e do

magnésio poderá ser aplicada em cobertura, tendo em atenção os desequilíbrios que podem provocar.

- Sempre que possível devem ser usados adubos contendo enxofre, especialmente nos solos com teores baixos de matéria orgânica e nos derivados de areias ou arenitos.
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

**ALCACHOFRA**

- **Produção de referência:** 15 – 20 t/ha (inflorescências)
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 – 6,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Ca, Mg	-

Quantidades de azoto (N), fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e potássio (K<sub>2</sub>O) recomendadas (kg/ha) \*

Produção esperada t/ha	N	Fósforo – níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio – níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
10 a 15	100	120	100	80	60	0	150	125	100	75	0
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	140	140	120	100	80	60	175	150	125	100	75
15 a 20	140	140	120	100	80	0	175	150	125	100	0
	-	-	-	-	-	a	-	-	-	-	-
	180	160	140	120	100	80	200	175	150	125	100
>20	180	160	140	120	100	0	200	175	150	125	0
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	200	180	160	140	120	100	225	200	175	150	125

\*Em cultura anual.

Quantidades de magnésio (Mg) e de boro (B) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade *			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	40 - 60	30 - 40	20 - 30	20
B	2 - 3	1,0 - 1,5	1,0	0,5

\*A ajustar com o valor de pH.

- A carência de cálcio ocorre, por vezes, nesta cultura, estando relacionada com características varietais e condições ambientais. Doses elevadas de azoto e potássio podem agravar a situação. A aplicação de sais ou de outras formas de cálcio por via foliar pode, em certos casos, resolver a situação. A manutenção de uma faixa de pH adequada do solo e o equilíbrio da relação Ca/Mg são fundamentais.
- Fracionar o azoto, aplicando cerca de metade a um terço em fundo e o restante em várias coberturas, de acordo com o tipo de rega praticado. Na cultura plurianual, a partir do primeiro ano, iniciar as aplicações do azoto após a colheita.

- As quantidades de fósforo e potássio indicadas são para aplicar em fundo, a lanço, à instalação da cultura. Nos solos incluídos nas classes de fertilidade mais baixas, parte do potássio e do magnésio poderá ser aplicada em cobertura, tendo em atenção os desequilíbrios que podem provocar.
- No caso de cultura plurianual, aplicar no primeiro ano a mesma quantidade de fertilizantes. Nos anos seguintes aplicar dois terços da quantidade de azoto e potássio e metade do fósforo indicado para a cultura anual.
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

**ALFACE**

- **Produção de referência:** 30 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,5 – 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Ca, Mg, B	-

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha)

Produção esperada t/ha	N	Fósforo – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )						Potássio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					
		≤25	26 – 50	51 – 80	81 – 120	121 – 150	151 – 200	≤25	26 – 50	51 – 80	81 – 120	121 – 150	151 – 200
25	80	160	120	80	60	40	0	160	120	80	60	40	0
30	115	160	120	80	60	40	0	160	120	80	60	40	0
40	130	160	120	80	60	40	0	160	120	80	60	40	0
50	150	160	120	80	60	40	0	160	120	80	60	40	0

Quantidades de magnésio (Mg) e boro (B) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade *			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	40 – 60	30 – 40	20 – 30	20
B	2 – 3	1,0 – 1,5	1,0	0,5

\*A ajustar com o valor de pH.

- A carência de cálcio ocorre, por vezes, nesta cultura, em condições de campo, estando relacionada com características varietais e condições ambientais. Doses elevadas de azoto e potássio podem agravar a situação. A aplicação de sais (de preferência cloreto) ou de outras formas de cálcio por via foliar pode, em certos casos, resolver a situação. A manutenção de uma faixa de pH adequada do solo e o equilíbrio da relação Ca/Mg são fatores a ter em conta.
- A dose total de azoto a aplicar depende da variedade e da época do ano. Aplicar as doses mais elevadas nas variedades mais produtivas. Aplicar metade a um terço do azoto em fundo e o restante em cobertura. Não fazer coberturas tardias. Na cultura de inverno reduzir a dose total em cerca de 20%. No caso de uma segunda cultura, reduzir em cerca de 30 a 40 % a quantidade total recomendada.
- No caso das produções mais elevadas e nos solos derivados de areia

e/ou arenitos, aplicar as doses de fósforo e potássio recomendadas no nível anterior.

- No caso de produções superiores a 30 t/ha aplicar mais 25 % das quantidades de magnésio indicadas.
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

**ALHO COMUM**

- **Produção de referência:** 12 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	-	Zn, B

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

Produção esperada t/ha	N	Fósforo – níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )						Potássio – níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					
		≤25	26 50	51 80	81 120	121 150	151 200	≤25	26 50	51 80	81 120	121 150	151 200
12	40 - 60	80	70	60	40	30	0	80	70	60	50	40	30

Quantidades de zinco (Zn) e boro (B) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade *			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Zn	2 – 5	2 – 3	1 – 2	0
B	1,0 – 1,5	1,0	0,5 – 1,0	0

\* A ajustar com o valor de pH.

- A cultura beneficia com a aplicação de azoto orgânico em fundo, em especial nos solos com teores baixos de matéria orgânica. Usar os valores mais elevados em solos pobres em matéria orgânica e em que não haja aplicação de corretivos orgânicos, aplicando cerca de metade em fundo e o restante em cobertura.
- Usar sempre que possível fertilizantes com enxofre, em especial nos solos com teores baixos de matéria orgânica e nos derivados de areia e/ou arenitos.
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

**BATATA**

- **Produção de referência:** 40 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 – 6,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mg, Mn	-

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

Produção esperada t/ha	N	Fósforo – níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )						Potássio – níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					
		≤25	26 50	51 80	81 120	121 150	151 200	≤25	26 50	51 80	81 120	121 150	151 200
20	80	110	85	70	35	30	0	150	130	100	60	0	0
30	110	130	110	90	55	45	30	210	180	140	100	70	60
35	130	150	125	100	60	50	45	225	205	160	110	80	70
40	145	170	140	110	65	55	50	240	230	180	125	90	80
50	180	190	170	140	80	65	55	260	250	220	155	110	90
60	210	220	200	160	100	80	70	280	270	260	180	130	110
70	240	240	220	180	120	100	80	300	290	270	200	150	130

Quantidades de magnésio (Mg) e manganês (Mn) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade *			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	40 – 60	30 – 40	20 – 30	20
Mn	3 – 7	2 – 5	0 – 3	0

\*A ajustar com o valor de pH.

- Aplicar cerca de 2/3 do azoto antes da plantação e o restante em cobertura um pouco antes ou no início da formação dos tubérculos. Em solos de textura ligeira, de boa drenagem interna, uma pequena aplicação em cobertura poderá ser vantajosa, um pouco antes ou no início da formação dos tubérculos. No caso de batata primor não há, normalmente, interesse em fracionar o azoto.
- Para a batata primor aplicar parte do fósforo de forma localizada (no rego), utilizando nos solos com teores mais elevados do nutriente as doses correspondentes ao nível anterior.
- A substituição de parte do cloreto de potássio por sulfato de potássio é vantajosa, em especial nas doses mais altas. O sulfato de potássio conduz

a tubérculos com maior teor de matéria seca; no entanto, o cloreto torna o tubérculo menos suscetível ao “enegrecimento” interno. A localização de doses elevadas de potássio e azoto pode provocar a “queima” dos abrolhos, provocando falhas elevadas.

- Como regra não aplicar mais de 200 kg de  $K_2O$  através de adubos químicos, devendo o restante ser aplicado através de estrumes ou outros corretivos orgânicos de qualidade.
- Nas produções inferiores a 20 t/ha, (situações de sequeiro), reduzir as doses recomendadas de magnésio a um terço.
- Nos solos calcários a aplicação ao solo de manganês pode não ser eficaz pelo que se recomenda aplicações foliares com sais (sulfatos) ou quelatos de manganês.
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

**BATATA-DOCE**

- **Produção de referência:** 20 -30 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 - 6,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	B	-

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

Produção esperada (t/ha)	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26-50	51-100	101-200	>200	≤25	26-50	51-100	101-200	>200
10 a 20	55	40	30	25	20	0	80	70	60	40	0
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	110	80	60	50	35	20	150	130	110	80	40
20 a 30	110	80	60	50	35	0	150	130	110	80	0
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	140	120	90	75	50	30	200	180	160	120	60
30 a 40	140	120	90	75	50	0	200	180	160	120	0
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	170	160	120	100	65	40	250	230	210	160	80
>40	170	160	120	100	65	0	250	230	210	160	0
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	200	200	150	125	80	50	300	280	260	200	100

Quantidades de magnésio (Mg) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Níveis no solo (mg.kg <sup>-1</sup> )			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	40 - 60	30 - 40	20 - 30	20

- A aplicação do azoto deverá ser fracionada, aplicando cerca de metade a um terço em fundo e o restante em uma ou duas coberturas. A eficiência do azoto depende muito do tipo de rega e natureza do solo.
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

**BERINGELA**

- **Produção de referência:** 45 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,5 – 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mg	-

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha)

Produção esperada t/ha	N	Fósforo – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )						Potássio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					
		$\leq 25$	26 50	51 80	81 120	121 150	151 200	$\leq 25$	26 50	51 80	81 120	121 150	151 200
		25	100	125	100	75	50	40	0	140	120	100	80
35	130	150	125	100	75	50	0	180	150	120	100	80	40
45	160	180	150	120	100	60	0	220	180	140	120	100	50
55	180	220	190	160	130	90	0	240	200	160	140	120	80

Quantidades de magnésio (Mg) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	40 – 60	30 – 40	20 – 30	20

- Aplicar o azoto em fundo (cerca de metade a um terço) e o restante em duas ou três coberturas, com intervalos de 30 a 50 dias.
- No caso dos solos com níveis mais elevados de fósforo, podem ser utilizadas as doses correspondentes ao nível imediatamente inferior.
- O potássio deverá ser fracionado, aplicando cerca de um terço em junho e o restante em cobertura, juntamente com o azoto. No caso das doses mais baixas, poderá ser aplicado todo à segunda ou terceira cobertura azotada.
- Diminuir as doses de potássio no caso das produções mais baixas. Ter em atenção os desequilíbrios provocados por doses elevadas deste nutriente.
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

**BETERRABA DE MESA**

- **Produção de referência:** 30 – 50 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Ca, B	Mn

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

Produção esperada t/ha	N	Fósforo – níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )						Potássio – níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )						
		≤25	26 – 50	51 – 80	81 – 120	121 – 150	151 – 200	≤25	26 – 50	51 – 80	81 – 120	121 – 150	151 – 200	
30	90 - 150	120	100	80	60	30	0	140	110	80	60	40	0	
		-	-	-	-			-	-	-	-			-
		140	120	100	80			180	140	110	80			
40	90 - 150	140	120	100	80	40	0	160	120	100	80	40	0	
		-	-	-	-			-	-	-	-			-
		160	140	120	100			200	160	120	100			
50	90 - 150	160	140	120	100	50	0	200	160	120	100	50	0	
		-	-	-	-			-	-	-	-			-
		180	160	140	120			220	200	160	120			

Quantidades de magnésio (Mg) e boro (B) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade *				
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta	M. Alta
Mg	40 – 60	30 – 40	20 – 30	20	0
B	2 – 3	1,0 – 1,5	1,0	0,5	0

\*A ajustar com o valor de pH.

- A carência de cálcio ocorre, por vezes, nesta cultura, em condições de campo, estando relacionada com características varietais e condições ambientais. Doses elevadas de azoto e potássio podem agravar a situação. A aplicação de sais (de preferência cloreto) ou de outras formas de cálcio por via foliar pode, em certos casos, resolver a situação. A manutenção de uma faixa de pH adequada do solo e o equilíbrio da relação Ca/Mg são fatores a ter em consideração.
- Fracionar o azoto, aplicando cerca de metade a um terço em fundo e o restante em várias coberturas, de acordo com o tipo de rega praticado.

- As quantidades de fósforo e magnésio indicadas são para aplicar em fundo, a lanço, sendo uma parte aplicada de forma localizada.
- 25 a 40% da quantidade de potássio indicada é para aplicar em fundo, podendo uma parte ser localizada. O restante pode ser aplicado em cobertura, juntamente com o azoto.
- Quando recomendado, aplicar o boro a lanço, incorporando-o no solo juntamente com os outros fertilizantes.
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

**BETERRABA SACARINA**

- **Produção de referência:** 60 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 8,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mg, B	Mn

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

Produção esperada kg/ha	N	Fósforo – níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )						Potássio – níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					
		≤25	26 50	51 80	81 120	121 150	151 200	≤25	26 50	51 80	81 120	121 150	151 200
50	130	130	120	90	75	60	50	200	180	160	130	100	75
60	150	160	140	110	90	75	60	250	230	200	160	130	90
70	170	180	160	130	100	80	65	300	275	240	190	150	100
80	190	200	180	150	120	100	75	320	300	280	225	180	125

Quantidades de magnésio (Mg), boro (B) e manganês (Mn) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade *			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	40 – 60	30 – 40	20 – 30	20
B	2 – 3	1 – 1,5	1	0,5
Mn	2 – 4	1 – 4	0 – 2	0

\* A ajustar com o valor de pH.

- O excesso de azoto conduz a uma diminuição do teor de açúcar e ao aumento de impurezas a nível fabril, diminuindo o rendimento da cultura. O teor de açúcar e a qualidade tecnológica da beterraba aumentam se a cultura apresentar ligeira deficiência de azoto nas últimas quatro semanas antes da colheita.
- **Cultura de outono**
  - Aplicar em fundo 40 a 50 kg de azoto (N). O restante deverá ser aplicado numa ou duas coberturas, a primeira das quais com as plantas com 4 a 6 folhas verdadeiras (fevereiro/março) e a segunda pouco antes de as plantas cobrirem o terreno.
  - Para melhor controlo da nutrição azotada da cultura recorrer à análise foliar.

- **Cultura de primavera**

- O azoto pode ser aplicado metade em fundo, a lanço, podendo uma pequena parte (cerca de 30 kg) ser localizada, juntamente com o fósforo e o potássio. Se fizer mais que uma cobertura não aplique azoto nos últimos três meses antes da colheita. Para melhor controlo recorrer à análise foliar.

- **Cultura de outono e primavera**

- Aplicar o fósforo e o potássio a lanço e incorporar no solo com uma lavoura. Nos solos com teores de fósforo muito baixos e baixos aplicar cerca de 30 kg de  $P_2O_5$  de forma localizada.
- Caso seja necessário aplicar magnésio, utilizar calcário magnesiano caso a calagem tenha sido recomendada ( $pH < 6,0$ ). Nos outros casos recorrer ao sulfato de magnésio ou a outra fonte adequada.
- Quando recomendado, aplicar o boro a lanço, devendo ser incorporado no solo juntamente com os outros fertilizantes ou, em alternativa, aplicar após a sementeira, na calda com o herbicida pós germinação.
- Nos solos calcários a aplicação ao solo de sais de manganês pode não ser eficaz, pelo que se recomenda a sua aplicação foliar com sais (sulfatos) ou quelatos de manganês.
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

**CEBOLA, ALHO FRANCÊS ou ALHO PORRO**

- **Produção de referência:** 40 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	S	-

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

Produção esperada t/ha	N	Fósforo – níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )						Potássio – níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					
		≤25	26 50	51 80	81 120	121 150	151 200	≤25	26 50	51 80	81 120	121 150	151 200
25	90	120	90	75	50	35	0	120	90	75	50	35	0
35	125	165	135	105	75	50	0	165	135	105	75	50	0
40	140	180	150	120	85	60	0	180	150	120	90	60	0
50	160	200	180	150	100	75	0	200	180	150	100	75	0
60	180	220	200	170	130	80	0	220	200	180	140	80	0

Quantidades de magnésio (Mg) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	20	10	0	0

- Utilizar sempre que possível fertilizantes com enxofre, em especial nos solos com teores baixos de matéria orgânica e nos derivados de areia e/ou arenitos.
- As produções mais baixas referem-se às variedades de dias curtos. No caso do alho francês, utilizar as recomendações do nível de produção seguinte (Exemplo: Produção esperada: 25 t/ha, utilizar o valor da recomendação para a produção de 35 t/ha).
- Metade a um terço do azoto deverá ser aplicado em fundo e o restante em cobertura. Nas sementeiras ou plantações de inverno, as coberturas (fevereiro/abril) deverão ser mais abundantes em anos chuvosos.
- Os bolbos e tubérculos respondem, por vezes, à aplicação de fósforo mesmo com teores altos no solo, em especial nos de textura ligeira e com valores de pH mais elevados. Neste caso aplicar as doses do nível anterior.

- Nos solos de textura ligeira com níveis de potássio superiores a  $150 \text{ mg kg}^{-1}$  aplicar as doses do nutriente recomendadas para o nível anterior de potássio no solo.
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

**CENOURA**

- **Produção de referência:** 40 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mg, B	Mn, Zn

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

Produção esperada t/ha	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
30	90	140	120	100	80	60	175	140	110	85	60
40	120	160	140	120	100	80	200	160	120	100	80
50	150	180	160	140	120	100	220	200	160	120	100
60	180	200	180	160	140	120	240	220	180	140	120
70	210	220	200	180	160	140	260	240	200	160	140
80	220	230	210	190	170	150	260	240	200	160	140

Quantidades de magnésio (Mg), boro (B), manganês (Mn) e zinco (Zn) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade *			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	40 - 60	30 - 40	20 - 30	20
B	2 - 3	1 - 1,5	1	0,5
Mn	2 - 4	1 - 2	0 - 1	0
Zn	2 - 5	1 - 3	0 - 1	0

\*A ajustar com o valor de pH.

- O azoto deverá ser fracionado, aplicando metade em fundo e o restante em duas coberturas, quando as plantas tiverem 4 a 5 folhas e no início do engrossamento da raiz. Na cultura de primavera/verão poderá ser suficiente uma cobertura.
- Nas produções inferiores a 30 t/ha, reduzir as doses de magnésio a um terço.

- Nos solos calcários a aplicação ao solo de manganês pode não ser eficaz pelo que as aplicações foliares com sais (sulfatos) ou quelatos de manganês são recomendáveis.
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

## COUVES

**COUVES DE CABEÇA:** couve chinesa, couve coração de boi, couve lombardo, couve repolho e couve roxa

- **Produção de referência:** 30 – 80 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 – 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mg, B, Mo	S

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha)

Produção esperada t/ha	N	Fósforo – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )						Potássio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					
		≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200	≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200
30 a 80	100 - 180	200	160	120	90	60	0	200	160	120	90	60	0

**COUVES DE FOLHA:** couve galega, couve nabo, couve nabiça e couve portuguesa

- **Produção de referência:** 20 - 40 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 – 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mg, B, Mo	S

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha)

Produção esperada t/ha	N	Fósforo – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )						Potássio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					
		≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200	≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	≤25	26 - 50
20 - 40	80-120	200	160	120	90	60	0	200	160	120	90	60	0

**COUVES DE BRUXELAS, COUVES DE INFLORESCÊNCIA (couve-brócolo e couve-flor)**

- **Produção de referência:** 10 – 40 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 – 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mg, B, Mo	S

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha)

Produção esperada t/ha	N	Fósforo – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )						Potássio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					
		≤25	26 50	51 80	81 120	121 150	151 200	≤25	26 50	51 80	81 120	121 150	151 200
10 - 40	100-250	200	160	120	90	60	0	200	160	120	90	60	0

Quantidades de magnésio (Mg), boro (B) e molibdênio (Mo) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade *			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	40 – 60	30 – 40	20 – 30	20
B	2 – 3	1 – 1,5	1	0,5
Mo	0,10 – 0,15	0,05 – 0,10	0 – 0,05	0

\* A ajustar com o valor de pH.

- Utilizar, sempre que possível, fertilizantes com enxofre, em especial nos solos com teores baixos de matéria orgânica e nos derivados de areia e/ou arenitos.
- Ajustar a produção esperada ao tipo de brássica (ex.: a couve flor atinge produções bastante mais elevadas que a couve brócolo).
- A quantidade total de azoto a aplicar depende do ciclo e tipo ou variedade de planta, do tipo de solo, teor de matéria orgânica, etc. Aplicar, em geral, 20 a 40 kg de azoto em fundo e o restante em uma ou duas coberturas, consoante o tipo de planta e época do ano:
  - Couve repolho, lombardo, chinesa, roxa: aplicar dois terços do azoto em fundo e o restante em uma ou duas coberturas.
  - Couve galega, portuguesa, couve-nabo: aplicar metade do azoto em fundo e o restante em uma ou duas coberturas.
  - Couve de Bruxelas, couve flor, brócolo: aplicar um terço do azoto em fundo e o restante em duas a três coberturas, com a última aplicação à formação da inflorescência ou rebentos.

- A produção comercializável da couve de Bruxelas e das couves de cabeça constitui cerca de 30 e 60%, respetivamente, da produção total de biomassa. As quantidades de azoto que ficam na parte não comercializável, quando deixada no terreno, são muito elevadas devendo ser contabilizadas na cultura seguinte.
- Nos solos com teores iguais ou superiores a  $150 \text{ mg kg}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , aplicar de forma localizada (no rego) metade a um terço da dose recomendada para o nível anterior de fósforo no solo.
- Nos solos com teores iguais ou superiores a  $150 \text{ mg kg}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  poderão ser usadas as doses de potássio recomendadas para o nível anterior, em especial nos casos de produção mais elevadas.
- Para as produções mais baixas aplicar metade das quantidades indicadas.
- Doses elevadas de azoto nítrico e de sulfatos podem agravar a situação de carência em molibdénio. A aplicação, por via foliar, de 15 g de molibdato de sódio ou amónio por 100 L de água é, normalmente, suficiente nestes casos.
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

**ERVILHA (grão)**

- **Produção de referência:** 8 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mg	-

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

Produção esperada t/ha	N	Fósforo – níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )						Potássio – níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					
		≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200	≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200
7	0-40	120	100	80	60	40	0	100	80	60	40	40	0
8		140	120	100	80	60	0	120	100	80	60	60	0
10		150	140	120	100	80	60	140	120	100	80	80	0

Quantidades de magnésio (Mg) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	40 – 60	30 – 40	20 – 30	20

- A utilização de doses elevadas de azoto prejudica a sua fixação simbiótica. Não utilizar azoto nos solos ricos em matéria orgânica ou quando a cultura se segue a outra em que tenha havido aplicações elevadas deste elemento.
- Para as produções mais elevadas e no caso do fósforo, poderão ser utilizadas as doses correspondentes ao nível anterior
- Trata-se de uma cultura sensível os sais pelo que as doses elevadas de potássio, juntamente com o azoto, são prejudiciais. Nestes casos, aplicar parte do adubo a lanço e o restante em banda lateral à linha de cultura.
- Para as produções mais baixas aplicar metade das quantidades indicadas de magnésio.
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

**ERVILHA (grão seco)**

- **Produção de referência:** 3 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mg	-

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha)

Produção esperada t/ha	N (a)	Fósforo - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )						Potássio - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					
		≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200	≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200
1,5	0 a 40	80	60	40	0	0	0	80	60	40	25	0	0
3,0		100	75	50	0	0	0	100	75	50	30	0	0
4,5		140	100	70	0	0	0	140	100	70	40	0	0

Quantidades de magnésio (Mg) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	30 – 40	20 – 30	10	0

- Em solos com níveis de  $P_2O_5$  de 81 a 120  $mg\ kg^{-1}$  e se as produções esperadas forem elevadas, poderão aplicar-se as doses de fósforo recomendadas para a classe de fertilidade imediatamente anterior.
- Em solos de textura ligeira e níveis de  $K_2O$  superiores a 120  $mg\ kg^{-1}$ , e nos casos de produções esperadas elevadas, poderão aplicar-se as doses recomendadas para a classe de fertilidade imediatamente anterior.
- Trata-se de uma cultura sensível aos sais, pelo que a aplicação de quantidades elevadas de potássio, conjuntamente com o azoto, é prejudicial. Nestes casos, aplicar parte do adubo a lanço e o restante em banda lateral à linha de cultura.
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

**ESPARGO**

- **Produção de referência:** 2 t/ha (4º ano); 5 – 6 t/ha (anos seguintes)
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Ca, B	-

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

Produção esperada t/ha	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
<b>INSTALAÇÃO</b>											
< 5	60	140	120	100	80	0	140	120	100	80	0
	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>MANUTENÇÃO ANUAL (2º ano)</b>											
5 - 6	60	100	80	60	40	0	140	120	100	80	0
	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>MANUTENÇÃO ANUAL (a partir do 3º ano)</b>											
>6	100	100	80	60	-	0	180	150	120	90	0
	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Quantidades de boro (B) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade *			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
B	2 - 3	1,0 - 1,5	1,0	0,5

\*A ajustar com o valor de pH.

- A carência de cálcio ocorre por vezes nesta cultura, em condições de campo, estando relacionada com características varietais e condições ambientais. Doses elevadas de azoto e potássio podem agravar a situação.

A aplicação de sais (de preferência cloreto) ou de outras formas de cálcio por via foliar pode, em certos casos, resolver a situação. A manutenção de uma faixa de pH adequada do solo e o equilíbrio da relação Ca/Mg são fundamentais.

- Fracionar o azoto, aplicando cerca de metade a um terço em fundo e o restante em várias coberturas, de acordo com o tipo de rega praticado. A partir do primeiro ano, efetuar as aplicações do nutriente após a colheita.
- As quantidades de fósforo e potássio indicadas são para aplicar em fundo, a lanço, à instalação da cultura. Nos anos seguintes, as quantidades indicadas são para aplicar no final da colheita.
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

**ESPINAFRE**

- **Produção de referência:** 20 – 30 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Ca	B

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha)

Produção esperada t/ha	N	Fósforo - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )						Potássio - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					
		≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200	≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200
20 - 30	80	160	120	100	80			160	120	100	80		
	-	-	-	-	-	40	0	-	-	-	-	40	0
	100	200	160	120	100			200	160	120	100		

Quantidades de magnésio (Mg) e boro (B) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade *			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	40 – 60	30 – 40	20 – 30	20
B	3,0 – 5,0	2,0 – 3,0	1,0 – 1,5	0,5 – 1,0

\*A ajustar com o valor de pH.

- A carência de cálcio ocorre, por vezes, nesta cultura, em condições de campo, estando relacionada com características varietais e condições ambientais. Doses elevadas de azoto e potássio podem agravar a situação. A aplicação de sais (de preferência cloreto) ou de outras formas de cálcio por via foliar pode, em certos casos, resolver a situação. A manutenção de uma faixa de pH adequada do solo e o equilíbrio da relação Ca/Mg são factores a ter em conta.
- Fracionar o azoto, aplicando cerca de metade a um terço em fundo e o restante em uma ou duas coberturas.
- As quantidades de fósforo e magnésio indicadas são para aplicar em fundo, a lanço, sendo uma parte aplicada de forma localizada. No caso dos solos incluídos nas classes de fertilidade muito baixas de potássio e de magnésio, parte do potássio e do magnésio poderão ser aplicados em cobertura, tendo em atenção os desequilíbrios que possam provocar.

- Quando recomendado, aplicar o boro a lanço, incorporando-o no solo juntamente com os outros fertilizantes.
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

### FAVA (vagem)

- **Produção de referência:** 8 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mg	-

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

Produção esperada t/ha	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
7	0-40	120	100	80	60	40	100	80	60	40	40
8		140	120	100	80	60	120	100	80	60	60
10		150	140	120	100	80	140	120	100	80	80

Quantidades de magnésio (Mg) recomendadas, (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	40 - 60	30 - 40	20 - 30	20

- A utilização de doses elevadas de azoto prejudica a sua fixação simbiótica. Não utilizar azoto nos solos ricos em matéria orgânica ou quando a cultura se segue a outra em que tenha havido aplicações elevadas deste nutriente.
- Trata-se de uma cultura sensível aos sais, pelo que as doses elevadas de potássio, juntamente com o azoto, são prejudiciais. Nestes casos aplicar parte do adubo a lanço e o restante em banda lateral à linha de cultura.
- Para produções mais baixas aplicar metade das quantidades indicadas.
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

**FEIJÃO VERDE (vagem)**

- **Produção de referência:** 15 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 - 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mg	Cu, Zn

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha)

Produção esperada t/ha	N	Fósforo - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Potássio - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
5	50	110	90	65	35	0	110	90	65	35	0
15	60	130	110	80	45	0	130	110	80	45	0
20	80	140	120	90	45	0	140	120	90	45	0
25	100	150	130	100	50	0	150	130	100	50	0

Quantidades de magnésio (Mg) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	40 - 60	30 - 40	20 - 30	20

- A utilização de doses elevadas de azoto prejudica a sua fixação simbiótica. Não utilizar azoto nos solos ricos em matéria orgânica ou quando a cultura se segue a outra em que tenha havido aplicações elevadas deste elemento.
- Para as produções mais elevadas e no caso do fósforo, poderão ser utilizadas as doses correspondentes ao nível anterior, no caso de níveis de fósforo superiores a  $200\ mg\ kg^{-1}$ .
- Trata-se de uma cultura sensível aos sais pelo que doses elevadas de potássio, juntamente com o azoto, são prejudiciais. Nestes casos, aplicar parte do adubo a lanço e o restante em banda lateral à linha de cultura.
- Para as produções mais baixas aplicar metade das quantidades indicadas de magnésio.
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

**FEIJÃO (seco), TREMOÇO, TREMOCILHA, GRÃO DE BICO**

- **Produção de referência:** 3 t/ha (sementes)
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 / 6,0 – 7,5 (o valor mais baixo refere-se à tremocilha)

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha)

Produção esperada t/ha	N	Fósforo – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )						Potássio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					
		≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200	≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200
1,5	0 a 40	80	60	40	25	0	0	80	60	40	25	0	0
3		100	75	50	30	0	0	100	75	50	30	0	0
4,5		140	100	70	40	0	0	140	100	70	40	0	0

Quantidades de magnésio (Mg) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	20	10	0	0

- Raramente se justificam quantidades superiores a 20-30 kg/ha de azoto, que deverá ser aplicado de preferência em bandas laterais. Doses elevadas inibem a fixação simbiótica do elemento, provocando grande desenvolvimento vegetativo, sem o consequente aumento de sementes.
- No caso das culturas economicamente mais interessantes, podem aplicar-se as doses de fósforo do nível anterior, na linha ou ao covacho, no caso de níveis superiores a  $120\ mg\ kg^{-1}$  de  $P_2O_5$  no solo.
- Nos solos de textura ligeira e no caso das culturas com maior interesse económico, podem aplicar-se as doses de potássio do nível anterior, no caso de níveis superiores a  $120\ mg\ kg^{-1}$  de  $K_2O$  no solo.
- O feijão é muito sensível aos sais, pelo que a aplicação adubos ao covacho é de evitar.

**LENTILHA**

- **Produção de referência:** 1 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 - 8,0

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha)

Produção esperada t/ha	N	Fósforo – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Potássio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )				
		≤25	26-50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	100 - 200	>200
<1	10	40	30	20	10	0	50	35	20	10	0
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15	50	40	30	20	10	65	50	35	20	10
1	15	50	40	30	20	0	65	50	35	20	0
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20	60	50	40	30	20	80	65	50	35	20
2	20	60	50	40	30	0	80	65	50	35	0
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	30	70	60	50	40	30	95	80	65	50	35

Quantidades de magnésio (Mg) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	20	10	0	0

- Doses elevadas de azoto inibem a fixação simbiótica do elemento, provocando grande desenvolvimento vegetativo sem o consequente aumento de sementes.
- Na cultura de regadio a quantidade de fósforo e de potássio recomendada deverá ser aumentada em 25%.

**MELANCIA**

- **Produção de referência:** 25 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,5 – 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	-	Mg

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha)

Produção esperada t/ha	N	Fósforo - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )						Potássio - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					
		$\leq 25$	26 50	51 80	81 120	121 150	151 200	$\leq 25$	26 50	51 80	81 120	121 150	151 200
20	70	120	80	60	40	0	0	140	100	80	60	40	0
25	90	160	120	80	60	40	0	160	140	120	100	60	0
35	135	220	160	120	80	60	0	220	160	140	120	80	0

Quantidades de magnésio (Mg) e molibdênio (Mo) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	30 – 40	20 – 30	10	0

- Usar 10 a 20 % menos de azoto, em especial no caso de culturas temporãs.
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

**MELÃO**

- **Produção de referência:** 40 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,5 – 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Ca, Mg, Mo	-

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

Produção esperada t/ha	N	Fósforo - níveis do solo (mg kg <sup>-1</sup> )						Potássio - níveis do solo (mg kg <sup>-1</sup> )					
		≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200	≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200
20	70	120	80	60	40	0	0	140	100	80	60	40	0
25	90	160	120	80	60	40	0	160	140	120	100	60	0
35	135	200	160	120	80	60	0	200	180	140	120	80	0
40	150	210	180	130	100	80	0	220	200	160	140	100	0
50	160	240	200	160	120	80	0	240	220	180	160	120	0

Quantidades de magnésio (Mg) e molibdênio (Mo) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade *			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	40 – 60	30 – 40	20 – 30	20
Mo	0,10 – 0,15	0,05 – 0,10	0 – 0,05	0

\* A ajustar com o valor de pH.

- A carência de cálcio ocorre, por vezes, nesta cultura, em condições de campo, estando relacionada com características varietais e condições ambientais. Doses elevadas de azoto e potássio podem agravar a situação. A aplicação de sais (de preferência cloreto) ou outras formas de cálcio por via foliar pode, em certos casos, resolver a situação. A manutenção de uma faixa adequada de pH do solo e o equilíbrio da relação Ca/Mg são fatores a ter em conta.
- Aplicar metade a um terço do azoto em fundo. O restante deverá ser aplicado em várias coberturas de acordo com o tipo de rega praticado. No caso de produções mais baixas, raramente se justificam as coberturas azotadas. No caso de cobertura do solo com plástico aplicar em fundo até 40 % do total.

- Aplicar todo o fósforo em fundo e 25 a 40 % do potássio. O restante potássio deve ser fornecido juntamente com o azoto em cobertura. Nos solos com teores elevados de fósforo e potássio, superiores a  $150 \text{ mg kg}^{-1}$ , aplicar a dose correspondente ao nível anterior, em especial no caso das produções mais elevadas e nos solos derivados de areia e/ou arenitos.
- Doses elevadas de azoto nítrico e de sulfatos podem agravar a situação de carência em molibdénio. A aplicação por via foliar, de 15 g de molibdato de sódio ou amónio por 100 L de água são normalmente suficientes nestes casos. Como prevenção poderá utilizar-se a técnica da imersão das sementes naquela solução.
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

**MELOA**

- **Produção de referência:** 40 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,5 – 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Ca, Mg, Mo	-

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

Produção esperada t/ha	N	Fósforo - níveis do solo (mg kg <sup>-1</sup> )						Potássio - níveis do solo (mg kg <sup>-1</sup> )					
		≤25	26-50	51-80	81-120	121-150	151-200	≤25	26-50	51-80	81-120	121-150	151-200
20	70	120	80	60	40	0	0	140	100	80	60	40	0
25	90	160	120	80	60	40	0	160	140	120	100	60	0
35	135	200	160	120	80	60	0	200	180	140	120	80	0
40	150	210	180	130	100	80	0	220	200	160	140	100	0
50	160	240	200	160	120	80	0	240	220	180	160	120	0

Quantidades de magnésio (Mg) e molibdênio (Mo) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade *			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	40 – 60	30 – 40	20 – 30	20
Mo	0,10 – 0,15	0,05 – 0,10	0 – 0,05	0

\* A ajustar com o valor de pH.

- A carência de cálcio ocorre, por vezes, nesta cultura, em condições de campo, estando relacionada com características varietais e condições ambientais. Doses elevadas de azoto e potássio podem agravar a situação. A aplicação de sais (de preferência cloreto) ou outras formas de cálcio por via foliar pode, em certos casos, resolver a situação. A manutenção de uma faixa adequada de pH do solo e o equilíbrio da relação Ca/Mg são fatores a ter em conta.
- Aplicar metade a um terço do azoto em fundo. O restante deverá ser aplicado em várias coberturas de acordo com o tipo de rega praticado. No caso de produções mais baixas, raramente se justificam as coberturas azotadas. No caso de cobertura do solo com plástico, aplicar em fundo até 40 % do total.

- Aplicar todo o fósforo em fundo e 25 a 40 % do potássio. O restante potássio deve ser fornecido juntamente com o azoto. Nos solos com teores elevados de fósforo e potássio, superiores a  $150 \text{ mg kg}^{-1}$ , aplicar a dose correspondente ao nível anterior, em especial no caso das produções mais elevadas e nos solos derivados de areia e/ou arenitos.
- Doses elevadas de azoto nítrico e de sulfatos podem agravar a situação de carência em molibdénio. A aplicação por via foliar, de 15 g de molibdato de sódio ou amónio por 100 L de água são normalmente suficientes nestes casos. Como prevenção poderá utilizar-se a técnica da imersão das sementes naquela solução.
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

**MILHO - DOCE**

- **Produção de referência:** 15 - 20 t/ha (grão no estado leitoso)
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,8 - 6,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mg, Zn	B, S

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

Produção esperada* t/ha	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
10 - 15	100	100	80	60	40	0	140	110	80	50	0
	150	120	100	80	60	40	170	140	110	80	50
15 - 20	150	120	100	80	60	0	170	140	110	80	0
	200	140	120	100	80	60	200	170	140	110	80
>20	200	140	120	100	80	0	200	170	140	110	0
	250	180	140	120	100	80	230	200	170	140	110

Quantidades de magnésio (Mg), zinco (Zn) e boro (B) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade *			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	40 - 60	30 - 40	20 - 30	20
Zn	4 - 8	2 - 5	1 - 3	0 - 1
B	1 - 1,5	1,0	0,5 - 1,0	0

\* A ajustar com o valor de pH.

- Utilizar, sempre que possível, adubos com enxofre, em especial nos solos com teores baixos de matéria orgânica e nos derivados de areia e/ou arenitos.
- Aplicar metade a um terço de azoto em fundo, até 50 a 70 kg/ha no máximo, e o restante em uma ou duas coberturas, devendo a primeira ter lugar com o milho Joelheiro e a segunda um pouco antes da floração (embandeiramento).
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

**MIZUNA**

- **Produção de referência:** 8 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,0

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha)

Produção esperada t/ha	N	Fósforo - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )						Potássio - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					
		≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200	≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200
7 - 10	60 - 100	120 - 140	100 - 120	80 - 100	30 - 60	20 - 40	0	120 - 140	100 - 120	80 - 100	40 - 80	20 - 40	0

- Fracionar a quantidade de azoto recomendada, aplicando metade a um terço em fundo e o restante em várias coberturas, de acordo com o tipo de rega praticado.
- As quantidades de fósforo e potássio recomendadas são para aplicar em fundo, a lanço, podendo uma parte do potássio ser aplicada em cobertura.
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

**MORANGUEIRO**

- **Produção de referência:** 30 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,8 – 6,8

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mg, Fe, Mn	-

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

Produção esperada t/ha	N	Fósforo - níveis do solo (mg kg <sup>-1</sup> )						Potássio - níveis do solo (mg kg <sup>-1</sup> )					
		≤25	26-50	51-80	81-120	121-150	151-200	≤25	26-50	51-80	81-120	121-150	151-200
25	80	110	90	70	40	0	0	140	100	80	60	40	0
30	110	130	100	80	60	40	0	180	140	120	100	60	0
35	120	150	120	90	70	50	0	220	160	140	120	80	0
40	130	160	130	100	80	60	0	220	160	140	120	80	0

Quantidades de magnésio (Mg), ferro (Fe) e manganês (Mn) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade *			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	40 – 60	30 – 40	20 – 30	20
Fe, Mn (c)	3 – 7	2 – 5	0 – 3	0 – 1

\* A ajustar com o valor de pH.

- No caso de solo nu, aplicar cerca de metade da quantidade total de azoto em fundo. No caso da cobertura do solo com filme de plástico, aplicar até 40% do azoto e o restante em várias coberturas, de acordo com o tipo de rega praticado.
- Aplicar todo o fósforo em fundo e até cerca de 40% do potássio. O restante potássio deve ser fornecido juntamente com o azoto.
- As situações de carência em ferro e/ou manganês surgem, normalmente, em solos de pH superior a 7,0 podendo as aplicações ao solo não ser eficazes. Nestes casos, recomendam-se duas a três aplicações foliares com sais (sulfatos) ou quelatos de ferro.
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

**MOSTARDA VERMELHA**

- **Produção de referência:** 8 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,0

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha)

Produção esperada t/ha	N	Fósforo - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )						Potássio - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					
		≤25	26-50	51-80	81-120	121-150	151-200	≤25	26-50	51-80	81-120	121-150	151-200
7 - 10	60	120	100	80	40	20		120	100	80	40	20	
	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0
	100	140	120	100	60	40		140	120	100	60	40	

- Fracionar a quantidade de azoto recomendada, aplicando metade a um terço em fundo e o restante em várias coberturas, de acordo com o tipo de rega praticado.
- As quantidades de fósforo e potássio recomendadas são para aplicar em fundo, a lanço, podendo uma parte do potássio ser aplicada em cobertura.

**NABO**

- **Produção de referência:** 40 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mg, B	Mn, Zn

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha)

Produção esperada t/ha	N	Fósforo - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Potássio - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
30	90	140	120	100	80	60	175	140	110	85	60
40	120	160	140	120	100	80	200	160	120	100	80
50	150	180	160	140	120	100	220	200	160	120	100
60	180	200	180	160	140	120	240	220	180	140	120
70	210	220	200	180	160	140	260	240	200	160	140

Quantidades de magnésio (Mg), boro (B), manganês (Mn) e zinco (Zn) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	40 - 60	30 - 40	20 - 30	20
B	2 - 3	1 - 1,5	1	0,5
Mn	2 - 4	1 - 2	0 - 1	0
Zn	2 - 5	1 - 3	0 - 1	0

- O azoto deverá ser fracionado, aplicando metade em fundo e o restante em duas coberturas, quando as plantas tiverem 4 a 5 folhas e no início do engrossamento da raiz. Na cultura de primavera/verão poderá ser suficiente uma cobertura.
- Nas produções inferiores a 30 t/ha, reduzir as doses de magnésio a um terço.
- Nos solos calcários a aplicação ao solo de manganês pode não ser eficaz pelo que se recomenda a aplicação foliar de sais (sulfatos) ou quelatos de manganês.
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

**PASTINACA**

- **Produção de referência:** 30 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Ca	Mg

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha)

Produção esperada t/ha	N	Fósforo – níveis do solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Potássio – níveis do solo ( $mg\ kg^{-1}$ )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
30		120	100	80	60	30	140	110	80	60	40
		-	-	-	-		-	-	-	-	
		140	120	100	80		180	140	110	80	
35	90 - 150	140	120	100	80	40	160	120	100	80	40
		-	-	-	-		-	-	-	-	
		160	140	120	100		200	160	120	100	
40		160	140	120	100	50	200	160	120	100	50
		-	-	-	-		-	-	-	-	
		180	160	140	120		220	200	160	120	

Quantidades de magnésio (Mg) e Boro recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	40 – 60	30 – 40	20 – 30	20
B	2,0 – 3,0	1,0 – 1,5	1,0	0,5

- Doses elevadas de azoto e potássio podem agravar situações de possível carência de cálcio que pode ocorrer, por vezes, em situações de campo. A manutenção de uma faixa adequada de pH do solo e o equilíbrio da relação Ca/Mg são fundamentais.
- A aplicação do azoto deverá ser fracionada, aplicando cerca de metade a um terço em fundo e o restante em várias coberturas, de acordo com o tipo de rega praticado.
- As quantidades de fósforo e de magnésio recomendadas, bem como 25 a 40% das de potássio, são para aplicar em fundo, a lanço, sendo uma parte aplicada de forma localizada. O restante potássio deve ser aplicado em cobertura, juntamente com o azoto.

**PEPINO**

- **Produção de referência:** 25 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,5 – 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	-	Mg

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

Produção esperada t/ha	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )						Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					
		≤25	26 50	51 80	81 120	121 150	151 200	≤25	26 50	51 80	81 120	121 150	151 200
20	70	120	80	60	40	0	0	140	100	80	60	40	0
25	90	160	120	80	60	40	0	160	140	120	100	60	0
35	135	220	160	120	80	60	0	220	160	140	120	80	0

Quantidades de magnésio (Mg) e molibdênio (Mo) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	30 – 40	20 – 30	10	0

- Usar metade a um terço do azoto em fundo. O restante deverá ser aplicado em uma ou duas coberturas. No caso de produções mais baixas raramente se justificam as coberturas azotadas.
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

**PIMENTO**

- **Produção de referência:** 50 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 – 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Ca, Mg	-

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

Produção esperada (t/ha)	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
10	50	75	50	25	20	0	140	115	90	70	40
15	75	100	75	50	30	20	170	150	125	100	65
20	100	125	100	75	60	40	200	180	150	120	75
30	125	150	125	100	80	50	180	150	125	100	65
40	150	180	150	125	100	65	200	180	150	120	75
50	175	220	180	150	120	75	220	200	170	140	90
60	180	225	185	155	125	80	230	210	180	150	100
70	180	230	190	160	130	80	230	220	190	150	100

Quantidades de magnésio (Mg) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	40 – 60	30 – 40	20 – 30	20

- A carência de cálcio ocorre, por vezes, nesta cultura, em condições de campo, estando relacionada com características varietais e condições ambientais. Doses elevadas de azoto e potássio podem agravar a situação. A aplicação de sais (de preferência cloreto) ou outras formas de cálcio por via foliar pode, em certos casos, resolver a situação. A manutenção de uma faixa adequada de pH do solo e o equilíbrio da relação Ca/Mg são fatores a ter em consideração.

- A aplicação do azoto deverá ser fracionada, aplicando cerca de metade a um terço em fundo e o restante em uma ou duas coberturas, a primeira no início da floração e a segunda no início de maturação dos primeiros frutos. A eficiência do azoto depende muito do tipo de rega e natureza do solo.
- Diminuir as doses recomendadas de magnésio no caso das produções mais baixas. Ter em atenção os desequilíbrios provocados por doses elevadas de potássio.
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

**RABANETE**

- **Produção de referência:** 30 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Ca	Mg

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

Produção esperada t/ha	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					
		≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200	≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	
20		100	80	60	40	20	120	80	60	40	40	
		-	-	-	-		-	-	-	-		-
		120	100	80	60		150	120	80	60		
30	80 - 100	120	100	80	60	30	140	100	80	60	60	
		-	-	-	-		-	-	-	-		-
		140	120	100	80		175	140	100	80		
40		140	120	100	80	40	160	120	100	80	80	
		-	-	-	-		-	-	-	-		-
		160	140	120	100		180	160	120	100		

Quantidades de magnésio (Mg) e boro (B) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade*			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	40 – 60	30 – 40	20 – 30	20
B	2,0 – 3,0	1,0 – 1,5	1,0	0,5

- A carência de cálcio ocorre, por vezes, nesta cultura, em condições de campo, estando relacionada com características varietais e condições ambientais. Doses elevadas de azoto e potássio podem agravar a situação. A aplicação de sais (de preferência cloreto) ou outras formas de cálcio por via foliar pode, em certos casos, resolver a situação. A manutenção de uma faixa adequada de pH do solo e o equilíbrio da relação Ca/Mg são fatores fundamentais.
- Fracionar a quantidade de azoto recomendada, aplicando metade a um terço em fundo e o restante em duas coberturas, quando as plantas tiverem 4 a 5 folhas e ao engrossamento da raiz. Na cultura de primavera/verão poderá ser suficiente uma cobertura.

- As quantidades de fósforo, potássio e magnésio recomendadas são para aplicar em fundo, a lanço, sendo uma parte aplicada de forma localizada. Nos casos das classes de fertilidade mais baixas, parte do potássio e do magnésio poderá ser aplicada em cobertura.
- No caso de produções esperadas inferiores a 20 t/ha, reduzir as doses de magnésio a um terço.
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

## RÚCULA

- Produção de referência: 8 t/ha
- Faixa de pH mais favorável: 6,0 – 7,0

Azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendados (kg/ha)

Produção esperada t/ha	N	Fósforo - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )						Potássio - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					
		≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200	≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	≤25	26 - 50
7 - 10	60	120	100	80	30	20	0	120	100	80	30	20	0
	- 100	- 140	- 120	- 100	- 60	- 40		- 140	- 120	- 100	- 60	- 40	

- Fracionar a quantidade de azoto recomendada, aplicando metade a um terço em fundo e o restante em várias coberturas, de acordo com o tipo de rega praticado.
- As quantidades de fósforo e potássio recomendadas são para aplicar em fundo, a lanço, podendo uma parte do potássio ser aplicada em cobertura.
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.

**TOMATE**

- Produção de referência: 80 t/ha
- Faixa de pH mais favorável: 5,8- 7,0

	Alta	-----
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Ca, Mg	-

Azoto (N), fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e potássio (K<sub>2</sub>O) recomendados (kg/ha)

Produção esperada t/ha	N	Fósforo - níveis do solo (mg kg <sup>-1</sup> )						Potássio - níveis do solo (mg kg <sup>-1</sup> )					
		≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200	≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200
50	135	170	130	100	90	55	0	180	150	120	90	60	0
60	160	190	140	110	90	70	55	210	175	140	100	70	60
70	180	200	160	130	110	80	70	240	200	160	110	80	70
80	200	220	180	150	120	90	80	260	220	180	130	100	80
90	220	240	200	170	140	100	90	280	240	200	150	120	100
100	240	250	210	180	150	110	100	290	250	210	160	130	120
120	280	260	220	190	160	120	110	300	260	220	170	140	130

Quantidades de magnésio (Mg) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	40 - 60	30 - 40	20 - 30	20

- A carência de cálcio ocorre, por vezes, nesta cultura, em condições de campo, estando relacionada com características varietais e condições ambientais. Doses elevadas de azoto e potássio podem agravar a situação. A aplicação de sais (de preferência cloreto) ou outras formas de cálcio por via foliar pode, em certos casos, resolver a situação. A manutenção de uma faixa adequada de pH do solo e o equilíbrio da relação Ca/Mg são fatores a ter em consideração.
- A aplicação do azoto deverá ser fracionada, aplicando cerca de metade a um terço em fundo e o restante em uma ou duas coberturas, a primeira no início da floração e a segunda no início de maturação dos primeiros

frutos. A eficiência do azoto depende muito do tipo de rega e natureza do solo.

- No caso da **colheita mecânica** não aplicar mais que 120/130 kg de N/ha, que deverá ser todo aplicado até ao início do engrossamento do fruto.
- Diminuir as doses de potássio recomendadas no caso das produções mais baixas e nos solos com níveis de potássio de 151 – 200 mg.kg<sup>-1</sup>. Ter em atenção os desequilíbrios provocados por doses elevadas de potássio.
- Se os fertilizantes forem aplicados através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25% a 30%.



## 7.5 CULTURAS HORTÍCOLAS IV GAMA

### ACELGA VERMELHA

- **Produção de referência:** 10 - 13 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 - 7,0

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha)

Fase	N	Fósforo - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )			Potássio - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )		
		≤50	51 - 200	>200	≤50	51 - 200	>200
1º corte	60 - 90	40 - 60	20 - 60	10 - 30	90	70	30
Cortes seguintes	30 - 60	20 - 40	10 - 30	0 - 20	45	35	15

- Anualmente as quantidades máximas recomendadas são 450 kg/ha de azoto (N), 350 kg/ha de fósforo ( $P_2O_5$ ) e 600 kg/ha de potássio ( $K_2O$ ).
- No outono-inverno a quantidade máxima de azoto em cada aplicação não deverá ser superior a 30 kg/ha.

### ALFACE

- **Produção de referência:** 26 - 38 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,5 - 7,5

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha)

Fase	N	Fósforo - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )			Potássio - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )		
		≤50	51 - 200	>200	≤50	51 - 200	>200
Corte único	110 - 140	90 - 120	70 - 100	30 - 50	220	150	80

- Anualmente as quantidades máximas recomendadas são 450 kg/ha de azoto (N), 350 kg/ha de fósforo ( $P_2O_5$ ) e 600 kg/ha de potássio ( $K_2O$ ).
- O fracionamento do azoto é obrigatório sempre que a quantidade a aplicar é superior a 100 kg/ha.
- No outono-inverno a quantidade máxima de azoto em cada aplicação não deverá ser superior a 30 kg/ha.

**ALFACE “BABY LEAF”**

- **Produção de referência:** 9 - 14 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,5 - 7,5

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha)

Fase	N	Fósforo - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )			Potássio - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )		
		≤50	51-200	>200	≤50	51-200	>200
1º corte	25 - 45	10 - 15	5 - 10	0 - 5	45	20	10
Cortes seguintes	15 - 35	5 - 10	2,5 - 7,5	0 - 5	22	10	5

- Anualmente as quantidades máximas recomendadas são 450 kg/ha de azoto, 350 kg/ha de fósforo e 600 kg/ha de potássio.
- No outono-inverno a quantidade máxima de azoto em cada aplicação não deverá ser superior a 30 kg/ha.

**BRÁSSICAS (folhas e caules): Tatsoi, Mizuna, Mostarda vermelha**

- **Produção de referência:** 8 - 12 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 - 7,0

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha)

Fase	N	Fósforo - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )			Potássio - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )		
		≤50	51 - 200	>200	≤50	51 - 200	>200
1º corte	40 - 60	12 - 17	10 - 15	5 - 10	50	30	10
Cortes seguintes	20 - 40	6 - 11	5 - 10	0 - 5	25	15	5

- Anualmente as quantidades máximas recomendadas são 450 kg/ha de azoto, 350 kg/ha de fósforo e 600 kg/ha de potássio.
- No outono-inverno a quantidade máxima de azoto em cada aplicação não deverá ser superior a 30 kg/ha.

**CANÓNIGOS**

- **Produção de referência:** 8 - 10 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,0

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha)

Fase	N	Fósforo - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )			Potássio - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )		
		≤50	51 - 200	>200	≤50	51 - 200	>200
Corte único	40 - 60	15 - 20	10 - 15	5 - 10	50	30	10

- Anualmente as quantidades máximas recomendadas são 450 kg/ha de azoto, 350 kg/ha de fósforo e 600 kg/ha de potássio.
- No outono-inverno a quantidade máxima de azoto em cada aplicação não deverá ser superior a 30 kg/ha.

**CHICÓRIA “BABY LEAF”**

- **Produção de referência:** 10 - 14 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,0

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha)

Fase	N	Fósforo - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )			Potássio - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )		
		≤50	51 - 200	>200	≤50	51 - 200	>200
1º corte	60 - 100	40 - 60	20 - 40	10 - 30	90	50	30
Cortes seguintes	40 - 80	20 - 40	10 - 30	0 - 20	45	25	15

- Anualmente as quantidades máximas recomendadas são 450 kg/ha de azoto, 350 kg/ha de fósforo e 600 kg/ha de potássio.
- No outono-inverno a quantidade máxima de azoto em cada aplicação não deverá ser superior a 30 kg/ha.

**ESPINAFRE “BABY LEAF”**

- **Produção de referência:** 4 - 8 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 - 7,0

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha)

Fase	N	Fósforo - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )			Potássio - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )		
		≤50	51-200	>200	≤50	51 - 200	>200
1º corte	25 - 35	15 - 20	10 - 15	5 - 10	65	40	20
Cortes seguintes	15 - 25	7,5 - 12,5	5 - 10	0 - 5	32,5	20	10

- Anualmente as quantidades máximas recomendadas são 450 kg/ha de azoto, 350 kg/ha de fósforo e 600 kg/ha de potássio.
- No outono-inverno a quantidade máxima de azoto em cada aplicação não deverá ser superior a 30 kg/ha.

**RÚCULA**

- **Produção de referência:** 5 - 10 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 - 7,0

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha)

Fase	N	Fósforo - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )			Potássio - níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )		
		≤50	51 - 200	>200	≤50	51 - 200	>200
1º corte	40 - 60	12 - 17	10 - 15	5 - 10	50	30	10
Cortes seguintes	15 - 35	6 - 11	5 - 10	0 - 10	25	15	5

- Anualmente as quantidades máximas recomendadas são 450 kg/ha de azoto, 350 kg/ha de fósforo e 600 kg/ha de potássio.
- No outono-inverno a quantidade máxima de azoto em cada aplicação não deverá ser superior a 30 kg/ha.





## 7.6 CULTURAS AROMÁTICAS E MEDICINAIS

### AÇAFRÃO

- **Produção de referência:** 100 kg/ha de estigmas frescos
- **Número previsto de colheitas /cortes anuais:**1

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/1000 m<sup>2</sup>)

Produção esperada kg/1000 m <sup>2</sup>	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
<b>INSTALAÇÃO</b>											
	4 - 5	13 - 16	10 - 13	8 - 10	4 - 5	0 - 3	14 - 18	12 - 14	10 - 12	4 - 10	0 - 4
<b>MANUTENÇÃO (2º ANO)</b>											
7,5 - 10	4 - 5	7,5 - 10	6,5 - 7,5	5	2,5 - 3,5	0 - 1,5	10 - 12	8 - 10	5 - 8	2 - 6	0 - 2

### ALECRIM

- **Produção de referência:** 20 t/ha de matéria verde
- **Número previsto de colheitas /cortes/ano:** 1
- **Faixa de pH mais favorável:** 4,5 – 8,7

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/1000 m<sup>2</sup>)

Produção esperada kg/1000 m <sup>2</sup>	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
2000 - 2500	6 - 7	4 - 5	3 - 4	3	1,5 - 2	0 - 1	12 - 16	10 - 12	6 - 10	3 - 8	0 - 3

**ALFAZEMA**

- **Produção de referência:** 3 t/ha de matéria verde (hastes florais)
- **Número previsto de colheitas /cortes/ano:** 1
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,8 – 8,3

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/1000 m<sup>2</sup>)

Produção esperada kg/1000 m <sup>2</sup>	N	Fósforo - níveis no solo (mg.kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg.kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
200 - 400	4,5 - 6	4,5 - 6	3,5 - 4,5	3	1,5 - 2	0 - 1	8 - 10	7 - 8	4 - 7	2 - 5	0 - 2

**ANETO**

- **Produção de referência:** 18 t/ha matéria verde
- **Número previsto de colheitas /cortes/ano:** 2
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 – 6,5

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/1000 m<sup>2</sup>)

Produção esperada kg/1000 m <sup>2</sup>	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
1800 - 2100	6 - 8	4 - 5	3 - 4	3	1 - 2	0 - 1	12 - 15	10 - 12	6 - 10	3 - 8	0 - 3

**CAMOMILA**

- **Produção de referência:** 25 t/ha de matéria verde (produção de flores aproximadamente 30%)
- **Número previsto de colheitas /cortes/ano:** 1
- **Faixa de pH mais favorável:** 4,8 – 8,3

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/1000 m<sup>2</sup>)

Produção esperada kg/1000 m <sup>2</sup>	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
2500 - 3000	5 - 6	4 - 5	2,5 - 4	2,5	1 - 2	0 - 1	11 - 13	9 - 11	5 - 9	3 - 7	0 - 3

**CEBOLINHO**

- **Produção de referência:** 12 t/ha de matéria verde
- **Número previsto de colheitas /cortes/ano:** 4
- **Faixa de pH mais favorável:** 6 - 7

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/1000 m<sup>2</sup>)

Produção esperada kg/1000 m <sup>2</sup>	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
800 - 1200	5 - 7	3 - 4	2,5 - 3	2	1 - 1,5	0 - 1	10 - 12	8 - 10	5 - 8	2,5 - 6,5	0 - 2,5

**CIDREIRA**

- **Produção de referência:** 30 t/ha de matéria verde
- **Número previsto de colheitas /cortes/ano:** 2
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,0 - 7,5

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/1000 m<sup>2</sup>)

Produção esperada kg/1000 m <sup>2</sup>	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
2000 - 3000	9 - 11	6 - 8	5 - 6	4	2 - 3	0 - 2	14 - 18	12 - 14	7 - 12	4 - 10	0 - 4

**COENTRO**

- **Produção de referência:** 20 t/ha de matéria verde
- **Número previsto de colheitas /cortes/ano:** 2
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Ca	-

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/1000 m<sup>2</sup>)

Produção esperada kg/1000 m <sup>2</sup>	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
2000 - 3000	8 - 10	13 - 16	10-13	8-10	5 - 8	4	16-20	12-16	10-12	7-10	4

**ERVA-PRÍNCIPE**

- **Produção de referência:** 15 t/ha de matéria verde
- **Número previsto de colheitas /cortes/ano:** 4
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,0 – 8,4

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/1000 m<sup>2</sup>)

Produção esperada kg/1000 m <sup>2</sup>	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
1500-2000	6 - 9	10-12	7,5 - 9	6	3 - 4	3	6 - 7,5	5 - 6	3 - 5	1,5 - 4	1,5

**ESTÉVIA**

- **Produção de referência:** 12 t/ha de matéria verde
- **Número previsto de colheitas /cortes/ano:** 1
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,5 – 7,5

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/1000 m<sup>2</sup>)

Produção esperada kg/1000 m <sup>2</sup>	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
1200 -1800	6 - 9	9 -12	7,5 - 9	6	3 - 4	3	8 -11	7 - 8	4 - 7	2 - 6	2

**ESTRAGÃO**

- **Produção de referência:** 20 t/ha de matéria verde
- **Número previsto de colheitas /cortes/ano:** 2
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,0 – 7,5

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/m<sup>2</sup>)

Produção esperada kg/1000 m <sup>2</sup>	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
2000-2500	8 - 10	12 -16	10-12	8	4 - 6	0 - 2	14 -18	12-14	10 -12	4 - 9	0 - 4

**FUNCHO DOCE E AMARGO**

- **Produção de referência:** 15 t/ha de matéria verde (1,5 a 2 t/ha de frutos secos)
- **Número previsto de colheitas /cortes/ano:** 2 a 3
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 – 6,8

Produção esperada kg/1000 m <sup>2</sup>	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
1500-2000	6 - 8	8 - 10	6,5-7,5	5	2,5 - 3,5	0 - 2,5	14 - 18	12 - 14	7 - 12	4 - 10	0 - 4

**HISSOPO**

- **Produção de referência:** 20 t/ha de matéria verde
- **Número previsto de colheitas /cortes/ano:** 2
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,0 – 7,5

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/1000 m<sup>2</sup>)

Produção esperada kg/1000 m <sup>2</sup>	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
1500-2000	6 - 8	5 - 6	4 - 5	3	1,5 - 2	0 - 1	10-15	10-12	8 - 10	3 - 8	0 - 3

**HORTELÃS (MENTAS)**

- **Produção de referência:** 30 t/ha de matéria verde
- **Número previsto de colheitas /cortes/ano:** 2 a 3
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 – 7,5

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/1000 m<sup>2</sup>)

Produção esperada kg/1000 m <sup>2</sup>	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
2000-3000	9-11	10-12	8-9	6	3-4	0-2	28-36	24-28	15-24	7-19	0-7

**LOUREIRO**

- **Produção de referência:** 8 t/ha de matéria verde
- **Número previsto de colheitas /cortes/ano:** várias
- **Faixa de pH mais favorável:** 4,5 – 8,3

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/1000 m<sup>2</sup>)

Produção esperada kg/1000 m <sup>2</sup>	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
800 - 1200	5 - 7	5-6	4 - 4,5	3	1,5-2,0	0 - 1	10-12	8-10	5 - 8	2 - 6	0 - 2

**LÚCIA-LIMA**

- **Produção de referência:** 20 t/ha de matéria verde
- **Número previsto de colheitas /cortes/ano:** 2
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,5

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/1000 m<sup>2</sup>)

Produção esperada kg/1000 m <sup>2</sup>	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
2000-2500	9 - 12	6 - 8	5 - 6	4	2 - 3	0 - 1	13-16	11-13	7 - 11	3 - 8	0 - 3

**MANJERICÃO**

- **Produção de referência:** 30 t/ha de matéria verde
- **Número previsto de colheitas /cortes/ano:** 2
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,5 – 7,0

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/1000 m<sup>2</sup>)

Produção esperada kg/1000 m <sup>2</sup>	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
2500-3000	8 - 10	4,5 - 6	4 - 4,5	3	1,5 - 2	0 - 1	13-16	11-13	7 - 11	3 - 8	0 - 3

**MANJERONA**

- **Produção de referência:** 20 t/ha de matéria verde
- **Número previsto de colheitas /cortes/ano:** 1 a 2
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 8,0

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/1000 m<sup>2</sup>)

Produção esperada kg/1000 m <sup>2</sup>	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
1500 - 2000	8 - 9	5 - 6	4 - 4,5	3	1,5 - 2	0 - 1	12-15	10-12	6 - 10	3 - 8	0 - 3

**OREGÃO**

- **Produção de referência:** 20 t/ha de matéria verde
- **Número previsto de colheitas /cortes/ano:** 2
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 8,0

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/1000 m<sup>2</sup>)

Produção esperada kg/1000 m <sup>2</sup>	N	Fósforo - níveis no solo (mg.kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg.kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
1500 - 2000	8 - 9	5 - 6	4 - 4,5	3	1,5 - 2	0 - 1	12 - 15	10 - 12	6 - 10	3 - 8	0 - 3

**SABUGUEIRO**

- **Produção de referência:** 4 t/ha de baga
- **Número previsto de colheitas /cortes/ano:** 1
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 – 6,5

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/1000 m<sup>2</sup>)

Produção esperada kg/1000 m <sup>2</sup>	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
300 - 400	5 - 6	3 - 4	2,5 - 3	2	1 - 1,5	0 - 10	7 - 9	6 - 7	4 - 6	2 - 5	0 - 2

**SALSA**

- **Produção de referência:** 20 t/ha de matéria verde
- **Número previsto de colheitas /cortes/ano:** 5
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Ca	-

Azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendados (kg/ kg/1000 m<sup>2</sup>)

Produção esperada kg/1000 m <sup>2</sup>	N	Fósforo - níveis no solo (mg.kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg.kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
2000-3000	8-10	13-16	10-13	8-10	5-8	4	16-20	12-16	10-12	7-10	4

- Fracionar o azoto, aplicando metade a um terço em fundo e o restante em várias coberturas, de acordo com o tipo de rega praticado.
- As quantidades de fósforo e potássio indicadas são para aplicar em fundo, a lanço. No caso das classes de fertilidade mais baixas, parte do potássio pode ser aplicado em cobertura, tendo em atenção os desequilíbrios que pode provocar.

**SALVA**

- **Produção de referência:** 20 t/ha de matéria verde
- **Número previsto de colheitas /cortes/ano:** 2
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,5 – 8,5

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/1000 m<sup>2</sup>)

Produção esperada kg/1000 m <sup>2</sup>	N	Fósforo - níveis no solo (mg.kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg.kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
2000-3000	11-12	6-7	5-6	4	2-3	0-1	12-15	10-12	6-10	3-8	0-3

**SEGURELHA**

- **Produção de referência:** 15 t/ha de matéria verde
- **Número previsto de colheitas /cortes/ano:** 1
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,5 – 8,5

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/1000 m<sup>2</sup>)

Produção esperada kg/1000 m <sup>2</sup>	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
1200 -1500	6 - 8	8-10	6,5- 7,5	5	2,5- 3,5	0 - 1,5	10-15	8 - 10	5 - 8	1,5- 4	0- 1,5

**TOMILHOS**

- **Produção de referência:** 15 t/ha de matéria verde
- **Número previsto de colheitas /cortes/ano:** 2
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,0 – 8,0

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/1000 m<sup>2</sup>)

Produção esperada kg/1000 m <sup>2</sup>	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
1000 -1500	5 - 7	5 - 6	4 - 4,5	3	1,5 - 2	0 - 1,5	12 - 15	10-12	6 - 10	3 - 8	0 - 3

**OUTRAS PLANTAS AROMÁTICAS E MEDICINAIS**

- **Produção de referência:** 5 t/ha de matéria verde
- **Número previsto de colheitas /cortes/ano:** variável
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 – 7,0

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/1000 m<sup>2</sup>)

Produção esperada kg/1000 m <sup>2</sup>	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
		≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200
≤500	4	2,5 - 3	2 - 2,5	1,5	0,5 - 1	0-0,5	7 - 9	6 - 7	4 - 6	2 - 5	0 - 2

**Para todas as culturas aromáticas e medicinais:**

- Se os fertilizantes forem aplicados de forma localizada, reduzir a um terço as quantidades de nutrientes recomendadas.
- Para produções sistematicamente inferiores às indicadas, as recomendações de fertilização deverão ser reduzidas proporcionalmente.
- Para produções sistematicamente superiores às recomendações de fertilização poderão ser aumentadas até 10%.
- Quantidades máximas de nutrientes a aplicar:
  - 12 kg/ 1000 m<sup>2</sup> de azoto (N) distribuído ao fecho do sulco e após o primeiro corte;
  - 10 kg/ 1000 m<sup>2</sup> de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) distribuído em pré-sementeira ou pré-transplantação;
  - 16 kg/ 1000 m<sup>2</sup> de potássio (K<sub>2</sub>O) distribuído em pré-sementeira ou pré-transplantação;
  - 1 – 3 kg /1000 m<sup>2</sup> de magnésio (Mg).
- Em solos de textura grosseira, não aplicar mais de 12 kg/1000 m<sup>2</sup> de K<sub>2</sub>O à plantação. Caso a quantidade recomendada seja superior, aplicar o restante após a plantação.
- Na instalação das culturas deve preferir-se a aplicação de azoto em formas orgânicas.
- Após a plantação a aplicação de azoto deverá ser efetuada em cobertura nas jovens plantas.
- A aplicação de azoto poderá ser efetuada na primavera/verão ou após cada corte.
- Cada aplicação de azoto não deverá ser superior a 6 kg/1000 m<sup>2</sup>.
- Se o objetivo for a produção de semente, aplicar cerca de dois terços da quantidade de azoto recomendada.
- Nos solos com teores baixos ou muito baixos de matéria orgânica, poderão ser aplicadas 2000 a 3000 kg/1000 m<sup>2</sup> de estrume de bovino ou equivalente na fase de preparação do solo antes da plantação.
- Nas culturas plurianuais, instaladas sem fertirrega, o potássio, o fósforo e o magnésio deverão ser aplicados na primavera antes do início da vegetação.
- O magnésio poderá ser aplicado em solos ácidos através dos corretivos alcalinizantes ou através de sais como o sulfato de magnésio, sais duplos de potássio e magnésio, etc..
- A aplicação de potássio na forma de cloreto não é recomendada em culturas cujo objetivo é a obtenção de essências, como a alfazema.



## 7.7. CULTURAS ORNAMENTAIS (AR LIVRE)

### AZÁLEAS, RODODENDROS, CAMELEIRAS E HORTÊNSIAS

- **Faixa de pH mais favorável:** 5,0 – 5,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Fe, Mn	Zn

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/100 m<sup>2</sup>)

N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )						Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					
	≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200	≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200
0,50 - 1,00	1,2	1,0	0,6	0,4	0,2	0	1,2	1,0	0,8	0,4	0,2	0

Quantidades de magnésio (Mg), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) recomendadas (kg/100 m<sup>2</sup>)

Nutriente	Classes de fertilidade *			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	0,20	0,10	0	0
Fe, Mn	3 – 7	2 – 5	0 – 3	0 – 1
Zn	2 – 5	2 – 3	1 – 2	0

\*A ajustar com o valor de pH.

- São plantas sensíveis a valores de pH superiores a 6,5. As hortênsias poderão, neste caso, apresentar um desenvolvimento vegetativo adequado, mas apresentando as flores com cores alteradas, geralmente de tom rosa. Para baixar o valor do pH, incorporar, com uma ligeira cava, 50 g/m<sup>2</sup> de enxofre à volta do caule. No caso dos arbustos com grande expressão vegetativa, aplicar o enxofre na área de projeção da copa.
- O azoto deve ser aplicado de forma fracionada, metade antes do início do rebentamento e o restante em maio/junho. No caso da utilização de adubos elementares, utilizar, de preferência, sulfato de amônio, que deverá ser espalhado à volta do caule das plantas. Utilizar as doses mais elevadas nas espécies de maior crescimento.

- Aplicar o fósforo e o potássio antes da plantação. Nos outros casos, poderão ser incorporados juntamente com o azoto, num raio de 30/40 cm, evitando o contacto com o caule. A aplicação de 5 g naquela área corresponde, aproximadamente, a 1 kg/100 m<sup>2</sup>. No caso dos arbustos com grande expressão vegetativa aplicar as doses mais elevadas na área de projeção dos ramos.
- As situações de carência de ferro, manganês e zinco surgem, normalmente, em solos de pH superior a 7,0. Nestes casos, recomendam-se duas a três aplicações foliares com sais (sulfatos) ou quelatos de ferro, manganês ou zinco.

**OUTROS ARBUSTOS ORNAMENTAIS E ÁRVORES DE SOMBRA** (buxo, cevadilha, eufórbia, glicínea, grevília, hibiscus, ligustro, madressilva, mimosa, olaia, plátano, robínia)

- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 – 7,0
- Recomendações a considerar só durante os primeiros anos das árvores de sombra

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mg	-

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/100 m<sup>2</sup>)

N	Fósforo – níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )						Potássio – níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					
	≤25	26 50	51 80	81 120	121 150	151 200	≤25	26 50	51 80	81 120	121 150	151 200
0,8 - 1,3	1,2	1,0	0,8	0,4	0,2	0	1,2	1,0	0,8	0,4	0,2	0

Quantidades de magnésio (Mg) recomendadas (kg/100 m<sup>2</sup>)

Nutriente	Classes de fertilidade			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	0,40 – 0,60	0,30 – 0,40	0,20 – 0,30	0,20

- Para arbustos com menos de 2 m de altura reduzir as quantidades indicadas a cerca de um terço, aumentando-as mais ou menos proporcionalmente de acordo com o crescimento das espécies.
- Aplicar o azoto de forma repartida em uma ou duas aplicações, a primeira das quais antes do início de crescimento e segunda em maio/junho. O adubo deve ser incorporado na área de projeção da copa. Utilizar as doses mais elevadas nas espécies de maior crescimento.
- Aplicar o fósforo e potássio antes da plantação. Nos outros casos, poderão ser incorporados juntamente com o azoto, na área de projeção da copa, evitando o contacto com o caule. A aplicação de 5 g corresponde, aproximadamente, a 1 kg/100 m<sup>2</sup>. No caso dos arbustos com grande expressão vegetativa, aplicar as doses mais elevadas na área de projeção dos ramos.

**BOLBOSAS DE JARDIM** (açucena, agapanto, amarílis, begônia, coroa imperial, dália e gladiolo)

- Faixa de pH mais favorável: 6,0 – 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	S	Mg

Quantidades de azoto (N), fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e potássio (K<sub>2</sub>O) recomendadas (kg/100 m<sup>2</sup>)

N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )						Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					
	≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200	≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200
0,8 - 1,2	1,20	1,00	0,80	0,60	0,4	0	1,20	1,00	0,80	0,60	0,40	0

Quantidades de magnésio (Mg) recomendadas (kg/100 m<sup>2</sup>)

Nutriente	Classes de fertilidade			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	0,30 - 0,40	0,20 - 0,30	0,10	0

- Utilizar, sempre que possível, fertilizantes com enxofre, em especial nos solos com teores baixos de matéria orgânica e nos derivados de areia e/ou arenitos.
- No caso das bolbosas anuais de primavera, aplicar metade a um terço do azoto antes da plantação dos bolbos e o restante em cobertura, quando as plantas tiverem 5 a 10 cm de altura. Nas restantes, e em especial nas de maior desenvolvimento vegetativo, utilizar duas coberturas.
- O fósforo e potássio deverão ser incorporados antes da plantação. Nos casos das doses mais elevadas, o potássio poderá ser fracionado, aplicando-se cerca de metade juntamente com a(s) cobertura(s) azotada(s), em especial nos casos de fertirrega.

**OUTRAS FLORES DE JARDIM** (amor-perfeito, boca-de-lobo, cravo túnico, crisântemo, margarida, petúnia, sécia, verbena e zínia)

- **Faixa de pH mais favorável:** 5,6 – 7,0

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/100 m<sup>2</sup>)

N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )						Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					
	≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200	≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200
0,6 a 1,0	1,0	0,8	0,6	0,4	0,3	0,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,3	0,2

Quantidades de magnésio (Mg) recomendadas (kg/100 m<sup>2</sup>)

Nutriente	Classes de fertilidade			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	0,20	0,10	0	0

- Aplicar um quarto a metade do azoto antes da plantação (no caso de sementeiras em local definitivo aplicar um quarto) e o restante em duas ou três coberturas, a primeira das quais deverá ter lugar três a quatro semanas após a plantação ou sementeira.
- O fósforo e o potássio deverão ser incorporados antes da sementeira ou plantação. No caso das doses mais elevadas, o potássio poderá ser fracionado, incorporando metade em cobertura, juntamente com o azoto, em especial nos solos derivados de areia e/ou arenitos.

## RELVADOS

- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 6,5 (para as misturas de espécies ou variedades mais frequentes)

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/100 m<sup>2</sup>)

	N	Fósforo - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )						Potássio - níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					
		≤25	26 50	51 80	81 120	121 150	151 200	≤25	26 50	51 80	81 120	121 150	151 200
<b>INSTALAÇÃO E 1º ANO</b>													
	1,5 - 2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8
<b>MANUTENÇÃO ANUAL (2º OU MAIS ANOS)</b>													
Outono/ inverno	1,2 - 1,6	1,2	1,0	0,8	0,6	0,5	0,5	1,2	1,0	0,8	0,6	0,5	0,3
Primavera/ verão	1,8 - 2,4	1,8	1,6	1,2	0,8	0,6	0,5	1,8	1,6	1,2	0,8	0,6	0,4

- Aplicar as doses mais elevadas de azoto após o corte, em relvados com remoção total de erva. Caso não haja remoção total da erva, diminuir, no ano seguinte, as doses de azoto e potássio em 10 a 20 %. Solos de textura mais fina e com rega controlada precisam de menos azoto.
- Fracionar o azoto, aplicando antes da sementeira cerca de 0,5 kg/100 m<sup>2</sup>. O restante deverá ser aplicado em intervalos de 6 a 8 semanas, de acordo com os crescimentos obtidos. O fósforo e potássio deverão ser incorporados juntamente com o azoto, antes da sementeira, até à profundidade de 10 a 15 cm.
- O fósforo e o potássio poderão ser fracionados em duas aplicações, sendo a 1.<sup>a</sup> no início da primavera. Aplicar os adubos de cobertura com as plantas secas, regando de seguida.
- Nas espécies com crescimentos no outono/inverno, poderão ser suficientes apenas uma ou duas aplicações de azoto neste período, a primeira das quais deverá ser efetuada em setembro/outubro (não mais que 0,3 kg/ha) e a segunda em janeiro/fevereiro. Se se tratar de espécies que entram em dormência, ou de fraco crescimento no verão, não deverá ser aplicado azoto nesse período.
- Nas espécies com crescimentos na primavera/verão, fracionar o azoto, em três ou quatro aplicações. A primeira deverá ser efetuada em março/abril e a última cerca de oito semanas antes da paragem de crescimento invernal.

## ROSEIRA

Faixa de pH mais favorável: 6,0 – 7,0	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mg	-

Quantidades de azoto (N), fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e potássio (K<sub>2</sub>O) recomendadas (kg/100 m<sup>2</sup>)

N	Fósforo - níveis do solo (mg.kg <sup>-1</sup> )						Potássio - níveis do solo (mg.kg <sup>-1</sup> )					
	≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200	≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200
<b>INSTALAÇÃO e 1º ANO</b>												
0,6 - 1,0	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	1,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,3
<b>MANUTENÇÃO ANUAL (2º OU MAIS ANOS)</b>												
1,2 - 1,8	1,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,3	1,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,3

Quantidades de magnésio (Mg) recomendadas (kg/100 m<sup>2</sup>)

Nutriente	Classes de fertilidade			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	0,40 – 0,60	0,30 – 0,40	0,20 – 0,30	0,20

- Em caso de necessidade de correção da acidez do solo, o calcário poderá ser aplicado num raio de 30 a 40 cm a partir da planta. A aplicação de 50g naquela área corresponde, aproximadamente, à aplicação de 10 kg/100 m<sup>2</sup>.
- Aplicar um quarto a um terço do azoto antes da plantação e o restante em duas ou três coberturas, a primeira das quais deverá ter lugar três a quatro semanas após a plantação. Solos de textura mais fina e com rega controlada precisam de menos azoto.
- Fracionar o azoto em duas ou três aplicações. A primeira deverá ser efetuada antes do início do rebentamento (fevereiro/março) e a última cerca de oito semanas antes da paragem de crescimento. Nas zonas mais quentes, ter em atenção a paragem de crescimento estival, suspendendo a aplicação de azoto. Utilizar as doses mais elevadas nas espécies de maior expansão vegetativa. Aplicar os adubos num raio de 30-40 cm a partir da planta, evitando o contacto direto com o caule.
- O fósforo deverá ser incorporado antes do início dos novos crescimentos.
- O fósforo e o potássio deverão ser incorporados antes da plantação. No caso das doses mais elevadas de potássio, este poderá ser fracionado, aplicando-se cerca de metade juntamente com as coberturas azotadas.



## 7.8 CULTURAS PROTEGIDAS

### ABOBORINHA (COURGETTE)

- **Produção de referência:** 40 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,5 - 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Ca, Mg, B	-

### Fertilização de instalação

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (MgO) recomendadas ( $g/m^2$ )

Nutrientes	Produção esperada t/ha	Classes de fertilidade				
		Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Azoto (N)	50	4 - 6	2 - 4	2	0	0
	60	5 - 7	3 - 5	3	0	0
	70	6 - 8	4 - 6	4	0	0
Fósforo ( $P_2O_5$ )	50	20 - 26	10 - 20	6 - 10	6	0
	60	22 - 28	15 - 22	8 - 15	8	0
	70	24 - 30	20 - 24	10 - 20	10	0
Potássio ( $K_2O$ )	50	30 - 40	20 - 30	2 - 20	2	0
	60	34 - 44	24 - 34	12 - 24	12	0
	70	38 - 48	28 - 38	20 - 28	20	0
Magnésio (MgO)	50	4 - 5	3 - 4	1,5 - 3	1,5	0
	60	4,5 - 5,5	3,5 - 4,5	2 - 3,5	2	0
	70	5 - 6	4 - 5	3 - 4	3	0

### Fertilização de cobertura

- No caso dos solos de textura grosseira, aplicar, no decurso da cultura e de modo fracionado, 18 a 25  $g/m^2$  de azoto (N), 4 a 6  $g/m^2$  de fósforo ( $P_2O_5$ ), 30 a 50  $g/m^2$  de potássio ( $K_2O$ ) e 3 a 5  $g/m^2$  de magnésio (MgO). Deduzir aos valores indicados 10 a 20 % nos solos de textura média e 30 a 40%

nos solos de textura fina (pesada), aplicando as doses mais elevadas nas variedades mais produtivas e no caso dos solos derivados de areia e/ou arenitos pobres em matéria orgânica.

- A carência de cálcio ocorre por vezes nesta cultura, em condições de campo, estando relacionada com características varietais, condições ambientais e desequilíbrios nutricionais. Doses elevadas de azoto e de potássio podem agravar o problema. A manutenção de uma faixa adequada de pH do solo e o equilíbrio da relação Ca/Mg são fatores a ter em conta.
- O fracionamento das adubações azotadas e potássicas, a partir do início da floração, evita a acumulação excessiva de sais no solo. A aplicação de magnésio deverá ter início a partir da formação do fruto, contribuindo para o aumento da firmeza da polpa.
- Sujeito a adaptações de acordo com o comportamento da cultura, época do ano e qualidade da água de rega, podem utilizar-se as seguintes concentrações de nutrientes por litro de solução nutritiva (evitando aplicar mais de 1,0 a 1,5 g de adubo por litro):
- Até à floração: 40 mg N + 60 mg de  $K_2O$ ; até ao vingamento dos frutos: 100 mg N + 50 mg de  $P_2O_5$  + 150 mg de  $K_2O$ ; até 2/3 da colheita dos frutos: 120 mg de N + 250 mg de  $K_2O$  + 25 mg de Mg.

**ALFACE**

- **Produção de referência:** 40 - 60 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 - 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Ca, Mg, B	-

**Fertilização de instalação**

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ), magnésio (Mg) e boro (B) recomendadas ( $g/m^2$ )

Nutrientes	Classes de fertilidade				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Azoto (N)	5 - 6	4 - 5	0 - 4	0	0
Fósforo ( $P_2O_5$ )	21 - 24	16 - 20	10 - 15	5 - 9	0
Potássio ( $K_2O$ )	31 - 36	16 - 30	10 - 15	0 - 9	0
Magnésio (Mg)	5 - 6	4 - 5	3 - 4	0 - 3	0
Boro (B)	20 - 30	10 - 15	10	5	0

- No caso das produções mais elevadas e nos solos derivados de areias e/ou arenitos aplicar as doses recomendadas para a classe de fertilidade Alto.

**Fertilização de manutenção ou cobertura**

- No decurso da cultura aplicar, de modo fracionado, 10 a 15  $g/m^2$  de azoto (N) e 15 a 25  $g/m^2$  de potássio ( $K_2O$ ). Reduzir 20 a 30% dos valores indicados nos solos de textura média e 40 a 50% nos solos de textura fina (pesada), aplicando as doses mais elevadas nas variedades mais produtivas, na cultura de inverno/primavera e no caso dos solos derivados de areia e/ou arenitos pobres em matéria orgânica.
- Não fazer coberturas tardias de azoto. Nas variedades com formação de cabeça, as coberturas azotadas deverão ser realizadas antes da formação destas.
- A carência de cálcio ocorre por vezes nesta cultura em condições de campo, estando relacionada com características varietais e condições ambientais. Doses elevadas de azoto e de potássio podem agravar o problema. A aplicação de sais (de preferência cloreto) ou outras formas de cálcio por via foliar pode, em certos casos, resolver a situação. A manutenção de uma faixa adequada de pH do solo e o equilíbrio da relação Ca/Mg são fatores a ter em conta.

- No caso das aplicações de soluções nutritivas através da **rega por aspersão**, e sujeito a adaptações e de acordo com o desenvolvimento da cultura, época do ano e qualidade da água de rega, podem utilizar-se as seguintes concentrações de azoto e potássio:
  - Até ao final da 2ª semana: 75 a 100 mg N / 100 L de água;
  - Até ao início da formação da cabeça 200 a 300 mg N + 50 mg K<sub>2</sub>O / 100 L de água.

**BERINGELA**

- **Produção de referência:** 50 - 70 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 - 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Ca, Mg	-

**Fertilização de instalação**

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (MgO) recomendadas ( $g/m^2$ )

Nutrientes	Produção esperada t/ha	Classes de fertilidade				
		Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Azoto (N)	50	4 - 6	2 - 4	2	0	0
	60	5 - 7	3 - 5	3	0	0
	70	6 - 8	4 - 6	4	0	0
Fósforo ( $P_2O_5$ )	50	20 - 26	10 - 20	6 - 10	6	0
	60	22 - 28	15 - 22	8 - 15	8	0
	70	24 - 30	20 - 24	10 - 20	10	0
Potássio ( $K_2O$ )	50	30 - 40	20 - 30	2 - 20	2	0
	60	34 - 44	24 - 34	12 - 24	12	0
	70	38 - 48	28 - 38	20 - 28	20	0
Magnésio (MgO)	50	4 - 5	3 - 4	1,5 - 3	1,5	0
	60	4,5 - 5,5	3,5 - 4,5	2 - 3,5	2	0
	70	5 - 6	4 - 5	3 - 4	3	0

- No caso das produções mais elevadas e nos solos derivados de areias e/ou arenitos aplicar as doses recomendadas na classe de fertilidade Alto, no caso de solos da classe de fertilidade Muito Alto.

**Fertilização de manutenção ou cobertura**

- No caso dos solos de textura arenosa, aplicar no decurso da cultura e de modo fracionado, 15 a 25  $g/m^2$  de azoto (N), 4 a 6  $g/m^2$  de fósforo ( $P_2O_5$ ), 30 a 40  $g/m^2$  de potássio ( $K_2O$ ) e 5 a 8  $g/m^2$  de magnésio (MgO). Aos valores indicados reduzir 10 a 20 % nos solos de textura média e 30 a 40% nos solos de textura fina (pesada). Aplicar as doses mais elevadas nas variedades mais produtivas e no caso dos solos derivados de areia e/ou arenitos pobres em matéria orgânica.

- O fracionamento das adubações azotadas e potássicas, a partir do início da floração, evita a acumulação excessiva de sais no solo. A aplicação de magnésio deverá ter início a partir da formação do fruto.
- A carência de cálcio ocorre por vezes nesta cultura, em condições de campo, estando relacionada com características varietais e condições ambientais. Doses elevadas de azoto e potássio podem agravar o problema. A aplicação de sais (de preferência cloreto) ou outras formas de cálcio por via foliar pode, em certos casos, resolver a situação. A manutenção de uma faixa adequada de pH do solo e o equilíbrio da relação Ca/Mg são fatores a ter em conta.
- Sujeito a adaptações e de acordo com o desenvolvimento da cultura, época do ano e qualidade da água de rega, podem utilizar-se as seguintes concentrações de azoto, potássio e magnésio por litro de solução nutritiva (evitando aplicar mais de 1,5 a 2,0 g de adubo por litro), com início de aplicação após o pleno pegamento das plantas:
  - Até à floração – 40 mg de N + 60 mg de K<sub>2</sub>O
  - Até ao vingamento dos frutos – 100 mg de N + 50 mg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 150 mg de K<sub>2</sub>O
  - Até 2/3 da colheita dos frutos – 120 mg de N + 250 mg de K<sub>2</sub>O + 12 mg de Mg

**COENTRO**

- **Produção de referência:** 40 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Ca	-

**Fertilização de instalação**

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (MgO) recomendadas ( $g/m^2$ )

Nutrientes	Produção esperada t/ha	Classes de fertilidade				
		Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Azoto (N)	20	6	4	2	0	0
	30	7	5	3	0	0
	40	8	6	4	0	0
Fósforo ( $P_2O_5$ )	20	26	20	10	6	6
	30	28	28	15	8	8
	40	30	30	20	10	10
Potássio ( $K_2O$ )	20	40	40	20	2	2
	30	44	44	24	12	12
	40	48	48	28	20	20
Magnésio (MgO)	20	5	5	3	1,5	1,5
	30	5,5	5,5	3,5	2	2
	40	6	6	4	3	3

**Fertilização de cobertura**

- No caso dos solos de textura ligeira aplicar, no decurso da cultura e de modo fracionado, 10 a 15  $g/m^2$  de azoto (N) e 8 a 10  $g/m^2$  de potássio ( $K_2O$ ). Aos valores indicados deduzir 10 a 20 % nos solos de textura média e 30 a 40% nos de textura fina (pesada). O fracionamento das adubações azotada e potássica evita a acumulação excessiva de sais no solo. Aplicar as doses mais elevadas de azoto nas variedades mais produtivas e no caso dos solos derivados de areia e/ou arenitos, pobres em matéria orgânica.
- Sujeito a adaptações e de acordo com o desenvolvimento da cultura, época do ano e qualidade da água de rega, podem utilizar-se as seguintes concentrações de azoto e potássio por litro de solução nutritiva (evitando

aplicar mais de 1,0 a 1,5 g de adubo por litro):

- Nas primeiras semanas – 40 mg de N
- Até ao início do corte – 120 mg de N + 80 mg de K<sub>2</sub>O
- A carência de cálcio ocorre por vezes nesta cultura, em condições de campo. Doses elevadas de azoto e de potássio agravam, normalmente, o problema. A manutenção de uma faixa adequada de pH do solo e o equilíbrio da relação Ca/Mg são fundamentais.

**COUVE CHINESA**

- **Produção de referência:** 35 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mg, B, Mo	S

**Fertilização de instalação**

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ), magnésio (MgO) e boro (B) recomendadas para uma produção esperada entre 30 e 40 t/ha ( $g/m^2$ )

Nutrientes	Classes de fertilidade				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Azoto (N)	5 – 6	4 – 5	2 – 4	0	0
Fósforo ( $P_2O_5$ )	24 – 30	20 – 24	10 – 20	8 – 10	5 – 6
Potássio ( $K_2O$ )	30 – 36	16 – 30	10 – 16	8 – 10	5 – 6
Magnésio (MgO)	4 – 5	3 – 4	2 – 3	1 – 2	0
Boro (B)	2 – 3	1 – 1,5	1	0 – 0,5	0

**Fertilização de cobertura**

- No caso dos solos de textura grosseira aplicar, no decurso da cultura e de modo fracionado, 10 a 12  $g/m^2$  de azoto (N). Aos valores indicados deduzir 10 a 20 % nos solos de textura média e 30 a 40% nos solos de textura fina (pesada). Aplicar as doses mais elevadas de azoto nas variedades mais produtivas e no caso dos solos derivados de areia e/ou arenitos pobres em matéria orgânica. Não fazer coberturas tardias.
- Sujeito a adaptações e de acordo com o desenvolvimento da cultura, época do ano e qualidade da água de rega, podem utilizar-se as seguintes concentrações de azoto por litro de solução nutritiva (evitando aplicar mais de 1,0 a 1,5 g de adubo por litro):
  - Até ao final da 2ª semana – 75 a 100 mg de N
  - Até ao início da formação da cabeça – 200 a 300 mg de N
- A carência de cálcio ocorre por vezes nesta cultura, estando relacionada com características varietais, condições ambientais e desequilíbrios nutricionais. Doses elevadas de azoto e de potássio agravam, normalmente, o problema. A manutenção de uma faixa adequada de pH do solo e o equilíbrio da relação Ca/Mg são fundamentais.

**ESPINAFRE**

- **Produção de referência:** 30 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Ca	B

**Fertilização de instalação**

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ), magnésio (MgO) e boro (B) recomendadas (g/m<sup>2</sup>)

Nutrientes	Produção esperada t/ha	Classes de fertilidade				
		Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Azoto (N)	20	4 – 5	2 - 4	2	0	0
	30	4,5 – 5,5	3 - 4,5	3	0	0
	40	5 – 6	4 - 5	4	0	0
Fósforo ( $P_2O_5$ )	20	20 – 24	10 – 20	8 – 10	8	0
	30	22 – 28	15 – 22	9 – 15	9	0
	40	24 – 30	20 – 24	10 – 20	10	0
Potássio ( $K_2O$ )	20	16 – 30	10 – 16	8 – 10	8	0
	30	23 – 33	13 – 23	9 – 13	9	0
	40	30 – 36	16 – 30	10 – 16	10	0
Magnésio (MgO)	20	3 – 4	2 – 3	1 – 2	1	0
	30	3,5 – 4,5	2,5 – 3,5	1,5 – 2,5	1,5	0
	40	4 – 5	3 – 4	2 – 3	2	0
Boro (B)	20	1 – 2	1	0	0	0
	30	1,5 – 2,5	1 – 1,5	1	0	0
	40	1,5 – 3	1 – 1,5	0,5 – 1	0,5	0

**Fertilização de cobertura**

- No caso dos solos de textura grosseira aplicar, no decurso da cultura e de modo fracionado, 8 a 10 g/m<sup>2</sup> de azoto (N) e 10 a 12 g/m<sup>2</sup> de potássio ( $K_2O$ ). Aos valores indicados deduzir 10 a 20 % nos solos de textura média e 30 a 40 % nos solos de textura fina (pesada). Aplicar as doses mais elevadas de azoto nas variedades mais produtivas, na cultura de primavera/verão e no caso dos solos derivados de areia e/ou arenitos pobres em matéria

orgânica. Não efetuar coberturas tardias.

- Sujeito a adaptações e de acordo com o desenvolvimento da cultura, época do ano e qualidade da água de rega, podem utilizar-se as seguintes concentrações de azoto e potássio por litro de solução nutritiva (evitando aplicar mais de 1,0 a 1,5 g de adubo por litro), com início de aplicação após o segundo ou terceiro par de folhas:
  - Até ao final da 2ª semana – 75 a 100 mg de N
  - Até 2/3 do desenvolvimento da cultura – 100 a 200 mg de N + 50 mg de K<sub>2</sub>O
- A carência de cálcio ocorre por vezes nesta cultura, estando relacionada com características varietais, condições ambientais e desequilíbrios nutricionais. Doses elevadas de azoto e de potássio agravam, normalmente, o problema. A manutenção de uma faixa adequada de pH do solo e o equilíbrio da relação Ca/Mg são fundamentais.

**FEIJÃO VERDE**

- **Produção de referência:** 35-45 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mg	Cu, Zn

**Fertilização de instalação**

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (MgO) recomendadas ( $g/m^2$ )

Nutrientes	Produção esperada t/ha	Classes de fertilidade				
		Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Azoto (N)	35	4 - 6	2 - 4	2	0	0
	40	5 - 7	3 - 5	3	0	0
	45	6 - 8	4 - 6	4	0	0
Fósforo ( $P_2O_5$ )	35	20 - 26	10 - 20	6 - 10	6	0
	40	22 - 28	15 - 22	8 - 15	8	0
	45	24 - 30	20 - 24	10 - 20	10	0
Potássio ( $K_2O$ )	35	30 - 40	20 - 30	2 - 20	2	0
	40	34 - 44	24 - 34	12 - 24	12	0
	45	38 - 48	28 - 38	20 - 28	20	0
Magnésio (MgO)	35	4 - 5	0	1,5 - 3	1,5	0
	40	4,5 - 5,5	0	2 - 3,5	2	0
	45	5 - 6	0	3 - 4	3	0

**Fertilização de cobertura**

- Nos solos de textura grosseira e no decurso da cultura, aplicar, de modo fracionado, 12 a 15  $g/m^2$  de azoto (N), 4 a 6  $g/m^2$  de fósforo ( $P_2O_5$ ), 20 a 25  $g/m^2$  de potássio ( $K_2O$ ) e 1,6 a 3  $g/m^2$  de magnésio (MgO). Aos valores indicados reduzir 10 a 20 % nos solos de textura média e 30 a 40 % nos solos de textura fina (pesada). Aplicar as doses mais elevadas de azoto nas variedades mais produtivas, na cultura inverno/primavera e no caso dos solos derivados de areia e/ou arenitos, pobres em matéria orgânica.
- O fracionamento da adubação azotada e potássica, a partir do início da floração, evita a acumulação excessiva de sais no solo. A aplicação

fracionada de magnésio deve ter início a partir da formação da vagem.

- Sujeito a adaptações e de acordo com o desenvolvimento da cultura, época do ano e qualidade da água de rega, podem utilizar-se as seguintes concentrações de azoto, potássio e magnésio por litro de solução nutritiva (evitando aplicar mais de 1,0 a 1,5 g de adubo por litro), com início de aplicação após o segundo ou terceiro par de folhas:
  - Até ao início da floração – 40 mg de N
  - Até ao vingamento das vagens – 100 mg de N + 50 mg de  $P_2O_5$  + 150 mg de  $K_2O$
  - Até 2/3 da colheita das vagens – 120 mg de N + 180 mg de  $K_2O$  + 20 mg de MgO

**MELÃO, MELOA**

- **Produção de referência:** 40-70 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Ca, Mg, Mo	-

**Fertilização de instalação**

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ), magnésio (MgO) e molibdénio (Mo) recomendadas ( $g/m^2$ )

Nutrientes	Produção esperada t/ha	Classes de fertilidade				
		Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Azoto (N)	50	4 - 6	2 - 4	2	0	0
	60	5 - 7	3 - 5	3	0	0
	70	6 - 8	4 - 6	4	0	0
Fósforo ( $P_2O_5$ )	50	20 - 26	10 - 20	6 - 10	6	0
	60	22 - 28	15 - 22	8 - 15	8	0
	70	24 - 30	20 - 24	10 - 20	10	0
Potássio ( $K_2O$ )	50	30 - 40	20 - 30	2 - 20	2	0
	60	34 - 44	24 - 34	12 - 24	12	0
	70	38 - 48	28 - 38	20 - 28	20	0
Magnésio (MgO)	50	4 - 5	3 - 4	1,5 - 3	1,5	0
	60	4,5 - 5,5	3,5 - 4,5	2 - 3,5	2	0
	70	5 - 6	4 - 5	3 - 4	3	0
Molibdénio (Mo)	50 a 70	0,01 - 0,015	0,005 - 0,01	0 - 0,005	0	0

**Fertilização de cobertura**

- Nos solos de textura grosseira, aplicar, no decurso da cultura e de modo fracionado, 18 a 25  $g/m^2$  de azoto (N), 6-8  $g/m^2$  de fósforo ( $P_2O_5$ ), 30 a 50  $g/m^2$  de potássio ( $K_2O$ ) e 3 a 5  $g/m^2$  de magnésio (MgO).
- Aos valores indicados deduzir 10 a 20% nos solos de textura média e 30 a 40 % nos solos de textura fina (pesada). Aplicar as doses mais elevadas de azoto nas variedades mais produtivas e no caso dos solos derivados de areia e/ou arenitos pobres em matéria orgânica.
- O fracionamento da adubação azotada e potássica, a partir do início da floração, evita a acumulação excessiva de sais no solo. A aplicação do

magnésio deverá ter início a partir da formação do fruto, contribuindo para o aumento da firmeza da polpa.

- A carência de cálcio ocorre por vezes nesta cultura, estando relacionada com características varietais, condições ambientais e desequilíbrios nutricionais. Doses elevadas de azoto e potássio podem agravar o problema. A manutenção de uma faixa adequada de pH do solo e o equilíbrio da relação Ca/Mg são fundamentais.
- Sujeito a adaptações e de acordo com o comportamento da cultura, época do ano e qualidade da água de rega, podem utilizar-se as seguintes concentrações de azoto, potássio e magnésio por litro de solução nutritiva (evitando aplicar mais de 1,0 a 1,5 g de adubo por litro):
  - Até à floração - 40 mg de N + 60 mg de  $K_2O$
  - Até ao vingamento dos frutos - 100 mg de N + 50 mg de  $P_2O_5$  + 150 mg de  $K_2O$
  - Até 2/3 da colheita dos frutos - 120 mg de N + 25 mg de  $P_2O_5$  + 250 mg de  $K_2O$  + 41 mg de MgO

**MORANGUEIRO**

- **Produção de referência:** 40 – 50 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 – 6,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mg, Fe, Mn	-

**Fertilização de instalação**

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas ( $g/m^2$ )

Nutrientes	Produção esperada t/ha	Classes de fertilidade				
		Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Azoto (N)	40	4 – 5	3 – 4	3	0	0
	45	4,5 – 5,5	3,5 – 4,5	3,5	0	0
	50	5 – 6	4 – 5	4	0	0
Fósforo ( $P_2O_5$ )	40	20 – 26	10 – 20	8 – 10	5 – 8	5
	45	22 – 28	15 – 22	9 – 15	5,5 – 9	5,5
	50	24 – 30	20 – 24	10 – 20	6 – 10	6
Potássio ( $K_2O$ )	40	16 – 30	10 – 16	8 – 10	5 – 8	5
	45	23 – 33	13 – 23	9 – 13	5,5 – 9	5,5
	50	30 – 36	16 – 30	10 – 16	6 – 10	6
Magnésio (MgO)	40	3 – 4	2 – 3	1 – 2	1	0
	45	3,5 – 4,5	2,5 – 3,5	1,5 – 2,5	1,5	0
	50	4 – 5	3 – 4	2 – 3	2	0
Ferro (Fe) e manganês (Mn)	40	2 – 3	1 – 2	1	0	0
	45	4 – 5	2 – 4	0,5 – 2	0,5	0
	50	5 – 7	3 – 5	1 – 3	1	0

**Fertilização de manutenção ou cobertura**

- No caso dos solos de textura arenosa, devem ser aplicados, no decurso da cultura e de modo fracionado, 10 a 15  $g/m^2$  de azoto (N), 4 a 6  $g/m^2$  de fósforo ( $P_2O_5$ ), 25-30  $g/m^2$  de potássio ( $K_2O$ ) e 1 a 2  $g/m^2$  de magnésio (MgO).
- Aos valores indicados deduzir 10-20% nos solos de textura média e 30 - 40 % nos solos de textura fina (pesada). Aplicar as doses mais

elevadas de azoto nas variedades mais produtivas e no caso dos solos derivados de areia e/ou arenitos pobres em matéria orgânica.

- O fracionamento do azoto e do potássio, a partir do início da floração, evita a acumulação excessiva de sais no solo, contribuindo para a formação de frutos mais firmes.
- A aplicação fracionada do magnésio deverá ter início a partir da formação do fruto, contribuindo para a diminuição da acidez do fruto.
- Nos solos calcários, a aplicação ao solo de ferro e ou manganês pode não ser eficaz, em especial no caso do ferro, pelo que se recomenda a aplicação foliar com sais (sulfatos) ou quelatos destes elementos.
- Sujeito a adaptações e de acordo com o comportamento da cultura, época do ano e qualidade da água de rega, podem utilizar-se as seguintes concentrações de azoto, potássio e magnésio por litro de solução nutritiva (evitando aplicar mais de 1,0 a 1,5 g de adubo por litro), com início de aplicação após o pegamento das plantas:
  - Até à floração – 80 mg de N + 50 mg de  $K_2O$
  - Até ao vingamento dos frutos – 100 mg de N + N + 50 mg de  $P_2O_5$  + 150 mg de  $K_2O$
  - Até 2/3 da colheita dos frutos – 80 mg de N + 200 mg de  $K_2O$  + 20 mg de MgO

**PEPINO**

- **Produção de referência:** 80 – 100 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,0 – 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Ca, Mg	Fe, Mn

**Fertilização de instalação**

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (MgO) recomendadas ( $g/m^2$ )

Nutrientes	Produção esperada t/ha	Classes de fertilidade				
		Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Azoto (N)	80	4 – 6	2 – 4	2	0	0
	90	5 – 7	3 – 5	3	0	0
	100	6 – 8	4 – 6	4	0	0
Fósforo ( $P_2O_5$ )	80	20 – 26	10 – 20	6 – 10	6	0
	90	22 – 28	15 – 22	8 – 15	8	0
	100	24 – 30	20 – 24	10 – 20	10	0
Potássio ( $K_2O$ )	80	30 – 40	20 – 30	2 – 20	2	0
	90	34 – 44	24 – 34	12 – 24	12	0
	100	38 – 48	28 – 38	20 – 28	20	0
Magnésio (MgO)	80	4 – 5	3 – 4	1,5 – 3	1,5	0
	90	4,5 – 5,5	3,5 – 4,5	2 – 3,5	2	0
	100	5 – 6	4 – 5	3 – 4	3	0

**Fertilização de cobertura**

- Em solos de textura grosseira, aplicar, no decorrer da cultura e de modo fracionado, 18 a 25  $g/m^2$  de azoto (N), 6 a 8  $g/m^2$  de fósforo ( $P_2O_5$ ), 40 a 60  $g/m^2$  de potássio ( $K_2O$ ), e 3 a 4  $g/m^2$  de magnésio (Mg).
- Aos valores indicados deduzir 10 a 20 % nos solos de textura média e 30 a 50 % nos solos de textura fina (pesada). Aplicar as doses mais elevadas de azoto nas variedades mais produtivas e no caso dos solos derivados de areia e/ou arenitos pobres em matéria orgânica.
- O fracionamento do azoto e do potássio, a partir do início da floração, evita a acumulação excessiva de sais no solo. A aplicação fracionada do magnésio deverá ter início a partir da formação do fruto.

- A carência de cálcio ocorre por vezes nesta cultura, em condições de campo, estando relacionada com características varietais, condições ambientais e desequilíbrios nutricionais. Doses elevadas de azoto e de potássio podem agravar o problema. A manutenção de uma faixa adequada de pH do solo e o equilíbrio da relação Ca/Mg são fatores a ter em consideração.
- Sujeito a adaptações e de acordo com o comportamento da cultura, época do ano e qualidade da água de rega, podem utilizar-se as seguintes concentrações de azoto, potássio e magnésio na solução nutritiva (evitando aplicar mais de 1,0 a 1,5 g de adubo por litro) com início de aplicação após o pegamento das plantas:
  - Até à floração - 40 mg de N + 60 mg de  $K_2O$
  - Até ao vingamento dos frutos - 100 mg de N + 50 mg de  $P_2O_5$  + 150 mg de  $K_2O$
  - Até 2/3 da colheita dos frutos - 120 mg de N + 25 mg de  $P_2O_5$  + 250 mg de  $K_2O$  + 41mg de MgO.

**PIMENTO**

- **Produção de referência:** 80 – 100 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Ca, Mg	–

**Fertilização de instalação**

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (MgO) recomendadas ( $g/m^2$ )

Nutrientes	Produção esperada t/ha	Classes de fertilidade				
		Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto (a)
Azoto (N)	80	4 – 6	2 – 4	2	0	0
	100	5 – 7	3 – 5	3	0	0
	120	6 – 8	4 – 6	4	0	0
Fósforo ( $P_2O_5$ )	80	20 – 26	10 – 20	6 – 10	6	0
	100	22 – 28	15 – 22	8 – 15	8	0
	120	24 – 30	20 – 24	10 – 20	10	0
Potássio ( $K_2O$ )	80	30 – 40	20 – 30	2 – 20	2	0
	100	34 – 44	24 – 34	12 – 24	12	0
	120	38 – 48	28 – 38	20 – 28	20	0
Magnésio (MgO)	80	4 – 5	3 – 4	1,5 – 3	1,5	0
	100	4,5 – 5,5	3,5 – 4,5	2 – 3,5	2	0
	120	5 – 6	4 – 5	3 – 4	3	0

**Fertilização de cobertura**

- Nos solos de textura arenosa, aplicar, no decorrer da cultura e de modo fracionado, 18 a 25  $g/m^2$  de azoto (N), 4 a 6  $g/m^2$  de fósforo ( $P_2O_5$ ), 40 a 50  $g/m^2$  de potássio ( $K_2O$ ) e 5 a 7  $g/m^2$  de magnésio (MgO).
- Reduzir 10 a 20 % dos valores indicados nos solos de textura média e 30 a 40 % nos solos de textura fina (pesada). Aplicar as doses mais elevadas de azoto nas variedades mais produtivas e no caso dos solos derivados de areia e/ou arenitos pobres em matéria orgânica.
- O fracionamento da adubação azotada e potássica, a partir do início da floração, evita a acumulação excessiva de sais no solo. A aplicação fracionada do magnésio deverá ter início a partir da formação do fruto.

- A carência de cálcio ocorre por vezes nesta cultura, em condições de campo, estando relacionada com características varietais e condições ambientais. Doses elevadas de azoto e de potássio podem agravar a situação. A aplicação de sais (de preferência cloreto) ou outras formas de cálcio por via foliar pode, em certos casos, resolver a situação. A manutenção de uma faixa adequada de pH do solo e o equilíbrio da relação Ca/Mg são fatores a ter em conta.
- Sujeito a adaptações e de acordo com o desenvolvimento da cultura, época do ano e qualidade da água de rega, podem utilizar-se as seguintes concentrações de azoto, potássio e magnésio na solução nutritiva (evitando aplicar mais de 1,5 a 2,0 g de adubo por litro), com início de aplicação após o pegamento das plantas:
  - Até à floração – 40 mg de N + 60 mg de K<sub>2</sub>O
  - Até ao vingamento dos frutos – 100 mg de N + 50 mg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 150 mg de K<sub>2</sub>O
  - Até 2/3 da colheita dos frutos – 120 mg de N + 25 mg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 250 mg de K<sub>2</sub>O + 20 mg de MgO

**SALSA**

- **Produção de referência:** 40 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Ca	-

**Fertilização de instalação**

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (MgO) recomendados ( $g/m^2$ )

Nutrientes	Produção esperada t/ha	Classes de fertilidade				
		Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Azoto (N)	20	6	4	2	0	0
	30	7	5	3	0	0
	40	8	6	4	0	0
Fósforo ( $P_2O_5$ )	20	26	20	10	6	6
	30	28	22	15	8	8
	40	30	24	20	10	10
Potássio ( $K_2O$ )	20	40	30	20	2	2
	30	44	34	24	12	12
	40	48	38	28	20	20
Magnésio (MgO)	20	5	4	3	1,5	1,5
	30	5,5	4,5	3,5	2	2
	40	6	5	4	3	3

**Fertilização de cobertura**

- No caso dos solos de textura grosseira aplicar, no decurso da cultura e de modo fracionado, 10 a 15  $g/m^2$  de azoto (N) e 8 a 10  $g/m^2$  de potássio ( $K_2O$ ). Aos valores indicados deduzir 10 a 20 % nos solos de textura média e 30 a 40% nos solos de textura fina (pesada). O fracionamento das adubações azotada e potássica evita a acumulação excessiva de sais no solo. Aplicar as doses mais elevadas de azoto nas variedades mais produtivas e no caso dos solos derivados de areia e/ou arenitos, pobres em matéria orgânica.
- Sujeito a adaptações e de acordo com o desenvolvimento da cultura, época do ano e qualidade da água de rega, podem utilizar-se as seguintes concentrações de azoto e potássio por litro de solução nutritiva (evitando

aplicar mais de 1,0 a 1,5g de adubo por litro):

- Até ao início do primeiro corte – 40 mg de N
- Até ao início do último corte – 120 mg de N + 80 mg de K<sub>2</sub>O
- A carência de cálcio ocorre por vezes nesta cultura, em condições de campo. Doses elevadas de azoto e de potássio agravam, normalmente, o problema. A manutenção de uma faixa adequada de pH do solo e o equilíbrio da relação Ca/Mg são fundamentais.

**TOMATE**

- **Produção de referência:** 100 – 120 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Ca, Mg	-

**Fertilização de instalação**

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio ((MgO) recomendadas (g/m<sup>2</sup>)

Nutrientes	Produção esperada t/ha	Classes de fertilidade				
		Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Azoto (N)	100	4 – 6	2 – 4	2	0	0
	110	5 – 7	3 – 5	3	0	0
	120	6 – 8	4 – 6	4	0	0
Fósforo ( $P_2O_5$ )	100	20 – 26	10 – 20	6 – 10	6	6
	110	22 – 28	15 – 22	8 – 15	8	8
	120	24 – 30	20 – 24	10 – 20	10	10
Potássio ( $K_2O$ )	100	30 – 40	20 – 30	2 – 20	2	2
	110	34 – 44	24 – 34	12 – 24	12	12
	120	38 – 48	28 – 38	20 – 28	20	20
Magnésio (MgO)	100	4 – 5	3 – 4	1,5 – 3	1,5	0
	110	4,5 – 5,5	3,5 – 4,5	2 – 3,5	2	0
	120	5 – 6	4 – 5	3 – 4	3	0

**Fertilização de manutenção ou cobertura**

- No caso dos solos de textura grosseira aplicar, no decorrer da cultura e de modo fracionado, 18 a 25 g/m<sup>2</sup> de azoto (N), 6 a 8 g/m<sup>2</sup> de fósforo ( $P_2O_5$ ), 50 a 70 g/m<sup>2</sup> de potássio ( $K_2O$ ) e 5 a 7 g/m<sup>2</sup> de magnésio (MgO).
- Reduzir 10 a 20% dos valores indicados nos solos de textura média e 30 a 40 % nos solos de textura fina (pesada). Aplicar as doses mais elevadas de azoto nas variedades mais produtivas e no caso dos solos derivados de areia e/ou arenitos pobres em matéria orgânica.
- O fracionamento da fertilização azotada e potássica, a partir do início da floração, evita a acumulação excessiva de sais no solo. A aplicação fracionada do magnésio deverá ter início a partir da formação do fruto.

- A carência de cálcio ocorre por vezes nesta cultura, em condições de campo, estando relacionada com características varietais e condições ambientais. Doses elevadas de azoto e de potássio podem agravar o problema. A aplicação de sais (de preferência cloreto) ou outras formas de cálcio por via foliar pode, em certos casos, resolver a situação. A manutenção de uma faixa adequada de pH do solo e o equilíbrio da relação Ca/Mg são fatores a ter em conta.
- Sujeito a adaptações e de acordo com o desenvolvimento da cultura, época do ano e qualidade da água de rega, podem utilizar-se as seguintes concentrações de azoto, potássio e magnésio na solução nutritiva (evitando aplicar mais de 1,5 a 2,0 g de adubo por litro), com início da aplicação após o pegamento das plantas:
  - Até à floração - 40 mg de N + 60 mg de K<sub>2</sub>O
  - Até ao vingamento dos frutos - 100 mg de N + 50 mg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 150 mg de K<sub>2</sub>O
  - Até 2/3 da colheita dos frutos - 120 mg de N + 25 mg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 250 mg de K<sub>2</sub>O + 41 mg de MgO

**CRAVEIRO**

- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Ca, B, Fe	-

**Fertilização de instalação**

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ), magnésio (Mg) e boro (B) recomendados ( $g/m^2$ )

Nutrientes	Classes de fertilidade				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Azoto (N)	8 – 10	6 – 8	0 – 6	0	0
Fósforo ( $P_2O_5$ )	26 – 30	20 – 25	10 – 19	5 – 9	0
Potássio ( $K_2O$ )	40 – 48	30 – 39	20 – 29	0 – 19	0
Magnésio (Mg)	5 – 6	4 – 5	3 – 4	0 – 3	0
Boro (B)	0,2 – 0,3	0,1 – 0,15	0,1	0 – 0,05	0

**Fertilização de manutenção ou cobertura anual**

- No decurso da cultura aplicar, de modo fracionado, 50 a 60  $g/m^2$  de azoto (N), 10 a 15  $g/m^2$  de fósforo ( $P_2O_5$ ), 70 a 90  $g/m^2$  de potássio ( $K_2O$ ) e 9 a 12  $g/m^2$  de magnésio (Mg). Iniciar as aplicações cerca de um mês após a plantação, realizando adubações mensais de outubro a fevereiro e quinzenais nos restantes meses.
- A carência de cálcio ocorre por vezes nesta cultura, em condições de campo, estando relacionada com características varietais e condições ambientais. Doses elevadas de azoto e potássio podem agravar o problema. A aplicação de sais (de preferência cloreto) ou outras formas de cálcio por via foliar pode, em certos casos, resolver a situação. A manutenção de uma faixa adequada de pH do solo e o equilíbrio da relação Ca/Mg são fatores a ter em consideração.
- No caso dos solos calcários e, particularmente, nas variedades de cor amarela e alaranjada, a aplicação ao solo de ferro pode não ser eficaz, pelo que se recomenda a aplicação foliar de sais (sulfatos) ou quelatos de ferro.
- No caso das produções mais elevadas e nos solos derivados de areias e/ou arenitos aplicar as doses de fósforo e potássio recomendadas na classe de fertilidade anterior.
- As doses de boro recomendadas deverão ser ajustadas de acordo com o valor do pH do solo

**CRISÂNTEMO**

- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Fe, Mn, Zn, B	Ca

**Fertilização de instalação**

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ), magnésio (Mg), boro (B) e zinco (Zn) recomendadas ( $g/m^2$ )

Nutrientes	Classes de fertilidade				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Azoto (N)	8 – 10	4 – 7	0 – 3	0	0
Fósforo ( $P_2O_5$ )	26 – 30	20 – 25	10 – 19	5 – 9	0
Potássio ( $K_2O$ )	40 – 48	30 – 39	20 – 29	0 – 19	0
Magnésio (Mg)	5 – 6	4 – 5	3 – 4	0 – 3	0
Boro (B)	0,2 – 0,3	0,1 – 0,15	0,1	0 – 0,05	0
Zinco (Zn)	0,2 – 0,5	0,2 – 0,3	0,1 – 0,2	0	0

**Fertilização de manutenção ou cobertura**

- No decurso da cultura aplicar, de modo fracionado, 25 a 30  $g/m^2$  de azoto (N) e 20 a 30  $g/m^2$  de potássio ( $K_2O$ ). Aos valores indicados deduzir 10 a 20 % nos solos de textura média e 30 a 40 % nos solos de textura fina (pesada). Aplicar as doses mais elevadas nas variedades de maior desenvolvimento vegetativo e no caso dos solos derivados de areia e/ou arenitos pobres em matéria orgânica.
- Efetuar adubações semanais após o pegamento das plantas, aplicando, nas primeiras três a sete semanas, dois terços do total de azoto e um terço de potássio, e o restante até ao início da recolha das flores.
- No caso dos solos calcários a aplicação ao solo de ferro e manganês pode não ser eficaz, pelo que se recomenda a aplicação foliar de sais (sulfatos) ou quelatos de ferro e manganês.
- As doses de zinco recomendadas deverão ser ajustadas de acordo com o valor do pH do solo.

**ESPARGO, RUSCUS, GIPSOFILA**

- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 – 6,5

**Fertilização de instalação**

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas ( $g/m^2$ )

Nutrientes	Classes de fertilidade				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Azoto (N)	8 – 10	6 – 8	0 – 6	0	0
Fósforo ( $P_2O_5$ )	26 – 30	20 – 25	10 – 19	5 – 9	0
Potássio ( $K_2O$ )	40 – 48	30 – 39	20 – 29	10 – 19	0
Magnésio (Mg)	3 – 4	2 – 3	1 – 2	0 – 1	0

**Fertilização de manutenção ou cobertura anual**

- No decurso da cultura aplicar, de modo fracionado, 10 a 15  $g/m^2$  de azoto (N), 2 a 5  $g/m^2$  de fósforo ( $P_2O_5$ ), 12 a 15  $g/m^2$  de potássio ( $K_2O$ ) e 1 a 2  $g/m^2$  de magnésio (Mg). Efetuar uma aplicação no final do inverno e aplicações quinzenais a partir da nova rebentação.

**GERBERA**

- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,0

**Fertilização de instalação**

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas ( $g/m^2$ )

Nutrientes	Classes de fertilidade				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Azoto (N)	4 – 5	2 – 4	0 – 2	0	0
Fósforo ( $P_2O_5$ )	26 – 30	20 – 25	10 – 19	5 – 9	0
Potássio ( $K_2O$ )	31 – 36	16 – 30	10 – 15	5 – 9	0
Magnésio (Mg)	4 – 5	3 – 4	1,5 – 3	0	0

**Fertilização de manutenção ou cobertura anual**

- No decurso da cultura aplicar, de modo fracionado, 30 a 40  $g/m^2$  de azoto (N), 4 a 5  $g/m^2$  de fósforo ( $P_2O_5$ ) e 50 a 60  $g/m^2$  de potássio ( $K_2O$ ). Aplicar as doses mais elevadas nas variedades mais produtivas e no caso dos solos derivados de areia e/ou arenitos pobres em matéria orgânica. Efetuar aplicações mensais de outubro a fevereiro e quinzenais nos restantes meses.

**GLADIÓLO, OUTRAS BOLBOSAS**

- Faixa de pH mais favorável: 6,0 – 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Ca, Fe	-

**Fertilização de instalação**

Teores de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio ((Mg) recomendados ( $g/m^2$ )

Nutrientes	Classes de fertilidade				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Azoto (N)	4 – 5	2 – 4	0 – 2	0	0
Fósforo ( $P_2O_5$ )	26 – 30	20 – 25	10 – 19	5 – 9	0
Potássio ( $K_2O$ )	31 – 36	16 – 30	10 – 15	0	0
Magnésio (Mg)	4 – 5	3 – 4	1,5 – 3	0	0

**Fertilização de cobertura**

- No decurso da cultura aplicar, de modo fracionado, 25 a 30  $g/m^2$  de azoto (N) e 25 a 35  $g/m^2$  de potássio ( $K_2O$ ). Reduzir os valores indicados em 10 a 20% nos solos de textura média e 30 a 40% nos solos de textura fina (pesada). Aplicar as doses mais elevadas nas variedades mais produtivas e no caso dos solos derivados de areia e/ou arenitos pobres em matéria orgânica.
- Aplicar a totalidade do azoto e cerca de dois terços do potássio em adubações quinzenais, a partir do aparecimento da segunda folha até à emergência da inflorescência. O restante potássio deverá ser incorporado até ao início da colheita.
- A carência de cálcio ocorre por vezes nesta cultura, em condições de campo, estando relacionada com características varietais e condições ambientais. Doses elevadas de azoto e potássio podem agravar o problema. A aplicação de sais (de preferência cloreto) ou outras formas de cálcio por via foliar pode, em certos casos, resolver a situação. A manutenção de uma faixa adequada de pH do solo e o equilíbrio da relação Ca/Mg são fatores a ter em consideração.
- No caso dos solos calcários a aplicação ao solo de ferro pode não ser eficaz, pelo que se recomenda a aplicação foliar de sais (sulfato) ou quelatos de ferro.

**ROSEIRA**

- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	B, Mn, Fe	Ca

**Fertilização de instalação**

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ), magnésio (Mg) e boro (B) recomendadas ( $g/m^2$ )

Nutrientes Muito Baixo	Classes de fertilidade				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Azoto (N)	8 – 10	6 – 8	0 – 6	0	0
Fósforo ( $P_2O_5$ )	26 – 30	20 – 25	10 – 19	5 – 9	0
Potássio ( $K_2O$ )	40 – 48	30 – 39	20 – 29	0 – 19	0
Magnésio (Mg)	5 – 6	4 – 5	3 – 4	0 – 3	0
Boro (B)	0,2 – 0,3	0,1 – 0,15	0,1	0,0 – 0,05	0

**Fertilização de manutenção ou cobertura anual**

- No decurso da cultura aplicar, de modo fracionado, 50 a 60  $g/m^2$  de azoto (N), 10 a 20  $g/m^2$  de fósforo ( $P_2O_5$ ), 70 a 90  $g/m^2$  de potássio ( $K_2O$ ) e 10 a 15  $g/m^2$  de magnésio (Mg). Aplicar as doses mais elevadas nas variedades mais produtivas e no caso dos solos derivados de areia e/ou arenitos pobres em matéria orgânica.
- Efetuar aplicações mensais de outubro a fevereiro e quinzenais nos restantes meses. Interromper as adubações durante a época de repouso da cultura (após a poda, durante quinze dias após um corte de flores ou quando se verificar quebra na produção de flores).
- No caso dos solos calcários, a aplicação ao solo de ferro e de manganês pode não ser eficaz, pelo que se recomendam aplicações foliares com sais (sulfatos) ou quelatos de ferro ou manganês.
- A carência de cálcio ocorre por vezes nesta cultura, em condições de campo, estando relacionada com características varietais e condições ambientais. Doses elevadas de azoto e potássio podem agravar o problema. A aplicação de sais (de preferência cloreto) ou outras formas de cálcio por via foliar pode, em certos casos, resolver a situação. A manutenção de uma faixa adequada de pH do solo e o equilíbrio da relação Ca/Mg são fatores a ter em consideração.

- No caso de variedades mais produtivas e nos solos derivados de areias e/ou arenitos, aplicar as doses de fósforo e potássio recomendadas na classe de fertilidade anterior.
- As doses de boro recomendadas deverão ser ajustadas de acordo com o valor do pH do solo.



## 7.9 CULTURAS ARBÓREAS E ARBUSTIVAS

### ABACATEIRO

- **Produção de referência:** 6 a 10 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Zn, B	Fe

Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas à instalação do pomar (kg/ha)

Fósforo – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Potássio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Magnésio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )				
$\leq 25$	26 – 50	51 – 100	101 – 200	$> 200$	$\leq 25$	26 – 50	51 – 100	101 – 200	$> 200$	$\leq 30$	31 – 60	61 – 90	91 – 125	$> 125$
200	150	100	50	0	300	225	150	50	0	60	45	30	15	0

- Em solos de textura ligeira e de baixa capacidade de troca catiônica não aplicar mais de 120 kg/ha de  $K_2O$  à plantação. Caso a quantidade recomendada seja superior, aplicar o restante após a plantação.

Quantidades de azoto (N) recomendadas até à entrada em produção do pomar (kg/ha)

Nutriente	Idade da plantação (anos)					
	1	2	3	4	5	6
Azoto (N)	10	20	30	45	60	75

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas para pomares em produção (kg/ha), com base nos resultados da análise foliar e na produção esperada

Produção esperada t/ha	Azoto (N, kg/ha)			Fósforo ( $P_2O_5$ , kg/ha)	Potássio ( $K_2O$ , kg/ha)	Magnésio (Mg, kg/ha)
	Insuficiente *	Suficiente *	Elevado *	Suficiente *	Suficiente *	Suficiente *
< 4	50	0 – 35	0 – 20	0 – 10	0 – 40	5
4 – 10	50 – 120	35 – 90	0 – 40	10 – 25	40 – 100	10
10 – 15	120 – 150	90 – 120	0 – 50	25 – 40	100 – 150	20
> 15	150 – 180	120 – 150	0 – 60	40 – 50	150 – 200	30

\*Níveis dos nutrientes em folhas completamente desenvolvidas, com 5 a 7 meses de idade, de ramos não frutíferos.

- Se o solo for pobre em matéria orgânica, aplicar à instalação da cultura até 30 t por hectare de estrume de bovino bem curtido ou quantidade equivalente de outro corretivo orgânico de qualidade. Após a plantação, não ultrapassar 10 t por hectare e ano.
- Se o solo for pobre em magnésio, e for necessário corrigir a acidez do solo, utilizar calcário magnesiano para o efeito.
- Não aplicar azoto mineral à instalação do pomar. Desde a plantação e até à entrada em plena produção do pomar, aplicar ao solo, anualmente, de forma fracionada ao longo do ciclo, as quantidades de azoto recomendadas, podendo ser ajustadas consoante o desenvolvimento vegetativo das árvores. A distribuição do azoto deverá ser efetuada na altura da rega das jovens plantas.
- Após a entrada em produção, convirá controlar o estado de nutrição do pomar anualmente, através da realização de uma análise foliar na época adequada, seguindo as normas de colheita de folhas para análise indicadas para a espécie (Anexo II).
- As recomendações de fertilização poderão ser ajustadas face ao estado de desenvolvimento vegetativo do pomar, ao nível de produção obtida no ano anterior, às condições do solo e do clima e à eventual incorporação de corretivos no solo. No caso dos pomares regados, deve ter-se em atenção a quantidade de nutrientes veiculados pela água de rega.
- A fertilização com fósforo e potássio deve ser ponderada com o estado de fertilidade do solo, considerando para o potássio a sua textura e para o fósforo o teor de calcário total, de acordo com os valores apresentados no Anexo VII.
- Se o teor foliar de magnésio se manifestar insuficiente, aplicar o dobro da quantidade recomendada, para o mesmo nível de produção esperada. Se, pelo contrário, os níveis foliares se apresentarem elevados, aplicar até metade da quantidade recomendada para idêntico nível de produção.
- Nos solos calcários a aplicação ao solo de ferro ou zinco pode não ser eficaz, pelo que as aplicações foliares com sais (sulfatos) ou quelatos de ferro ou zinco são recomendáveis.
- Se os fertilizantes forem distribuídos através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25 a 30%.

**ACTINÍDEA (kiwi)**

- **Produção de referência:** 20 a 25 t/ha (produção comercializável)
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 – 6,8

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mg, Mn	-

Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas à instalação do pomar (kg/ha)

Fósforo – níveis no solo ( $mg.kg^{-1}$ )					Potássio – níveis no solo ( $mg.kg^{-1}$ )					Magnésio – níveis no solo ( $mg.kg^{-1}$ )				
$\leq 25$	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	$\leq 25$	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	$\leq 30$	31 - 60	61 - 90	91 - 125	>125
200	150	100	50	0	300	225	150	50	0	60	45	30	15	0

- Em solos de textura ligeira e de baixa capacidade de troca catiônica não aplicar mais de 120 kg/ha de  $K_2O$  à plantação. Caso a quantidade recomendada seja superior, aplicar o restante após a plantação.

Quantidades de azoto (N) recomendadas até à entrada em produção do pomar (kg/ha)

Nutriente	Idade (anos após a instalação) *			
	1	2	3	4
Azoto (N)	5 – 10	15 – 25	25 – 30	35 – 45

\* No caso de plantas obtidas por micropropagação dever-se-á crescer o número de anos de viveiro.

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas para pomares em produção (kg/ha), com base nos resultados da análise foliar e na produção esperada (com incorporação da lenha de poda)

Produção esperada t/ha	Azoto (N, kg/ha)			Fósforo ( $P_2O_5$ , kg/ha)	Potássio ( $K_2O$ , kg/ha)	Magnésio (Mg, kg/ha)
	Insuficiente *	Suficiente *	Elevado *	Suficiente *	Suficiente *	Suficiente *
10 – 15	60	40	0 - 20	10	65	15
15 – 20	75	50	0 - 25	15	85	15
20 – 25	90	60	0 - 30	20	100	15
25 – 30	105	70	0 - 35	25	120	15
> 30	120	80	0 - 40	30	135	15

\*Níveis dos nutrientes na folha anexa ao último fruto no início do engrossamento.

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ), magnésio (Mg) e boro (B) recomendadas para pomares em produção (kg/ha), com base nos resultados da análise foliar e na produção esperada (sem incorporação da lenha de poda)

Produção esperada t/ha	Azoto (N, kg/ha)			Fósforo ( $P_2O_5$ , kg/ha)	Potássio ( $K_2O$ , kg/ha)	Magnésio (Mg, kg/ha)
	Insuficiente *	Suficiente *	Elevado *	Suficiente *	Suficiente *	Suficiente *
10 - 15	105	70	0 - 35	20	85	20
15 - 20	120	80	0 - 40	25	100	20
20 - 25	135	90	0 - 45	30	120	20
> 25	150	100	0 - 50	35	140	20

\*Níveis dos nutrientes na folha anexa ao último fruto no início do engrossamento.

- Se o solo for pobre em matéria orgânica, aplicar à instalação da cultura até 30 t por hectare de estrume de bovino bem curtido ou quantidade equivalente de outro corretivo orgânico de qualidade. Após a plantação, não ultrapassar 10 t/ha e ano.
- Se o solo for pobre em magnésio e for necessário corrigir a acidez do solo, utilizar calcário magnesiano para o efeito.
- Não aplicar azoto mineral à instalação do pomar. Desde a plantação e até à entrada em plena produção do pomar, aplicar ao solo, anualmente, as quantidades recomendadas podendo ser ajustadas consoante o desenvolvimento vegetativo das plantas. O azoto poderá ser aplicado de forma fracionada através da água de rega, ou por duas vezes no início de março e meados de julho.
- Após a entrada em produção, convirá controlar o estado de nutrição do pomar anualmente, através da realização de uma análise foliar na época adequada, seguindo as normas de colheita de folhas para análise indicadas para a espécie (Anexo II).
- As recomendações de fertilização poderão ser ajustadas face ao estado de desenvolvimento vegetativo do pomar, ao nível de produção obtida no ano anterior e às condições do solo e do clima.
- No caso dos pomares regados, deve ter-se em atenção a quantidade de nutrientes veiculados pela água de rega.
- A fertilização com fósforo e potássio deve ser ponderada com o estado de fertilidade do solo, considerando para o potássio a sua textura e para o fósforo o teor de calcário total, de acordo com os valores apresentados no Anexo VII.

- Se o teor foliar de magnésio se manifestar insuficiente, aplicar o dobro da quantidade recomendada, para o mesmo nível de produção esperada. Se, pelo contrário, os níveis foliares se apresentarem elevados, aplicar até metade da quantidade recomendada para idêntico nível de produção.
- O potássio e o magnésio podem ser fornecidos através de uma única aplicação nos solos de textura média ou fina, ou de duas em solos de textura ligeira, sendo a primeira realizada com a primeira aplicação do azoto e a segunda ao início do engrossamento dos frutos.
- Se os fertilizantes forem distribuídos através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25 a 30%.

**ALFARROBEIRA**

- Produção de referência: 4 – 6 t/ha
- Faixa de pH mais favorável: 5,5 – 8,0

Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas à instalação do pomar (kg/ha)

Fósforo – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Potássio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Magnésio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )				
$\leq 25$	26 – 50	51 – 100	101 – 200	$> 200$	$\leq 25$	26 – 50	51 – 100	101 – 200	$> 200$	$\leq 30$	31 – 60	61 – 90	91 – 125	$> 125$
200	150	100	0	0	300	225	150	0	0	60	45	30	0	0

- Em solos de textura ligeira e de baixa capacidade de troca catiônica não aplicar mais de 120 kg/ha de  $K_2O$  à plantação. Caso a quantidade recomendada seja superior, aplicar o restante após a plantação.

Quantidades de azoto (N) recomendadas até à entrada em produção do pomar (kg/ha)

Nutriente	Idade da plantação (anos)					
	1	2	3	4	5	6
Azoto (N)	15	30	45	60	60	60

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ), magnésio (Mg) e boro (B) recomendadas para pomares em produção (kg/ha), com base nos resultados da análise foliar

Nutrientes	Níveis foliares determinados na análise *		
	Insuficiente	Suficiente	Elevado
Azoto (N)	75-120	50-80	0
Fósforo ( $P_2O_5$ )	25-40	15-25	0
Potássio ( $K_2O$ )	75-105	50-70	0
Magnésio (Mg)	15-25	10-15	0
Boro (B)	1,0	0,5	0

\* Em folhas completas do terço médio dos ramos colhidas, de novembro a janeiro, em plantas femininas

- Se o solo for pobre em matéria orgânica, aplicar à instalação da cultura até 30 t por hectare de estrume de bovino bem curtido ou quantidade equivalente de outro corretivo orgânico de qualidade. Após a plantação, não ultrapassar 10 t/ha e ano.

- Se o solo for pobre em magnésio e for necessário corrigir a acidez do solo, utilizar calcário magnesiano para o efeito.
- Após a entrada em produção, convirá controlar o estado de nutrição do pomar anualmente, através da realização de uma análise foliar na época adequada, seguindo as normas de colheita de folhas para análise indicadas para a espécie (Anexo II).
- A fertilização com fósforo e potássio deve ser ponderada com o estado de fertilidade do solo, considerando para o potássio a sua textura e para o fósforo o teor de calcário total, de acordo com os valores apresentados no Anexo VII.

**AMEIXEIRA**

- **Produção de referência:** 20 – 40 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	-	Zn, Cu

Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas à instalação do pomar (kg/ha)

Fósforo – níveis no solo (mg.kg <sup>-1</sup> )					Potássio – níveis no solo (mg.kg <sup>-1</sup> )					Magnésio – níveis no solo (mg.kg <sup>-1</sup> )				
≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤30	31 - 60	61 - 90	91 - 125	>125
200	150	100	50	0	300	225	150	50	0	60	45	30	15	0

- Em solos de textura ligeira e de baixa capacidade de troca catiônica não aplicar mais de 120 kg/ha de  $K_2O$  à plantação. Caso a quantidade recomendada seja superior, aplicar o restante após a plantação.

Quantidades de azoto (N) recomendadas até à entrada em produção do pomar (kg/ha)

Nutriente / Regime de exploração	Idade da plantação (anos)				
	1	2	3	4	5
Azoto (N) / Sequeiro	30	50	30	50	30
Azoto (N) / Regadio	40	60	40	60	40

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas para pomares em produção (kg/ha), com base nos resultados da análise foliar e na produção esperada

Produção esperada t/ha	Azoto (N, kg/ha)			Fósforo ( $P_2O_5$ , kg/ha)	Potássio ( $K_2O$ , kg/ha)	Magnésio (Mg, kg/ha)
	Insuficiente *	Suficiente *	Elevado *	Suficiente *	Suficiente *	Suficiente *
10	30	25	0 – 15	10	35	5
20	60	50	0 – 25	20	65	10
40	80	70	0 – 40	40	130	20
50	100	90	0 – 45	50	160	25

\*Níveis dos nutrientes em folhas colhidas no terço médio dos lançamentos do ano, a meio da estação (julho a agosto).

- Se o solo for pobre em matéria orgânica, aplicar à instalação da cultura até 30 t por hectare de estrume de bovino bem curtido ou quantidade equivalente de outro corretivo orgânico de qualidade. Após a plantação, não ultrapassar 10 t/ha e ano.
- Se o solo for pobre em magnésio e for necessário corrigir a acidez do solo, utilizar calcário magnesiano para o efeito.
- Não aplicar azoto mineral à instalação do pomar. Desde a plantação e até à entrada em plena produção do pomar, aplicar ao solo, anualmente, de forma fracionada ao longo do ciclo, as quantidades de azoto recomendadas, podendo ser ajustadas consoante o desenvolvimento vegetativo das árvores. A distribuição do azoto deverá ser efetuada na altura da rega das jovens plantas.
- Após a entrada em produção, convirá controlar o estado de nutrição do pomar anualmente, através da realização de uma análise foliar na época adequada, seguindo as normas de colheita de folhas para análise indicadas para a espécie (Anexo II).
- As recomendações de fertilização poderão ser ajustadas face ao estado de desenvolvimento vegetativo do pomar, ao nível de produção obtida no ano anterior, às condições do solo e do clima e à eventual incorporação de corretivos no solo. No caso dos pomares regados, deve ter-se em atenção a quantidade de nutrientes veiculados pela água de rega.
- A fertilização com fósforo e potássio deve ser ponderada com o estado de fertilidade do solo, considerando para o potássio a sua textura e para o fósforo o teor de calcário total, de acordo com os valores apresentados no Anexo VII.
- Se o teor foliar de magnésio se manifestar insuficiente, aplicar o dobro da quantidade recomendada, para o mesmo nível de produção esperada. Se, pelo contrário, os níveis foliares se apresentarem elevados, aplicar até metade da quantidade recomendada para idêntico nível de produção.
- No caso de ser diagnosticada, através da análise foliar, uma carência de boro, o nutriente pode ser aplicado ao solo e/ou por pulverização, utilizando neste caso um produto boratado facilmente solúvel. Poderão ser feitas duas aplicações, uma após a colheita, antes da queda das folhas, e outra antes do início da floração. Poder-se-á, ainda, aplicar o nutriente após a queda das pétalas, utilizando soluções menos concentradas.
- É frequente surgirem insuficiências de zinco, especialmente nos casos em que há restrições à aplicação de fungicidas que o veiculem. O seu controlo pode ser feito através de aplicações ao solo, por via foliar após a colheita, com as folhas ainda verdes e ativas, ou por pulverização no período de dormência, o mais tarde possível, antes do início da rebentação.

- Sendo necessária a correção da carência de manganês ou de cobre os nutrientes poderão ser aplicados por pulverização no início da primavera, até abril.
- Se os fertilizantes forem distribuídos através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25 a 30%.

**AMENDOEIRA**

- **Produção de referência:** 2 a 3 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 – 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	-	Mg, Zn, Fe, B

Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas à instalação do pomar (kg/ha)

Fósforo – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Potássio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Magnésio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )				
$\leq 25$	26 - 50	51 - 100	101 - 200	$> 200$	$\leq 25$	26 - 50	51 - 100	101 - 200	$> 200$	$\leq 30$	31 - 60	61 - 90	91 - 125	$> 125$
200	150	100	0	0	300	225	150	0	0	60	45	30	0	0

- Em solos de textura ligeira e de baixa capacidade de troca catiônica não aplicar mais de 120 kg/ha de  $K_2O$  à plantação. Caso a quantidade recomendada seja superior, aplicar o restante após a plantação.

Quantidades de azoto (N) recomendadas até à entrada em produção do pomar (kg/ha)

Nutriente / Regime de exploração	Idade da plantação			
	1	2	3	4
Azoto (N) / Sequeiro	20	30	40	50
Azoto (N) / Regadio	20	40	60	0

Quantidades de azoto, fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ), magnésio (Mg) e boro (B) recomendadas para pomares em produção (kg/ha), com base nos resultados da análise foliar

Produção esperada t/ha	Azoto (N, kg/ha)			Fósforo ( $P_2O_5$ , kg/ha)	Potássio ( $K_2O$ , kg/ha)	Magnésio (Mg, kg/ha)
	Insuficiente *	Suficiente *	Elevado *	Suficiente *	Suficiente *	Suficiente *
<3	50 - 75	25 - 50	0 - 15	10 - 20	20 - 50	10 - 15
3	75 - 100	50 - 75	0 - 25	20 - 40	50 - 75	15 - 25
6	100 - 125	75 - 100	0 - 35	40 - 50	75 - 105	25 - 30
>6	125 - 150	100 - 125	0 - 50	50 - 60	105 - 135	30 - 35

\* Em folhas colhidas no terço médio dos lançamentos do ano, a meio da estação da estação de crescimento.

- Se o solo for pobre em matéria orgânica, aplicar à instalação da cultura até 30 t por hectare de estrume de bovino bem curtido ou quantidade equivalente de outro corretivo orgânico de qualidade. Após a plantação, não ultrapassar 10 t/ha e ano.
- Se o solo for pobre em magnésio, e for necessário corrigir a acidez do solo, utilizar calcário magnesiano para o efeito.
- Não aplicar azoto mineral à instalação do pomar. Desde a plantação e até à entrada em plena produção, aplicar ao solo, anualmente, pequenas quantidades de azoto à volta das árvores, consoante o seu desenvolvimento vegetativo. A distribuição do azoto poderá ser efetuada na altura da rega das jovens plantas.
- Após a entrada em produção, convirá controlar o estado de nutrição do pomar anualmente, através da realização de uma análise foliar na época adequada, seguindo as normas de colheita de folhas para análise indicadas para a espécie (Anexo II).
- As recomendações de fertilização poderão ser ajustadas face ao estado de desenvolvimento vegetativo do pomar, ao nível de produção obtida no ano anterior, às condições do solo e do clima e à eventual incorporação de corretivos no solo. No caso dos pomares regados, deve ter-se em atenção a quantidade de nutrientes veiculados pela água de rega.
- A fertilização com fósforo e potássio deve ser ponderada com o estado de fertilidade do solo, considerando para o potássio a sua textura e para o fósforo o teor de calcário total, de acordo com os valores apresentados no Anexo VII.
- Se o teor foliar de magnésio se manifestar insuficiente, aplicar o dobro da quantidade recomendada, para o mesmo nível de produção esperada. Se, pelo contrário, os níveis foliares se apresentarem elevados, aplicar até metade da quantidade recomendada para idêntico nível de produção.
- Se os teores foliares de fósforo e potássio forem insuficientes, aplicar o dobro da quantidade recomendada na tabela para o mesmo nível de produção esperada; se os teores foliares de fósforo e potássio forem elevados, não aplicar os nutrientes.
- No caso de ser diagnosticada, através da análise foliar, uma carência de boro, o nutriente pode ser aplicado ao solo e/ou por pulverização, utilizando neste caso um produto boratado facilmente solúvel. Poderão ser feitas duas aplicações, uma após a colheita, antes da queda das folhas, e outra antes do início da floração. Poder-se-á, ainda, aplicar o nutriente após a queda das pétalas, utilizando soluções menos concentradas.
- Nos solos calcários a aplicação ao solo de ferro e ou zinco pode não ser eficaz, pelo que as aplicações foliares com sais (sulfatos) ou quelatos de ferro ou de zinco são recomendáveis.
- Se os fertilizantes forem distribuídos através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25 a 30%.

**AMORA DE SILVA**

- **Produção de referência:** 8 a 12 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 – 6,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mg, Zn	Fe, B

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

N	Fósforo - níveis no solo (mg.kg <sup>-1</sup> )						Potássio - níveis no solo (mg.kg <sup>-1</sup> )					
	≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200	≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200
30 a 40	<b>INSTALAÇÃO E PRIMEIRO ANO</b>											
	300	200	150	100	50	0	300	250	200	150	100	0
60 a 100	<b>MANUTENÇÃO ANUAL (SEGUNDO OU MAIS ANOS)</b>											
	100	90	70	50	25	0	200	150	100	75	50	25

Quantidades de magnésio (Mg), zinco (Zn), ferro (Fe) e boro (B) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade *			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Magnésio (Mg)	40 – 60	30 – 40	20 – 30	20
Zinco (Zn)	4 – 8	2 – 6	1 – 4	1
Ferro (Fe)	2 – 4	1 – 4	0 – 2	0
Boro (B)	1,0 – 1,5	1,0	0,5 – 1,0	0

\*A ajustar com o valor de pH.

- Em solos de textura ligeira e de baixa capacidade de troca catiônica não aplicar mais de 120 kg/ha de K<sub>2</sub>O à plantação. Caso a quantidade recomendada seja superior, aplicar o restante após a plantação.
- Se o solo for pobre em matéria orgânica, aplicar à instalação da cultura até 30 t por hectare de estrume de bovino bem curtido ou quantidade equivalente de outro corretivo orgânico de qualidade. Após a plantação, não ultrapassar 10 t/ha e ano.
- Se o solo for pobre em magnésio, e for necessário corrigir a acidez do solo, utilizar calcário magnesiano para o efeito.

- Não aplicar azoto à instalação da cultura. Aplicar o azoto, de modo fracionado, em cobertura, procurando não ultrapassar 10 kg/ha nos primeiros meses após a rebentação, especialmente nas zonas de clima mais frio. No caso de cobertura do solo com filme plástico, aplicar o azoto de acordo com o tipo de rega praticada. Nos casos em que houve incorporação de matéria orgânica, iniciar as aplicações de azoto a partir da diferenciação floral. Aplicar as doses mais elevadas nas variedades com maior vigor vegetativo.
- Aplicar todo o fósforo em fundo e até cerca de 40 % do potássio. O restante potássio deve ser fornecido juntamente com o azoto em cobertura. Na manutenção anual, incorporar o fósforo à rebentação na área de projeção da planta, evitando o contacto com o caule. Fracionar o potássio e aplicar juntamente com as coberturas azotadas.
- No caso de produções superiores a 12 t/ha, aplicar mais 25% da quantidade de magnésio (Mg) recomendada.
- As situações de carência de zinco e/ou ferro surgem normalmente em solos de pH superior a 7,0, podendo não ser eficazes as aplicações daqueles nutrientes ao solo. Nestes casos, recomendam-se duas a três aplicações foliares com sais (sulfatos) ou quelatos.
- Se os fertilizantes forem distribuídos através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25 a 30%.

**ANONEIRA**

- **Produção de referência:** 10 a 15 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	B, Zn	-

Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas à instalação da cultura (kg/ha)

Fósforo – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Potássio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Magnésio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )				
$\leq 25$	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	$\leq 25$	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	$\leq 30$	31 - 60	61 - 90	91 - 125	>125
200	150	100	50	0	300	225	150	50	0	60	45	30	0	0

- Em solos de textura ligeira e de baixa capacidade de troca catiônica não aplicar mais de 120 kg/ha de  $K_2O$  à plantação. Caso a quantidade recomendada seja superior, aplicar o restante após a plantação.

Quantidades de azoto (N) recomendadas até à entrada em produção do pomar (g/árvore)

Nutriente	Idade da plantação (anos)			
	1	2	3	4
Azoto (N)	40	80	120	180

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas para pomares em produção (kg/ha), com base nos resultados da análise foliar e na produção esperada

Produção esperada t/ha	Azoto (N)			Fósforo (P205)	Potássio (K20)
	Insuficiente *	Suficiente *	Elevado *	Suficiente *	Suficiente *
<10	45	30	15	10	25
10-15	45 - 67,5	30 - 45	15 - 22,5	20	37,5
15-20	67,5 - 90	45 - 60	22,5 - 30	30	50
>20	110	80	60	40	65

\*Níveis dos nutrientes em folhas mais novas completamente desenvolvidas

- Se o solo for pobre em matéria orgânica, aplicar à instalação da cultura até 30 t por hectare de estrume de bovino bem curtido ou quantidade equivalente de outro corretivo orgânico de qualidade. Após a plantação, não ultrapassar 10 t/ha e ano.
- Se o solo for pobre em magnésio, e for necessário corrigir a acidez do solo, utilizar calcário magnesiano para o efeito.
- Não aplicar azoto mineral à instalação do pomar. Desde a plantação e até à entrada em plena produção do pomar, aplicar ao solo, anualmente, pequenas quantidades de azoto à volta das árvores, consoante o seu desenvolvimento vegetativo. A distribuição do azoto poderá ser efetuada na altura da rega das jovens plantas.
- Após a entrada em produção, convirá controlar o estado de nutrição do pomar anualmente, através da realização de uma análise foliar na época adequada, seguindo as normas de colheita de folhas para análise indicadas para a espécie (Anexo II).
- As recomendações de fertilização poderão ser ajustadas face ao estado de desenvolvimento vegetativo do pomar, ao nível de produção obtida no ano anterior, às condições do solo e do clima e à eventual incorporação de corretivos no solo. No caso dos pomares regados, deve ter-se em atenção a quantidade de nutrientes veiculados pela água de rega.
- A fertilização com fósforo e potássio deve ser ponderada com o estado de fertilidade do solo, considerando para o potássio a sua textura e para o fósforo o teor de calcário total, de acordo com os valores apresentados no Anexo VII.
- Se os fertilizantes forem distribuídos através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25 a 30%.

**AVELEIRA**

- **Produção de referência:** 3 – 4 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 – 6,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	-	B

Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas à instalação do pomar (kg/ha)

Fósforo – níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio – níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Magnésio – níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤30	31 - 60	61 - 90	91 - 125	>125
200	150	100	50	0	300	225	150	50	0	60	45	30	0	0

- Em solos de textura ligeira e de baixa capacidade de troca catiônica não aplicar mais de 120 kg/ha de  $K_2O$  à plantação. Caso a quantidade recomendada seja superior, aplicar o restante após a plantação.

Quantidades de azoto (N) recomendadas até à entrada em produção do pomar (kg/ha)

Nutriente / Regime de exploração	Idade da plantação			
	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano
Azoto(N) / Sequeiro	15	30	40	50
Azoto (N) / Regadio	20	40	60	0

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ), magnésio (Mg) e boro (B) recomendadas para pomares em produção (kg/ha), com base nos resultados da análise foliar

Produção esperada t/ha	Azoto (N, kg/ha)			Fósforo ( $P_2O_5$ , kg/ha)	Potássio ( $K_2O$ , kg/ha)	Magnésio (Mg, kg/ha)
	Insuficiente *	Suficiente *	Elevado *	Suficiente *	Suficiente *	Suficiente *
<2	60 - 80	40 - 60	0 - 15	30 - 35	50 - 60	10 - 15
2 - 4	80 - 100	60 - 80	0 - 20	35 - 40	60 - 70	15 - 25
>4	100 - 120	80 - 100	0 - 25	40 - 45	70 - 80	25 - 35

\*Níveis dos nutrientes em folhas completamente desenvolvidas do terço médio dos lançamentos do ano, a meio da estação da estação de crescimento.

- Se o solo for pobre em matéria orgânica, aplicar à instalação da cultura até 30 t por hectare de estrume de bovino bem curtido ou quantidade equivalente de outro corretivo orgânico de qualidade. Após a plantação, não ultrapassar 10 t/ha e ano.
- Se o solo for pobre em magnésio, e for necessário corrigir a acidez do solo, utilizar calcário magnesiano para o efeito.
- Não aplicar azoto mineral à instalação do pomar. Desde a plantação, e até à entrada em plena produção do pomar, aplicar ao solo, anualmente, pequenas quantidades de azoto, consoante o desenvolvimento vegetativo das árvores. A distribuição do azoto poderá ser efetuada na altura da rega das jovens plantas.
- Após a entrada em produção, convirá controlar o estado de nutrição do pomar anualmente, através da realização de uma análise foliar na época adequada, seguindo as normas de colheita de folhas para análise indicadas para a espécie (Anexo II).
- As recomendações de fertilização poderão ser ajustadas face ao estado de desenvolvimento vegetativo do pomar, ao nível de produção obtida no ano anterior, às condições do solo e do clima e à eventual incorporação de corretivos no solo. No caso dos pomares regados, deve ter-se em atenção a quantidade de nutrientes veiculados pela água de rega.
- A fertilização com fósforo e potássio deve ser ponderada com o estado de fertilidade do solo, considerando para o potássio a sua textura e para o fósforo o teor de calcário total, de acordo com os valores apresentados no Anexo VII.
- Se os fertilizantes forem distribuídos através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25 a 30%.

**CASTANHEIRO DE FRUTO**

- **Produção de referência:** 6 – 7 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 – 6,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	-	Mg, B

Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas à instalação do pomar (kg/ha)

Fósforo – níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Potássio – níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )					Magnésio – níveis no solo (mg kg <sup>-1</sup> )				
≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤30	31 - 60	61 - 90	91 - 125	>125
200	150	100	50	0	300	225	150	50	0	60	45	30	0	0

- Em solos de textura ligeira e de baixa capacidade de troca catiônica não aplicar mais de 120 kg/ha de  $K_2O$  à plantação. Caso a quantidade recomendada seja superior, aplicar o restante após a plantação.

Quantidades de azoto (N) recomendadas até à entrada em produção do pomar (kg/ha)

Nutriente/ Regime de exploração	Idade da plantação (anos)					
	1	2	3	4	5	6
Azoto (N)/sequeiro	5	10	15	20	25	30
Azoto (N) / Regadio	15	30	50	50	50	50

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ), magnésio (Mg) e boro (B) recomendadas para pomars em produção (kg/ha), com base nos resultados da análise foliar e na produção esperada

Produção esperada t/ha	Azoto (N, kg/ha)			Fósforo ( $P_2O_5$ , kg/ha)	Potássio ( $K_2O$ , kg/ha)	Magnésio (Mg, kg/ha)
	Insuficiente *	Suficiente *	Elevado *	Suficiente *	Suficiente *	Suficiente *
2 - 3	40 - 50	20 - 30	0 - 10	10 - 15	20 - 40	10
3 - 5	50 - 60	30 - 40	0 - 20	15 - 20	40 - 65	15
5 - 7	70 - 90	50 - 70	0 - 30	20 - 30	50 - 75	20

\*Níveis de nutrientes em folhas completamente desenvolvidas da parte superior do terço médio da copa, colhidas entre a 4ª a 7ª a partir da extremidade dos ramos com ouriços, de meados de agosto a meados de setembro.

- Se o solo for pobre em matéria orgânica, aplicar à instalação da cultura até 30 toneladas por hectare de estrume de bovino bem curtido ou quantidade equivalente de outro corretivo orgânico de qualidade. Após a plantação, não ultrapassar 10 t/ha e ano.
- Se o solo for pobre em magnésio, e for necessário corrigir a acidez do solo, utilizar calcário magnesiano para o efeito.
- Não aplicar azoto mineral à instalação do pomar. Desde a plantação, e até à entrada em plena produção do pomar, aplicar ao solo, anualmente, pequenas quantidades de azoto, consoante o desenvolvimento vegetativo das árvores. A distribuição do azoto poderá ser efetuada na altura da rega das jovens plantas.
- Após a entrada em produção, convirá controlar o estado de nutrição do pomar anualmente, através da realização de uma análise foliar na época adequada, seguindo as normas de colheita de folhas para análise indicadas para a espécie no Anexo II.
- As recomendações de fertilização poderão ser ajustadas face ao estado de desenvolvimento vegetativo do pomar, ao nível de produção obtida no ano anterior, às condições do solo e do clima e à eventual incorporação de corretivos no solo. No caso dos pomares regados, deve ter-se em atenção a quantidade de nutrientes veiculados pela água de rega.
- A fertilização com fósforo e potássio deve ser ponderada com o estado de fertilidade do solo, considerando para o potássio a sua textura e para o fósforo o teor de calcário total, de acordo com os valores apresentados no Anexo VII.
- Se os fertilizantes forem distribuídos através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25 a 30%.

**CEREJEIRA**

- **Produção de referência:** Cultivares temporãs, 5 – 8 t/ha; Cultivares de estação e tardias, 10 – 15 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	-	Mn, Zn, B

Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas à instalação do pomar (kg/ha)

Fósforo – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Potássio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Magnésio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )				
$\leq 25$	26 – 50	51 – 100	101 – 200	>200	$\leq 25$	26 – 50	51 – 100	101 – 200	>200	$\leq 30$	31 – 60	61 – 90	91 – 125	>125
200	150	100	50	0	300	225	150	50	0	60	45	30	15	0

- Em solos de textura ligeira e de baixa capacidade de troca catiônica não aplicar mais de 120 kg/ha de  $K_2O$  à plantação. Caso a quantidade recomendada seja superior, aplicar o restante após a plantação.

Quantidades de azoto (N) recomendadas até à entrada em produção do pomar (kg/ha)

Nutriente / Regime de exploração	Idade da plantação (anos)	
	1	2
Azoto (N) / Sequeiro	30	50
Azoto (N) / Regadio	40	60

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas para pomares em produção (kg/ha), com base nos resultados da análise foliar e na produção esperada

Produção esperada t/ha	Azoto (N, kg/ha)			Fósforo ( $P_2O_5$ , kg/ha)	Potássio ( $K_2O$ , kg/ha)	Magnésio (Mg, kg/ha)
	Insuficiente *	Suficiente *	Elevado *	Suficiente *	Suficiente *	Suficiente *
5	25	20	0 – 10	5	20	5
10	40	30	0 – 15	10	40	5
20	70	60	0 – 30	20	80	10
30	85	75	0 – 40	30	120	15

\*Níveis dos nutrientes em folhas colhidas no terço médio dos lançamentos do ano em meados da estação de crescimento.

- Se o solo for pobre em matéria orgânica, aplicar à instalação da cultura até 30 t por hectare de estrume de bovino bem curtido ou quantidade equivalente de outro corretivo orgânico de qualidade. Após a plantação, não ultrapassar 10 t/ha e ano.
- Se o solo for pobre em magnésio, e for necessário corrigir a acidez do solo, utilizar calcário magnesiano para o efeito.
- Não aplicar azoto mineral à instalação do pomar. Desde a plantação e até à entrada em plena produção do pomar, aplicar ao solo anualmente, de forma fracionada ao longo do ciclo, as quantidades de azoto recomendadas, podendo ser ajustadas consoante o desenvolvimento vegetativo das árvores. A distribuição do azoto deverá ser efetuada na altura da rega das jovens plantas.
- Após a entrada em produção, convirá controlar o estado de nutrição do pomar anualmente, através da realização de uma análise foliar na época adequada, seguindo as normas de colheita de folhas para análise indicadas para a espécie no Anexo II.
- As recomendações de fertilização poderão ser ajustadas face ao estado de desenvolvimento vegetativo do pomar, ao nível de produção obtida no ano anterior, às condições do solo e do clima e à eventual incorporação de corretivos no solo. No caso dos pomares regados, deve ter-se em atenção a quantidade de nutrientes veiculados pela água de rega.
- No caso do azoto, sempre que os teores foliares se manifestem insuficientes, recomenda-se que seja feita uma avaliação da adequação das restantes práticas culturais utilizadas, particularmente as que interferem com a nutrição azotada das árvores. Refira-se, por exemplo, que a instalação de um coberto vegetal permanente pode implicar uma aplicação complementar do nutriente para a sua manutenção, particularmente se se tratar de um coberto à base de gramíneas.
- A fertilização com fósforo e potássio deve ser ponderada com o estado de fertilidade do solo, considerando para o potássio a sua textura e para o fósforo o teor de calcário total, de acordo com os valores apresentados no Anexo VII.
- Se o teor foliar de magnésio se manifestar insuficiente, aplicar o dobro da quantidade recomendada, para o mesmo nível de produção esperada. Se, pelo contrário, os níveis foliares se apresentarem elevados, aplicar até metade da quantidade recomendada para idêntico nível de produção.
- No caso de ser diagnosticada, através da análise foliar, uma carência de boro, o nutriente pode ser aplicado ao solo e/ou por pulverização, utilizando neste caso um produto boratado facilmente solúvel. Poderão ser feitas duas aplicações, uma após a colheita, antes da queda das folhas, e outra antes do início da floração. Poder-se-á, ainda, aplicar o nutriente

após a queda das pétalas, utilizando soluções menos concentradas.

- É frequente surgirem insuficiências de zinco, especialmente nos casos em que há restrições à aplicação de fungicidas que o veiculem. O seu controlo pode ser feito através de aplicações ao solo, por via foliar após a colheita, com as folhas ainda verdes e ativas, ou por pulverização no período de dormência, o mais tarde possível, antes do início da rebentação.
- Sendo necessária a correção da carência de manganês ou de cobre, o nutriente poderá ser aplicado por pulverização no início da primavera, até abril.
- Se os fertilizantes forem distribuídos através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25 a 30%.

**CITRINOS: LARANJEIRA, TORANJEIRA, TANGERINEIRA, LIMOEIRO**

- **Produção de referência:** 30 – 40 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mg, Fe, Zn	Cu, Mn, Mo

Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas à instalação do pomar (kg/ha)

Fósforo – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Potássio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Magnésio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )				
$\leq 25$	26 – 50	51 – 100	101 – 200	$> 200$	$\leq 25$	26 – 50	51 – 100	101 – 200	$> 200$	$\leq 30$	31 – 60	61 – 90	91 – 125	$> 125$
200	150	100	50	0	300	225	150	50	0	60	45	30	15	0

- Em solos de textura ligeira e de baixa capacidade de troca catiônica não aplicar mais de 120 kg/ha de  $K_2O$  à plantação. Caso a quantidade recomendada seja superior, aplicar o restante após a plantação.

Quantidades de azoto (N) recomendadas até à entrada em produção do pomar (kg/ha)

Nutriente	Idade (anos após a instalação)					
	1	2	3	4	5	6
Azoto (N)	12	30	40	60	75	75

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas para pomares em produção (kg/ha), com base nos resultados da análise foliar e na produção esperada

Produção esperada t/ha	Azoto (N, kg/ha)			Fósforo ( $P_2O_5$ , kg/ha)	Potássio ( $K_2O$ , kg/ha)	Magnésio (Mg, kg/ha)
	Insuficiente *	Suficiente *	Elevado *	Suficiente *	Suficiente *	Suficiente *
< 10	45	30	0 – 15	10	30	5
10 – 20	60 – 90	30 – 45	0 – 20	10 – 20	30 – 45	10
20 – 30	90 – 120	45 – 60	0 – 30	20 – 30	45 – 60	10
30 – 40	120 – 180	60 – 90	0 – 45	30 – 40	60 – 90	15
> 40	180 – 200	90 – 120	0 – 60	40 – 60	90 – 120	15

\*Níveis dos nutrientes em folhas do ano, com 4 a 7 meses de idade, de raminhos terminais não frutíferos inseridos à mesma altura da copa.

- Se o solo for pobre em matéria orgânica, aplicar à instalação da cultura até 30 t por hectare de estrume de bovino bem curtido ou quantidade equivalente de outro corretivo orgânico de qualidade. Após a plantação, não ultrapassar 10 t/ha e ano.
- Se o solo for pobre em magnésio, e for necessário corrigir a acidez do solo, utilizar calcário magnesiano para o efeito.
- Não aplicar azoto mineral à instalação do pomar. No entanto, em solos com baixos teores de matéria orgânica, e no caso de não ter sido aplicado qualquer corretivo orgânico, pode ser vantajosa a aplicação de doses reduzidas daquele nutriente, que não devem ultrapassar 10 a 15 kg de azoto (N) por hectare.
- Após a entrada em produção, convirá controlar o estado de nutrição do pomar anualmente, através da realização de uma análise foliar na época adequada, seguindo as normas de colheita de folhas para análise indicadas para a espécie no Anexo II.
- As recomendações de fertilização poderão ser ajustadas face ao estado de desenvolvimento vegetativo do pomar, ao nível de produção obtida no ano anterior, às condições do solo e do clima e à eventual incorporação de corretivos no solo. No caso dos pomares regados, deve ter-se em atenção a quantidade de nutrientes veiculados pela água de rega.
- No caso do azoto, sempre que os teores foliares se manifestem insuficientes, recomenda-se que seja feita uma avaliação da adequação das restantes práticas culturais utilizadas, particularmente as que interferem com a nutrição azotada das árvores. Refira-se, por exemplo, que a instalação de um coberto vegetal permanente pode implicar uma aplicação complementar do nutriente para a sua manutenção, particularmente se se tratar de um coberto à base de gramíneas.
- A fertilização com fósforo e potássio deve ser ponderada com o estado de fertilidade do solo, considerando para o potássio a sua textura e para o fósforo o teor de calcário total, de acordo com os valores apresentados no Anexo VII.
- Se o teor foliar de magnésio se manifestar insuficiente, aplicar o dobro da quantidade recomendada, para o mesmo nível de produção esperada. Se, pelo contrário, os níveis foliares se apresentarem elevados, aplicar até metade da quantidade recomendada para idêntico nível de produção.
- Nos solos calcários a aplicação ao solo de ferro, manganês e ou de zinco pode não ser eficaz, pelo que as aplicações foliares com sais (sulfatos) ou quelatos de ferro, de manganês e ou de zinco são recomendáveis.
- Se os fertilizantes forem distribuídos através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25 a 30%.

**DAMASQUEIRO**

- **Produção de referência:** 15 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Fe, Zn	Mn, B

Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas à instalação do pomar (kg/ha)

Fósforo – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Potássio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Magnésio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )				
$\leq 25$	26 50	51 100	101 200	>200	$\leq 25$	26 50	51 100	101 200	>200	$\leq 30$	31 60	61 90	91 125	>125
200	150	100	50	0	300	225	150	50	0	60	45	30	15	0

- Em solos de textura ligeira e de baixa capacidade de troca catiônica não aplicar mais de 120 kg/ha de  $K_2O$  à plantação. Caso a quantidade recomendada seja superior, aplicar o restante após a plantação.

Quantidades de azoto (N) recomendadas até à entrada em produção do pomar (kg/ha)

Nutriente / Regime de exploração	Idade da plantação (anos)	
	1	2
Azoto (N) / Sequeiro	30	50
Azoto (N) / Regadio	40	60

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas para pomares em produção (kg/ha), com base nos resultados da análise foliar e na produção esperada

Produção esperada t/ha	Azoto (N, kg/ha)			Fósforo ( $P_2O_5$ , kg/ha)	Potássio ( $K_2O$ , kg/ha)	Magnésio (Mg, kg/ha)
	Insuficiente *	Suficiente *	Elevado *	Suficiente *	Suficiente *	Suficiente *
15	50	40	0 – 20	20	60	5
20	65	55	0 – 30	25	75	10
25	75	65	0 – 35	30	90	15
30	85	75	0 – 40	40	105	20

\*Níveis dos nutrientes em folhas colhidas no terço médio dos lançamentos do ano a meio da estação (julho a agosto).

- Se o solo for pobre em matéria orgânica, aplicar à instalação da cultura até 30 t por hectare de estrume de bovino bem curtido ou quantidade equivalente de outro corretivo orgânico de qualidade. Após a plantação, não ultrapassar 10 t/ha e ano.
- Se o solo for pobre em magnésio, e for necessário corrigir a acidez do solo, utilizar calcário magnesiano para o efeito.
- Não aplicar azoto mineral à instalação do pomar. Desde a plantação e até à entrada em plena produção do pomar, aplicar ao solo, anualmente e de forma fracionada ao longo do ciclo, as quantidades de azoto recomendadas, podendo ser ajustadas consoante o desenvolvimento vegetativo das árvores. A distribuição do azoto deverá ser efetuada na altura da rega das jovens plantas.
- Após a entrada em produção, convirá controlar o estado de nutrição do pomar anualmente, através da realização de uma análise foliar na época adequada, seguindo as normas de colheita de folhas para análise indicadas para a espécie no Anexo II.
- As recomendações de fertilização poderão ser ajustadas face ao estado de desenvolvimento vegetativo do pomar, ao nível de produção obtida no ano anterior, às condições do solo e do clima e à eventual incorporação de corretivos no solo. No caso dos pomares regados, deve ter-se em atenção a quantidade de nutrientes veiculados pela água de rega.
- No caso do azoto, sempre que os teores foliares se manifestem insuficientes, recomenda-se que seja feita uma avaliação da adequação das restantes práticas culturais utilizadas, particularmente as que interferem com a nutrição azotada das árvores. Refira-se, por exemplo, que a instalação de um coberto vegetal permanente pode implicar uma aplicação complementar do nutriente para a sua manutenção, particularmente se se tratar de um coberto à base de gramíneas.
- A fertilização com fósforo e potássio deve ser ponderada com o estado de fertilidade do solo, considerando para o potássio a sua textura e para o fósforo o teor de calcário total, de acordo com os valores apresentados no Anexo VII.
- Se o teor foliar de magnésio se manifestar insuficiente, aplicar o dobro da quantidade recomendada, para o mesmo nível de produção esperada. Se, pelo contrário, os níveis foliares se apresentarem elevados, aplicar até metade da quantidade recomendada para idêntico nível de produção.
- No caso de ser diagnosticada, através da análise foliar, uma carência de boro, o nutriente pode ser aplicado ao solo e/ou por pulverização, utilizando neste caso um produto boratado facilmente solúvel. Poderão ser feitas duas aplicações, uma após a colheita, antes da queda das folhas, e outra antes do início da floração. Poder-se-á, ainda, aplicar o nutriente após a queda das pétalas, utilizando soluções menos concentradas.

- É frequente surgirem insuficiências de zinco, especialmente nos casos em que há restrições à aplicação de fungicidas que o veiculem. O seu controlo pode ser feito através de aplicações ao solo, por via foliar após a colheita, com as folhas ainda verdes e ativas, ou por pulverização no período de dormência, o mais tarde possível, antes do início da rebentação.
- Sendo necessária a correção da carência de manganês ou de cobre, poderá aplicar os nutrientes por pulverização no início da primavera, até abril.
- Se os fertilizantes forem distribuídos através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25 a 30%.

**DIOSPIREIRO**

- **Produção de referência:** 20 a 30 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	-	Mg, Fe

Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas à instalação do pomar (kg/ha)

Fósforo – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Potássio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Magnésio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )				
$\leq 25$	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	$\leq 25$	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	$\leq 30$	31 - 60	61 - 90	91 - 125	>125
200	150	100	50	0	300	225	150	50	0	60	45	30	15	0

- Em solos de textura ligeira e de baixa capacidade de troca catiônica não aplicar mais de 120 kg/ha de  $K_2O$  à plantação. Caso a quantidade recomendada seja superior, aplicar o restante após a plantação.

Quantidades de azoto (N) recomendadas até à entrada em produção do pomar (kg/ha)

Nutriente	Idade da plantação (anos)				
	1	2	3	4	5
Azoto (N)	15	25	35	45	55

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas para pomares em produção (kg/ha), com base nos resultados da análise foliar e na produção esperada

Produção esperada t/ha	Azoto (N, kg/ha)			Fósforo ( $P_2O_5$ , kg/ha)	Potássio ( $K_2O$ , kg/ha)	Magnésio (Mg, kg/ha)
	Insuficiente *	Suficiente *	Elevado *	Suficiente *	Suficiente *	Suficiente *
<20	60-90	30 - 60	0-10	20 - 50	45 - 90	10
20-30	90-120	60 - 90	0-40	30 - 60	75 - 120	20
>30	120-150	90 - 120	0-70	50 - 80	105 - 150	30

\*Níveis dos nutrientes nas folhas mais novas completamente desenvolvidas de ramos do ano, não frutíferos, colhidas cerca de dois meses antes da colheita de frutos (agosto – setembro).

- Se o solo for pobre em matéria orgânica, aplicar à instalação da cultura

até 30 t por hectare de estrume de bovino bem curtido ou quantidade equivalente de outro corretivo orgânico de qualidade. Após a plantação, não ultrapassar 10 t/ha e ano.

- Se o solo for pobre em magnésio e for necessário corrigir a acidez do solo, utilizar calcário magnesiano para o efeito.
- Não aplicar azoto mineral à instalação do pomar. Desde a plantação e até à entrada em plena produção do pomar, aplicar ao solo anualmente, as quantidades recomendadas, podendo ser ajustadas consoante o desenvolvimento vegetativo das plantas. O azoto poderá ser aplicado de forma fracionada através da água de rega, ou por duas vezes no início e no fim da primavera.
- Após a entrada em produção, convirá controlar o estado de nutrição do pomar anualmente, através da realização de uma análise foliar na época adequada, seguindo as normas de colheita de folhas para análise indicadas para a espécie no Anexo II.
- As recomendações de fertilização poderão ser ajustadas face ao estado de desenvolvimento vegetativo do pomar, ao nível de produção obtida no ano anterior e às condições do solo e do clima.
- No caso dos pomares regados, deve ter-se em atenção a quantidade de nutrientes veiculados pela água de rega.
- A fertilização com fósforo e potássio deve ser ponderada com o estado de fertilidade do solo, considerando para o potássio a sua textura e para o fósforo o teor de calcário total, de acordo com os valores apresentados no Anexo VII.
- Se o teor foliar de magnésio se manifestar insuficiente, aplicar o dobro da quantidade recomendada, para o mesmo nível de produção esperada. Se, pelo contrário, os níveis foliares se apresentarem elevados, aplicar até metade da quantidade recomendada para idêntico nível de produção.
- O potássio e o magnésio podem ser fornecidos através de uma única aplicação nos solos de textura média ou fina, ou de duas em solos de textura ligeira.
- Nos solos calcários a aplicação ao solo de ferro, manganês e ou de zinco pode não ser eficaz, pelo que as aplicações foliares com sais (sulfatos) ou quelatos de ferro, de manganês e ou de zinco são recomendáveis.
- Se os fertilizantes forem distribuídos através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25 a 30%.

**FIGUEIRA**

- **Produção de referência:** Figos lampos: 2,0 – 3,0 t/ha; Figos vindimos: 8,0 – 10 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	-	Zn

Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas à instalação do pomar (kg/ha)

Fósforo – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Potássio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Magnésio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )				
$\leq 25$	26 - 50	51 - 100	101 - 200	$> 200$	$\leq 25$	26 - 50	51 - 100	101 - 200	$> 200$	$\leq 30$	31 - 60	61 - 90	91 - 125	$> 125$
200	150	100	50	0	300	225	150	50	0	60	45	30	0	0

- Em solos de textura ligeira e de baixa capacidade de troca catiônica não aplicar mais de 120 kg/ha de  $K_2O$  à plantação. Caso a quantidade recomendada seja superior, aplicar o restante após a plantação.

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas para figueiras em produção (kg/ha), com base nos resultados da análise foliar e na produção esperada

Produção esperada t/ha	Azoto (N, kg/ha)		Fósforo ( $P_2O_5$ , kg/ha)	Potássio ( $K_2O$ , kg/ha)	Magnésio (Mg, kg/ha)
	Insuficiente *	Suficiente *	Suficiente *	Suficiente *	Suficiente *
< 2	30	0 – 20	0 – 15	0 – 30	5
2 – 4	30 – 50	20 – 40	15 – 30	30 – 45	10
4 – 6	50 – 70	40 – 50	30 – 45	45 – 60	15
6 – 10	70 – 90	50 – 70	45 – 60	60 – 100	20
> 10	100 – 120	70 – 100	60 – 100	100 – 120	30

\*Níveis de nutrientes em folhas completamente desenvolvidas dos lançamentos do ano, colhidas em ramos não frutíferos em meados da estação de crescimento.

- Se o solo for pobre em matéria orgânica, aplicar à instalação da cultura até 30 t por hectare de estrume de bovino bem curtido ou quantidade equivalente de outro corretivo orgânico de qualidade. Após a plantação, não ultrapassar 10 t/ha e ano.
- Se o solo for pobre em magnésio, e for necessário corrigir a acidez do

solo, utilizar calcário magnesiano para o efeito.

- Não aplicar azoto mineral à instalação do pomar. Desde a plantação e até à entrada em plena produção do pomar, aplicar ao solo, anualmente e de forma fracionada ao longo do ciclo, pequenas quantidades de azoto, consoante o desenvolvimento vegetativo das árvores. A distribuição do azoto poderá ser efetuada na altura da rega das jovens plantas.
- Após a entrada em produção, convirá controlar o estado de nutrição do pomar anualmente, através da realização de uma análise foliar na época adequada, seguindo as normas de colheita de folhas para análise indicadas para a espécie no Anexo II.
- As recomendações de fertilização poderão ser ajustadas face ao estado de desenvolvimento vegetativo do pomar, ao nível de produção obtida no ano anterior, às condições do solo e do clima e à eventual incorporação de corretivos no solo. No caso dos pomares regados, dever ter-se em atenção a quantidade de nutrientes veiculados pela água de rega.
- A fertilização com fósforo e potássio deve ser ponderada com o estado de fertilidade do solo, considerando para o potássio a sua textura e para o fósforo o teor de calcário total, de acordo com os valores apresentados no Anexo VII.
- Se o teor foliar de magnésio se manifestar insuficiente, aplicar o dobro da quantidade recomendada, para o mesmo nível de produção esperada. Se, pelo contrário, os níveis foliares se apresentarem elevados, aplicar até metade da quantidade recomendada para idêntico nível de produção.
- Nos solos calcários a aplicação ao solo de ferro, manganês e ou de zinco pode não ser eficaz, pelo que as aplicações foliares com sais (sulfatos) ou quelatos de ferro, de manganês e ou de zinco são recomendáveis.
- Se os fertilizantes forem distribuídos através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25 a 30%.

**FIGUEIRA-DA-ÍNDIA**

- **Produção de referência:** 10 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,5 – 8,5

Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas à instalação do pomar (kg/ha)

Fósforo – níveis no solo (mg.kg <sup>-1</sup> )					Potássio – níveis no solo (mg.kg <sup>-1</sup> )					Magnésio – níveis no solo (mg.kg <sup>-1</sup> )				
≤25	26 – 50	51 – 100	101 – 200	>200	≤25	26 – 50	51 – 100	101 – 200	>200	≤30	31 – 60	61 – 90	91 – 125	>125
200	150	100	50	0	300	225	150	50	0	60	45	30	15	0

Em solos de textura ligeira e de baixa capacidade de troca catiônica não aplicar mais de 120 kg/ha de  $K_2O$  à plantação. Caso a quantidade recomendada seja superior, aplicar o restante após a plantação.

Quantidades de azoto (N) recomendadas até à entrada em produção do pomar (kg/ha)

Nutriente	Idade da plantação (anos)			
	1	2	3	4
Azoto (N)	15	30	30	60

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas para pomares em produção (kg/ha), com base nos resultados da análise foliar\* e na produção esperada

Produção esperada t/ha	Azoto (N, kg/ha)			Fósforo ( $P_2O_5$ , kg/ha)	Potássio ( $K_2O$ , kg/ha)	Magnésio (Mg, kg/ha)
	Insuficiente *	Suficiente *	Elevado *	Suficiente *	Suficiente *	Suficiente *
<10	65 – 95	45 – 75	0 - 25	65 – 85	75 - 100	15
10 - 20	80 – 110	60 – 90	0 – 40	75 – 95	100 – 125	25
>20	95 - 125	75 - 105	0 - 55	85 - 105	125 - 150	30

\* Em cladódios com um ano de idade (fevereiro – março)

- Se os teores foliares de fósforo, potássio e magnésio se manifestarem insuficientes, aplicar o dobro das quantidades recomendadas para teores foliares suficientes e o mesmo nível de produção esperada.
- A fertilização com fósforo e potássio deve ser ponderada com o estado de fertilidade do solo, considerando para o potássio a sua textura e para o fósforo o teor de calcário total, de acordo com os valores apresentados no Anexo VII.

- Se os fertilizantes forem distribuídos através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25 a 30%.

**FRAMBOESA**

- **Produção de referência:** 8 a 12 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 – 6,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mg, Zn	Fe, B

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

N	Fósforo - níveis no solo (mg.kg <sup>-1</sup> )						Potássio - níveis no solo (mg.kg <sup>-1</sup> )					
	≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200	≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200
30 a 40	<b>INSTALAÇÃO E PRIMEIRO ANO</b>											
	300	200	150	100	50	0	300	250	200	150	100	0
60 a 100	<b>MANUTENÇÃO ANUAL (SEGUNDO OU MAIS ANOS)</b>											
	100	90	70	50	25	0	200	150	100	75	50	25

Quantidades de magnésio (Mg), zinco (Zn), ferro (Fe) e boro (B) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade *			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Magnésio (Mg)	40 – 60	30 – 40	20 – 30	20
Zinco (Zn)	4 – 8	2 – 6	1 – 4	1
Ferro (Fe)	2 – 4	1 – 4	0 – 2	0
Boro (B)	1,0 – 1,5	1,0	0,5 – 1,0	0

\*A ajustar com o valor de pH.

- Se o solo for pobre em matéria orgânica, aplicar à instalação da cultura até 30 t por hectare de estrume de bovino bem curtido ou quantidade equivalente de outro corretivo orgânico de qualidade. Após a plantação, não ultrapassar 10 t/ha e ano.
- Se o solo for pobre em magnésio, e for necessário corrigir a acidez do solo, utilizar calcário magnesiano para o efeito.
- Não aplicar azoto à instalação da cultura. Aplicar o azoto, de modo fracionado, em cobertura, procurando não ultrapassar 10 kg/ha nos primeiros meses após a rebentação, especialmente nas zonas de clima mais frio. No caso de cobertura do solo com filme plástico, aplicar o

azoto de acordo com o tipo de rega praticada. Nos casos em que houve incorporação de matéria orgânica iniciar as aplicações de azoto a partir da diferenciação floral. Aplicar as doses mais elevadas nas variedades com maior vigor vegetativo.

- Aplicar todo o fósforo em fundo e até cerca de 40 % do potássio. O restante potássio deve ser fornecido juntamente com o azoto em cobertura. Na manutenção anual, incorporar o fósforo à rebentação na área de projeção da planta, evitando o contacto com o caule. Fracionar o potássio e aplicar juntamente com as coberturas azotadas.
- No caso de produções superiores a 12 t/ha, aplicar mais 25% da quantidade de magnésio (Mg) recomendada.
- As situações de carência de zinco e/ou ferro surgem normalmente em solos de pH superior a 7,0, podendo não ser eficazes as aplicações daqueles nutrientes ao solo. Nestes casos, recomendam-se duas a três aplicações foliares com sais (sulfatos) ou quelatos.
- Se os fertilizantes forem distribuídos através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25 a 30%.

**GINJEIRA**

- **Produção de referência:** 4 a 6 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	-	Zn, Mn

Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas à instalação do pomar (kg/ha)

Fósforo – níveis no solo ( $mg.kg^{-1}$ )					Potássio – níveis no solo ( $mg.kg^{-1}$ )					Magnésio – níveis no solo ( $mg.kg^{-1}$ )				
$\leq 25$	26 - 50	51 - 100	101 - 200	$> 200$	$\leq 25$	26 - 50	51 - 100	101 - 200	$> 200$	$\leq 30$	31 - 60	61 - 90	91 - 125	$> 125$
200	150	100	50	0	200	225	150	50	0	60	45	30	15	0

- Em solos de textura ligeira e de baixa capacidade de troca catiônica não aplicar mais de 120 kg/ha de  $K_2O$  à plantação. Caso a quantidade recomendada seja superior, aplicar o restante após a plantação.

Quantidades de azoto (N) recomendadas até à entrada em produção do pomar (kg/ha)

Nutriente / Regime de exploração	Idade da plantação	
	1º ano	2º ano
Azoto (N) / Sequeiro	30	50
Azoto (N) / Regadio	40	60

Quantidades de azoto, fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ), recomendadas para pomares em produção (kg/ha), com base nos resultados da análise foliar\* e na produção esperada

Produção esperada t/ha	Azoto (N, kg/ha)			Fósforo ( $P_2O_5$ , kg/ha)	Potássio ( $K_2O$ , kg/ha)	Magnésio (Mg, kg/ha)
	Insuficiente *	Suficiente *	Elevado *	Suficiente *	Suficiente *	Suficiente *
2	15	10	0 - 5	5	15	5
4	30	20	0 - 10	10	25	5
6	40	30	0 - 15	10	40	10
8	45	40	0 - 20	15	50	10

\*Níveis dos nutrientes em folhas colhidas no terço médio dos lançamentos do ano em meados da estação de crescimento

- Se o solo for pobre em matéria orgânica, aplicar à instalação da cultura até 30 t por hectare de estrume de bovino bem curtido ou quantidade equivalente de outro corretivo orgânico de qualidade. Após a plantação, não ultrapassar 10 t/ha e ano.
- Se o solo for pobre em magnésio e for necessário corrigir a acidez do solo, utilizar calcário magnesiano para o efeito.
- Não aplicar azoto mineral à instalação do pomar. Desde a plantação e até à entrada em plena produção do pomar, aplicar ao solo, anualmente e de forma fracionada ao longo do ciclo, as quantidades de azoto recomendadas, podendo ser ajustadas consoante o desenvolvimento vegetativo das árvores. A distribuição do azoto deverá ser efetuada na altura da rega das jovens plantas.
- Após a entrada em produção, convirá controlar o estado de nutrição do pomar anualmente, através da realização de uma análise foliar na época adequada, seguindo as normas de colheita de folhas para análise indicadas para a espécie no Anexo II.
- As recomendações de fertilização poderão ser ajustadas face ao estado de desenvolvimento vegetativo do pomar, ao nível de produção obtida no ano anterior, às condições do solo e do clima e à eventual incorporação de corretivos no solo. No caso dos pomares regados, dever ter-se em atenção a quantidade de nutrientes veiculados pela água de rega.
- No caso do azoto, sempre que os teores foliares se manifestem insuficientes, recomenda-se que seja feita uma avaliação da adequação das restantes práticas culturais utilizadas, particularmente as que interferem com a nutrição azotada das árvores. Refira-se, por exemplo, que a instalação de um coberto vegetal permanente pode implicar uma aplicação complementar do nutriente para a sua manutenção, particularmente se se tratar de um coberto à base de gramíneas.
- A fertilização com fósforo e potássio deve ser ponderada com o estado de fertilidade do solo, considerando para o potássio a sua textura e para o fósforo o teor de calcário total, de acordo com os valores apresentados no Anexo VII.
- No caso de ser diagnosticada, através da análise foliar, uma carência de boro, o nutriente pode ser aplicado ao solo e/ou por pulverização, utilizando neste caso um produto boratado facilmente solúvel. Poderão ser feitas duas aplicações, uma após a colheita, antes da queda das folhas e outra antes do início da floração. Poder-se-á, ainda, aplicar o nutriente após a queda das pétalas, utilizando soluções menos concentradas.
- É frequente surgirem insuficiências de zinco, especialmente nos casos em que há restrições à aplicação de fungicidas que o veiculem. O seu controlo pode ser feito através de aplicações ao solo, por via foliar após

a colheita, com as folhas ainda verdes e ativas, ou por pulverização no período de dormência, o mais tarde possível, antes do início da rebentação.

- Sendo necessária a correção da carência de manganês ou de cobre, os nutrientes poderão ser aplicados por pulverização no início da primavera, até abril.
- Se os fertilizantes forem distribuídos através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25 a 30%.

**GOJI**

- **Produção de referência:** 7 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,0

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

N	Fósforo - níveis no solo (mg.kg <sup>-1</sup> )						Potássio - níveis no solo (mg.kg <sup>-1</sup> )					
	≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200	≤25	26 - 50	51 - 80	81 - 120	121 - 150	151 - 200
<b>INSTALAÇÃO e 1º ANO</b>												
30	300	200	150	100	50	0	300	250	200	150	100	0
<b>MANUTENÇÃO ANUAL (2º OU MAIS ANOS) (c)</b>												
80	120	100	80	60	40	0	200	150	100	60	40	30

Quantidades de magnésio (Mg) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade			
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	40 - 60	30 - 40	20 - 30	20

- Em caso de necessidade de correção da acidez, o calcário poderá ser aplicado num raio de 30 a 40 cm da planta. A aplicação de 50 g naquela área corresponde, aproximadamente, à aplicação de 1000 kg/ha.
- O fósforo e o potássio deverão ser incorporados antes da plantação. No caso das doses mais elevadas de potássio, este poderá ser fracionado, aplicando-se cerca de metade juntamente com as coberturas azotadas.
- Fracionar o azoto em duas ou três aplicações. A primeira deverá ser efetuada antes do início da rebentação (fevereiro/março) e a última cerca de oito semanas antes da paragem de crescimento. Nas zonas mais quentes, ter em atenção a paragem de crescimento estival, suspendendo a aplicação de azoto. Utilizar as doses mais elevadas nas espécies de maior expansão vegetativa. Aplicar os adubos num raio de 30-40 cm a partir da planta, evitando o contacto direto com o caule.
- O fósforo deverá ser incorporado antes do início da rebentação. Fracionar o potássio aplicando-o juntamente com as coberturas azotadas.
- Se os fertilizantes forem distribuídos através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25 a 30%.

**GROSELHEIRA**

- **Produção de referência:** 20 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 – 6,5

Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas à instalação do pomar (kg/ha)

Fósforo – níveis no solo ( $mg.kg^{-1}$ )					Potássio – níveis no solo ( $mg.kg^{-1}$ )					Magnésio – níveis no solo ( $mg.kg^{-1}$ )				
$\leq 25$	26 – 50	51 – 80	81 – 120	121 – 150	151 – 200	$\leq 25$	26 – 50	51 – 80	81 – 120	$\leq 30$	31 – 60	61 – 90	91 – 125	$>125$
200	150	100	50	0	300	225	150	50	0	60	45	30	0	0

- Em solos de textura ligeira e de baixa capacidade de troca catiônica não aplicar mais de 120 kg/ha de  $K_2O$  à plantação. Caso a quantidade recomendada seja superior, aplicar o restante após a plantação.

Quantidades de azoto (N) recomendadas até à entrada em produção do pomar (kg/ha)

Nutriente	Idade da plantação (anos)					
	1	2	3	4	5	6
Azoto (N)	40	40	60	75	100	100

- Aplicar ao solo, cerca de 2/3 do azoto na forma orgânica e 1/3 na forma mineral, consoante o estado de desenvolvimento vegetativo das plantas.

Quantidades de azoto, fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas para pomares em produção (kg/ha), com base nos resultados da análise foliar e na produção esperada

Produção esperada t/ha	Azoto (N, kg/ha)			Fósforo ( $P_2O_5$ , kg/ha)	Potássio ( $K_2O$ , kg/ha)	Magnésio (Mg, kg/ha)
	Insuficiente *	Suficiente *	Elevado *	Suficiente *	Suficiente *	Suficiente *
15	75	50	25	30	90	15
20	110	70	35	45	120	15
25	140	90	45	60	150	20

Níveis dos nutrientes em folhas colhidas no terço médio dos lançamentos do ano em meados da estação de crescimento.

- Se os fertilizantes forem distribuídos através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25 a 30%.

**LÚPULO**

- **Produção de referência:** 2 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	B, Mn, Zn	-

Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas à instalação do pomar (kg/ha)

Fósforo – níveis no solo ( $mg.kg^{-1}$ )					Potássio – níveis no solo ( $mg.kg^{-1}$ )					Magnésio – níveis no solo ( $mg.kg^{-1}$ )				
$\leq 25$	26 - 50	51 - 100	101 - 200	$> 200$	$\leq 25$	26 - 50	51 - 100	101 - 200	$> 200$	$\leq 30$	31 - 60	61 - 90	91 - 125	$> 125$
200	150	100	50	0	300	225	150	50	0	60	45	30	15	0

- Em solos de textura ligeira e de baixa capacidade de troca catiônica não aplicar mais de 120 kg/ha de  $K_2O$  à plantação. Caso a quantidade recomendada seja superior, aplicar o restante após a plantação.

Quantidades de azoto, fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ), magnésio (Mg), boro (B) e zinco (Zn) recomendadas para pomares em produção (kg/ha)

Produção esperada (t/ha)	N	Nutriente	Classe de fertilidade do solo				
			Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
2,5	120 - 180	Fósforo	110	110	50	25	0
		Potássio	250	250	180	90	0
		Magnésio	115	85	55	0	0
		Boro (B)	1,1 a 1,7				
		Zinco (Zn)	11 a 13,5				

- Se o solo for pobre em matéria orgânica, aplicar à instalação da cultura até 30 t por hectare de estrume de bovino bem curtido ou quantidade equivalente de outro corretivo orgânico de qualidade. Após a plantação, não ultrapassar 10 t/ha e ano.
- Se o solo for pobre em magnésio, e for necessário corrigir a acidez do solo, utilizar calcário magnesiano para o efeito.

- Após a entrada em produção, convirá controlar o estado de nutrição do pomar anualmente, através da realização de uma análise foliar na época adequada, seguindo as normas de colheita de folhas para análise indicadas para a espécie no Anexo II.
- As recomendações de fertilização poderão ser ajustadas face ao estado de desenvolvimento vegetativo do pomar, ao nível de produção obtida no ano anterior, às condições do solo e do clima e à eventual incorporação de corretivos no solo. No caso dos pomares regados, deve ter-se em atenção a quantidade de nutrientes veiculados pela água de rega.
- A fertilização com fósforo e potássio deve ser ponderada com o estado de fertilidade do solo, considerando para o potássio a sua textura e para o fósforo o teor de calcário total, de acordo com os valores apresentados no Anexo VII.
- Sempre que os teores de potássio do solo sejam elevados, ao contrário do verificado com os de magnésio, dever-se-á reforçar a quantidade deste nutriente em mais 15 a 20 kg de Mg por hectare, especialmente se o porta-enxerto utilizado for sensível à carência de magnésio.
- No caso de ser diagnosticada, através da análise foliar, uma carência de boro, o nutriente pode ser aplicado ao solo e/ou por pulverização, utilizando neste caso um produto boratado facilmente solúvel.
- Se os fertilizantes forem distribuídos através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25 a 30%.

**MACIEIRA**

- **Produção de referência:** 60 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 a 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mg, B	Fe, Cu, Mn, Zn

Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas à instalação do pomar (kg/ha)

Fósforo – níveis no solo ( $mg.kg^{-1}$ )					Potássio – níveis no solo ( $mg.kg^{-1}$ )					Magnésio – níveis no solo ( $mg.kg^{-1}$ )				
$\leq 25$	26 - 50	51 - 100	101 - 200	$> 200$	$\leq 25$	26 - 50	51 - 100	101 - 200	$> 200$	$\leq 30$	31 - 60	61 - 90	91 - 125	$> 125$
200	150	100	50	0	300	225	150	50	0	60	45	30	15	0

- Em solos de textura ligeira e de baixa capacidade de troca catiônica não aplicar mais de 120 kg/ha de  $K_2O$  à plantação. Caso a quantidade recomendada seja superior, aplicar o restante após a plantação.

Quantidades de azoto (N) recomendadas até à entrada em produção do pomar (kg/ha)

Nutriente / Regime de exploração	Idade da plantação			
	1	2	3	4
Azoto (N) / Sequeiro	20	20	40	40
Azoto (N) / Regadio	40	60	0	0

Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas para pomares em produção (kg/ha), com base nos resultados da análise foliar e na produção esperada

Produção esperada t/ha	Azoto (N, kg/ha)			Fósforo ( $P_2O_5$ , kg/ha)	Potássio ( $K_2O$ , kg/ha)	Magnésio (Mg, kg/ha)
	Insuficiente *	Suficiente *	Elevado *	Suficiente *	Suficiente *	Suficiente *
<20	21 – 30	0 – 20	0 – 10	10	30	5
20	31 – 40	20 – 30	0 – 15	10	40	5
40	51 – 60	30 – 50	0 – 25	20	75	10
60	71 – 80	50 – 70	0 – 35	30	110	20
>60	81 – 90	70 – 80	0 – 40	60	130	30

\*Níveis de nutrientes considerados adequados em folhas do terço médio dos lançamentos do ano na época usual de colheita.

- Se o solo for pobre em matéria orgânica, aplicar à instalação da cultura até 30 t por hectare de estrume de bovino bem curtido ou quantidade equivalente de outro corretivo orgânico de qualidade. Após a plantação, não ultrapassar 10 t/ha e ano.
- Se o solo for pobre em magnésio, e for necessário corrigir a acidez do solo, utilizar calcário magnesiano para o efeito.
- Não aplicar azoto mineral à instalação do pomar. Desde a plantação, e até à entrada em plena produção do pomar, aplicar ao solo, anualmente, as quantidades de azoto recomendadas, podendo ser ajustadas consoante o desenvolvimento vegetativo das árvores. A distribuição do azoto deverá ser efetuada na altura da rega das jovens plantas.
- Após a entrada em produção, convirá controlar o estado de nutrição do pomar anualmente, através da realização de uma análise foliar na época adequada, seguindo as normas de colheita de folhas para análise indicadas para a espécie no Anexo II.
- As recomendações de fertilização poderão ser ajustadas face ao estado de desenvolvimento vegetativo do pomar, ao nível de produção obtida no ano anterior, às condições do solo e do clima e à eventual incorporação de corretivos no solo. No caso dos pomares regados, deve ter-se em atenção a quantidade de nutrientes veiculados pela água de rega.
- A fertilização com fósforo e potássio deve ser ponderada com o estado de fertilidade do solo, considerando para o potássio a sua textura e para o fósforo o teor de calcário total, de acordo com os valores apresentados no Anexo VII.
- Se o teor foliar de magnésio se manifestar insuficiente, aplicar o dobro da quantidade recomendada, para o mesmo nível de produção esperada. Se, pelo contrário, os níveis foliares se apresentarem elevados, aplicar até metade da quantidade recomendada para idêntico nível de produção.
- Sempre que os teores de potássio do solo sejam elevados, ao contrário do verificado com os de magnésio, dever-se-á reforçar a quantidade deste nutriente em mais 15 a 20 kg de Mg por hectare, especialmente se o porta-enxerto utilizado for sensível à carência de magnésio.
- No caso de ser diagnosticada, através da análise foliar, uma carência de boro, o nutriente pode ser aplicado ao solo e/ou por pulverização, utilizando neste caso um produto boratado facilmente solúvel. Poderão ser feitas duas aplicações, uma após a colheita, antes da queda das folhas, e outra antes do início da floração. Poder-se-á, ainda, aplicar o nutriente após a queda das pétalas, utilizando soluções menos concentradas.

- É frequente surgirem insuficiências de zinco, especialmente nos casos em que há restrições à aplicação de fungicidas que o veiculem. O seu controlo pode ser feito através de aplicações ao solo, por via foliar após a colheita, com as folhas ainda verdes e ativas, ou por pulverização no período de dormência, o mais tarde possível, antes do início da rebentação.
- Sendo necessária a correção da carência de manganês ou de cobre, poderá aplicar os nutrientes por pulverização no início da primavera, até abril.
- Se os fertilizantes forem distribuídos através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25 a 30%.

**MANGUEIRA**

- **Produção de referência:** 15 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 – 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Fe, Zn	-

Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas à instalação da cultura (kg/ha)

Fósforo – níveis no solo ( $mg.kg^{-1}$ )					Potássio – níveis no solo ( $mg.kg^{-1}$ )					Magnésio – níveis no solo ( $mg.kg^{-1}$ )				
$\leq 25$	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	$\leq 25$	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	$\leq 30$	31 - 60	61 - 90	91 - 125	>125
200	150	100	50	0	300	225	150	50	0	60	45	30	15	0

- Em solos de textura ligeira e de baixa capacidade de troca catiônica não aplicar mais de 120 kg/ha de  $K_2O$  à plantação. Caso a quantidade recomendada seja superior, aplicar o restante após a plantação.

Quantidades de azoto (N) recomendadas até à entrada em produção do pomar (g/árvore)

Nutriente	Idade da plantação (anos)			
	1	2	3	4
Azoto (N)	30	60	120	160

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas para pomares em produção (kg/ha), com base nos resultados da análise foliar (N), classe de fertilidade do solo (P e K) e na produção esperada (kg/ha)

Produção esperada (t/ha)	Teor foliar de azoto (N)			Classe de fertilidade do solo média	
	Insuficiente	Suficiente	Elevado	Fósforo ( $P_2O_5$ )	Potássio ( $K_2O$ )
<10	20	10	0	10	20
10-15	30	20	0	20	30
15-20	40	30	0	30	40
>20	50	40	0	40	50

- Se o solo for pobre em matéria orgânica, aplicar à instalação da cultura até 30 t por hectare de estrume de bovino bem curtido ou quantidade equivalente de outro corretivo orgânico de qualidade. Após a plantação, não ultrapassar 10 t/ha e ano.
- Se o solo for pobre em magnésio, e for necessário corrigir a acidez do solo, utilizar calcário magnesiano para o efeito.
- Após a entrada em produção, convirá controlar o estado de nutrição do pomar anualmente, através da realização de uma análise foliar na época adequada, seguindo as normas de colheita de folhas para análise indicadas para a espécie no Anexo II.
- As recomendações de fertilização poderão ser ajustadas face ao estado de desenvolvimento vegetativo do pomar, ao nível de produção obtida no ano anterior, às condições do solo e do clima e à eventual incorporação de corretivos no solo. No caso dos pomares regados, deve ter-se em atenção a quantidade de nutrientes veiculados pela água de rega.
- A fertilização com fósforo e potássio deve ser ponderada com o estado de fertilidade do solo, considerando para o potássio a sua textura e para o fósforo o teor de calcário total, de acordo com os valores apresentados no Anexo VII.
- Sempre que os teores de potássio do solo sejam elevados, ao contrário do verificado com os de magnésio, dever-se-á reforçar a quantidade deste nutriente em mais 15 a 20 kg de Mg por hectare, especialmente se o porta-enxerto utilizado for sensível à carência de magnésio.
- No caso de ser diagnosticada, através da análise foliar, uma carência de boro, o nutriente pode ser aplicado ao solo e/ou por pulverização, utilizando neste caso um produto boratado facilmente solúvel.
- Nos solos calcários a aplicação ao solo de ferro e ou de zinco pode não ser eficaz, pelo que as aplicações foliares com sais (sulfatos) ou quelatos de ferro e ou de zinco são recomendáveis.
- Se os fertilizantes forem distribuídos através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25 a 30%.

**MARACUJAZEIRO**

- **Produção de referência:** 20 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 - 6,5

Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas à instalação da cultura (kg/ha)

Fósforo – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Potássio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Magnésio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )				
$\leq 25$	26 – 50	51 – 100	101 – 200	$> 200$	$\leq 25$	26 – 50	51 – 100	101 – 200	$> 200$	$\leq 30$	31 – 60	61 – 90	91 – 125	$> 125$
140	100	70	40	0	160	120	90	70	0	60	45	30	15	0

- Em solos de textura ligeira e de baixa capacidade de troca catiônica não aplicar mais de 120 kg/ha de  $K_2O$  à plantação. Caso a quantidade recomendada seja superior, aplicar o restante após a plantação.

Quantidades de azoto (N) recomendadas até à entrada em produção do pomar (kg/ha)

Nutriente	Idade da plantação (meses)			
	1	2	3	4 a 6
Azoto (N)	10	20	30	40

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas (kg/ha) para pomares em produção (kg/ha)

Produção esperada t/ha	N	Fósforo – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Potássio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )				
		$\leq 25$	26 – 50	51 – 100	101 – 200	$> 200$	$\leq 25$	26 – 50	51 – 100	101 – 200	$> 200$
5–15	50–70	50	40	30	0	0	110	90	70	30	0
		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15–25	70–90	80	70	60	30	0	130	110	90	50	0
		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		100	90	80	50	0	160	140	120	80	0

Quantidades de magnésio (Mg), boro (B), zinco (Zn) e manganês (Mn) recomendadas (kg/ha)

Nutriente	Classes de fertilidade			
	Muito Baixa	Baixa	Média	Alta
Mg	30 a 40	20 a 30	10	0
B	2,0	1,5	1,0	0
Zn	6,0	4,0	3,0	0
Mn	3,0	1,5	1,0	0

- As quantidades de fósforo e potássio indicadas são para aplicar em fundo, a lanço, à instalação da cultura. Nos anos seguintes, as quantidades indicadas são para aplicar na primavera.
- Se o solo for pobre em matéria orgânica, aplicar à instalação da cultura até 30 t por hectare de estrume de bovino bem curtido ou quantidade equivalente de outro corretivo orgânico de qualidade.
- Após a entrada em produção, convirá controlar o estado de nutrição do pomar anualmente, através da realização de uma análise foliar na época adequada, seguindo as normas de colheita de folhas para análise indicadas para a espécie (Anexo II).
- A fertilização com fósforo e potássio deve ser ponderada com o estado de fertilidade do solo, considerando para o potássio a sua textura e para o fósforo o teor de calcário total, de acordo com os valores apresentados no Anexo VII.
- Caso a cultura seja regada, deve ter-se em atenção as quantidades de nutrientes veiculadas pela água de rega.
- Se os fertilizantes forem distribuídos através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25 a 30%.

**MARMELEIRO**

- **Produção de referência:** 20 - 30 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,6 - 7,2

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	-	Zn

Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas à instalação da cultura (kg/ha)

Fósforo – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Potássio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Magnésio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )				
$\leq 25$	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	$\leq 25$	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	$\leq 30$	31 - 60	61 - 90	91 - 125	>125
200	150	100	50	0	300	225	150	50	0	60	45	30	0	0

- Em solos de textura ligeira e de baixa capacidade de troca catiônica não aplicar mais de 120 kg/ha de  $K_2O$  à plantação. Caso a quantidade recomendada seja superior, aplicar o restante após a plantação.

Quantidades de azoto (N) recomendadas até à entrada em produção do pomar (kg/ha)

Nutriente / Regime de exploração	Idade da plantação (anos)			
	1	2	3	4
Azoto (N) / Sequeiro	20	20	40	40
Azoto (N) / Regadio	40	60	0	0

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas para pomares em produção (kg/ha), com base nos resultados da análise foliar e na produção esperada

Produção esperada t/ha	Azoto (N, kg/ha)			Fósforo ( $P_2O_5$ , kg/ha)	Potássio ( $K_2O$ , kg/ha)	Magnésio (Mg, kg/ha)
	Insuficiente *	Suficiente *	Elevado *	Suficiente *	Suficiente *	Suficiente *
10 - 20	60 - 70	40 - 50	0 - 20	15 - 25	40 - 60	5
20 - 30	70 - 80	50 - 60	0 - 25	25 - 35	60 - 90	10
>30	80 - 90	60 - 70	0 - 30	35 - 45	90 - 110	10

\*Em folhas colhidas em julho / agosto na parte média dos lançamentos terminais situados na periferia da árvore a cerca de um metro de altura e segundo os quatro pontos cardeais

- Se o solo for pobre em matéria orgânica, aplicar à instalação da cultura até 30 t por hectare de estrume de bovino bem curtido ou quantidade equivalente de outro corretivo orgânico de qualidade. Após a plantação, não ultrapassar 10 t/ha e ano.
- Se o solo for pobre em magnésio, e for necessário corrigir a acidez do solo, utilizar calcário magnesiano para o efeito.
- Não aplicar azoto mineral à instalação do pomar. Desde a plantação e até à entrada em plena produção do pomar, aplicar ao solo, anualmente, pequenas quantidades de azoto, consoante o desenvolvimento vegetativo das árvores. A distribuição do azoto poderá ser efetuada na altura da rega das jovens plantas.
- Após a entrada em produção, convirá controlar o estado de nutrição do pomar anualmente, através da realização de uma análise foliar na época adequada, seguindo as normas de colheita de folhas para análise indicadas para a espécie no Anexo II.
- As recomendações de fertilização poderão ser ajustadas face ao estado de desenvolvimento vegetativo do pomar, ao nível de produção obtida no ano anterior, às condições do solo e do clima e à eventual incorporação de corretivos no solo. No caso dos pomares regados, deve ter-se em atenção a quantidade de nutrientes veiculados pela água de rega.
- A fertilização com fósforo e potássio deve ser ponderada com o estado de fertilidade do solo, considerando para o potássio a sua textura e para o fósforo o teor de calcário total, de acordo com os valores apresentados no Anexo VII.
- Nos solos calcários a aplicação ao solo de zinco pode não ser eficaz, pelo que as aplicações foliares com sais (sulfatos) ou quelatos de zinco são recomendáveis.
- Se os fertilizantes forem distribuídos através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25 a 30%.

**MEDRONHEIRO (POMAR)**

- **Produção de referência:** 2 - 3 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 - 7,0

Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas à instalação do pomar (kg/ha)

Fósforo – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Potássio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Magnésio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )				
≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤30	31 - 60	61 - 90	91 - 125	>125
100	75	50	0	0	200	100	50	0	0	60	45	30	0	0

- Em solos de textura ligeira e de baixa capacidade de troca catiônica não aplicar mais de 120 kg/ha de  $K_2O$  à plantação. Caso a quantidade recomendada seja superior, aplicar o restante após a plantação.

Quantidades de azoto (N) recomendadas até à entrada em produção do pomar (kg/ha)

Nutriente	Idade da plantação (anos)				
	1	2	3	4	5
Azoto (N)	10	15	20	25	30

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas para pomares em produção (kg/ha), com base nos resultados da análise foliar e na produção esperada

Produção esperada t/ha	Azoto (N, kg/ha)			Fósforo ( $P_2O_5$ , kg/ha)	Potássio ( $K_2O$ , kg/ha)	Magnésio (Mg, kg/ha)
	Insuficiente *	Suficiente *	Elevado *	Suficiente *	Suficiente *	Suficiente *
<1	10 - 20	5 - 10	0 - 10	10 - 15	20 - 40	10
1 - 3	20 - 30	10 - 20	0 - 20	15 - 20	40 - 50	15
3 - 5	30 - 40	20 - 30	0 - 30	20 - 30	50 - 60	20
>5	40 - 50	30 - 40	0 - 40	30 - 40	60 - 70	25

\*Níveis dos nutrientes em folhas completamente desenvolvidas colhidas no terço médio dos lançamentos do ano em julho/agosto

- Se o solo for pobre em matéria orgânica, aplicar à instalação da cultura até 30 t por hectare de estrume de bovino bem curtido ou quantidade equivalente de outro corretivo orgânico de qualidade. Após a plantação, não ultrapassar 10 t/ha e ano.

- Se o solo for pobre em magnésio, e for necessário corrigir a acidez do solo, utilizar calcário magnesiano para o efeito.
- Não aplicar azoto mineral à instalação do pomar. Desde a plantação, e até à entrada em plena produção do pomar, aplicar ao solo, anualmente, pequenas quantidades de azoto, consoante o desenvolvimento vegetativo das árvores. A distribuição do azoto poderá ser efetuada na altura da rega das jovens plantas.
- Após a entrada em produção, convirá controlar o estado de nutrição do pomar anualmente, através da realização de uma análise foliar na época adequada, seguindo as normas de colheita de folhas para análise indicadas para a espécie no Anexo II.
- As recomendações de fertilização poderão ser ajustadas face ao estado de desenvolvimento vegetativo do pomar, ao nível de produção obtida no ano anterior, às condições do solo e do clima e à eventual incorporação de corretivos no solo. No caso dos pomares regados, deve ter-se em atenção a quantidade de nutrientes veiculados pela água de rega.
- A fertilização com fósforo e potássio deve ser ponderada com o estado de fertilidade do solo, considerando para o potássio a sua textura e para o fósforo o teor de calcário total, de acordo com os valores apresentados no Anexo VII.
- Se os fertilizantes forem distribuídos através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25 a 30%.

**MIRTILO**

- **Produção de referência:** 12 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 4,5 – 5,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	B	Fe, Mn

Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas à instalação do pomar (kg/ha)

Fósforo – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Potássio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Magnésio – níveis no solo ( $mg.kg^{-1}$ )				
$\leq 25$	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	$\leq 25$	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	$\leq 30$	31 - 60	61 - 90	91 - 125	>125
200	150	100	50	0	300	225	150	50	0	60	45	30	0	0

- Em solos de textura ligeira e de baixa capacidade de troca catiônica não aplicar mais de 120 kg/ha de  $K_2O$  à plantação. Caso a quantidade recomendada seja superior, aplicar o restante após a plantação.

Quantidades de azoto (N) recomendadas até à entrada em produção do pomar (kg/ha) \*

Nutriente	Idade da plantação (anos)					
	1	2	3	4	5	6
Azoto (N)	20	30	40	50	60	65

\*Doses máximas a aplicar consoante o desenvolvimento vegetativo das plantas

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas para pomares em produção (kg/ha), com base nos resultados da análise foliar e na produção esperada

Produção esperada t/ha	Azoto (N) *			Fósforo ( $P_2O_5$ ) *	Potássio ( $K_2O$ ) *	Magnésio (Mg)*
	Insuficiente	Suficiente	Elevado	Suficiente	Suficiente	Suficiente
10	45	30	15	20	50	10
15	50	35	17,5	25	60	15
20	60	40	20	30	70	20

\* Folhas completamente desenvolvidas do terço médio dos lançamentos do ano, colhidas entre meados de julho e fins de agosto

- A cultura do mirtilo exige a aplicação de fertilizantes orgânicos ao solo em quantidades apreciáveis de modo a que o teor de matéria orgânica nunca seja inferior a 2%, promovendo o desenvolvimento de micorrizas fundamentais à absorção de nutrientes.
- A aplicação dos fertilizantes orgânicos deverá ser feita de forma localizada, próximo da planta, na cova (antes da plantação) e cobrindo o solo (*mulch*).
- Se os fertilizantes forem distribuídos através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25 a 30%.

**NESPEREIRA**

- **Produção de referência:** 15 – 20 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 8,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	-	Zn, Fe

Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas à instalação do pomar (kg/ha)

Fósforo – níveis no solo ( $mg.kg^{-1}$ )					Potássio – níveis no solo ( $mg.kg^{-1}$ )					Magnésio – níveis no solo ( $mg.kg^{-1}$ )				
$\leq 25$	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	$\leq 25$	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	$\leq 30$	31 - 60	61 - 90	91 - 125	>125
200	150	100	50	0	300	225	150	50	0	60	45	30	15	0

- Em solos de textura ligeira e de baixa capacidade de troca catiônica não aplicar mais de 120 kg/ha de  $K_2O$  à plantação. Caso a quantidade recomendada seja superior, aplicar o restante após a plantação.

Quantidades de azoto (N) recomendadas até à entrada em produção do pomar (kg/ha)

Nutriente	Idade da plantação (anos)		
	1	2	3
Azoto (N)	30	50	100

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas para pomares em produção (kg/ha), com base nos resultados da análise foliar e na produção esperada

Produção esperada t/ha	Azoto (N, kg/ha)			Fósforo ( $P_2O_5$ , kg/ha)	Potássio ( $K_2O$ , kg/ha)	Magnésio (Mg, kg/ha)
	Insuficiente *	Suficiente *	Elevado *	Suficiente *	Suficiente *	Suficiente *
<15	80 - 130	50 - 80	0 - 25	20 - 40	30 - 60	10
15 - 20	110 - 160	80 - 110	0 - 40	40 - 60	60 - 90	20
>20	140 - 190	110 - 140	0 - 55	60 - 80	90 - 120	30

\* Em folhas completamente desenvolvidas, colhidas nos lançamentos da primavera, com três a quatro meses de idade, entre o início de agosto e o fim de setembro

- Se o solo for pobre em matéria orgânica, aplicar à instalação da cultura até 30 t por hectare de estrume de bovino bem curtido ou quantidade equivalente de outro corretivo orgânico de qualidade. Após a plantação, não ultrapassar 10 t/ha e ano.
- Se o solo for pobre em magnésio e for necessário corrigir a acidez do solo, utilizar calcário magnesiano para o efeito.
- Não aplicar azoto mineral à instalação do pomar. Desde a plantação, e até à entrada em plena produção do pomar, aplicar ao solo, anualmente, pequenas quantidades de azoto, consoante o desenvolvimento vegetativo das árvores. A distribuição do azoto poderá ser efetuada na altura da rega das jovens plantas.
- Após a entrada em produção, convirá controlar o estado de nutrição do pomar anualmente, através da realização de uma análise foliar na época adequada, seguindo as normas de colheita de folhas para análise indicadas para a espécie no Anexo II.
- As recomendações de fertilização poderão ser ajustadas face ao estado de desenvolvimento vegetativo do pomar, ao nível de produção obtida no ano anterior, às condições do solo e do clima e à eventual incorporação de corretivos no solo. No caso dos pomares regados, deve ter-se em atenção a quantidade de nutrientes veiculados pela água de rega.
- A fertilização com fósforo e potássio deve ser ponderada com o estado de fertilidade do solo, considerando para o potássio a sua textura e para o fósforo o teor de calcário total, de acordo com os valores apresentados no Anexo VII.
- Se os fertilizantes forem distribuídos através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25 a 30%.

**NOGUEIRA**

- **Produção de referência:** 4 a 5 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Fe	Zn, B

Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas à instalação do pomar (kg/ha)

Fósforo – níveis no solo ( $mg.kg^{-1}$ )					Potássio – níveis no solo ( $mg.kg^{-1}$ )					Magnésio – níveis no solo ( $mg.kg^{-1}$ )				
$\leq 25$	26 - 50	51 - 100	101 - 200	$> 200$	$\leq 25$	26 - 50	51 - 100	101 - 200	$> 200$	$\leq 30$	31 - 60	61 - 90	91 - 125	$> 125$
200	150	100	50	0	300	225	150	50	0	60	45	30	0	0

- Em solos de textura ligeira e de baixa capacidade de troca catiônica não aplicar mais de 120 kg/ha de  $K_2O$  à plantação. Caso a quantidade recomendada seja superior, aplicar o restante após a plantação.

Quantidades de azoto (N) recomendadas até à entrada em produção do pomar (kg/ha)

Nutriente / Regime de exploração	Idade da plantação			
	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano
Azoto (N) / Sequeiro	20	30	50	60
Azoto (N) / Regadio	20	40	60	0

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas para pomares em produção (kg/ha), com base nos resultados da análise foliar

Produção esperada t/ha	Azoto (N, kg/ha)			Fósforo ( $P_{205}$ , kg/ha)	Potássio ( $K_{20}$ , kg/ha)	Magnésio (Mg, kg/ha)
	Insuficiente *	Suficiente *	Elevado *	Suficiente *	Suficiente *	Suficiente *
<3	60 - 75	50 - 60	0 - 10	30 - 35	35 - 50	10 - 15
3 - 4	75 - 90	60 - 70	0 - 15	35 - 40	50 - 65	15 - 20
4 - 5	90 - 105	70 - 80	0 - 20	40 - 45	65 - 80	20 - 25
5 - 6	105 - 120	80 - 90	0 - 25	45 - 50	80 - 95	25 - 30
>6	120 - 135	90 - 100	0 - 30	50 - 60	95 - 110	30 - 35

\*Níveis dos nutrientes nos folíolos colhidos na parte central das folhas do terço médio dos lançamentos do ano a meio da estação (julho a agosto).

- Se o solo for pobre em matéria orgânica, aplicar à instalação da cultura até 30 t por hectare de estrume de bovino bem curtido ou quantidade equivalente de outro corretivo orgânico de qualidade. Após a plantação, não ultrapassar 10 t/ha e ano.
- Se o solo for pobre em magnésio e for necessário corrigir a acidez do solo, utilizar calcário magnesiano para o efeito.
- Não aplicar azoto mineral à instalação do pomar. Desde a plantação, e até à entrada em plena produção do pomar, aplicar ao solo, anualmente, pequenas quantidades de azoto à volta das árvores, consoante o seu desenvolvimento vegetativo, procurando não ultrapassar 10 a 15 kg de azoto (N) por hectare. A distribuição do azoto deverá ser efetuada na altura da rega das jovens plantas.
- Após a entrada em produção, convirá controlar o estado de nutrição do pomar anualmente, através da realização de uma análise foliar na época adequada, seguindo as normas de colheita de folhas para análise indicadas para a espécie no Anexo II.
- As recomendações de fertilização poderão ser ajustadas face ao estado de desenvolvimento vegetativo do pomar, ao nível de produção obtida no ano anterior, às condições do solo e do clima e à eventual incorporação de corretivos no solo. No caso dos pomares regados, deve ter-se em atenção a quantidade de nutrientes veiculados pela água de rega.
- A fertilização com fósforo e potássio deve ser ponderada com o estado de fertilidade do solo, considerando para o potássio a sua textura e para o fósforo o teor de calcário total, de acordo com os valores apresentados no Anexo VII.
- No caso de ser diagnosticada, através da análise foliar, uma carência de boro, o nutriente pode ser aplicado ao solo e/ou por pulverização à parte aérea, utilizando um produto boratado facilmente solúvel. Poderão ser feitas duas a três aplicações antes da floração.
- É frequente surgirem insuficiências de zinco. O seu controlo pode ser feito através de aplicações ao solo, ou através de duas a três aplicações por via foliar a partir do momento em que as folhas estejam completamente desenvolvidas.
- Se os fertilizantes forem distribuídos através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25 a 30%.

**OLIVEIRA**

- **Produção de referência:** 4 a 14 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	B	Mg, Fe

Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas à instalação do olival (kg/ha)

Fósforo níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}P_2O_5$ )	Calcário total (%)			Potássio níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}K_2O$ )	Textura do solo		
	<2	2 - 20	>20		Grosseira*	Média*	Fina*
≤25	160	180	200	≤25	250	275	300
26-50	140	160	180	26-50	175	200	225
51-100	100	110	120	51-100	100	125	150
101-200	0	0	0	101-200	0	0	0
>200	0	0	0	200	0	0	0

\* Textura grosseira - correspondente a texturas arenosa, areno-franca e franca, textura média - correspondente a texturas franca, franco-limosa e franco-argilo-arenosa, textura fina - correspondente a texturas franco-argilosa, argilo-arenosa, argilo-limosa e argilosa.

- Em solos de textura ligeira e de baixa capacidade de troca catiônica não aplicar mais de 120 kg/ha de  $K_2O$  à plantação. Caso a quantidade recomendada seja superior, aplicar o restante após a plantação.

Quantidades de magnésio (Mg) recomendadas à instalação do olival (kg/ha)

Magnésio – níveis no solo ( $mg.kg^{-1}$ )				
≤30	31-60	61-90	91-125	>125
60	45	30	0	0

Quantidades de azoto (N) recomendadas até à entrada em produção do olival (kg/ha) \*

Nutriente / Regime de exploração	Idade (anos após a instalação)				
	1	2	3	4	5
Azoto (N) / Sequeiro	15	30	45	60	60
Azoto (N) / Regadio	20	40	55	70	*

\*Considera-se que ao 5º ano os olivais regados já estão em produção, pelo que a tabela a utilizar é a tabela seguinte

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas para olivais em produção (kg/ha), com base nos resultados da análise foliar e na produção esperada

Produção esperada t/ha	Azoto (N, kg/ha)		Fósforo ( $P_2O_5$ , kg/ha)		Potássio ( $K_2O$ , kg/ha)		Magnésio (Mg, kg/ha)
	Insuficiente *	Suficiente *	Insuficiente *	Suficiente *	Insuficiente *	Suficiente *	Suficiente *
<2	30	0 - 20	0 - 15	0 - 10	0 - 45	0 - 30	5
2 - 4	30 - 60	20 - 40	15 - 30	10 - 20	45 - 65	30 - 45	10
4 - 6	60 - 80	40 - 60	30 - 40	20 - 30	65 - 85	45 - 60	10
6 - 8	80 - 100	60 - 80	40 - 50	30 - 40	85 - 105	60 - 90	20
8 - 10	100 - 115	80 - 95	50 - 60	40 - 50	105 - 125	90 - 110	20
10 - 12	115 - 130	95 - 110	60 - 65	50 - 55	125 - 145	110 - 130	20
12 - 14	130 - 145	110 - 125	65 - 70	55 - 60	145 - 165	130 - 150	30
14 - 16	145 - 160	125 - 140	70 - 75	60 - 65	165 - 185	150 - 170	30
16 - 20	160 - 175	140 - 155	75 - 80	65 - 70	185 - 205	170 - 190	30

\*Níveis de nutrientes em folhas inteiras e sãs do terço médio do raminho da primavera anterior no período de endurecimento do caroço (julho-agosto), ou no período de repouso invernal (dezembro-janeiro).

- Se o solo for pobre em matéria orgânica, aplicar à instalação da cultura até 30 t por hectare de estrume de bovino bem curtido ou quantidade equivalente de outro corretivo orgânico de qualidade. Após a plantação, não ultrapassar 10 t/ha e ano.
- Se o solo for pobre em magnésio e for necessário corrigir a acidez do solo, utilizar calcário magnesiano ou dolomítico para o efeito.
- Não aplicar azoto mineral à instalação do olival. Desde a plantação, e até à entrada em plena produção, aplicar ao solo, anualmente, as quantidades recomendadas, podendo ser ajustadas consoante o desenvolvimento vegetativo das árvores. A distribuição do azoto deverá ser efetuada na altura da rega das jovens plantas.
- Após a entrada em produção, convirá controlar o estado de nutrição do olival anualmente, através da realização da análise foliar numa das épocas indicadas, seguindo as normas de colheita de folhas para a espécie indicadas no Anexo II.
- As recomendações de fertilização poderão ser ajustadas face ao estado de desenvolvimento vegetativo do olival, ao nível de produção obtida no ano anterior, às condições do solo e do clima e à eventual incorporação de corretivos no solo. No caso de olivais regados, deve ter-se em atenção a quantidade de nutrientes veiculados pela água de rega.

- A fertilização de produção com fósforo e potássio deve ser ponderada com o estado de fertilidade do solo, considerando para o potássio a sua textura e, para o fósforo, o teor de calcário total, conforme indicado nas tabelas seguintes:

Fatores de correção para a fertilização fosfatada de acordo com algumas características do solo

Classes de fertilidade	% de calcário total		
	<2	2 - 20	>20
Muito Baixo	1,6	1,8	2,0
Baixo	1,4	1,6	1,8
Médio	1,0	1,1	1,2
Alto	1,0		
Muito Alto	1,0		

Fatores de correção para a fertilização potássica de acordo com algumas características do solo

Classes de fertilidade	Textura do solo		
	Grosseira	Média	Fina
Muito Baixo	1,6	1,7	1,8
Baixo	1,3	1,4	1,5
Médio	1,0	1,1	1,2
Alto	1,0		
Muito Alto	1,0		

- Se o teor foliar de magnésio se manifestar insuficiente, aplicar o dobro da quantidade recomendada, para o mesmo nível de produção esperada. Se o teor de magnésio for elevado não aplicar o nutriente.
- Sempre que os teores de magnésio do solo sejam baixos e os de potássio sejam elevados, dever-se-á reforçar a quantidade de magnésio a aplicar em 15 a 20 kg de Mg por hectare.
- No caso de ser diagnosticada, através da análise foliar, uma carência de boro, o nutriente pode ser aplicado ao solo e/ou por via foliar, utilizando neste caso um produto boratado facilmente solúvel. A aplicação por via foliar deverá ser efetuada cerca de um mês antes da floração.
- Se os fertilizantes forem distribuídos através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25 a 30%.

**PEREIRA**

- **Produção de referência:** 40 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 a 7,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mg, B	Fe, Cu, Mn, Zn

Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas à instalação do pomar (kg/ha)

Fósforo – níveis no solo (mg.kg <sup>-1</sup> )					Potássio – níveis no solo (mg.kg <sup>-1</sup> )					Magnésio – níveis no solo (mg.kg <sup>-1</sup> )				
≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤25	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	≤30	31 - 60	61 - 90	91 - 125	>125
200	150	100	50	0	300	225	150	50	0	60	45	30	15	0

- Em solos de textura ligeira e de baixa capacidade de troca catiônica não aplicar mais de 120 kg/ha de  $K_2O$  à plantação. Caso a quantidade recomendada seja superior, aplicar o restante após a plantação.

Quantidades de azoto (N) recomendadas até à entrada em produção do pomar (kg/ha)

Nutriente / Regime de exploração	Idade da plantação			
	1	2	3	4
Azoto (N) / Sequeiro	20	20	40	40
Azoto (N) / Regadio	40	60	0	0

Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas para pomares em produção (kg/ha), com base nos resultados da análise foliar e na produção esperada

Produção esperada t/ha	Azoto (N, kg/ha)			Fósforo ( $P_2O_5$ , kg/ha)	Potássio ( $K_2O$ , kg/ha)	Magnésio (Mg, kg/ha)
	Insuficiente *	Suficiente *	Elevado *	Suficiente *	Suficiente *	Suficiente *
<20	21 – 30	0 – 20	0 – 10	10	30	5
20	31 – 40	20 – 30	0 – 15	10	40	5
40	51 – 60	30 – 50	0 – 25	20	75	10
60	71 – 80	50 – 70	0 – 35	30	110	20
>60	81 – 90	70 – 80	0 – 40	60	130	30

\*Níveis de nutrientes considerados adequados em folhas do terço médio dos lançamentos do ano na época usual de colheita.

- Se o solo for pobre em matéria orgânica, aplicar à instalação da cultura até 30 t por hectare de estrume de bovino bem curtido ou quantidade equivalente de outro corretivo orgânico de qualidade. Após a plantação, não ultrapassar 10 t/ha e ano.
- Se o solo for pobre em magnésio, e for necessário corrigir a acidez do solo, utilizar calcário magnesiano ou dolomítico para o efeito.
- Não aplicar azoto mineral à instalação do pomar. Desde a plantação, e até à entrada em plena produção do pomar, aplicar ao solo, anualmente, as quantidades de azoto recomendadas, podendo ser ajustadas consoante o desenvolvimento vegetativo das árvores. A distribuição do azoto deverá ser efetuada na altura da rega das jovens plantas.
- Após a entrada em produção, convirá controlar o estado de nutrição do pomar anualmente, através da realização de uma análise foliar na época adequada, seguindo as normas de colheita de folhas para análise indicadas para a espécie no Anexo II.
- As recomendações de fertilização poderão ser ajustadas face ao estado de desenvolvimento vegetativo do pomar, ao nível de produção obtida no ano anterior, às condições do solo e do clima e à eventual incorporação de corretivos no solo. No caso dos pomares regados, deve ter-se em atenção a quantidade de nutrientes veiculados pela água de rega.
- A fertilização com fósforo e potássio deve ser ponderada com o estado de fertilidade do solo, considerando para o potássio a sua textura e para o fósforo o teor de calcário total, de acordo com os valores apresentados no Anexo VII.
- Se o teor foliar de magnésio se manifestar insuficiente, aplicar o dobro da quantidade recomendada, para o mesmo nível de produção esperada. Se, pelo contrário, os níveis foliares se apresentarem elevados, aplicar até metade da quantidade recomendada para idêntico nível de produção.
- Sempre que os teores de potássio do solo sejam elevados, ao contrário do verificado com os de magnésio, dever-se-á reforçar a quantidade deste nutriente em mais 15 a 20 kg de Mg por hectare, especialmente se o porta-enxerto utilizado for sensível à carência de magnésio.
- No caso de ser diagnosticada, através da análise foliar, uma carência de boro, o nutriente pode ser aplicado ao solo e/ou por pulverização, utilizando neste caso um produto boratado facilmente solúvel. Poderão ser feitas duas aplicações, uma após a colheita, antes da queda das folhas, e outra antes do início da floração. Poder-se-á, ainda, aplicar o nutriente após a queda das pétalas, utilizando soluções menos concentradas.
- É frequente surgirem insuficiências de zinco, especialmente nos casos em que há restrições à aplicação de fungicidas que o veiculem. O seu

controle pode ser feito através de aplicações ao solo, por via foliar após a colheita, com as folhas ainda verdes e ativas, ou por pulverização no período de dormência, o mais tarde possível, antes do início da rebentação.

- Sendo necessária a correção da carência de manganês ou de cobre, poderá aplicar os nutrientes por pulverização no início da primavera, até abril.
- Se os fertilizantes forem distribuídos através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25 a 30%.

**PESSEQUEIRO**

- **Produção de referência:** 15 a 20 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 7,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	Mn, Cu	Fe, Zn, B, Mg

Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas à instalação do pomar (kg/ha)

Fósforo – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Potássio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Magnésio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )				
$\leq 25$	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	$\leq 25$	26 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	$\leq 30$	31 - 60	61 - 90	91 - 125	>125
200	150	100	50	0	300	225	150	50	0	60	45	30	15	0

- Em solos de textura ligeira e de baixa capacidade de troca catiônica não aplicar mais de 120 kg/ha de  $K_2O$  à plantação. Caso a quantidade recomendada seja superior, aplicar o restante após a plantação.

Quantidades de azoto (N) recomendadas até à entrada em produção do pomar (kg/ha)

Nutriente	Idade da plantação				
	1	2	3	4	5
Azoto (N)	20	50	80	90	90

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas para pomares em produção (kg/ha), com base nos resultados da análise foliar e na produção esperada

Produção esperada t/ha	Azoto (N, kg/ha)			Fósforo ( $P_2O_5$ , kg/ha)	Potássio ( $K_2O$ , kg/ha)	Magnésio (Mg, kg/ha)
	Insuficiente *	Suficiente *	Elevado *	Suficiente *	Suficiente *	Suficiente *
15	55	45	0 – 25	10	45	5
30	90	75	0 – 40	25	90	10
45	105	90	0 – 45	35	135	15
60	130	120	0 – 60	50	180	20

\*Níveis de nutrientes considerados adequados em folhas colhidas no terço médio dos lançamentos do ano, a meio da estação (julho a agosto).

- Se o solo for pobre em matéria orgânica, aplicar até 30 t por hectare de estrume de bovino bem curtido ou quantidade equivalente de outro corretivo orgânico de qualidade. Após a plantação não ultrapassar as 10 t/ha e ano.
- Se o solo for pobre em magnésio e for necessário corrigir a acidez do solo, utilizar calcário magnesiano para o efeito.
- Não aplicar azoto mineral à instalação do pomar. Desde a plantação e até à entrada em plena produção, aplicar ao solo, anualmente, as quantidades recomendadas, podendo ser ajustadas consoante o desenvolvimento vegetativo das árvores. A distribuição do azoto deverá ser efetuada na altura da rega das jovens plantas.
- Após a entrada em produção, convirá controlar o estado de nutrição do pomar anualmente, através da realização de uma análise foliar na época adequada, seguindo as normas de colheita de folhas para análise indicadas para a espécie no Anexo II.
- As recomendações de fertilização poderão ser ajustadas face ao estado de desenvolvimento vegetativo do pomar, ao nível de produção obtida no ano anterior, às condições do solo e do clima e à eventual incorporação de corretivos no solo. No caso dos pomares regados, dever ter-se em atenção a quantidade de nutrientes veiculados pela água de rega.
- No caso do azoto, sempre que os teores foliares se manifestem insuficientes, recomenda-se que seja feita uma avaliação da adequação das restantes práticas culturais utilizadas, particularmente as que interferem com a nutrição azotada das árvores. Refira-se, por exemplo, que a instalação de um coberto vegetal permanente pode implicar uma aplicação complementar do nutriente para a sua manutenção, particularmente se se tratar de um coberto à base de gramíneas.
- A fertilização com fósforo e potássio deve ser ponderada com o estado de fertilidade do solo, considerando para o potássio a sua textura e para o fósforo o teor de calcário total, de acordo com os valores apresentados no Anexo VII.
- Se o teor foliar de magnésio se manifestar insuficiente, aplicar o dobro da quantidade recomendada, para o mesmo nível de produção esperada. Se, pelo contrário, os níveis foliares se apresentarem excessivos, aplicar até metade da quantidade recomendada para idêntico nível de produção.
- Sempre que os teores de potássio do solo sejam elevados, ao contrário do verificado com os de magnésio, dever-se-á reforçar a quantidade deste nutriente em mais 15 a 20 kg de Mg por hectare, especialmente se o porta-enxerto utilizado for sensível à carência de magnésio.

- No caso de ser diagnosticada, através da análise foliar, uma carência de boro, o nutriente pode ser aplicado ao solo e/ou por pulverização, utilizando neste caso um produto boratado facilmente solúvel. Poderão ser feitas duas aplicações, uma após a colheita, antes da queda das folhas, e outra antes do início da floração. Poder-se-á, ainda, aplicar o nutriente após a queda das pétalas, utilizando soluções menos concentradas.
- É frequente surgirem insuficiências de zinco, especialmente nos casos em que há restrições à aplicação de fungicidas que o veiculem. O seu controlo pode ser feito através de aplicações ao solo, por via foliar após a colheita, com as folhas ainda verdes e ativas, ou por pulverização no período de dormência, o mais tarde possível, antes do início da rebentação.
- Se os fertilizantes forem distribuídos através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25 a 30%.

**PISTACEIRA**

- **Produção de referência:** 4 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 – 8,0

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	B	-

Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas à instalação do pomar (kg/ha)

Fósforo – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Potássio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Magnésio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )				
$\leq 25$	26 - 50	51 - 100	101 - 200	$> 200$	$\leq 25$	26 - 50	51 - 100	101 - 200	$> 200$	$\leq 30$	31 - 60	61 - 90	91 - 125	$> 125$
200	150	100	50	0	300	225	150	50	0	60	45	30	15	0

- Em solos de textura ligeira e de baixa capacidade de troca catiônica não aplicar mais de 120 kg/ha de  $K_2O$  à plantação. Caso a quantidade recomendada seja superior, aplicar o restante após a plantação.

Quantidades de azoto (N) recomendadas até à entrada em produção do pomar (kg/ha)

Nutriente	Idade da plantação (anos)				
	1	2	3	4	5
Azoto (N)	15	20	50	50	50

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas para pomares em produção (kg/ha), com base nos resultados da análise foliar e na produção esperada

Produção esperada t/ha	Azoto (N, kg/ha)			Fósforo ( $P_2O_5$ , kg/ha)	Potássio ( $K_2O$ , kg/ha)	Magnésio (Mg, kg/ha)
	Insuficiente *	Suficiente *	Elevado *	Suficiente *	Suficiente *	Suficiente *
1 – 2	60 - 90	40 - 80	0 - 20	20 - 30	50 - 80	10 - 15
3 – 4	90 - 120	80 - 100	0 - 40	30 - 40	80 - 110	15 - 25
$> 4$	120 - 150	100 - 120	0 - 60	40 - 50	110 - 140	25 - 35

\* Foliolos terminais de folhas localizadas no terço médio dos lançamentos de ramos não frutíferos, um mês antes da colheita

- Após a entrada em produção, convirá controlar o estado de nutrição do pomar anualmente, através da realização de uma análise foliar na época adequada, seguindo as normas de colheita de folhas para análise indicadas para a espécie no Anexo II.
- Se os teores foliares de fósforo, potássio e magnésio se manifestarem insuficientes, aplicar o dobro das quantidades recomendadas para teores foliares suficientes e o mesmo nível de produção esperada.
- A fertilização com fósforo e potássio deve ser ponderada com o estado de fertilidade do solo, considerando para o potássio a sua textura e para o fósforo o teor de calcário total, de acordo com os valores apresentados no Anexo VII.
- Caso a cultura seja regada, deve ter-se em atenção as quantidades de nutrientes veiculadas pela água de rega.
- Se os fertilizantes forem distribuídos através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25 a 30%.

**ROMÃZEIRA**

- **Produção de referência:** 20 - 30 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 5,5 a 6,5

	Alta	Média
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	-	Zn

Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas à instalação do pomar (kg/ha)

Fósforo – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Potássio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )					Magnésio – níveis no solo ( $mg\ kg^{-1}$ )				
$\leq 25$	26 - 50	51 - 100	101 - 200	$> 200$	$\leq 25$	26 - 50	51 - 100	101 - 200	$> 200$	$\leq 30$	31 - 60	61 - 90	91 - 125	$> 125$
200	150	100	50	0	300	225	150	50	0	60	45	30	15	0

- Em solos de textura ligeira e de baixa capacidade de troca catiônica não aplicar mais de 120 kg/ha de  $K_2O$  à plantação. Caso a quantidade recomendada seja superior, aplicar o restante após a plantação.

Quantidades de azoto (N) recomendadas até à entrada em produção do pomar (kg/ha)

Nutriente	Idade (anos após a instalação)		
	1	2	3
Azoto (N)	15 - 20	25 - 30	40 - 50

Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas para pomares em produção (kg/ha), com base nos resultados da análise foliar e na produção esperada

Produção esperada t/ha	Azoto (N, kg/ha)			Fósforo ( $P_2O_5$ , kg/ha)	Potássio ( $K_2O$ , kg/ha)	Magnésio (Mg, kg/ha)
	Insuficiente *	Suficiente *	Elevado *	Suficiente *	Suficiente *	Suficiente *
10 - 20	70 - 90	50 - 70	0 - 25	0 - 20	50 - 80	0 - 10
20 - 30	90 - 120	70 - 100	0 - 35	20 - 50	80 - 110	10 - 15
$> 30$	120 - 150	100 - 130	0 - 50	50 - 80	110 - 140	15 - 25

\*Em folhas da primavera anterior, de lançamentos não frutíferos, colhidas entre meados de junho e meados de julho

- Se o solo for pobre em matéria orgânica, aplicar à instalação da cultura até 30 t por hectare de estrume de bovino bem curtido ou quantidade equivalente de outro corretivo orgânico de qualidade. Após a plantação, não ultrapassar 10 t/ha e ano.
- Se o solo for pobre em magnésio e for necessário corrigir a acidez do solo, utilizar calcário magnesiano ou dolomítico para o efeito.
- Não aplicar azoto mineral à instalação do pomar. Desde a plantação, e até à entrada em plena produção do pomar, aplicar ao solo, anualmente, pequenas quantidades de azoto, consoante o desenvolvimento vegetativo das plantas. A distribuição do azoto poderá ser efetuada na altura da rega das jovens plantas.
- Após a entrada em produção, convirá controlar o estado de nutrição do pomar anualmente, através da realização de uma análise foliar na época adequada, seguindo as normas de colheita de folhas para análise indicadas para a espécie no Anexo II.
- As recomendações de fertilização poderão ser ajustadas face ao estado de desenvolvimento vegetativo do pomar, ao nível de produção obtida no ano anterior, às condições do solo e do clima e à eventual incorporação de corretivos no solo. No caso dos pomares regados, deve ter-se em atenção a quantidade de nutrientes veiculados pela água de rega.
- A fertilização com fósforo e potássio deve ser ponderada com o estado de fertilidade do solo, considerando para o potássio a sua textura e para o fósforo o teor de calcário total, de acordo com os valores apresentados o Anexo VII.
- Se os fertilizantes forem distribuídos através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25 a 30%.

**VIDEIRA**

- **Produção de referência:** Uva para vinho: 10 t/ha; Uva de mesa: 15 a 20 t/ha
- **Faixa de pH mais favorável:** 6,0 a 6,5

	<b>Alta</b>	<b>Média</b>
Sensibilidade às situações de carência em nutrientes secundários e micronutrientes	B, Mg, Zn	Fe, Mn

Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas à instalação da vinha (kg/ha)

<b>Fósforo – níveis no solo (<math>mg\ kg^{-1}</math>)</b>					<b>Potássio – níveis no solo (<math>mg\ kg^{-1}</math>)</b>					<b>Magnésio – níveis no solo (<math>mg\ kg^{-1}</math>)</b>				
$\leq 25$	26 - 50	51 - 100	101 - 200	$> 200$	$\leq 25$	26 - 50	51 - 100	101 - 200	$> 200$	$\leq 30$	31 - 60	61 - 90	91 - 125	$> 125$
200	150	100	50	0	300	225	150	50	0	60	45	30	0	0

- Em solos de textura ligeira e de baixa capacidade de troca catiônica não aplicar mais de 120 kg/ha de  $K_2O$  à plantação. Caso a quantidade recomendada seja superior, aplicar o restante após a plantação.

Quantidades de azoto (N) recomendadas até à entrada em produção da vinha (kg/ha) \*

<b>Nutriente</b>	<b>Idade (anos após a enxertia)</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Azoto (N)	20	30	20	20

\*Doses máximas a aplicar ao solo consoante o estado de desenvolvimento vegetativo da vinha.

Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas para vinhas em produção (kg/ha), com base nos resultados da análise foliar e na produção esperada

<b>Produção esperada t/ha</b>	<b>Azoto (N, kg/ha)</b>			<b>Fósforo (<math>P_2O_5</math>, kg/ha)</b>	<b>Potássio (<math>K_2O</math>, kg/ha)</b>	<b>Magnésio (Mg, kg/ha)</b>
	<b>Insuficiente *</b>	<b>Suficiente *</b>	<b>Elevado *</b>	<b>Suficiente *</b>	<b>Suficiente *</b>	<b>Suficiente *</b>
<5	40 – 45	30	0 – 20	20	40	10
5 – 10	45 – 50	35	0 – 20	20	50	15
10 – 15	50 – 65	40	0 – 25	25	60	15
15 – 20	65 – 80	50	0 – 30	30	80	20
>20	80 – 100	60	0 – 40	40	100	20

\*Níveis de nutrientes considerados adequados em pecíolos de folhas opostas ao cacho basal, colhidas na época da plena floração.

- Se o solo for pobre em matéria orgânica, aplicar à instalação da cultura até 30 t por hectare de estrume de bovino bem curtido ou quantidade equivalente de outro corretivo orgânico de qualidade. Após a plantação, não ultrapassar 10 t/ha e ano.
- Se o solo for pobre em magnésio e for necessário corrigir a acidez do solo, utilizar calcário magnesiano ou dolomítico para o efeito.
- Em solos com baixos teores de matéria orgânica, pode ser vantajosa a aplicação de pequenas quantidades de azoto mineral, após a plantação dos bacelos, não devendo ultrapassar 10 a 15 kg/ha de N.
- Até ao quarto ano de idade da vinha, aplicar ao solo, anualmente, as quantidades de azoto acima referidas, podendo ser ajustadas consoante o desenvolvimento vegetativo da vinha.
- A partir do quarto ano de idade, convirá controlar o estado de nutrição da vinha anualmente, através da realização de uma análise foliar na época adequada, seguindo as normas de colheita de folhas para análise indicadas para a cultura no Anexo II.
- As recomendações de fertilização poderão ser ajustadas face ao estado de desenvolvimento vegetativo da vinha, ao nível de produção obtida no ano anterior, às condições do solo e do clima e à eventual incorporação de corretivos no solo. No caso de vinhas regadas, deve ter-se em atenção a quantidade de nutrientes veiculados pela água de rega.
- A fertilização com fósforo e potássio deve ser ponderada com o estado de fertilidade do solo, considerando para o potássio a sua textura e para o fósforo o teor de calcário total, de acordo com os valores apresentados no Anexo VII.
- Se o teor foliar de magnésio se manifestar insuficiente, aplicar o dobro da quantidade recomendada, para o mesmo nível de produção esperada.
- Se os teores de potássio no solo forem elevados, deverá reforçar-se a quantidade de magnésio a aplicar, até um máximo de 30 a 40 kg/ha de Mg, especialmente se o porta-enxerto utilizado for sensível à carência deste nutriente.
- No caso de ser diagnosticada, através da análise foliar, uma carência de boro, o nutriente pode ser aplicado ao solo e/ou por pulverização, utilizando neste caso um produto boratado facilmente solúvel. Poderá ser efetuada uma aplicação ainda no decorrer do ciclo vegetativo e outra antes do início da floração da campanha seguinte.
- Em videiras com teores foliares adequados de potássio e magnésio o valor da relação K/Mg dos pecíolos à floração deve situar-se entre 3 e 9.
- Nos solos calcários a aplicação ao solo de ferro, manganês e ou de zinco pode não ser eficaz, pelo que as aplicações foliares com sais (sulfatos) ou quelatos de ferro, de manganês e ou de zinco são recomendáveis.
- Se os fertilizantes forem distribuídos através da água de rega, reduzir as quantidades recomendadas em 25 a 30%.



## 7.10 ESPÉCIES FLORESTAIS

### PINHEIRO-MANSO

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas à instalação dos povoamentos (kg/ha)

Nutrientes	Classes de fertilidade				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Azoto (N)	30 a 40 g de N / planta, sob a forma de adubo de libertação controlada				
Fósforo ( $P_2O_5$ )	100	50	0	0	0
Potássio ( $K_2O$ )	100	50	0	0	0
Magnésio (Mg)	60	30	0	0	0

- Em solos de textura grosseira, não aplicar mais de 80 kg/ha de  $K_2O$  de uma só vez. Se a quantidade recomendada for superior, o restante pode ser aplicado no ano seguinte à superfície do solo.

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas para povoamentos jovens - até ao início da produção de pinha (kg/ha)

Nutrientes	Classes de fertilidade				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Azoto (N)	40	30	20	0	0
Fósforo ( $P_2O_5$ )	50	30	0	0	0
Potássio ( $K_2O$ )	60	40	0	0	0
Magnésio (Mg)	30	15	0	0	0

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendados para povoamentos em fase de produção de pinha (kg/ha)

Nutrientes	Teores foliares	Classes de fertilidade				
		Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Azoto (N)	Insuficiente	60	45	30	0	0
	Suficiente	40	30	0	0	0
Fósforo ( $P_2O_5$ )	Insuficiente	50	30	15	0	0
	Suficiente	30	20	0	0	0
Potássio ( $K_2O$ )	Insuficiente	60	40	20	0	0
	Suficiente	30	20	0	0	0
Magnésio (Mg)	Insuficiente	30	20	10	0	0
	Suficiente	0	0	0	0	0

**SOBREIRO**

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas à instalação dos povoamentos (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 ( $P_2O_5$ )	100	75	0	0	0
Potássio ( $K_2O$ )	100	50	0	0	0
Magnésio (Mg)	60	30	0	0	0

- Em solos de textura grosseira, não aplicar mais de 80 kg/ha de  $K_2O$  de uma só vez. Se a quantidade recomendada for superior, o restante pode ser aplicado no ano seguinte à superfície do solo.

Quantidades azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendadas para povoamentos jovens até à “desboia” (kg/ha)

Nutrientes	Classes de fertilidade				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Azoto (N)	40				
Fósforo ( $P_2O_5$ )	60	40	0	0	0
Potássio ( $K_2O$ )	50	30	0	0	0
Magnésio (Mg)	30	15	0	0	0

Quantidades de azoto (N), fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ) e magnésio (Mg) recomendados para povoamentos adultos (kg/ha)

Nutrientes	Teores foliares	Classes de fertilidade				
		Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Azoto (N)	Insuficiente	60	45	30	0	0
	Suficiente	40	30	0	0	0
Fósforo ( $P_2O_5$ )	Insuficiente	60	40	20	0	0
	Suficiente	30	20	0	0	0
Potássio ( $K_2O$ )	Insuficiente	50	30	15	0	0
	Suficiente	25	20	0	0	0
Magnésio (Mg)	Insuficiente	30	20	10	0	0
	Suficiente	0	0	0	0	0



# BIBLIOGRAFIA

(À data da publicação deste manual foram verificadas as hiperligações indicadas nesta bibliografia)

## A

Aboudrare A. (2010). *Bonnes pratiques agronomiques de conduite technique du safran dans la région de Taliouine-Taznakht*. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO). Rome, (Fiche technique. Projet FAO/TCP/MOR/3201).

ADPM (2016). *Manual dos produtos complementares à atividade florestal no Baixo Alentejo*. Associação de Defesa do Património de Mértola. <https://adpm.pt/documentos/recursos-tecnicos/manual-dos-produtos-complementares-a-atividade-florestal-no-/>

Afonso S., Arrobas M., Ferreira, I.Q. e Rodrigues M.A. (2018). Leaf nutrient concentration standards for lemon verbena (*Aloysia citrodora* Paláu) obtained from field and pot fertilization experiments. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, **8**: 33-40. <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2017.09.004>

Agehara, S. (2018). *Alternative speciality crops in Florida: Opportunities and challenges*. Acedido a 27-10-2021, em: <https://discover.pbcgov.org/coextension/agriculture/PDF/New%20Tech%20Specialty%20Crops.pdf>

Agehara S., Wang W. e Sarkhosh A. 2019. *Guidelines for pomegranate nutrient management in Florida*. <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/hs1347>

AGRIDEA e OFAG (2015). *Guide Suisse-Bilanz. Édition 1.13*. Association suisse pour le développement de l'agriculture et de l'espace rural e Office fédéral de l'agriculture . 29 p.

Alcobia, M.D. e Ribeiro, J.R. (2001). *Manual do olival em agricultura biológica*. Terra Sã. Aljô. 111 p.

Alho, L., Carvalho, M., Brito, I. e Goss, M.J. (2015). The effect of arbuscular mycorrhiza fungal propagules on the growth of subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.) under Mn toxicity in *ex situ* experiments. *Soil Use and Management*. **31**: 337-344. <https://doi.org/10.1111/sum.12183>

Almeida, D. (2013). *Manual de culturas hortícolas*. Vol I. 3ª edição, Editorial Presença. Barcarena, 346 p.

Alves J.A. e Tavares M.M.S. (1976) *Fertilização mineral e correcção do solo: II - A acidez do solo e a sua correcção*. Estação Nacional de Melhoramento de Plantas. Elvas.

Alves, J.A. (1989). *A fertilidade de alguns solos e problemas dela decorrentes*. Instituto Nacional de Investigação Agrária INIA. Lisboa.

Alves, J.A. et al. (1977) *Fertilização mineral e correcção do Solo: I - Fertilização mineral*. DGER, Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva. Lisboa.

Alves J.F.T. (2017). *Estabelecimento de faixas de suficiência para avaliação nutricional da palma forrageira 'Gigante'*. Tese de Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido. Instituto Federal Baiano, Guanambi, Brasil. 39 pp. <https://www.ifbaiano.edu.br/unidades/guanambi/files/2017/08/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Jean-Farley-Final.pdf>.

Antolinez-Gonzalez, J.C., Colmenares, N.G., Usabillaga, A., Darghan, E. e Linares, S. (2008). Evaluación de variables agronómicas en el cultivo de limonaria (*Cymbopogon citratus* Stapf) para la producción de aceite esencial. *Interciencia*. **33**(9): 693-699.

- Arrobas M., Ferreira I.Q., Afonso, S. e Rodrigues M.A. (2018). Sufficiency ranges and crop nutrient removals for peppermint (*Mentha X piperita* L.) established from field and pot fertilizer experiments, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. **49**(14): 1719-1730. <https://doi.org/10.1080/00103624.2018.1474909>
- Aslantas R. (2007). The nutritional value of wild fruits from the North Eastern Anatolia region of Turkey. *Asian Journal of Chemistry*. **19**: 3072–3078.
- Avilán L. (1999) Fertilización del mango en el trópico. *Informaciones Agronómicas*. **34**: -6. <http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/issue/IA-LAHP-1999-1>
- Ayers R.S. e Westcot D.W. (1985). *Water quality for agriculture*. FAO Irrigation and Drainage Paper 29, Rev. 1, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. <http://www.fao.org/3/T0234E/T0234E00.htm#TOC>.

## B

- Baatour, O., Kaddour, R., Wannas W.A., Lachaâl, M. e Marzouk, B. (2010). Salt effects on the growth, mineral nutrition, essential oil yield and composition of marjoram (*Origanum majorana*). *Acta Physiol Plant*. **32**:45–51. <https://doi.org/10.1007/s11738-009-0374-4>
- Barbet-Massin, C. (2015). Sélectionner et cultiver Stevia rebaudiana Bertoni en milieu tempéré: exploration de la variabilité de la teneur et de la composition en glycosides de steviol. Thèse Doctorat. Université de Toulouse, 223 p.
- Barney, D.L. e Fallahi, E. (2009). *Growing currants, gooseberries & jostaberries in the inland northwest and intermountain west*. University of Idaho Extension. Idaho. Bul. 855. <http://www.extension.uidaho.edu/publishing/pdf/BUL/BUL0855.pdf>
- Bartual, J., Pomares, F., Bonet, L., Nicolás, E., Ferrer, P., Alarcón, J.J., Perez, B., Palou, L. e Intrigliolo, D.S. . (2010). Proyecto integral del granado: resultados en fertirrigación. Em Moreno, P.M., García, F.H. e Murcia, P.L. (eds.). *El granado. I Jornadas nacionales sobre el granado: producción, economía, industrialización, alimentación y salud*. SPE3, S.L., Valencia España. pp. 69-78. <http://dpvm.umh.es/publicaciones.asp>
- Başlar, S., Doğan, Y. e Mert H. (2002). Studies on the soil-plant interactions of two Arbutus L. species in West Anatolia. *Botanika Chronika*. **15**: 63-74.
- Beaulieu, M. e Doucet, F. (2013). *La graine de chanvre biologique. Un guide de production pour l'Est-du-Québec*. Gouvernement du Québec. . ISBN 978-2-550-67029-2 (pdf). 27 p.
- Beede, R.H., Brown, P.H., Kallsen, C., e Weinbaum, S.A. (2005). Diagnosing and correcting nutrient deficiencies. Em: L. Ferguson (ed.), *Pistachio production manual*. 4<sup>th</sup> Edition. University of California, Davis. pp. 147-157. <https://ucanr.edu/sites/fruitandnut/files/73696.pdf>
- Bellini, E. (2002). Cultural practices for persimmon production. In: Bellini, E. e Giordani, E. (eds). *First mediterranean symposium on persimmon*. CIHEAM, Zaragoza. pp. 39-52. Options méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 51. <https://om.ciheam.org/om/pdf/a51/02600061.pdf>.
- Bertschinger, L., Gysi, C., Häseli, A., Neuweiler, R., Pfammatter, W., Ryser, J.-P., Schmid, A. e Weibel, F. (2003). *Données de base pour la fumure en arboriculture fruitière*. Forschungsanstalt Wädenswil-Changins (ACW), Wädenswil, Suisse. 48 p. <https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/fr/home/themes/production-vegetale/arboriculture/publications/production/sols-et-fumure.html>
- Bittante, A. (2013). *Effetti di trattamenti agronomici su accumulo di glicosidi steviolici in stevia rebaudiana Bertoni*. Tesi di laurea in Scienze e Tecnologie Agrarie. Università degli Studi di Padova. 79 p.
- Blanco-Macías, F., Magallanes-Quintanar, R., Valdez-Cepeda, R.D., Vázquez-Alvarado, R., Olivares-Sáenz, E., Gutiérrez-Ornelas, E., Vidales-Contreras, J.A. e Murillo-Amador, B. (2010). Nutritional reference values for

- Opuntia ficus-indica* determined by means of the boundary-line approach. *J Plant Nutr Soil Sci*: **173**: 927–934. <https://doi.org/10.1002/jpln.200900147>
- Borges, A., Raimundo, F., Martins, A. e Ramos, C. (2009). Instalação de um souto. Em: J. Gomes-Laranjo, F. Peixoto e J. Ferreira-Cardoso (eds.). *Castanheiros: Técnicas e práticas*. Pulido Consulting – Industria Criativa e Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real. pp 85-88.
- Borges, A.L. e Souza, L.D. (2010). *Recomendações de calagem e adubação para maracujazeiro*. EMBRAPA. Cruz das Almas, Brasil. Comunicado Técnico n.º 141.  
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/28576/1/comunicado-141.pdf>
- Borrego, J.V.M. (1989) Horticultura herbácea especial. Mundi-Prensa. Madrid. 561p.
- Bot, A. e Benites, J. (2005). *The importance of soil organic matter*. FAO Soils Bulletin 80. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma. <https://www.fao.org/3/a0100e/a0100e00.htm>
- Brady, N.C. e Weil, R.R. (2008). *The nature and properties of soils*. 14.ª edição, Pearson Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ, USA., 965 p.
- Bresler, E., McNeal, B.L. e Carter D.L. (1982). *Saline and sodic soils. Principles, dynamics, modeling*. Berlin, New York. Springer-Verlag. Advanced Series in Agricultural Sciences, 10.
- Brewster, J.L. (1994). *Onions and other vegetables alliums*. CAB International. Wallingford, UK. Crop Production Science in Horticulture, 3.
- Brito, M. (2007). Fertilidade do solo, compostagem e fertilização. Em: I.M. Mourão (ed.), *Manual de horticultura no modo de produção biológico*. Escola Superior Agrária de Ponte de Lima/IPVC. Refóios, Ponte de Lima. pp. 53-86.
- Bryson, G.M., Mills, H.A., Sasseville, D.N., Jones, J.B. Jr e Barker, A.V. (2014). *Plant analysis handbook IV. A guide to sampling, preparation, analysis and interpretation for agronomic and horticultural crops*. [Edição eletrônica]. Micro-Macro Publishing, Inc. Athens, Georgia, EUA. ISBN 978-1-878148-03-2.
- Bulgarelli, D., Schlaeppi, K., Spaepen S., van Themaat, E.V.L. e Schulze-Lefert, P. (2013). Structure and functions of the bacterial microbiota of plants. *Annual Review of Plant Biology*. **64**: 807-838. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-050312-120106>
- Burillo-Alquézar, J. (Ed.) (2003). *Investigación y experimentación de plantas aromáticas y medicinales en Aragón: cultivo, transformación y analítica*. Gobierno de Aragón, Dirección General de Tecnología Agraria. Zaragoza. 262 p.
- Burt, J. e Perth, S. (2007). *Growing pomegranates in Western Australia*. Department of Agriculture and Food WA.

## C

- Caderno de Especificações DOP Maracujá (s/data). (<http://www.azores.gov.pt/NR/rdonlyres/3C0BD3E7-D0E6-4DAB-9A9E-2ED0E0A99F6A/452720/CadernodeEspecificaesDOPMaracuj1.pdf>)
- Calouro, F. (2005). Atividades agrícolas e ambiente. SPI – Sociedade Portuguesa de Inovação. Porto. 96pp. [https://www.spi.pt/documents/books/agricultura\\_ambiente/docs/Manualamb\\_1.pdf](https://www.spi.pt/documents/books/agricultura_ambiente/docs/Manualamb_1.pdf)
- Calouro, F., Duarte, L. e Jordão, P. (2004). *Diagnóstico do estado de nutrição de pomares de pereira Rocha com base na análise foliar: Níveis críticos de macro e micronutrientes*. Revista de Ciências Agrárias. **27**: 63-71.
- Calouro, F., Duarte, L., Lopes, A., Sousa, R.M., Fernandes, R., Jordão, P.V. e Raposo, A. (2004). Estabelecimento de níveis foliares críticos para macieiras das cultivares Lysgolden e Bravo de Esmolfe nas regiões do Oeste e da Beira Litoral. In: Martins-Loução, M.A. e Cruz, C. (eds.). *Nutrição mineral: Causas e consequências da*

dependência da fertilização. *Atas do X Simpósio Ibérico da Nutrição Mineral das Plantas*, Lisboa, setembro 2004. pp.149-155.

Calouro, F., Sempiterno, C., Fernandes, R., Veloso, A., Marcelo, M.E., Jordão, P., Curto, A., Soares-David, T., Valdivieso, T., Silva, C.S., Gaspar, M., Afonso, T., Martins, S., Azevedo-Gomes, J.P., Marques, P.P., Telles, M.R., Arsénio, R. e Pais, I. (2021). Análise foliar em montado de sobre: que tipo de folhas selecionar para análise?. *Vida Rural*. (julho/agosto): 51-55.

Carlen, C. e Carron, C.-A. (2006). Données de base pour la fumure des plantes aromatiques et médicinales. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **38**(6): 1-8.

Cassán, F. et al. (2020). Everything you must know about *Azospirillum* and its impact on agriculture and beyond. *Biology and Fertility of Soils.* **56**: 461–479. <https://doi.org/10.1007/s00374-020-01463-y>.

Castelo-Branco, M.A., Serrão, M.G., Fernandes, M.L., Sequeira, E.M., Domingues, H. e Pires, F.P. (1993). Foliar diagnosis of sugar beet: Mineral composition of leaves of different physiological age during the season. In: Fragoso, M.A.C. e van Beusichem, M.L. (eds.). *Optimization of plant nutrition*. Kluwer Academic Publ. Dordrecht, The Netherlands. pp. 137-142

Charbonnier, C. (2012). *Fertilisation des plantes à parfum et plantes aromatiques*. Chambres d'agriculture Provence-Alpes-Côte d'Azur. Aix-en-Provence, França. Fiche Fertilisation n° 10. 4 pp. <https://paca.chambres-agriculture.fr/nos-publications/la-publication-en-detail/actualites/agriculture-biologique-fertilisation-des-plantes-a-parfum-et-aromatiques/>

Chaudhary P., Khati, P., Chaudhary, A., Maithani, D., Kumar, G. e Sharma, A. (2021). Cultivable and metagenomic approach to study the combined impact of nanogypsum and *Pseudomonas taiwanensis* on maize plant health and its rhizospheric microbiome. *PLOS ONE.* **16**(4): e0250574. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0250574>.

Coelho, I.S. (Coord.) et al. (2017). *Medronheiro*. INIAV, I.P. Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária. Oeiras, 76 p. (Silva Lusitana. Caderno técnico 2). ISBN: 978-972-579-045-8.

College of Agricultural Sciences (2013). *The Mid-Atlantic berry guide for commercial growers*. Demchak, K. (coord). Pennsylvania State Cooperative Extension, College of Agricultural Sciences. University Park, PA, , USA. Resolución de 24 de marzo de 2004, de la Dirección General de Producción Agropecuaria por la que se aprueba el Reglamento técnico específico de producción integrada de maíz dulce. *Boletín Oficial de Castilla y León*, 5 de abril de 2004, nº65, p. 4461-4473. <https://agriculturaganaderia.jcyl.es/web/es/produccion-agricola/normativa-produccion-integrada.html>

Cornell University (2012). *New York Berry News*. Volume 11. Number 8b. College of Agriculture and Life Sciences. Geneva, NY, USA. <http://www.hort.cornell.edu/fruit/nybn/newslettpdfs/2012/nybn1108b.pdf>

Correia, P.J. (2016). Notas técnicas sobre a cultura da Alfarrobeira (*Ceratonia siliqua* L., *Fabaceae*). Universidade do Algarve. Faro.

Correia, P.J.; Anastácio, I.; Candeias, M.F. e Martins-Loução, M.A. (2002). Nutritional diagnosis in carob-tree. *Crop Science.* **42**:1577-1583. <https://doi.org/10.2135/cropsci2002.1577>

Correia, P.J., Guerreiro, J.F. e Bouça, E. (2017). *Alfarrobeira: estado da produção*. Centro Nacional de Competências dos Frutos Secos. (s.l.). 44 p. <http://www.wp.cncfs.pt/2017/06/02/alfarrobeira-estado-da-producao/>

Costa, A.S.V., Fernandes, R.M.C. e Calouro, F. (1995). Determinação dos teores de magnésio do solo e recomendações de fertilização no cultivo de pastagens e forragens. *Pastagens e Forragens.* **16**: 307-317.

Costa, A.S.V. et al. (1999). Estudo e calibração de métodos analíticos de extracção de boro e molibdénio do solo. Comunicação em painel ao Encontro Anual da Sociedade Portuguesa de Ciência do Solo, Vila Real, 28-30 junho 1999.

Costa, A.S.V. e Fernandes, R.M.C. (1996). Extracção de micronutrientes catiões do solo através de métodos

de avaliação da sua biodisponibilidade: Estudo comparativo de quatro métodos. Em: Borrego, C. et al. (eds). *Actas da 5ª Conferência Nacional sobre a Qualidade do Ambiente*. Universidade de Aveiro, Departamento de Ambiente e Ordenamento, 2.º Volume, pp.1503-1512.

Costa, J.B. (1979). *Caracterização e constituição do solo*. 2ª edição, Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa.

Couto, A.A. (1987). *Análise foliar em pomóideas*. Ministério da Agricultura Pescas e Alimentação, INIA, Estação Nacional de Fruticultura Vieira Natividade. Alcobça. 36p.

Cunha, A.P., Roque, O.R., e Gaspar, N. (2013). *Cultura e utilização das plantas medicinais e aromáticas*. 2ª edição, Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa. 472 p.

## D

DEFRA (2010). *Fertiliser manual (RB 209)*. 8th edition, The Stationary Office. Norwich, United Kingdom. <https://www.rothamsted.ac.uk/sites/default/files/rb209-fertiliser-manual-110412.pdf>

Department of Agriculture, Forestry and Fisheries (2009). *Lavender production*. DAFF. Pretoria, Republic of South Africa. 26 p. <https://www.nda.agric.za/docs/brochures/essoilslavender.pdf>

Department of Agriculture, Forestry and Fisheries (2012). *German chamomile production*. 2nd edition, DAFF. Pretoria, Republic of South Africa. 25 p. <https://www.nda.agric.za/docs/Brochures/ProGuiGermanCham.pdf>

Department of Agriculture, Forestry and Fisheries (2012). *Lemon balm production*. 2nd edition, DAFF. Pretoria, Republic of South Africa. 24 p.

Department of Agriculture, Forestry and Fisheries (2012). *Lemongrass production*. 2nd edition, DAFF. Pretoria, Republic of South Africa. 20 p. <https://www.nda.agric.za/docs/brochures/proguilemongrass.pdf>

Department of Agriculture, Forestry and Fisheries (2012). *Thyme production*. 2nd edition, DAFF. Pretoria, Republic of South Africa. 20 p.

Department of Agriculture, Forestry and Fisheries (2012). *Peppermint production*. 2nd edition, DAFF. Pretoria, Republic of South Africa. 16 p.

Department of Agriculture, Forestry and Fisheries (2012). *Rosemary production*. 2nd edition, DAFF. Pretoria, Republic of South Africa. 20 p. <https://www.nda.agric.za/docs/brochures/proguirosemary.pdf>

Department of Agriculture, Forestry and Fisheries (2012). *Basil production*. 2nd edition, DAFF. Pretoria, Republic of South Africa. 20 p. <https://www.nda.agric.za/docs/Brochures/ProGuiBasil.pdf>

Despacho n.º 1230/2018 de 5 de fevereiro. Código de Boas práticas agrícolas para a proteção da água contra a poluição com nitratos de origem agrícola. *Diário da República* – 2.ª Série, n.º 25. <https://dre.pt/application/file/a/114627134>

Dipartimento Politiche dello Sviluppo Rurale e della Pesca (2017). *Disciplinari di produzione integrata 2017. Allegato A: Tecniche agronomiche. Parte Generale e Parte Speciale*. Regione Abruzzo, DPSRP. (s.l., Italia). 365 p. Acedido a 03-02-2022, em:

<https://www.regione.abruzzo.it/system/files/agricoltura/agrometereologia/all.pdf>

Dipartimento Regionale dell'Agricoltura (2016). *Disciplinare regionale produzione integrata 2016. Allegato A, Norme Tecniche Agronomiche*. Regione Siciliana, DRA. (s.l., Italia). 348 p.

[http://www.prsicilia.it/Allegati/Documenti/DPI\\_Sicilia\\_2016.pdf](http://www.prsicilia.it/Allegati/Documenti/DPI_Sicilia_2016.pdf)

Direzione Generale Agricoltura. (2014). *Disciplinare Tecniche Agronomiche Regione Lombardia. 5.1 - Parte Speciale Colture Orticole, Erbe fresche*. 121 -122.

Duarte L. et al. (1999). Diagnóstico do estado de nutrição de macieiras: Níveis foliares de ocorrência e valores de referência preliminares de macronutrientes e de boro para interpretação de resultados de análise foliar.

Painel apresentado nas *Jornadas de Divulgação do Projecto PAMAF 6129 – Avaliação do Estado de Nutrição de Pomares de Macieiras nas Principais Regiões Produtoras de Maçã*. Estação Nacional de Fruticultura Vieira Natividade. Alcobaça, 1 março de 1999.

## E

Elfadl, A., Skiredj, A. e Elattir, H. (2002). Les épinards, l'estragon, le fenouil de Florence, la menthe, la niora, le persil. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural e Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA). Rabat, Royaume du Maroc. *Transfert de Technologie en Agriculture*. **97**: 1-4. Royaume du Maroc. 4 p. [https://www.agrimaroc.net/bulletins/btta\\_97.pdf](https://www.agrimaroc.net/bulletins/btta_97.pdf)

## F

Fernandes, R., Sempiterno, C. e Calouro, F. (2018). Boas práticas agrícolas na utilização de efluentes pecuários. *Vida Rural*, (setembro): 32-33.

Fernández-Escobar, R., García-Novelo, J.M., Molina-Soria, C. e Parra M.A. (2011). An approach to nitrogen balance in olive orchards. *Scientia Horticulturae*. **135**: 219-226. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.11.036>

Ferraz, A. (2013). *Fruticultura*. Instituto Formação. (s.l., Brasil). (texto de formação do curso técnico profissional em Agricultura). <http://www.ifcursos.com.br/sistema/admin/arquivos/15-39-51-apostilafruticultura.pdf>

Ferreira, A., Coelho, I.S., Saraiva, I., Dargent, L., Serrano, M.C. e Ferreira, M.E., Duarte, F., Valente, S., Candeias, D. e Franco, P. (2012). *Plantas aromáticas e medicinais: Produção e valor económico*. INIAV, CEBAL, CEVRM e Universidade do Algarve. Almodôvar. ISBN 978-989-98312-0-9. 64 p. [http://www.cebal.pt/images/publicacao\\_pam.pdf](http://www.cebal.pt/images/publicacao_pam.pdf)

Ferreira, E. e Castro, I.V. (2011). A produtividade e a fixação biológica do azoto de pastagens naturais em sistemas agrícolas de montado. Em: P.S. Coelho e P. Reis (eds.), *Agrorural: Contributos científicos*. Instituto Nacional de Recursos Biológicos (INRB, I.P.) e Imprensa Nacional-Casa da Moeda, S.A. Lisboa. p. 369-381. [https://www.inia.pt/images/publicacoes/livros-manuais/agrorrural\\_final.pdf](https://www.inia.pt/images/publicacoes/livros-manuais/agrorrural_final.pdf)

Ferreira, J. e Marques, C. (2020). *Guia de fatores de produção para a agricultura biológica*. 6ª edição, AGRO-SANUS Lda. 80 p.

Filho, O.F.L., Valois, A.C.C., Lucas, Z.M., Melhorança, A.L., Maeda, S., Fietz, C.R., Urchei, M.A., Lício, A.M.A. e Meneguetti, F. (2004). *Estévia*. Embrapa & SteviaFarma, Industrial S/A. Dourados, MS, Brasil. ISSN 1676-4129. 55 p. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/103385/1/SP5-2004.pdf>

Fragoso M.A.C. et al. (1990). Análise foliar e composição dos frutos em laranjeiras. Índices foliares e a qualidade dos frutos. Em: *I Congresso Ibérico de Ciências Hortícolas: Comunicações*. 3.º Volume. pp.166-171.

Franco, J., Gomes, F., Gama, J., Guilherme, R., Melo, F., Pato, R.L., Figueiredo, P., Botelho, G., Nazaré, N., João, C., Curado, F. e Maia, J. (2015). Ensaio de fertilização: apresentação de resultados. Em: F. Gomes, R.M. Sousa e R. Guilherme (eds.). II Jornadas do Medronho. *Actas Portuguesas de Horticultura*. **24**. pp. 24-31.

## G

George A., Nissen B., Broadley R., Collins R., Rigden, P., Jeffers S., Isaacson B. e Ledger S. (2005). *Sweet persimmon grower's handbook*. The State of Queensland, Department of Primary Industries and Fisheries. Brisbane, Australia. 242 p. <http://era.daf.qld.gov.au/id/eprint/2210/>.

Giménez, M., Martínez, J., Oltra, M.A.; Martínez, J.J. e Ferrández, M. (2000). Pomegranate (*Punica granatum*

- L.) leaf analysis: correlation with harvest Em : P. Melgarejo, J.J. Martínez-Nicolás e J. Martínez-Tomé (eds.). *Production, processing and marketing of pomegranate in the Mediterranean region: Advances in research and technology*, CIHEAM. Zaragoza. pp. 179-185. <https://om.ciheam.org/om/pdf/a42/00600270.pdf>
- Gingrich, C. Hart, J.M. e Christensen, N.W. (2018). *Hops fertilizer guide*. Oregon State University Extension service. USA. <https://catalog.extension.oregonstate.edu/fg79/html>
- Gomes, M.P. e Silva A.A. (1962). Um novo diagrama triangular para a classificação básica da textura do solo. *Garcia da Orta*. **10**: 171-179.
- Gomes, F. et al. (2017). *Manual de boas práticas para a cultura do medronheiro*. Instituto Politécnico de Coimbra, Escola Superior Agrária. Coimbra, 103 p.
- Gómez, P.E. et al. (2004). Momento de estabilización de nitrógeno, fósforo y potasio foliar en membrilleros champion del departamento Andalgalá. Provincia de Catamarca. *Revista del CIZAS*. **5**: 93-101.
- Glozer, K. e Ferguson, L. (2011). *Pomegranate production in Afghanistan*. University of California, College of Agricultural and Environmental Sciences. Davis, USA. 32p.  
<https://ucanr.edu/sites/Pomegranates/files/164500.pdf>
- Gattward, J.N., Almeida, A.-A.F., Souza, J.O. Jr, Gomes, F.P. e Kronzucker, H.J. (2012). Sodium-potassium synergism in Theobroma cacao: stimulation of photosynthesis, water-use efficiency and mineral nutrition. *Physiol Plant*. **146**:350-362. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2012.01621.x>
- GTA (2017). *Linee guida nazionali di produzione integrata/ Sezione tecniche agronomiche 2018*. Gruppo Tecniche Agronomiche DM 4890 del 8/05/2014 (GTA), Direzione Generale dello Sviluppo Rurale, Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali (MIPAAF). (s.l.), Italia. <https://www.reterurale.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/17765>
- GTA (2020) *Linee guida nazionali di produzione integrata/Sezione tecniche agronomiche 2021. Schede colturali. Allegato 5: Colture orticole*. Gruppo Tecniche Agronomiche DM 4890 del 8/05/2014 (GTA), Direzione Generale dello Sviluppo Rurale, Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali (MIPAAF). (s.l.), Italia. 191 p. <https://www.reterurale.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/22126>
- GTA (2020) *Linee guida nazionali di produzione integrata/Sezione tecniche agronomiche 2021. Schede colturali. Allegato 3: Colture erbacee*. Gruppo Tecniche Agronomiche DM 4890 del 8/05/2014 (GTA), Direzione Generale dello Sviluppo Rurale, Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali (MIPAAF). (s.l.), Italia. 73 p. <https://www.reterurale.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/22126>

## H

- Haag, H.P., Oliveira, G.D., Borducchi, A.S. e Sarruge, J.R. (1973). Absorção de nutrientes por duas variedades de maracujá. *Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros*. **30**: 267-279.
- Haifa (s.d.). *Crop guide: Strawberry fertilizer recommendations*. Haifa-group, Israel. <https://www.haifa-group.com/crop-guide/vegetables/strawberry-fertilizer/crop-guide-strawberry-fertilizer-recommendations>
- Haifa (s.d.). *Crop guide: Citrus plant nutrition*. Haifa-group, Israel. <https://www.haifa-group.com/citrus-tree-fertilizer/crop-guide-citrus-plant-nutrition>). *Nutritional recommendations for Pepper in open-field, tunnels and greenhouse*. Haifa-Group. Israel. 29 p.
- Haifa (s.d.). *Nutritional recommendations for Tomato in open-field, tunnels and greenhouse*. Haifa-Group. Israel. 40 p.
- Haifa (s.d.). *Recommended fertilizers, rates and timing for the fertilization of hops*. Haifa-group, Israel. <https://www.haifa-group.com/recommended-fertilizers-rates-and-timing-fertilization-hops>
- Hart, J.M, Strik, B., White, L e Yang, W.Q. (2006). *Nutrient management for blueberries in Oregon*. Nutrient

management guide EM 8918. Oregon State University. (s.l.), USA. 16 p. <https://catalog.extension.oregonstate.edu/sites/catalog/files/project/pdf/em8918.pdf>

Heckman, J.R. (2007) - Sweet Corn uptake and removal. *Hortechology*. **17**: 82-86.

Heller, K., Sheng, Q.C., Guan, F., Alexopoulou, E., Hua, L.S., Wu, G.W., Jankauskiene, Z. e Fu, W.Y. (2015). A comparative study between Europe and China in crop management of two types of flax: linseed and fibre flax. *Industrial Crops and Products*. **68**: 24-31. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.07.010>

Heller, K., Baraniecki, P. e Praczyk, M. (2012). 15-Fibre flax cultivation in sustainable agriculture. Em: R.M. Kozłowski (ed.). *Handbook of natural fibres*. Woodhead Publishing. Philadelphia, USA. 1.º Volume. pp. 508 - 531. <https://doi.org/10.1533/9780857095503.2.508>

Hernández-Vidal, E., Blanco-Macías, F., González-Torres, A., Véliz-Deras, F.G., Gaytán-Alemán, L. e Valdez-Cepeda, R.D. (2021). Boundary-line approach macro-nutrient standards for *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller variety “Rojo pelón” fruiting. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. **21**: 467-475. <https://doi.org/10.1007/s42729-020-00374-z>

## I

INIAV (2014). Boas Práticas no olival e no lagar. Jordão, P. (coord.). Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária I.P. [Oeiras]. 286 p. ISBN 978-972-579-041-0.

Institut Technique du Chanvre (2007). *Le Chanvre industriel. Guide technique*. Institut Technique du Chanvre. (s.l., France). 26 p.

ITAP (2013). El cultivo del azafrán en Castilla-La Mancha. Diputación de Albacete, Instituto Técnico Agronómico de Albacete. *Boletín ITAP*. **88**. 34 p. [http://www.itap.es/media/43952/bolet\\_n\\_088\\_azafn\\_n.pdf](http://www.itap.es/media/43952/bolet_n_088_azafn_n.pdf)

## J

Jordão, P.V. (2002). *Influência da fertilização azotada na produção da pereira cv. Rocha. Relação entre alguns aspectos da produção e a composição mineral de folhas e frutos*. Tese de Doutoramento em Engenharia Agronómica. Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa.

Jordão, P. (coord.) (2005). *Relatório anual do Projecto Agro nº 452 Avaliação do estado de nutrição de olivais, vinhas e prunóideas. Aferição de valores de referência para interpretação da análise foliar em produção integrada*. INIAP-LQARS. Lisboa.

Jordão, P. (2020). O estado de nutrição das pomóideas, a ocorrência de pragas, doenças, fisiopatias e a composição mineral dos frutos. *Vida Rural*. n.º 1860 (setembro): 20-27.

Jordão, P.V., Calouro, F., Duarte, L., Vicente, M.A. e Soveral-Dias, J.C. (2004). Efeito da adubação com azoto e boro na produção da pereira cv. Rocha num Aluviosolo da região do Oeste. *Revista de Ciências Agrárias*. **27**: 137-149.

Jordão, P.V. e Calouro, F. (2016). Nutrição e fertilização. Em: M.P. Simões (coord.), *+Pêssego - Guia Prático da Produção*. Centro Operativo e Tecnológico Hortofrutícola Nacional. (s.l.). 1.º Volume. pp. 77-101. ISBN: 978-972-8785-04-8.

Jordão, P., Lageiro, M.M., Veloso, A., Carvalho, A., Marcelo, M.E., Serrano, C. e Calouro, F. (2017). Composição mineral e vitamínica do pêssego da cv. Royal Time na Beira Interior. Em: M.P. Simões (coord.), *+Pêssego - Resultados de Apoio à Gestão*. Centro Operativo e Tecnológico Hortofrutícola Nacional. (s.l.). 3.º Volume. pp. 69-78. ISBN: 978-972-8785-06-02.

Jordão, P.V., Marcelo, M.E. e Centeno, M.S.L. (1999). Effect of cultivar on leaf mineral composition of olive tree. *Acta Horticulturae*. **474**: 349-352. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1999.474.72>

Jordão, P., Marcelo, M.E., Martins, P., Albardeiro, A.S., Cordeiro, A., Sempiterno, C., Camboias, L., Veloso, A., Teixeira, T. e Mano, R. (2021). Estado de fertilidade de solos do Alentejo com oliveiras em sebe. *Vida Rural*. n.º1871 (outubro): 64-69.

Jordão, P., Rebelo, F. e Calouro, F. (2020). Água de rega: fonte oculta de nutrientes. *Vida Rural*. n.º1861, (outubro). 42-44.

Jordão, P., Rebelo, F., Martins, P., Albardeiro, A.S., Camboias, L., Teixeira, T. e Cordeiro, A. (2021). Qualidade da água utilizada em oliveiras em sebe no Alentejo e seu risco para a eficácia da rega, para a cultura e para o solo. *Vida Rural*. n.º1871 (outubro): 70-75.

## K

Kronzucker, H.J., Coskun, D., Schulze, L.M., Wong, J.R. e Britto, D.T. (2013). Sodium as nutrient and toxicant. *Plant and Soil*. **369**: 1–23. <https://doi.org/10.1007/s11104-013-1801-2>.

## L

Lalonde, O., Bouchard, A., Beaulieu, M. e Lavoie, F. (2018). *Chanvre industriel: Guide pour la production en régime biologique et conventionnelle*. Logistik Unicorp. Inc., Saint-Jean-sur-Richelieu, Québec, Canada. 79 p.

Liu, G., Simonne, E.H., Morgan, K.T., Hochmuth, G.J., Agehara, S., Mylavarapu, R. e Williams, P.B. (2021). Fertilizer management for vegetable production in Florida. Em: M.L. Paret et al. (eds.), *Vegetable production handbook of Florida, 2021-2022 edition*. UF/IFAS Extension, University of Florida. (s.l.). pp. 3-13. <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/CV292>

LQA (2009). *Recomendaciones prácticas para la fertilización del cultivo de mango*. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, Laboratorio Químico Agrícola. La Lima, Honduras. 4 p.

[http://www.fhia.org.hn/descargas/Laboratorio\\_Quimico\\_Agricola/Hoja\\_tecnicaNo3.pdf](http://www.fhia.org.hn/descargas/Laboratorio_Quimico_Agricola/Hoja_tecnicaNo3.pdf)

LQARS (2006). *Manual de fertilização das culturas*. Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva, INIAP, MADRP. Lisboa. 218 p.+anexos.

## M

MADRP (2005). *Produção integrada da cultura da actinídia*. Cavaco, M. e Calouro, F. (coord.). Direção-Geral de Protecção das Culturas, Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Lisboa. 56 p. + anexos. <https://www.dgadr.gov.pt/producao-integrada/normas-de-prodi>

MADRP (2005). *Produção integrada da cultura da vinha*. Cavaco, M., Calouro, F. e Clímaco (coord.). Direção-Geral de Protecção das Culturas, Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Lisboa. 110 p. + anexos. <https://www.dgadr.gov.pt/producao-integrada/normas-de-prodi>

MADRP (2005). *Produção integrada da cultura de citrinos*. Cavaco, M. e Calouro, F. (coord.). Direção-Geral de Protecção das Culturas, Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Lisboa. 109 p. + anexos. <https://www.dgadr.gov.pt/producao-integrada/normas-de-prodi>

MADRP (2010). *Produção integrada da cultura do abacateiro*. Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (coord.), Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Lisboa. 83 p. + anexos. <https://www.dgadr.gov.pt/producao-integrada/normas-de-prodi>

MADRP (2010). *Produção integrada do olival*. 2.ª edição, Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (coord.), Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Lisboa. 105 p. + anexos.

<https://www.dgadr.gov.pt/producao-integrada/normas-de-prodi>

MADRP (2011). *Normas técnicas para a produção integrada de prunóideas*. Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural, Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Lisboa. 1.º Volume, 22 p. + anexos. <https://www.dgadr.gov.pt/producao-integrada/normas-de-prodi>

MADRP (2011). *Normas técnicas para a produção integrada de pomóideas*. Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural, Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Lisboa. 1.º Volume, 22 p. + anexos. <https://www.dgadr.gov.pt/producao-integrada/normas-de-prodi>

MAFRA (2018). *Soil fertility handbook*. Munroe, J. et al. (eds.). Publication 611. 3<sup>rd</sup> Edition, Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (OMAFRA). (s.l.). Canada. 236 p. <http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/pub611/pub611.pdf>

MAFRA (2017). *Agronomy guide for field crops*. Brown, C. et al. (eds.). Publication 811. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Queen's Printer for Ontario. Toronto, Canadá. 433 p. <http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/pub811/pub811.pdf>

MAMAOT (2012). *Normas técnicas para a produção integrada de pomóideas*. Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural, Ministério da Agricultura, Mar Ambiente e Ordenamento do Território. Lisboa. 2.º Volume, 192 p. + anexos. <https://www.dgadr.gov.pt/producao-integrada/normas-de-prodi>

MAMAOT (2012). *Normas técnicas para a produção integrada de prunóideas*. Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural, Ministério da Agricultura, Mar Ambiente e Ordenamento do Território. Lisboa. 2.º Volume, 175 p. + anexos. <https://www.dgadr.gov.pt/producao-integrada/normas-de-prodi>

Mano, R., Rebelo, F., Sempiterno, C. e Calouro, F. (2016). Laboratórios de análises para avaliação da fertilidade do solo e da nutrição das culturas, em Portugal. *Vida Rural*. n.º 1817 (maio): 36-38

Marcelo, M.E.; Boteta, L.; Piçarra, I.; Infante, J.; Varela, M.; Figueira, M.; Santos, F.; Santos, L.; Miranda, A. e Jordão, P. (2011). Efeito da fertirrega com azoto e potássio num olival sobre os teores de nitratos e de potássio do solo. *Revista de Ciências Agrárias*. **34**:173-180. <https://doi.org/10.19084/rca.15960>

Marcelo, M.E., Carrasquinho, I., Jordão P., Mano, R., Gaspar, M., Azevedo-Gomes, J.P., Amaral, M.R., Borges, C., Melo, I., Martins, S., Correia, A., Calouro, F. e Silva, C.S. (2020). Características físicas e químicas de solos ocupados com pinheiro-manso. *Vida Rural*. n.º 1854 (setembro): 24-27. [https://www.unac.pt/images/Caracteristicas\\_fisicas\\_e\\_quimicas\\_de\\_solos\\_ocupados\\_com\\_pinheiro-manso-compactado.pdf](https://www.unac.pt/images/Caracteristicas_fisicas_e_quimicas_de_solos_ocupados_com_pinheiro-manso-compactado.pdf).

Marcelo, M.E. e Jordão, P.V. (2011). A fertilização do olival e a qualidade do azeite. Em: P.S. Coelho e P. Reis (eds.), *Agrorural: Contributos científicos*. Instituto Nacional de Recursos Biológicos (INRB, I.P.) e Imprensa Nacional-Casa da Moeda, S.A. Lisboa. p. 589-603. [https://www.inia.pt/images/publicacoes/livros-manuais/agrorrural\\_final.pdf](https://www.inia.pt/images/publicacoes/livros-manuais/agrorrural_final.pdf)

Marcelo, M.E., Jordão, P.V., Santinho, J., Duarte, L., Calouro, F. e Rocha, V. (2004). Concentrações foliares de referência para olivais das cultivares Galega e Cobrançosa. Valores preliminares para a região da Beira Litoral. In: Martins-Loução, M.A. e Cruz, C. (eds.). *Nutrição Mineral: Causas e consequências da dependência da fertilização, X Simpósio Ibérico da Nutrição Mineral das Plantas*, Lisboa, Setembro 2004. pp.284-290.

Marcelo, M.E., Jordão, P.V., Simões, A.M., Calouro, F., Santos, L., Cordeiro, A.M., Costa, A.S.V. e Soveral-Dias, J.C. (2005). Influência da aplicação de azoto e potássio a um olival instalado em solos calcários sobre os teores de potássio do solo. *Revista de Ciências Agrárias*. **28**: 189-197.

MARM (2010). Guia prática de la fertilización racional de los cultivos en España. Centro de publicaciones, Ministério de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. España. <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/publicaciones/Publicaciones-fertilizantes.aspx>

Maroto-Borrego, J.V. (2017). Outros cultivos hortícolas. Em: J.V. Maroto-Borrego e C. Baixauli-Soria (Coord.). *Cultivos hortícolas al aire libre*. Cajamar Caja Rural. (s.l.). pp. 745-783. <https://publicacionescajamar.es/series-tematicas/agricultura/cultivos-hortícolas-al-aire-libre>

- Martin-Prével, P., Gagnard J. e Gautier P. (1984). L'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérés et tropicales. Lavoisier Technique et Documentation. Paris. 810 p.
- Mayfield, A., Day, T., Day, H., Hawthorne, W., McMurray, L., Rethus, G., Turner, C., Bull, B., Ward, I. e Klitscher D. (2006). *Grain legume handbook for the pulse industry*. Grains Research and Development Corporation. Australia. <https://grdc.com.au/Resources/Publications/2008/03/2008-Grains-Legume-Handbook>.
- McKay, S.A.. (2004). Demand increasing for aronia and elderberry in North America. *New York Berry News*.**3**(11): 4-7. <http://www.hort.cornell.edu/fruit/nybn/newslettpepdfs/2004/nybn311a.pdf>
- Melgarejo, P., Gimeno, H., Hernández, F., Martínez, J.J., Martínez-Font, R., Melgarejo-Sánchez P. y Giménez M. (2015). Determinación de los rangos de normalidad para la interpretación foliar en el granado en el Sureste español. *Actas de Horticultura/Sociedad Española de Ciencias Hortícolas*. **71**: 75-78.
- Mengel, K. e Kirkby, E.A. (2001). *Principles of Plant Nutrition*. 5ª ed. Boston/London: Kluwer Academic Publishers.
- Miguel, M.G, Faleiro, M.L., Guerreiro, A.C. e Antunes, M.D. (2014). *Arbutus unedo* L.: Chemical and biological properties. *Molecules*. **19**: 15799-15823. <https://doi.org/10.3390/molecules191015799>
- Mills, H.A. e Benton-Jones, J. Jr. 1996. *Plant analysis handbook II: a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide*. Micro-Macro Pub.. Athens, Georgia, USA. 422 p.
- Mitter, E.K., Tosi, M., Obregón, D., Dunfield, K.E. e Germida J.J. (2021). Rethinking crop nutrition in times of modern microbiology: innovative biofertilizer technologies. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. **5**, article 606815. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021>.
- Moré, E., Fanlo, M., Melero, R. e Cristóbal, R. (2010). *Guía para la producción sostenible de plantas aromáticas y medicinales*. Centro Tecnológico Forestal de Cataluña (CTFC). Lleida. 265 p. <http://apsb.ctfc.cat/docs/GUIA%20PAM-CASTELLAfinal.pdf>
- Moré E. (2008). *Estudio de la situación actual del lavandín súper y coriandro en el marco del proyecto de cooperación territorial nuevas alternativas agrarias*. Área de Productos Secundarios del Bosque (APSB) e Centro Tecnológico Forestal de Cataluña (CTFC). (s.l.). 99p. + anexos
- Moreno, P.M. e Hernández, D.M.S. (2003). *Tratado de fruticultura para zonas áridas y semiáridas. Algarrobo, granado y jinjolero*, 2.º Volume, Mundi-Prensa. (s.l.).
- Muñoz F. (2002). *Plantas medicinales y aromáticas – estudio, cultivo y procesado*. 4.ª edição. Mundi-Prensa., Madrid. 365 p.

## N

- NRCS (2013). *Crop nutrient tool*. Natural Resources Conservation Service (NRCS). United States Department of Agriculture. USA. <https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/plantmaterials/technical/toolsdata/plant/>
- Neto, F.C., Morgado, J. e Dias, S. (s/data). *A cultura de PAM, custos e benefícios*. Direção Regional de Agricultura e Pescas do Norte, Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas. (s.l.). 31 p. [http://www.drapn.min-agricultura.pt/drapn/conteudos/cen\\_documentos/outros/pam\\_e\\_capa.pdf](http://www.drapn.min-agricultura.pt/drapn/conteudos/cen_documentos/outros/pam_e_capa.pdf)
- Neto, F.C. (2007). *Sabugueiro - custos e receitas*. Direção Regional de Agricultura e Pescas do Norte. Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas. Mirandela. 8 p. [http://www.drapn.min-agricultura.pt/drapn/conteudos/cen\\_documentos/outros/Sabugueiro.pdf](http://www.drapn.min-agricultura.pt/drapn/conteudos/cen_documentos/outros/Sabugueiro.pdf)
- Niskanen, R. (2002). Nutritional status in commercial currant fields. *Agricultural and Food Science*. **11**: 301-310. <https://doi.org/10.23986/afsci.5732>

## O

O'Hare, M., Sanchez, D.L. e Alstone, P. e (2013). *Environmental risks and opportunities in Cannabis cultivation*. BOTE Analysis Corporation. 31 p.

Oliveira M.D. (1996) *Beterraba sacarina. Relatório das atividades desenvolvidas em 1996*. INIA, EAN. Oeiras. Projeto PAMAF IED n° 1018, 34 p.

Oltra-Cámara, M.A. (2016). *Diagnóstico nutricional de la alcachofa mediante análisis foliar*. Tesis doctoral. Departamento de Agroquímica, Bioquímica, Universidad de Alicante. Alicante. 206 p.

## P

Pacheco, C., Calouro, F. e Andrade, A. (1993). Interpretative indices for leaf analysis in vineyards of the Portuguese region of Bairrada. In: Fragoso, M.A.C. e van Beusichem, M.L. (eds.). *Optimization of plant nutrition*. Kluwer Academic Publ. Dordrecht, The Netherlands. p. 43-47.

Pacheco C. et. al. (1997). Influência do azoto e do potássio nos teores foliares de *Vitis vinifera* cv. Bical da região demarcada da Bairrada. *Actas do III Congresso Ibérico de Ciências Hortícolas*, Associação Portuguesa de Horticultura, Vilamoura, Portugal, 11-15 Março 1997, 4.º Volume. pp. 255-262.

Pacheco, C., Andrade, A., Sempiterno, C.M., Calouro, F., Aires, A., Soveral-Dias, J.C. (1998). Effect of nitrogen, and potassium fertilization on yield and must quality of *Vitis vinifera* cv. Bical. *Actas do XXIII Congrès Mondial de la Vigne et du Vin*. Associação Congresso OIV 98. Lisboa. 1.º Volume. pp. 292-298.

Pacheco, C., Sempiterno, C.M., Calouro, F., Mota, T., Garrido, J., Soveral-Dias, J.C. e Castro, R. (1998). Effect of nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization on some leaf nutrient concentrations of *Vitis vinifera* cv. Loureiro. *Actas del VII Simposio nacional - III Ibérico sobre Nutrición mineral de las plantas*. Universidad Autonoma de Madrid. Madrid. pp. 231 – 236.

Pacheco, C., Jordão, P., Vieira, S., Santos, F., Comenda, J., Santos, M.C., Roque, Vale C. e Prates, M.A. (2010). Preliminary reference values for leaf-analyses of *Vitis vinifera* Trincadeira/99R in Portuguese region of Borba/Alentejo. *Acta Horticulturae*. **868**: 225-230. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.868.28>

Pacheco, C.A. (1987). Estado nutritivo de vinhas de uva de mesa da Região de Alenquer: Informação preliminar. *Vida Rural*, **20**, **87**: 26-30.

Parera, C.A. (2017). - *Producción de maíz dulce*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. 63 p.

[https://inta.gov.ar/sites/default/files/libesu8734\\_inta\\_asaho\\_web\\_maiz\\_dulce\\_v1.pdf](https://inta.gov.ar/sites/default/files/libesu8734_inta_asaho_web_maiz_dulce_v1.pdf)

Pato R., et al. (2015). Exigências nutricionais do medronheiro - abordagem preliminar. Em: F. Gomes, R.M. Sousa e R. Guilherme (eds.). II Jornadas do Medronho. *Actas Portuguesas de Horticultura*. **24**: 42-50.

Pereira, R.C.A., Bezerra, M.G.A., Silva, J.C. e Soares, T.H.R. (2012). *Informações sobre cultivo de capim-santo no Litoral Cearense*. Embrapa. Fortaleza, Brasil. Comunicado Técnico n.º 185. 4p. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/69756/1/COT12002.pdf>

Plank, C.O. (1988). *Plant analysis handbook for Georgia*. Cooperative Extension Service, University of Georgia College of Agriculture. Athens, USA. 64p.

Pomares, F. (2014). Necesidades nutricionales del cultivo del caqui. *Vida Rural* (España). n.º 375 (marzo): 14-18.

Portela, E. e Louzada, J.L. (2011). Diagnóstico precoce da carência de boro em castanheiro: Selecção de tecido indicador. *Revista de Ciências Agrárias*. **34**: 13-20. <https://doi.org/10.19084/rca.15946>

Portela E. e Abreu M.M. (2018). Fixação do potássio nos solos portugueses. *Revista de Ciências Agrárias*. **41**:569-591. <http://dx.doi.org/10.19084/RCA18100>

Portela, E.A.C., Ferreira-Cardoso, J.V. e Louzada, J.L. (2011). Boron application on a chestnut orchard: effect on yield and quality of nuts. *Journal of Plant Nutrition*. **34**: 1245-1253.

<https://doi.org/10.1080/01904167.2011.580812>

Portela, E., Martins, A., Pires, A.L., Raimundo, F. e Marques, G. (2007). Práticas culturais no souto: o manejo do solo. Em: J. Gomes-Laranjo, J. Ferreira-Cardoso, E. Portela, e C.G. Abreu. (eds.). *Castanheiros*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD). Vila Real. p 207-264.

Portela E., Roboredo M. e Louzada J. (2003). Assessment and description of magnesium deficiencies in chestnut groves. *Journal of Plant Nutrition*. **26**: 503-523. <https://doi.org/10.1081/PLN-120017662>

Portner, J. (2009). *Annual report 2009. Special crop: Hops*. Bavarian State Research Center for Agriculture. Freising-Weißenstephan, Germany. 122 p.

## Q

Quiñones, A., Soler, E. e Legaz, F. (2013). Determination of foliar sampling conditions and standard leaf nutrient levels to assess mineral status of loquat tree. *Journal of Plant Nutrition*. **36**: 284-298. <http://dx.doi.org/10.1080/01904167.2012.739248>.

## R

Ragazzini, D. (1985). *El kaki*. Mundi-Prensa. 176p.

Raimundo, F., Martins, A., Borges, A. (2009). Maneio do solo do souto: Fertilização e controlo da vegetação espontânea. Em: J. Gomes-Laranjo, F. Peixoto e J. Ferreira-Cardoso (eds.). *Castanheiros: Técnicas e práticas*. Pulido Consulting – Industria Criativa e Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real. pp 89-94.

Ramos, T.B., Gonçalves, M.C., Martins, J.C. e Santos-Pereira, L. (2016). *Características de retenção de água no solo para utilização na rega das culturas*. Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV I.P.). Oeiras. 76 p.

[https://www.inia.pt/images/publicacoes/livros-manuais/manual\\_caracteristicas\\_retencao\\_agua\\_solo.pdf](https://www.inia.pt/images/publicacoes/livros-manuais/manual_caracteristicas_retencao_agua_solo.pdf)

Rebello, F., Mano, R. e Sempiterno, C. (2021). Aspetos a ter em conta ao escolher corretivos alcalinizantes. *Vida Rural*. (novembro): 60-67.

Regulamento (CE) n.º 2003/2003 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de outubro, relativo aos adubos. *Jornal Oficial n.º L 304 de 21/11/2003*. p. 1–194. <http://data.europa.eu/eli/reg/2003/2003/oj>

Regulamento (UE) n.º 2018/848 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de maio de 2018, relativo à produção biológica e à rotulagem dos produtos biológicos e que revoga o Regulamento (CE) n.º 834/2007 do Conselho. *Jornal Oficial da União Europeia n.º L 150*, de 14/06/2018. <http://data.europa.eu/eli/reg/2018/848/oj>

Regulamento de Execução (UE) 2021/1165 da Comissão de 15 de julho de 2021 que autoriza a utilização de determinados produtos e substâncias na produção biológica e que estabelece as listas respetivas. *Jornal Oficial da União Europeia*, L 253, de 16/07/2021. [http://data.europa.eu/eli/reg\\_impl/2021/1165/oj](http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2021/1165/oj)

Resolução do Conselho de Ministros n.º 110/2017, de 27 de julho. *Diário da República n.º 144/17 - I Série*. Presidência do Conselho de Ministros. Lisboa. p. 4207-4231.

<https://data.dre.pt/eli/resolconsmin/110/2017/07/27/p/dre/pt/html>

Rodrigues, M.A., Afonso, S. e Arrobas, M. (2018a). Índices de suficiência para interpretação de análise foliar de ervas aromáticas. *Agrotec: revista técnico-científica agrícola*. **29**: 64-66. <http://hdl.handle.net/10198/18375>

- Rodrigues, M. A., Ferreira, I.Q., Afonso, S. e Arrobas, M. (2018b). Sufficiency ranges for lemon balm and nutrient removals in aboveground phytomass, *Journal of Plant Nutrition*. **41**: 996-1008. <https://doi.org/10.1080/01904167.2018.1431671>
- Rossbauer G. (2010). *Hops (humulus lupulus L.)*. Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Bavaria. Germany.
- Roversi, A. (1988). Alcuni aspetti della coltivazione del cotogno da frutto. *Rivista di Frutticoltura* 10: 57-62.
- Russelle M.P. (2008). Biological dinitrogen fixation in agriculture. Em: J.S. Schepers e W.R. Raun (eds.), *Nitrogen in Agricultural Systems*. American Society of Agronomy. Madison, WI, USA. pp. 281-359. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr49.c9>
- Ruiz-Rodríguez B.M., et al. (2011). Valorization of wild strawberry-tree fruits (*Arbutus unedo* L.) through nutritional assessment and natural production data. *Food Research International*. **44**: 1244-1253. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.11.015>
- Ryser, J.P. e Gysi, C. (1995). Analyse de terre et interprétation en cultures spéciales. *Revue Suisse Vitic. Arboric.* **27**: 365-372.

## S

- Sambo, P. (2014). *Ottimizzazione delle tecniche colturali per la Stevia rebaudiana Bertoni per la produzione di integratori e additivi alimentari (OCSP/IAA)*. Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e Ambiente (DAFNAE). Università degli Studi di Padova. Padova, Italia. 13 p.
- Santos, J.Q. (2015). *Fertilização - Fundamentos agroambientais da utilização dos adubos e corretivos*. Publindústria. 556 p. ISBN: 9789897230851
- Saúco, V.G. (2009). *El cultivo del mango*. 2ª edición, Mundi-Prensa. Madrid. 340 p.
- Sauls, J.W. (2008). *Nutrition and fertilization*. Web site: Texas Citrus and subtropical fruits, in affiliation with the Horticultural Sciences Department, Texas A&M University: <https://aggie-horticulture.tamu.edu/citrus/nutrition/L2288.htm>.
- SDSU Extension (2019). *Fertilizer recommendations guide*. South Dakota State University Extension, Department of Agronomy, Horticulture & Plant Science. [https://extension.sdstate.edu/sites/default/files/2019-03/P-00039\\_0.pdf](https://extension.sdstate.edu/sites/default/files/2019-03/P-00039_0.pdf)
- Sempiterno, C., Fernandes, R., Scotti, P., Semedo, J., Peixoto, L., Pais, I., Santos, M. e Marcelo, M.E. (2020). Resposta de oliveiras jovens à aplicação de macro e micronutrientes. *Actas Portuguesas de Horticultura*. **31**: 58-66. <https://aphorticultura.pt/wp-content/uploads/2020/04/Actas-VIII-Simp%C3%B3sio-Nacional-de-Olivicultura.pdf>
- Sempiterno, C.M. et al. (1998). Preliminary reference values for leaf analysis of *Vitis vinefera*, cv. Bical at two development stages. *Actas del VII Simposio nacional - III Ibérico sobre Nutrición mineral de las plantas*. Universidad Autonoma de Madrid. Madrid. pp. 217 – 222.
- Sempiterno, C., Mano, R., Jordão, P. e Calouro, F. (2021). Como calcular o valor fertilizante de uma lama. *Vida Rural*. n.º1872 (novembro): 76-82
- Shear, C.B. e Faust M. (1980). Nutritional ranges in deciduous tree fruits and nuts. Em: J. Janick (ed.) *Horticultural Reviews* **2**: 142-163. <https://doi.org/10.1002/9781118060759.ch3>
- Sillanpää, M. (1982) *Micronutrients and the nutrient status of soils: A global study*. FAO. Rome. FAO Soils Bulletin 48. 444 p.
- Silva, D.J., Pereira, J.R., Mouco, M.A.C., Albuquerque, J.A.S., Raji, B. e Silva, C.A. (2004). Nutrição mineral e adubação da mangueira em condições irrigadas. Embrapa. Petrolina, Brasil. *Circular técnica*. **77**. 15 p. <https://>

[ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/29910/1/CTE77.pdf](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/29910/1/CTE77.pdf)

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Comissão de Química e Fertilidade do Solo. (2004). *Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina*. 10.<sup>a</sup> edição. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. Porto Alegre. 400 p. [http://www.sbcs-nrs.org.br/docs/manual\\_de\\_adubacao\\_2004\\_versao\\_internet.pdf](http://www.sbcs-nrs.org.br/docs/manual_de_adubacao_2004_versao_internet.pdf)

Soto-Ortiz, R., Vega-Marrero, G. e Tamajón-Navarro, A.L. (2002). Instructivo técnico del cultivo de *Cymbopogon citratus* (D.C) Stapf (caña santa). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. **7**(2): 89-95.

Soveral-Dias, J.C. (2004). *Guia de boas práticas: Aplicação de lamas na agricultura*. Reciclamas - Multigestão Ambiental S.A.. Lisboa. 53 p. + anexos.

Soveral-Dias, J.C. et al. (1980). Guia prático de fertilização. Serviço de análise de terras e de análise foliar. Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva, Direção-Geral de Extensão Rural. Lisboa. 72 p.

Szymanek, M., Dobrzański, B. Jr, Niedziółka, I. e Rybczyński, R. (2006). *Sweet corn harvest and technology physical properties and quality*. Institute of Agrophysics of Polish Academy of Sciences. Lublin, Polónia. 234 p. [http://www.ipan.lublin.pl/wp-content/uploads/2017/03/mat\\_coe26.pdf](http://www.ipan.lublin.pl/wp-content/uploads/2017/03/mat_coe26.pdf)

## T

Tanji, A. (2008). Diagnostic dans la province de Settat, Conduite technique de la menthe. *Transfert de Technologie en Agriculture*. **167**. 6 p. [https://www.agrimaroc.net/bulletins/btta\\_167.pdf](https://www.agrimaroc.net/bulletins/btta_167.pdf)

Tarabba, E. (2005). Le analisi chimiche del suolo: uno strumento indispensabile per un'agricoltura di qualità. *Notizie Bieticole*. **94**: 10-14. <http://www.notiziebieticole.it/PDF/94/analisi%20chimiche.pdf>

Teixeira, M.B., Donato, S.L.R., Silva, J.A., Rodrigues Donato e P.E.R. (2019). Establishment of DRIS norms for cactus pear grown under organic fertilization in semiarid conditions. *Rev Caatinga*. **32**: 952–959. <https://doi.org/10.1590/1983-21252019v32n411rc>

## U

USDA Food Data Central (2019) *Standard Reference Legacy for NDB Number 9231 Passion-fruit, (granadilla), purple, raw*. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169108/nutrients>

Unkovich, M., Pate J.S. (2000). An appraisal of recent field measurements of symbiotic N<sub>2</sub> fixation by annual legumes. *Field Crops Research*. **65**: 211-228. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(99\)00088-X](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(99)00088-X)

Unità Organizzativa Fitosanitario. (2017). Erbe aromatiche o erbe fresche Em: *Disciplinari di produzione integrata. Tecniche agronomiche, Anno 2017*. Regione del Veneto, Italia. p. 236-238.

University of Florida (s.d.) Extension. Pomegranate nutrition and fertilization: a small introduction. IFAS Extension, University of Florida website:

<https://crec.ifas.ufl.edu/extension/pomegranates/pdfs/Pomegranate%20Nutrition%20and%20Fertilization.pdf>

## V

Valdez-Cepeda, R.D., Magallanes-Quintanar, R, Blanco-Macías, F., Hernández-Caraballo, E.A. e García-Hernández, J.L. (2013). Comparison among Boltzmann and cubic polynomial models for estimation of Compositional Nutrient Diagnosis standards: *Opuntia ficus-indica* L. case. *Journal of Plant Nutrition*. **36**: 895–910. <https://doi.org/10.1080/01904167.2013.770020>

- Varenes, A. (2003). *Produtividade dos solos e ambiente*. Escolar Editora. Lisboa. 490 p.
- Veloso, A. e Mano, R. (2021). Nutrição e fertilização. Em: M.E. Ferreira (coord.). *Batata-doce. Manual de Boas Práticas Agrícolas*. Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária I.P. Oeiras. ISBN 978-972-579-057-1. pp. 61- 81. <https://projects.iniav.pt/BDMIRA/images/divulgacao/manual-tecnico.pdf>
- Veloso, A. (2016). A análise de terras e a análise foliar na fertilização do marmeleiro. *Vida Rural*. n.º 1817 (maio): 34-35.
- Veloso, A. (2012). Alguns aspetos da nutrição e fertilização do diospireiro. *Vida Rural*. n.º 1776 (abril): 34-35
- Veloso, A. et al. (1998). Mineral nutrition, productivity and must quality of “Alvarinho” vineyards. *Actas do XXIII Congrès Mondial de la Vigne et du Vin*. Associação Congresso OIV 98. Lisboa. 1.º Volume. pp. 64-69.
- Veloso, A. et al. (1999). Fertilidade do solo e nutrição mineral de vinhas da casta Avesso. Em: A Investigação do solo em Portugal (1996-1998). Vila Real, 28-30 junho 1999.
- Veloso, A., Sousa, R. e Sempiterno, C. (2020). Composição mineral dos frutos de cinco cultivares de marmeleiro na região de Alcobaça. *Revista de Ciências Agrárias*. **43**(2): 220-230. <https://doi.org/10.19084/rca.20025>
- Veloso, A, Mano, R e Ferreira M.E .(2019). *Produção de batata-doce Lira no Perímetro de Rega do Mira: fertilidade do solo e água de rega*. *Vida Rural*. n.º 1847 (abril): 34-36.
- Veloso, A., Mano, R e Ferreira, M.E. (2021). “Batata-doce de Aljezur” - Avaliação da fertilidade dos solos. *Vida Rural*. n.º 1886 (abril): 53-58.
- Veloso, A. (2015). Algumas notas sobre a nutrição e fertilização de culturas aromáticas, medicinais e condimentares. *Vida Rural*. n.º 1812 (novembro): 38-40.
- Vidrih, R., Hribar, J., Prgomet Ž.e Ulrih, N.P. (2013). The physico-chemical properties of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) fruits. *Croat. J. Food Sci. Technol.* **5**: 29–33. <https://hrcak.srce.hr/file/156345>
- Vitti, G.C. e Carvalho, C.G. (2009). *Nutrición y fertilización de los frutos tropicales. Segundo encuentro de embajadores del sulfato de amonio sulf-N en America latina*. Punta Cana, Republica Dominicana. 14-04-2009. [https://www.advansix.com/ammoniumsulfate-la/common/documents/Frutas\\_tropicales\\_Vitti.pdf](https://www.advansix.com/ammoniumsulfate-la/common/documents/Frutas_tropicales_Vitti.pdf)
- Vivancos, A.D. (1993) *Fertirrigación*. Mundi-Prensa- Madrid. 217 p.

## X

## Y

- Yang, J., Kloepper, J.W. e Ryu, C.M. (2009). Rhizosphere bacteria help plants tolerate abiotic stress. *Trends in Plant Science* **14**: 1-4. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2008.10.004>.

## Z

- Zambrano-Mendoza, J.L., Sangoquiza-Caiza, C.A., Campaña-Cruz, D.F. e Yáñez-Guzmán, C.F. (2021). Use of biofertilizers in agricultural production. Em: F. Ahmad e M. Sultan (eds.). *Technology in agriculture* . IntechOpen. London. <https://www.intechopen.com/chapters/76918>

# GLOSSÁRIO

## A

**Ácidos fúlvicos**, o material orgânico resultante da degradação química e biológica de resíduos vegetais e animais e da atividade de síntese de microrganismos: fração do húmus do solo solúvel em meio ácido a alcalino.

**Ácidos húmicos**, o material orgânico resultante da degradação química e biológica de resíduos vegetais e animais e da atividade de síntese de microrganismos; fração do húmus do solo insolúvel em meio ácido.

**Adubo**, a matéria fertilizante cuja principal função é fornecer um ou mais nutrientes às plantas.

**Adubo amídico**, adubo azotado ou nitrogenado contendo o azoto ou nitrogénio (N) na forma amídica (ex. ureia).

**Adubo amoniacal**, adubo azotado ou nitrogenado contendo o N na forma amoniacal (ex. sulfato de amónio).

**Adubo azotado ou nitrogenado**, o adubo elementar cujo macronutriente principal é o azoto (N), que se pode encontrar nas formas nítrica, amoniacal, amídica ou em associações destas formas.

**Adubo binário**, o adubo composto contendo dois macronutrientes principais.

**Adubo complexo**, o adubo composto, obtido através de reação química, por solução, ou no seu estado sólido por granulação, com um teor declarável de, pelo menos, dois dos macronutrientes principais, sendo que, no seu estado sólido, cada grânulo contém todos os nutrientes na sua composição declarada.

**Adubo composto**, o adubo com um teor declarável de, pelo menos, dois dos macronutrientes principais, obtido por processos químicos, mistura ou uma combinação de ambos.

**Adubo elementar**, o adubo com um teor declarável de apenas um macronutriente principal.

**Adubo em solução**, o adubo fluido sem partículas sólidas.

**Adubo em suspensão**, o adubo com duas fases, no qual as partículas sólidas são mantidas em suspensão na fase líquida.

**Adubo fluido**, o adubo líquido que se apresenta em solução ou suspensão aquosas.

**Adubo foliar**, o adubo destinado à aplicação e absorção foliar dos nutrientes.

**Adubo fosfatado**, o adubo elementar cujo macronutriente principal é o fósforo, que se pode encontrar sob diversas combinações químicas de diferentes graus de solubilidade.

**Adubo mineral, químico ou inorgânico**, o adubo cujos nutrientes declarados se apresentam na forma mineral, obtida por extração ou por processo industrial físico e/ou, químico e ainda, conforme convenção, a cianamida cálcica, a ureia e os produtos provenientes da respetiva condensação e associação, assim como os adubos que contêm micronutrientes quelatados ou complexados.

**Adubo nítrico**, adubo azotado ou nitrogenado contendo o N na forma nítrica (exemplo, nitrato de cálcio).

**Adubo nitrogenado ou azotado**, o adubo elementar cujo macronutriente principal é o nitrogénio ou azoto, que se pode encontrar nas formas nítrica, amoniacal, amídica ou em associações destas formas.

**Adubo orgânico**, o adubo cujos nutrientes são, na sua totalidade, de origem vegetal e/ou, animal.

**Adubo organomineral**, o adubo obtido por mistura mecânica de adubos minerais e adubos orgânicos, contendo, pelo menos, um por cento de azoto orgânico.

**Adubo potássico**, o adubo elementar cujo macronutriente principal é o potássio.

**Adubo ternário**, o adubo composto contendo os três macronutrientes principais (N, P e K).

**Água de rega**, água de origem superficial, subterrânea ou residual que vise satisfazer ou complementar as necessidades hídricas das culturas agrícolas ou florestais.

**Águas de escoamento superficial**, águas que escorrem à superfície do solo, sem infiltração, em direção a cursos de água.

**Águas de percolação**, águas que se infiltram no solo e que se dirigem para as camadas mais profundas, em direção à zona de saturação.

**Anião**, partícula carregada eletricamente com carga negativa (-); são exemplos de aniões  $\text{SO}_4^{2(-)}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ; etc. Os resultados analíticos são expressos, geralmente, em miliequivalentes (abreviadamente meq ou m.e.), por 100 g (meq/100g de terra) ou por litro, como no caso de águas de rega.

**Azoto disponível**, o azoto inorgânico, que pode ser facilmente utilizável pelas culturas. O azoto nitrato é a forma de azoto preferencialmente absorvida pela maioria das plantas.

**Azoto orgânico**, o azoto ou nitrogênio proveniente de matérias orgânicas de origem animal ou vegetal.

**Azoto de síntese orgânica**, o azoto ou nitrogênio obtido por síntese, com exclusão, por convenção, do azoto da ureia e da cianamida.

**Azoto inorgânico ou mineral**, azoto sob forma nitrato ou sob forma amoniacal. Por convenção, o azoto amoniacal dos adubos químicos (ureia e seus derivados), embora de natureza orgânica, é considerado azoto mineral.

**Azoto orgânico**, azoto que faz parte de materiais orgânicos de origem animal ou vegetal, presentes no solo ou nos fertilizantes.

**Azoto total**, o azoto orgânico e mineral contido no solo ou nos fertilizantes.

## B

**Biofertilizante**, o produto cujos princípios ativos são microrganismos vivos, não patogênicos do homem, dos animais ou das plantas, nem patógenos oportunistas do homem, que favorecem a nutrição e/ou o desenvolvimento das plantas.

## C

**Cal apagada agrícola**, o corretivo agrícola alcalinizante constituído, essencialmente, por hidróxido de cálcio obtido por calcinação e caldeação de calcário de depósitos naturais.

**Cal apagada magnesiana (Cal magnesiana hidratada)**, o corretivo agrícola alcalinizante constituído, essencialmente, por hidróxido de cálcio e hidróxido de magnésio, sendo o teor de hidróxido de magnésio igual ou superior a 5 %.

**Capacidade de troca catiônica**, capacidade que o solo tem em adsorver cátions, exprimindo-se, geralmente, em  $\text{cmol}^{(+)}.\text{kg}^{-1}$ .

**Catião**, partícula carregada eletricamente com carga positiva (+); são exemplos de cátions  $K^+$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ,  $Na^+$ ,  $Zn^{++}$ ,  $Cu^{++}$ , etc. Tal como no caso de outros iões, os resultados são expressos, geralmente, em  $cmol^{(+).kg^{-1}}$ .

**$cmol^{(+).kg^{-1}}$** , centésimos de mole de carga elétrica positiva por kg. Expressão da capacidade de troca iônica, (catiônica ou aniônica) em moles de cargas elétricas, por unidade de massa e que substitui a designação de miliequivalentes por cem gramas (me/100g). 1 me/100 g é igual a 1 c  $mol^{(+).kg^{-1}}$ .

**Chorume**, a mistura líquida ou semilíquida, de fezes e urinas dos animais das espécies pecuárias, bem como de água de lavagem das instalações pecuárias ou outras, que pode conter desperdícios da alimentação animal ou de camas e as escorrências provenientes de nitreiras ou silos.

**Complexo coloidal**, o mesmo que complexo de troca.

**Complexo de troca**, sistema constituído pelos coloides do solo com dimensões inferiores a 0,002 mm (matéria orgânica e argila, principalmente), com capacidade de adsorverem e permutar (trocar) iões.

**Compostagem**, a degradação biológica aeróbia dos resíduos orgânicos até à sua estabilização, produzindo uma substância, designada por composto ou compostado, utilizável como corretivo orgânico do solo.

**Composto ou compostado**, o produto higienizado e estabilizado, resultante da decomposição da matéria orgânica por compostagem, apresentando uma fração húmica superior à dos materiais originais, cujas características, quando aplicado ao solo, são de molde a beneficiar, direta ou indiretamente, o crescimento das plantas.

**Composto de RSU**, composto preparado a partir dos materiais orgânicos de resíduos sólidos urbanos, após a sua separação dos materiais existentes nos resíduos.

**Condutividade elétrica**, parâmetro que traduz a maior ou menor facilidade da corrente eléctrica atravessar uma solução aquosa, constituindo o inverso da resistência eléctrica. É expressa em S/cm (Siemen por centímetro), ou mmhos/cm sendo mais empregue o submúltiplo mS/cm ou mhos/cm, que vale a milésima parte. A condutividade eléctrica é proporcional à concentração de iões presentes na solução, sendo tanto mais elevada quanto maior for a concentração de iões.

**Consumo de luxo**, absorção de um nutriente pelas plantas para além das suas necessidades metabólicas, não contribuindo para aumentos de produção ou de qualidade da produção.

**Corretivo acidificante**, o corretivo agrícola cuja função principal é a de baixar o pH do solo.

**Corretivo agrícola**, a matéria fertilizante cuja função principal é a de melhorar as características físicas, químicas e/ou, biológicas do solo.

**Corretivo alcalinizante**, o corretivo agrícola destinado, principalmente, a elevar o valor do pH do solo.

**Corretivo calcário**, o corretivo agrícola alcalinizante constituído essencialmente por carbonato de cálcio.

**Corretivo calcário magnesiano**, o corretivo agrícola alcalinizante constituído, essencialmente, por carbonato de cálcio e carbonato de magnésio, sendo o teor de óxido de magnésio igual ou superior a 3%.

**Corretivo calcário dolomítico**, o corretivo agrícola alcalinizante constituído, essencialmente, por carbonato de cálcio e carbonato de magnésio, mas com teor de óxido de magnésio igual ou superior a 12 %.

**Corretivo condicionador**, o corretivo agrícola que se destina a modificar, principalmente, as propriedades físicas do solo.

**Corretivo mineral**, o corretivo agrícola de origem mineral destinado, principalmente, a modificar o valor do pH do solo.

**Corretivo orgânico**, o corretivo agrícola de origem vegetal, ou de origem vegetal e animal, utilizado principalmente com o objetivo de aumentar o nível de matéria orgânica do solo.

## D

**Desertificação**, a degradação das terras nas zonas áridas, semiáridas e sub-húmidas secas, em resultado da influência de vários fatores, incluindo as variações climáticas e as atividades humanas.

**Digestão anaeróbia**, o processo biológico de mineralização da matéria orgânica na ausência de oxigénio.

**Disponível**, forma química em que os nutrientes minerais se encontram no solo e que, extraídas por diversos processos, se consideram ser assimiláveis pelas plantas.

## E

**Efluente pecuário**, o estrume e chorume.

**Elemento benéfico**, elemento químico que beneficia o metabolismo de algumas espécies vegetais, podendo ser essencial para algumas delas (Ex. o cobalto é essencial para a fixação simbiótica do azoto, nas leguminosas).

**Elemento essencial ou nutriente**, elemento químico que está envolvido no metabolismo da planta como constituinte de uma molécula orgânica ou que é necessário a uma reação enzimática ou outra. Desempenha funções específicas na planta, não podendo ser substituído por nenhum outro. A sua ausência impede que as plantas consigam completar o ciclo biológico.

**Estrume**, a mistura sólida de fezes e urinas dos animais das espécies pecuárias, podendo conter as camas de origem vegetal, que não apresenta escorrência líquida aquando da sua aplicação.

**Erosão do solo**, processo sequencial resultante do destacamento e transporte de partículas do solo, por agentes erosivos (água, vento), resultando na diminuição da espessura do solo e na perda da sua fertilidade. Distinguem-se dois tipos de erosão: hídrica (laminar, por sulcos e por ravinas) e eólica (provocada pelo vento).

**Escoamento superficial**, fração da água da precipitação e da rega que flui por ação da gravidade, de modo não organizado, das zonas mais elevadas para as zonas mais baixas, concentrando-se em pequenos riachos que se reúnem em ribeiros e, mais tarde, em rios. Esta água irá terminar em lagos, mares ou oceanos.

**Extraível**, forma química dos nutrientes minerais "extraídos" por diversos processos químicos, considerando-se, serem assimiláveis pelas plantas. O mesmo que "assimilável" em linguagem corrente.

## F

**Fertilidade do solo**, capacidade do solo para suportar uma cultura, fornecendo-lhe os nutrientes de que necessita para atingir o seu ótimo potencial produtivo.

**Fertilizante**, substância utilizada com o objetivo de direta ou indiretamente manter ou melhorar a nutrição das plantas. Inclui os adubos, os corretivos agrícolas e os produtos especiais.

**Fertirrega**, prática cultural que consiste na aplicação de fertilizantes através da água de rega.

**Fixação biológica de azoto**, processo pelo qual o azoto molecular (N) é retirado da atmosfera e convertido em amoníaco, por ação de enzimas de origem microbiana designadas por nitrogenases.

**Fosfato natural**, adubo fosfatado obtido a partir de fosforites. As fosforites constituem, igualmente, matéria prima para o fabrico de outros adubos fosfatados.

**Fosforite**, rocha sedimentar constituída essencialmente por excrementos (coprólitos) e restos de animais marinhos, muito rica em fósforo.

**Fósforo fixado ou adsorvido**, condição em que se pode encontrar o fósforo do solo, ligado à superfície da sua parte sólida com solubilidade baixa e não disponível para as plantas a curto prazo.

**Fósforo retido ou absorvido**, condição em que se pode encontrar o fósforo do solo, localizando-se no interior da parte sólida do solo com solubilidade muito baixa e não disponível para as plantas a médio/longo prazo. É nesta fração que se considera o fósforo das combinações mais estáveis e menos disponíveis para as plantas.

## G

**Grau de saturação em catiões** - valor da capacidade de troca catiónica, expresso em percentagem, ocupado pelos catiões de troca. No caso de solos neutros ou alcalinos, a capacidade de troca catiónica é ocupada, na sua totalidade, pelos catiões de troca. Em solos ácidos, a percentagem ocupada pelos catiões é sempre inferior a 100, sendo tanto mais baixa, na generalidade, quanto mais baixo for o valor de pH. O  $H^+$  e o  $Al^{3(+)}$  ocupam, nestes casos, os lugares vagos dos catiões de troca.

## H

**Higroscopicidade**, característica que certas substâncias têm de absorver água (substâncias higroscópicas).

**Húmus**, componente da matéria orgânica do solo, ou fazendo parte de material resultante de compostagem, de natureza coloidal, com elevado peso molecular, muito estável, estando associado à fração mineral do solo. É constituído por 50-58% de C, 4-5% de N e 1% de S.

## I

**Ião**, partícula carregada eletricamente, podendo a carga elétrica ser positiva (+) ou negativa (-).

**Imobilização do azoto ou do fósforo**, assimilação de moléculas inorgânicas contendo azoto ou fósforo pelos microrganismos do solo e sua conversão em compostos orgânicos, como constituintes celulares.

**Índice de acidez (adubos)**, quantidade de carbonato de cálcio, expressa em kg, necessária para neutralizar a acidez resultante da aplicação de 100 kg de adubo.

**Índice de basicidade (adubos)**, quantidade de carbonato de cálcio, expressa em kg, que exerce a mesma ação neutralizante que 100 kg de adubo.

**Índice de salinidade (adubos)**, relação, expressa em percentagem, entre o aumento da pressão osmótica da solução do solo provocado pelo adubo e o aumento produzido por igual quantidade de nitrato de sódio.

## L

**Lamas de depuração**, i) lamas provenientes de estações de tratamento de águas residuais (ETAR) domésticas, urbanas e de outras estações de tratamento de águas residuais de composição similar às águas residuais domésticas e urbanas; ii) lamas de fossas sépticas e de outras instalações similares para o tratamento de águas residuais; iii) lamas provenientes de estações de tratamento de águas residuais de atividades agropecuárias.

**Lamas tratadas**, lamas tratadas por via biológica, química ou térmica, por armazenagem a longo prazo ou por qualquer outro processo, com o objetivo de eliminar os microrganismos patogénicos que ponham em risco a saúde pública e reduzir significativamente o seu poder de fermentação, de modo a evitar a formação de odores desagradáveis.

**Lavagem**, o mesmo que lixiviação.

**Lixiviação**, processo de arrastamento ou lavagem de substâncias solúveis, em especial sais, como os nitratos e ortofosfatos primário e secundário, por ação das águas de percolação.

## M

**Macronutriente**, nutriente essencial de que as plantas necessitam em quantidades relativamente elevadas.

**Macronutrientes principais ou nutrientes primários**, o azoto ou nitrogénio (N), o fósforo (P) e o potássio (K), que as plantas necessitam em quantidades relativamente elevadas.

**Macronutrientes secundários ou nutrientes secundários**, o cálcio (Ca), o magnésio (Mg), o enxofre (S) e, em algumas culturas, o sódio (Na) e o silício (Si), que embora exigidos pelas plantas em quantidades apreciáveis, o são em menor quantidade do que a dos macronutrientes principais.

**Matéria orgânica do solo ou matéria orgânica endógena**, restos de plantas e de outros seres vivos, parcial ou completamente decompostos, mas ainda de origem reconhecível, e uma mistura complexa de material orgânico já decomposto e modificado, ou sintetizado de novo, designado por húmus.

**Matéria orgânica exógena**, material orgânico fornecido ao solo, com várias origens: resíduos vegetais e compostos orgânicos incluindo estrumes, chorumes, lamas e resíduos sólidos urbanos, entre outros.

**Maturado (composto)**, composto em que o processo de transformação ou compostagem se realizou completamente.

**Materiais inertes antropogênicos**, as partículas ou os fragmentos indesejáveis de vidro, metal e plástico, eventualmente presentes nas matérias fertilizantes, de granulometria superior a 2 mm.

**Matérias fertilizantes ou fertilizantes**, os adubos, os corretivos e os produtos especiais.

**Metais pesados**, os elementos que podem contaminar o solo, potencialmente tóxicos para as plantas, designadamente o cádmio, o crômio, o cobre, o chumbo, o mercúrio, o níquel e o zinco.

**Micorrizas**, associação simbiótica entre determinados fungos do solo (fungos micorrízicos) e as raízes das plantas, proporcionando o aumento da superfície de contacto das raízes com o solo e facilitando a absorção de água e nutrientes, principalmente fósforo. Os nutrientes são absorvidos pelas hifas do fungo existentes no exterior das raízes. Por sua vez os fungos recebem da planta os nutrientes de que necessitam ao seu desenvolvimento.

**Micronutrientes**, os elementos boro, cobalto, cobre, ferro, manganês, molibdênio e zinco, bem como o cloro, essenciais para o crescimento das plantas em quantidades reduzidas face às dos nutrientes primários e secundários, podendo ser fitotóxicas se aplicadas em excesso.

**Miliequivalente**, milésimo do equivalente grama. Equivalente grama é uma unidade de medida química que exprime as quantidades das várias substâncias que se combinam numa dada reação química. Na generalidade dos casos traduz-se pela divisão do seu peso molecular, expresso em gramas, pela valência química com que entra na reação. No caso dos iões, basta dividir o seu peso atômico pelo número de cargas elétricas. Exemplo:  $\text{Ca}^{++}$ , peso atômico 40;  $40 \div 2 = 20$ ;  $\text{K}^{+}$ , peso atômico, 39;  $39 \div 1 = 39$ ;  $\text{Mg}^{++}$ , peso atômico 24;  $24 \div 2 = 12$ . Sendo o miligrama a milésima parte do grama, os miliequivalentes são expressos em miligramas.

**Mineralização do azoto**, conversão do azoto orgânico em azoto mineral por ação de numerosos microrganismos presentes no solo.

**Mole**, unidade química que representa uma molécula grama. A concentração das soluções pode ser expressa em equivalentes ou em moles/litro.

## N

**Necessidade de cal**, quantidade de carbonato de cálcio necessária para elevar o pH do solo até um determinado valor.

**Nitrato**, forma química em que é absorvido preferencialmente o azoto ou nitrogênio ( $\text{NO}_3^-$ ) pela maior parte das plantas. Dada a sua mobilidade no solo é facilmente lavado pelas águas da chuva ou rega, podendo contaminar as águas subterrâneas.

**Nitrificação**, conversão aeróbia de azoto amoniacal em azoto nítrico (nitratos), principalmente por ação de microrganismos autotróficos.

**Nutriente**, elemento nutritivo ou elemento fertilizante, o elemento químico essencial ao crescimento e desenvolvimento das plantas.

**Nutriente essencial**, elemento químico que desempenha funções específicas na planta, não podendo ser substituído por nenhum outro. Na sua ausência, as plantas não conseguem completar o seu ciclo biológico.

**Nutriente benéfico**, nutriente que beneficia o crescimento e o desenvolvimento das plantas, podendo ser essencial para algumas espécies.

**Nutriente primário ou macronutriente principal**, o azoto ou nitrogênio (N), o fósforo (P) e o potássio (K), que as plantas necessitam em quantidades mais elevadas.

**Nutriente secundário ou macronutriente secundário**, o cálcio (Ca), o magnésio (Mg), o enxofre (S) e, em algumas culturas, o sódio (Na) e o silício (Si) que, embora exigidos pelas plantas em quantidades apreciáveis, o são em menor quantidade do que a dos macronutrientes principais.

## P

**Pastagem biodiversa**, pastagem permanente com elevada diversidade florística, constituída homogeneamente por pelo menos 30 % de leguminosas e seis espécies ou variedades distintas de plantas, na primavera.

**Percolação**, processo pelo qual a água do solo desce por ação conjunta das forças capilares e da gravidade, quando é superada a capacidade de campo do solo.

**pH (reação do solo)**, medida da concentração de hidrogeniões numa solução, traduzindo a sua acidez ou alcalinidade. Solos ácidos têm  $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$  inferior a 6,5; solos neutros pH entre 6,5 e 7,5; valores superiores a 7,5 indicam solos alcalinos.

**Poder tampão**, resistência que o solo oferece a alterações bruscas de certas propriedades químicas e físicas, nomeadamente a sua reação, sendo função do teor de matéria orgânica e da composição do complexo de troca..

**Produção esperada**, produção suscetível de ser atingida com base numa dada fertilização, pressupondo que os restantes fatores de produção se encontram em nível adequado.

**Produtos especiais**, os produtos que, não sendo adubos ou corretivos agrícolas, fornecem às plantas ou ao solo substâncias que favorecem e regulam a absorção de nutrientes, ou corrigem determinadas anomalias do tipo fisiológico da planta.

## Q

**Quelato(s)**, forma química complexa de alguns ácidos orgânicos com um metal, solúveis em água e cujo átomo central é um catião (Fe, Mn, Zn, Cu, etc.). São particularmente indicados para aplicação ao solo ou via foliar para correção de situações de carências em micronutrientes catiões, em especial nos solos calcários.

## R

**Razão C/N**, o quociente entre o valor do carbono orgânico e do azoto orgânico.

**Reatividade**, velocidade de reação de um corretivo mineral alcalinizante, por decomposição do mesmo com ácido, em condições controladas de pH.

**Resíduo**, qualquer substância ou objeto do qual o detentor se desfaz, ou tem a intenção ou a obrigação de se desfazer, nomeadamente, os identificados na Lista Europeia de Resíduos;

## S

**Salinidade**, quantidade de sais presentes numa solução aquosa. A determinação da salinidade é feita de modo indireto, convertendo a condutividade elétrica em sais.

**Simbiose**, relação mutuamente vantajosa entre dois ou mais organismos vivos de espécies diferentes que, através de especializações funcionais, agem ativamente no sentido de obter proveito mútuo.

**Solubilidade**, qualidade daquilo que é solúvel, que se dissolve. No caso dos adubos refere-se à quantidade de adubo que é solúvel num dado volume de água.

**Superfosfatos**, adubos fosfatados, geralmente fosfatos de cálcio, nos quais o fósforo se encontra, quase na sua totalidade, em formas solúveis em água.

## T

**Textura do solo**, termo usado para designar a proporção relativa das frações areia, limo e argila na terra fina (diâmetro médio das partículas inferior a 2 mm) do solo. Estas frações ou lotes são constituídos por partículas minerais de dimensões compreendidas entre certos limites.

## U

**Unidade de amostragem**, conjunto de plantas da mesma espécie, variedade e porta-enxerto, selecionadas ao acaso e marcadas de forma permanente, numa zona representativa das características dominantes de um pomar, olival, vinha ou povoamento florestal, relativamente à natureza do solo, topografia, idade das plantas e técnicas culturais utilizadas. É na unidade de amostragem que devem ser colhidas todas as amostras de terra ou de folhas para avaliação do estado de fertilidade do solo e de nutrição da cultura.

**Unidade fertilizante**, valor correspondente a 1kg de N, 1 kg de  $P_2O_5$ , 1 kg de  $K_2O$ , 1 kg de Mg (unidades fertilizantes do azoto, do fósforo, do potássio e do magnésio, respetivamente).

## V

**Valor neutralizante de um corretivo alcalinizante**, o número de partes, em peso de óxido de cálcio puro, que tem o mesmo efeito neutralizante que 100 partes em peso desse corretivo.

**Volatilização de azoto**, passagem do estado sólido ao gasoso de que resultam perdas gasosas de azoto para a atmosfera, na forma de amoníaco ( $NH_3$ ) e óxido nitroso ( $N_2O$ ), este último gaz com efeito de estufa. Estas perdas são importantes em solos alcalinos, secos, com temperaturas elevadas e ocorrem na aplicação de adubos e corretivos com azoto (ureia e chorume, entre outros) quando os fertilizantes são aplicados à superfície do solo.

## Z

**Zona vulnerável**, área que drena para águas poluídas, ou em vias de o serem, se não forem tomadas medidas adequadas, e onde são praticadas atividades agrícolas suscetíveis de contribuir para a poluição dessas mesmas águas.

# ANEXOS



## ANEXO I

### COLHEITA DE AMOSTRAS DE TERRA<sup>1</sup>

Para que a amostra seja suficientemente representativa do campo que se pretende fertilizar, é necessário que a sua colheita se faça de acordo com normas adequadas. A amostra a enviar ao laboratório para análise deverá ser acompanhada de uma ficha informativa, na qual se prestará, da forma mais completa e correta possível, a informação que nela é solicitada (ex. em [Solos, Nutrição Vegetal e Fertilizantes - INIAV](#)). Os resultados da análise de terra, conjugados com a informação prestada, permitirão elaborar a recomendação de fertilização solicitada.

#### 1. ANTES DA INSTALAÇÃO DE CULTURAS DE AR LIVRE

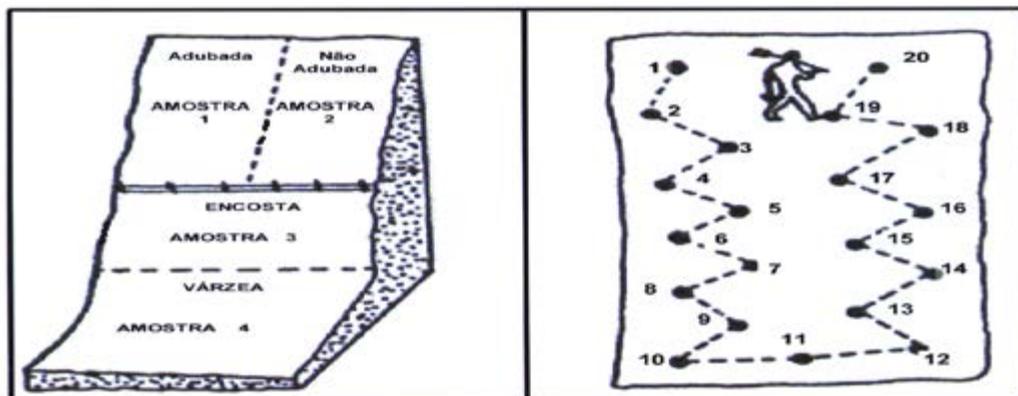
A colheita de amostras de terra e o seu envio ao laboratório deverão ser efetuados com bastante antecedência relativamente à aplicação dos fertilizantes, a fim de permitir o bom planeamento desta operação.

##### 1.1 Como colher

- Se o terreno não for uniforme, deve ser dividido em parcelas relativamente homogêneas no que respeita à cor, textura, declive, drenagem e últimas culturas realizadas (Figura 9 A).
- Em cada parcela deve ser colhida uma amostra de terra. Recomenda-se que cada parcela homogênea não possua uma área superior a 5 hectares.
- Percorre-se em ziguezague cada uma das parcelas homogêneas, colhendo ao acaso em pelo menos 15 a 20 pontos diferentes, subamostras de terra que se colocam num balde bem limpo (Figura 9 B). Para o efeito, pode utilizar uma pá, enxada ou, de preferência, uma sonda própria.

<sup>1</sup> Fonte: INIAV (2021)

- As infestantes, pedras e outros detritos à superfície do terreno devem ser removidos antes de colher cada subamostra no ponto em que se introduz a sonda ou se abre a cova para a colheita da terra.
- Devem ser evitadas colheitas de amostras de terra em locais encharcados, próximos de caminhos, de habitações, de estábulos ou anteriormente ocupados com montes de estrume, adubos, cinzas ou outros produtos contaminantes.



**Figura 9** - Representação esquemática de colheita de amostras de terra antes da instalação das culturas: A - Divisão esquemática do terreno a amostrar em parcelas homogêneas; B - Representação esquemática da colheita de subamostras de terra em cada parcela homogênea

## 1.2 Profundidade de colheita

A profundidade de colheita das amostras depende da cultura a instalar:

- 0 a 10 cm - pastagens
- 0 a 20 cm - outras culturas anuais
- 0 a 50 cm - arbóreas e arbustivas

**Recomenda-se a colheita de duas amostras de terra, às profundidades de 0-20 cm e 20-50 cm, no caso de solos ácidos ou nas situações em que se esperam diferenças acentuadas de fertilidade entre as duas camadas de terra.**

### 1.3 Quantidade de terra necessária para análise

Misturar bem, no balde, a terra resultante das 15 a 20 subamostras e eliminar pedras, detritos e resíduos vegetais. Retirar cerca de 0,5 kg de terra para um saco de plástico limpo, identificar cada amostra com duas etiquetas, uma colocada dentro do saco e outra por fora, atada a este com um cordel.

## 2. EM CULTURAS ARBÓREAS E ARBUSTIVAS INSTALADAS (POMARES, OLIVAIS, VINHA E ESPÉCIES FLORESTAIS)

- As amostras de terra podem ser colhidas em qualquer época do ano, desde que o estado de humidade do solo o permita. Para acompanhar a evolução do estado de fertilidade do solo de uma parcela ao longo do tempo, as colheitas devem ser efetuadas na mesma época do ano.
- 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.
- O pomar, olival, parcela florestal ou vinha devem ser divididos em parcelas homogêneas no que respeita ao tipo de solo, topografia, exposição, cultivar, porta-enxerto, idade e técnicas culturais anteriormente praticadas.
- Em cada uma destas parcelas marcar, de forma permanente, 15 árvores ao caso em pomares, montados ou pinhais, olivais e 40 plantas em vinhas. No caso de olivais em sebe, considerar 15 grupos de 4 - 5 árvores, em vez de árvores isoladas. Cada um destes grupos assim identificados constituirá uma **unidade de amostragem** onde serão efetuadas, periodicamente, as colheitas de amostras de terra para análise.

Cada unidade de amostragem não deve ser representativa de mais de 5 hectares.

- Devem ser evitadas colheitas de amostras de terra em locais encharcados, próximos de caminhos, de habitações, de estábulos ou anteriormente ocupados com montes de estrume, adubos, cinzas ou outros materiais contaminantes.

## 2.1 Culturas de sequeiro

Em cada unidade de amostragem efetuar a colheita de uma amostra compósita de terra à profundidade de 0 a 50 cm constituída por 15 a 20 subamostras obtidas na zona de projeção da copa das árvores marcadas, em pomares, olivais e parcelas florestais ou por 15 a 20 subamostras junto às cepas que constituem a unidade de amostragem, em vinhas.

Recomenda-se a colheita de duas amostras de terra, às profundidades de 0-20 cm e 20-50 cm no caso de solos ácidos ou nas situações em que se esperam diferenças acentuadas de fertilidade entre as duas camadas de terra (Figura 10). Na Figura 10 - 4 pode verificar-se a existência de duas subamostras, uma em cada balde, correspondendo a duas profundidades diferentes que, no caso da colheita com uma sonda, será possível retirar de uma só vez, colocando-se depois as duas subamostras, em função da profundidade de colheita, no balde respetivo. Cada balde encontra-se devidamente marcado, de forma a que a profundidade de colheita das subamostras a recolhidas não suscite qualquer dúvida.



**Figura 10** - Colheita de amostras de terra em olival de sequeiro para avaliação do estado de fertilidade do solo:

- 1 - Introduzir a sonda no solo à profundidade pretendida; 2 - Rodar a sonda; 3 - Retirar a terra da sonda correspondente a uma das profundidades de colheita; 4 - Terra proveniente de duas profundidades, em baldes distintos; 5 - Misturar a terra e eliminar pedras ou outros detritos; 6 - Ensacar a terra de uma profundidade; 7 - Ensacar a terra de outra profundidade; 8 - Identificar as duas amostras de terra (Fotos INIAV).

## 2.2 Culturas com rega localizada ou fertirrega

No caso das culturas sujeitas a rega localizada ou com fertirrega, devem ser colhidas duas amostras de terra em cada *unidade de amostragem*.

Uma das amostras é obtida a partir de 15 a 20 subamostras, colhidas na camada de 0- 30 cm, na zona humedecida pelos gotejadores correspondentes às plantas marcadas. A outra amostra é igualmente obtida a partir de 15 a 20 subamostras, colhidas na camada de 0-50 cm, na zona fora da influência dos gotejadores.

As infestantes, pedras e outros detritos à superfície do terreno devem ser removidos antes de colher cada subamostra no ponto em que se introduz a sonda ou se abre a cova para a colheita da terra.

## 2.3 Quantidade de terra necessária para análise

Misturar bem a terra resultante das 15 a 20 subamostras no balde e eliminar pedras, detritos e resíduos vegetais. Retirar cerca de 0,5 kg de terra para um saco de plástico limpo, identificar a amostra com duas etiquetas, uma colocada dentro do saco e outra por fora, atada a este com um cordel. Enviar a amostra para o laboratório acompanhada de uma ficha informativa devidamente preenchida.

## 3. EM CULTURAS PROTEGIDAS

- As amostras de terra podem ser colhidas em qualquer época do ano, desde que o estado de humidade do solo o permita. Para acompanhar a evolução do estado de fertilidade do solo de uma parcela ao longo do tempo, as colheitas devem ser efetuadas, sempre que possível, na mesma época do ano.

**Em culturas protegidas, 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 anualmente.**

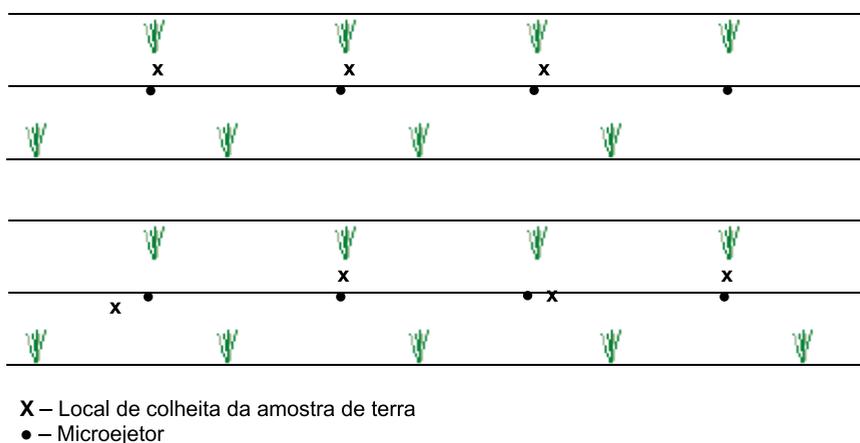
- Se o terreno não for uniforme, deverá dividir-se em parcelas relativamente homogêneas no que respeita à cor, textura, drenagem, aspeto das últimas culturas realizadas e última fertilização efetuada.
- Devem ser evitadas as colheitas de terra em locais encharcados, próximos de caminhos, de habitações, de estábulos ou anteriormente ocupados com montes de estrume, adubos, cinzas ou outros produtos contaminantes.

### 3.1 Como colher

- Antes da instalação das culturas, a colheita das amostras de terra deve ser efetuada de forma idêntica à colheita em culturas de ar livre indicada em 2.1.
- Caso as culturas se encontrem instaladas, a colheita das amostras de terra é feita percorrendo em ziguezague a área a amostrar, colhendo ao acaso, entre o bolbo húmido dos gotejadores e o pé das plantas, pequenas amostras de terra parciais, de igual tamanho, na camada de 0 a 20 cm de profundidade (Figura 11). Estas amostras devem ser colhidas pelo menos em 15 a 20 pontos diferentes.
- As infestantes, pedras e outros detritos à superfície do terreno devem ser removidos antes de colher cada uma das amostras de terra. Estas devem colocar-se num balde bem limpo.
- Se quiser solicitar a análise de micronutrientes, é necessário utilizar na colheita material de plástico ou aço inoxidável, a fim de evitar contaminações. Se utilizar enxada ou pá, abra a cova, raspe a parede com pá de madeira ou plástico e só depois retire a fatia de terra para o balde, utilizando o mesmo material.
- Recomenda-se o uso de uma sonda em material não contaminante (aço inoxidável, por exemplo).

#### Colheita de amostras de terra em estufas após a instalação da cultura

##### Cultura com sistema de adubação localizada (fertirrega)



**Figura 11** - Representação esquemática dos pontos de colheita de amostras de terra em estufas com culturas instaladas

### 3.2 Quantidade de terra necessária para análise

- A terra resultante das 15 a 20 subamostras colhidas deve ser bem misturada no balde de recolha e as pedras, detritos e resíduos vegetais eliminados. Retirar cerca de 0,5 kg de terra para um saco de plástico limpo, identificar com duas etiquetas, uma colocada dentro do saco e outra por fora atada a este com um cordel.
- Enviar a amostra para o laboratório acompanhada de uma ficha informativa para amostras de terra devidamente preenchida.

### 4. ASPETOS ESPECIAIS A OBSERVAR NA COLHEITA DAS AMOSTRAS DE TERRA

A fertilização localizada em bandas ou faixas, como acontece em pomares e vinhas, ou que é localizada à sementeira de muitas culturas, cria problemas adicionais à colheita de amostras de terra representativas, nomeadamente quando é praticada a chamada **mobilização mínima** ou a **sementeira direta**.

Se, após uma cultura em que se fez uma fertilização localizada, ocorrerem práticas normais de mobilização do terreno (lavouras, gradagens, etc.), é de esperar que haja uma mistura razoável dos eventuais resíduos de fertilizantes anteriormente aplicados, procedendo-se, neste caso, à colheita das amostras de terra tal como foi indicado em 2.1. Em caso contrário, é necessário ter especial cuidado durante a operação da colheita para evitar que esta incida sistemática ou predominantemente na parte adubada ou na parte não adubada do terreno. O ideal será que as subamostras a colher se distribuam proporcionalmente por ambas as partes.

O melhor método para atingir tal objetivo será, em cada um dos diversos locais do terreno a amostrar, retirar subamostras em três pontos afastados uns dos outros quinze a vinte centímetros e dispostos triangularmente de modo a que nenhum dos lados do triângulo coincida ou seja paralelo às linhas adubadas da cultura anterior.

### 5. EQUIPAMENTO DE COLHEITA DE AMOSTRAS

A colheita adequada de amostras de terra é uma tarefa morosa, exigindo, em muitos casos, um esforço físico considerável. O equipamento a utilizar tem que ser resistente e não provocar contaminações, nomeadamente em microelementos. Assim, o equipamento a usar deve ser:

- Isento de elementos contaminantes, pelo que se recomenda o uso de material de aço inoxidável para a colheita propriamente dita e de baldes de plástico para a mistura das subamostras. Estes materiais têm ainda a vantagem de serem fáceis de limpar.

- Resistente, a fim de poder ser usado em solos de elevada compacidade, mais ou menos cascalhentos, ou em solos ligeiros, muito areentos.
- Simples de usar, permitindo retirar porções de solo semelhantes e uma colheita rápida das amostras.

Os equipamentos mais frequentemente usados na colheita de amostras de terra são as sondas (Figura 12), de que existem vários tipos. As vulgares enxadas, que por vezes são utilizadas quando não se dispõe de sondas, são as que fazem pior trabalho, tanto no aspeto do esforço físico como no das contaminações e homogeneidade das subamostras, não satisfazendo os requisitos anteriormente indicados.



**Figura 12** – Equipamento necessário à colheita de amostras de terra e amostra para envio ao laboratório  
(Fotos INIAV)

## ANEXO II

### COLHEITA DE MATERIAL VEGETAL PARA ANÁLISE<sup>2</sup>

#### 1. COLHEITA DE AMOSTRAS

Para que as amostras foliares ou outro material vegetal sejam representativos das condições da cultura a que se reportam, é necessário que a sua colheita se faça de acordo com normas adequadas que garantam a sua qualidade, tendo em vista o fim a que, geralmente, se destinam: a recomendação de fertilização.

Assim, na colheita de material vegetal para análise, tendo em vista o diagnóstico do estado de nutrição das culturas, deverão observar-se as seguintes regras:

- Na falta de instruções concretas e, como regra geral **no caso das plantas anuais**, deverão colher-se as folhas mais novas completamente desenvolvidas, um pouco antes ou no início da floração;
- O material vegetal deve estar limpo de terra e de produtos fitofarmacêuticos e ser isento de doenças e pragas;
- A amostra deve ser entregue no laboratório acompanhada de uma ficha informativa fornecida pelo laboratório, o mais completamente preenchida que for possível (ex. em [Mod-LQARS71-Material Vegetal-v4.pdf](#));
- O material a analisar deve ser entregue no laboratório no próprio dia de colheita ou no dia seguinte. Caso não seja possível entregar a amostra no laboratório no próprio dia da colheita, esta deve ser guardada em frigorífico, a uma temperatura de 4 a 6° C;
- É essencial que as amostras sejam colhidas na época adequada, uma vez que os valores de referência para interpretação dos resultados da análise foliar são estabelecidos para condições bem definidas, nomeadamente a fase do ciclo em que se encontra a cultura.

<sup>2</sup> Fonte: INIAV (2021)

No caso das **culturas arbóreas e arbustivas** (pomares, olivais, espécies florestais e vinhas), deverão observar-se as seguintes regras gerais:

- A colheita de folhas para análise laboratorial deverá ser efetuada numa zona representativa das características dominantes da parcela, no que se refere à natureza do solo, topografia, exposição da cultura, cultivar, porta-enxerto, idade das plantas e técnicas culturais utilizadas. Como referido no Anexo I, em cada zona homogênea define-se uma **unidade de amostragem**, constituída usualmente por 15 árvores (no caso dos olivais em sebe a unidade de amostragem será constituída por 15 grupos de 4 a 5 árvores), se possível marcadas de forma permanente. No caso da vinha e de outras culturas arbustivas, a amostra deve ser constituída por folhas colhidas em 40 plantas;
- Colher a folha a analisar de acordo com a espécie em causa e na época mais adequada (Figura 13);
- O material vegetal deve estar isento de doenças e pragas, inteiro e limpo de terra e de pesticidas;
- As folhas devem ser colhidas à mesma altura da copa e, sempre que possível, ser provenientes em igual número de cada um dos seus quadrantes. Em cada raminho deve ser colhida apenas uma folha.
- Nas espécies plantadas com elevadas densidades, em que não seja possível a colheita de folhas em todos os quadrantes, nomeadamente nos da orientação das linhas, proceder à amostragem nos dois restantes, reforçando em igual proporção o número de folhas previsto.
- A amostra deve ser entregue no laboratório acompanhada de uma ficha informativa fornecida pelo mesmo, preenchida o mais completamente que for possível (ex. em [Mod-LQARS71-Material\\_Vegetal-v4.pdf](#));
- O material a analisar deve ser entregue no próprio dia da colheita, ou no dia seguinte, no laboratório onde se pretende fazer a análise. No último caso, o material deve ser guardado em frigorífico, a uma temperatura entre 4 a 6° C.



Figura 13 - Exemplos de folhas a colher para análise foliar (Fotos INIAV).

## 2. COLHEITA DE AMOSTRAS DE MATERIAL VEGETAL EM CULTURAS COM SINTOMAS DE DESEQUILÍBRIOS NUTRICIONAIS

No caso de se pretender diagnosticar, por comparação, duas situações distintas como sejam plantas com sintomas anómalos e plantas normais, deve ser colhida uma amostra representativa de cada situação, bem como duas amostras de terra representativas de cada uma das áreas em que foram colhidas as amostras de material vegetal.

Neste caso, o material vegetal a colher será da zona afetada, independentemente da folha ou órgão recomendado na amostragem, seguindo-se o mesmo critério na zona da parcela não afetada. A época de colheita será aquela em que se observarem os sintomas e o número de plantas a amostrar o indicado em 3.

## 3. ÉPOCA DE COLHEITA DAS AMOSTRAS FOLIARES, ÓRGÃO OU PARTE DA PLANTA E NÚMERO DE PLANTAS A AMOSTRAR

### 3.1. Culturas arvenses

Cultura	Época de colheita	Órgão ou parte da planta a colher	Nº de plantas para formar a amostra
Amendoim	Antes ou na fase de floração	Folha completa	25 – 30
Alcachofra	Meados de fevereiro a meados de março	Folhas mais novas completamente desenvolvidas	20
Arroz	Até ao afilamento	Toda a parte aérea	30 – 40
	Imediatamente antes ou no início do emborrachamento	Folha mais nova completamente desenvolvida	50 – 60
Beterraba sacarina	Cerca de três meses antes da colheita	Folhas completamente desenvolvidas	25 – 30
Girassol	No verão	Folha mais nova completamente desenvolvida	15 - 20
Cereais Outono/ Inverno	Até ao afilamento	Toda a parte aérea	40 – 60
	Imediatamente antes ou no início do emborrachamento	Duas primeiras folhas a contar do topo da planta	30 – 40
Milho	Com cerca de 30 cm de altura ou à 4ª folha	Toda a parte aérea	25 – 30
	Fase anterior ao embandeiramento	Folha mais nova completamente desenvolvida	15 – 20
	Até ao aparecimento das “barbas” ou enquanto estas se mantiverem verdes	Folha abaixo e oposta à espiga (espiga mais velha)	15 – 20
Tabaco	Até aos 30 – 45 dias	Folha mais nova completamente desenvolvida	15 – 20
	45 – 60 dias		
	60 – 80 dias		

## 3.2 Culturas forrageiras e pratenses

Cultura	Época de colheita	Órgão ou parte da planta a colher	Nº de plantas para formar a amostra
Luzerna	Quando 10% das plantas se encontrarem em floração ou um pouco antes	Folhas completamente desenvolvidas a cerca de 1/3 do topo da planta	40 – 60
Prados/ pastagens à base de gramíneas	Antes do início ou ao início do emborrachamento	3ª e 4ª folhas a contar do topo da planta	30 – 40
Trevos	Antes da floração	Folhas completamente desenvolvidas a cerca de 1/3 do topo da planta	40 – 60

## 3.3 Culturas hortícolas e horto-industriais

Cultura	Época de colheita	Órgão ou parte da planta a colher	Nº de plantas para formar a amostra
Aboborinha ( <i>curgette</i> )	Até ao início da frutificação	Folha mais nova completamente desenvolvida	12 – 15
Agrião	-	1ª folha composta completamente desenvolvida	25 – 30
Aipo	6 semanas	Pecíolo da folha mais nova recentemente desenvolvida	12 – 15
	Estado adulto	Pecíolo da parte intermédia da folha exterior	12 – 15
Alface	A meio do ciclo vegetativo	Folha intermédia completamente desenvolvida	20 – 30
Alho comum	Estado de pré-bolbo, durante a sua formação	Folha mais nova completamente desenvolvida	12 – 15
Alho francês	-	Folha mais nova completamente desenvolvida	12 – 15
Batata	Aos 30 cm de altura, a meio crescimento do tubérculo	Folha mais nova completamente desenvolvida	20 – 30
Batata-doce	A meio do ciclo cultural	Folha mais nova completamente desenvolvida	20 -30
Beringela	Imediatamente antes ou no início da floração	4ª ou 5ª folha a contar do topo da planta	25 – 30
Beterraba de mesa	-	Folha mais nova completamente desenvolvida	20 – 25
Cebola	Desde a fase de 1/3 do desenvolvimento até ao pleno desenvolvimento	Folha sem porção branca	15 – 25
Cenoura	A meio do desenvolvimento	Folha mais nova recentemente desenvolvida	25 – 30
	Estado adulto	Folha mais velha	25 – 30

Continua ...

Cultura	Época de colheita	Órgão ou parte da planta a colher	Nº de plantas para formar a amostra
Cidreira	Imediatamente antes do corte comercial, em pré - floração	Folha mais nova completamente desenvolvida	25 - 30
Coentro	-	Folha mais nova recentemente desenvolvida	25 - 30
Couves de cabeça	A meio do ciclo vegetativo	Folha envolvente intermédia	12 - 15
Couves de folha	A meio do ciclo vegetativo	1ª folha completamente desenvolvida	12 - 15
Couves de inflorescência	À formação da inflorescência	1ª folha completamente desenvolvida	12 - 15
Ervilha	Imediatamente antes ou no início da 1ª floração	Folhas do 3º nó a contar do topo da planta	30 - 50
Espargo	agosto / setembro	50 cm da parte superior dos rebentos	10 - 15
Espinafre	30 - 50 dias	Folha mais nova completamente desenvolvida	20 - 25
	Pleno desenvolvimento		
Hortelã-pimenta	Imediatamente antes do corte comercial, em pré - floração	Folha mais nova completamente desenvolvida	25 - 30
Feijão verde	Início da 1ª floração	2ª ou 3ª folha completamente desenvolvida colhidas a partir do topo da planta	20 - 30
Lentilha	Floração	Folha mais nova completamente desenvolvida	
Lúcia-lima	Imediatamente antes do corte comercial, em pré - floração	Folha mais nova completamente desenvolvida	25 - 30
Manjerição	No verão	Folha mais nova completamente desenvolvida dos crescimentos novos	25 - 30
Melancia	Do início da floração à frutificação	5ª folha mais nova completamente desenvolvida	12 - 15
Melão, meloa	Do início da floração à colheita	5ª folha mais nova completamente desenvolvida	12 - 15
Mizuna	-	1ª folha completamente desenvolvida	25 - 30
Morangueiro	À floração	Folha mais nova completamente desenvolvida	30 - 40
	Início da frutificação		
Mostarda vermelha	-	1ª folha completamente desenvolvida	25 - 30
Nabo	Início da formação da raiz	Folha mais nova completamente desenvolvida	12 - 15
Pastinaca	-	Folha mais nova recentemente desenvolvida	25 - 30
Pepino	Do início da floração à colheita	5ª folha mais nova completamente desenvolvida	12 - 15

*Continua ...*

Cultura	Época de colheita	Órgão ou parte da planta a colher	Nº de plantas para formar a amostra
Pimento	Da 1ª floração a 1/3 da floração final	Folha mais nova completamente desenvolvida	25 - 30
Rabanete	Início da formação da raiz	Folha mais nova completamente desenvolvida	12 - 15
Rúcula	-	1ª folha completamente desenvolvida	25 - 30
Salsa	-	Folha mais nova recentemente desenvolvida	25 - 30
Tomateiro	Durante a formação dos cachos florais	Folha mais nova completamente desenvolvida adjacente à inflorescência do topo	20 - 25
Tomilhos	No verão	Lançamentos terminais com 5 a 8 cm	25 - 30

### 3.4 Culturas arbóreas e arbustivas

Cultura	Época de colheita	Órgão ou parte da planta a colher	Nº de plantas para formar a amostra
Abacateiro	setembro / outubro	Folhas com 5 a 7 meses de idade completamente desenvolvidas, de ramos não frutíferos, colhendo quatro folhas por árvore, segundo os pontos cardeais	15
Actinídea (kiwi)	Início do engrossamento dos frutos (meados de julho)	Folhas inteiras de ramos frutíferos do ano, a 1,70 m do chão, colhendo duas folhas por planta, anexas ao último fruto contado a partir da base do lançamento	15
Ameixeira	Meados da estação de crescimento (julho / agosto)	Folhas do terço médio dos ramos dos crescimentos do ano inseridos à mesma altura da copa, colhendo 4 a 8 folhas por árvore segundo os pontos cardeais	15
Amendoeira	Meados da estação de crescimento	Folhas do terço médio dos ramos de crescimento do ano inseridos à mesma altura da copa, colhendo 4 a 8 folhas por árvore segundo os pontos cardeais	15
Amora de silva	Início da floração	Folha mais nova completamente desenvolvida do ramo floral mais jovem	15
Aveleira	Meados da estação de crescimento (julho / agosto)	Par de folhas completamente desenvolvidas dos ramos de crescimento do ano inseridos à mesma altura da copa, colhendo 4 a 8 folhas por árvore segundo os pontos cardeais	15
Castanheiro (para fruto)	Meados de agosto a meados de setembro	Folhas da parte superior do terço médio da copa, completamente desenvolvidas, colhidas entre a 4ª a 7ª, a partir da extremidade dos ramos com ouriços	15

Continua ...

Cultura	Época de colheita	Órgão ou parte da planta a colher	Nº de plantas para formar a amostra
Cerejeira	Meados da estação de crescimento (julho / agosto)	Folhas inteiras do terço médio dos lançamentos do ano inseridos à mesma altura da copa, colhendo 4 a 8 folhas inteiras por árvore, segundo os quatro pontos cardeais	15
Citrinos	setembro / outubro	Folhas inteiras, com 4 a 7 meses, de raminhos não frutíferos da rebentação da Primavera, inseridos à mesma altura da copa, colhendo 4 a 8 folhas inteiras por árvore, segundo os quatro pontos cardeais	15
Damasqueiro	Meados da estação de crescimento (julho / agosto)	Folhas do terço médio dos ramos dos crescimentos do ano inseridos à mesma altura da copa, colhendo 4 a 8 folhas por árvore segundo os pontos cardeais	15
Diospireiro	Cerca de dois meses antes da colheita (agosto - setembro).	Folhas mais novas completamente desenvolvidas de ramos do ano, não frutíferos,	15
Figueira	Meados da estação de crescimento (julho / agosto).	Folhas do terço médio dos lançamentos do ano completamente desenvolvidas, em ramos não frutíferos, colhendo 1 a 2 folhas por árvore, contemplando os 4 pontos cardeais	15
Figueira-da-índia	No início do desenvolvimento vegetativo (fim do inverno)	Cladódios terminais, 1 por planta ou por conjunto de 3 plantas, ir alternando entre os quatro pontos cardeais	10 - 15
Framboesa	Início da floração	Folha mais nova completamente desenvolvida do ramo floral mais jovem	15
Ginjeira	Meados da estação de crescimento (julho / agosto)	Folhas do terço médio dos ramos dos crescimentos do ano inseridos à mesma altura da copa, colhendo 4 a 8 folhas por árvore segundo os pontos cardeais	15
Groselheira	Amadurecimento do fruto	Folhas completamente desenvolvidas dos crescimentos novos	15
Lúpulo	Meados de junho	Folhas completamente desenvolvidas do terço médio dos lançamentos do ano, colhidas do caule principal a cerca de 1,50 m de altura	15
Mangueira	Antes da floração	Folhas colhidas no terço médio de ramos do ano bem expostos à luz	15
Macieira	90 a 120 dias após a plena floração	Folhas do terço médio dos lançamentos do ano inseridos à mesma altura da copa, colhendo 4 a 8 folhas por árvore, uma de cada lançamento, segundo os quatro pontos cardeais	15
Maracujazeiro	No verão	Folhas mais novas completamente desenvolvidas, em lançamentos laterais dos dois lados da linha, 4 a 5 folhas por planta	15

Continua ...

Cultura	Época de colheita	Órgão ou parte da planta a colher	Nº de plantas para formar a amostra
Marmeleiro	100 a 110 dias após a plena floração	Folhas do terço médio dos lançamentos do ano inseridos à mesma altura da copa, colhendo 4 a 8 folhas por árvore, uma de cada lançamento, segundo os quatro pontos cardeais	15
Medronheiro	Julho/agosto	Folhas completamente desenvolvidas colhidas no terço médio dos lançamentos do ano	15
Mirtilo	Meados de julho a fins de agosto	Folhas completamente desenvolvidas do terço médio dos lançamentos do ano	15
Nespereira	Início de agosto a fim de setembro	Folhas completamente desenvolvidas, dos lançamentos da primavera-verão, com três a quatro meses de idade	15
Nogueira	Meados da estação de crescimento (julho / agosto)	Par de folíolos da parte central da folha do terço médio dos lançamentos do ano inseridos à mesma altura da copa, colhidos em 4 folhas por árvore, segundo os quatro pontos cardeais	15
Oliveira	Endurecimento do caroço (julho / agosto)	Folhas inteiras do terço médio dos lançamentos da primavera anterior, inseridos à mesma altura da copa, colhendo 4 a 8 folhas por árvore, uma em cada lançamento, segundo os quatro pontos cardeais	15
	Repouso vegetativo (dezembro / janeiro)		
Pessegueiro	julho / agosto	Folhas do terço médio dos ramos dos crescimentos do ano inseridos à mesma altura da copa, colhendo 4 a 8 folhas por árvore segundo os pontos cardeais	15
Pereira	100 a 110 dias após a plena floração	Folhas do terço médio dos lançamentos do ano inseridos à mesma altura da copa, colhendo 4 a 8 folhas por árvore, uma de cada lançamento, segundo os quatro pontos cardeais	15
Pistaceira	Um mês antes da colheita	Folíolos terminais de folhas localizadas na parte central dos lançamentos de ramos não frutíferos	15
Romãzeira	Meados de julho a meados de agosto	Folhas da primavera anterior, de lançamentos sem frutificação terminal, colhendo 4 folhas por planta segundo os quatro pontos cardeais,	25
Videira	Plena floração (75% plantas com a maior parte das flores abertas, prontas a ser fecundadas)	Folhas opostas ao cacho basal, com pecíolos, inseridas no terço médio do braço, colhendo 2 folhas por videira. Destacar os pecíolos ainda na vinha	40

### 3.5 Espécies florestais

Cultura	Época de colheita	Órgão ou parte da planta a colher	Nº de plantas para formar a amostra
Pinheiro-manso	Repouso invernal (dezembro / fevereiro)	Agulhas do terço médio dos raminhos da primavera anterior localizados na base da metade superior da copa	10 a 15
Sobreiro	Repouso invernal (janeiro / fevereiro)	Folhas do terço médio dos raminhos dos crescimentos do ano	15

## 4. COLHEITA DE AMOSTRAS DE FRUTOS

A amostra de frutos a colher para análise deve ser obtida nas plantas que constituem a unidade de amostragem do pomar sendo, assim, proveniente de plantas da mesma variedade e porta-enxerto, selecionadas ao acaso numa zona representativa das características dominantes do pomar ou fração deste, relativamente à natureza do solo, topografia, idade das árvores e técnicas culturais utilizadas.

- **Por cada árvore devem ser colhidos quatro frutos** de acordo com a seguinte metodologia: nas primeira e segunda árvores, colhem-se os frutos na base da copa, contemplando os dois primeiros quadrantes da primeira árvore (N - E) e os quadrantes S - W da segunda árvore;
- Nas terceira e quarta árvores, colhem-se os frutos na zona média da copa, contemplando os quadrantes N-E na terceira árvore e os quadrantes S-W na quarta árvore;
- Nas quinta e sexta árvores, colhem-se os frutos na zona superior da copa, contemplando os quadrantes N-E, na quinta árvore e os quadrantes S-W na sexta;
- Prossegue-se a colheita nas restantes nove árvores do conjunto de 15, segundo a ordem acima descrita.
- Nos pomares instalados com elevadas densidades os quadrantes que seguem a orientação das linhas não são, de um modo geral, de considerar, devendo privilegiar-se os outros dois quadrantes, expostos à luz, compensando aqui o número de frutos a amostrar;
- A amostra, constituída por **60 frutos representativos do(s) calibre(s) dominante(s)**, colhidos no mesmo dia, deve ser colocada em alvéolos, acondicionada em caixa apropriada e enviada ao laboratório.

Na impossibilidade de envio imediato da caixa que contém a amostra dos frutos, esta deverá aguardar a sua expedição, no frio convencional, a uma temperatura adequada à espécie em causa.

As amostras de frutos enviadas para análise devem ser acompanhadas por uma ficha informativa preenchida, fornecida pelo laboratório, idêntica à que acompanha as amostras de folhas.

## ANEXO III

### COLHEITA DE AMOSTRAS DE ÁGUA DE REGA PARA ANÁLISE<sup>3</sup>

#### 1. COLHEITA DAS AMOSTRA

- As amostras de água de rega para análise devem ser colhidas, preferencialmente, no cabeçal de rega, após terem passado os filtros, numa zona do sistema isenta de adubos ou corretivos da água.
- A colheita deve realizar-se cerca de meia hora após o início da bombagem da água.
- No caso de águas superficiais em movimento (rio, canal de rega, etc.), a amostra deve ser colhida onde a corrente seja normal, evitando remoinhos ou zonas de água estagnada. Colher a amostra a cerca de 30 cm de profundidade e, se possível, no centro da corrente. Colocar o recipiente no sentido contrário ao da corrente e evitar a entrada de materiais flutuantes.



**Figura 14** - Aspeto da colheita da amostra de água de rega (Foto INIAV)

- No caso de águas superficiais paradas (charcas, poços, etc.) colher, se possível, a amostra no centro da massa de água, a cerca de 30 cm de profundidade, evitando a entrada de materiais flutuantes.
- A amostra de água deve ser guardada em recipiente de vidro ou plástico (preferencialmente que tenha servido de água mineral), bem limpo e enxaguado pelo menos três vezes com a água de que se deseja colher a amostra (Fig. 14).
- Deve tomar-se uma amostra com o volume de 1,5 litros, ficando o recipiente bem cheio, sem bolhas de ar e rolhado. O recipiente deverá ser devidamente identificado.

<sup>3</sup> Fonte: INIAV (2021)

## 2. ÉPOCA E PERIODICIDADE DE COLHEITA

- A colheita das amostras de água de rega deve ser realizada antes de se iniciar a época da rega, embora se possa efetuar em qualquer altura do ano.
- Recomenda-se que a periodicidade da colheita das amostras seja de 4 anos, desde que não haja restrições ao uso da água. Nas zonas vulneráveis a determinação do teor de nitratos da água deve ser realizada anualmente.
- Nos casos em que a amostra apresente valores de alguns parâmetros que excedam os limites máximos recomendados pela legislação em vigor, a monitorização desses parâmetros deve ser feita anualmente.

## 3. TRANSPORTE E ENVIO DAS AMOSTRAS PARA ANÁLISE

- A amostra de água deve ser transportada ao laboratório em caixa refrigerada. Sempre que a entrega da amostra não seja imediata, a amostra deve ser guardada em frigorífico a uma temperatura que não exceda os 5 °C.

As amostras devem ser acompanhadas de uma ficha de requisição de análise onde constem os dados do interessado e da amostra (ex. em [Mod-LQARS72-Agua\\_Rega-v4.pdf \(iniav.pt\)](#))

## ANEXO IV

### COLHEITA DE AMOSTRAS DE CORRETIVOS ORGÂNICOS<sup>4</sup>

As amostras devem ser representativas do volume total dos corretivos orgânicos a analisar. Uma elevada heterogeneidade nas pilhas, resultante do seu tamanho, composição ou estado de humidade dos materiais, poderá determinar a necessidade de colheita de mais do que uma amostra.

Todas as amostras a enviar ao laboratório para análise devem ser acompanhadas por uma ficha de requisição que permita identificar de forma inequívoca a amostra (ex. em [Mod-LOARS70-Corretivos\\_Organicos-v4.pdf \(iniav.pt\)](#)).

#### 1. COLHEITA DAS AMOSTRAS

A colheita de amostras representativas dos corretivos orgânicos implica sempre a recolha de amostras compósitas, exceto quando exista o risco de contaminação da amostra, como pode acontecer se estiver espalhada à superfície do terreno numa camada fina, em que a amostragem não é viável.

Uma amostra compósita é constituída por um determinado número de subamostras que são colhidas no *corpo* do corretivo orgânico, sendo posteriormente combinadas numa única amostra (amostra final) que, assim, corresponde à representação média das características do corretivo.

A amostra deve ser colhida na massa total armazenada/amontoada/espalhada e não apenas à sua superfície.

A colheita de amostras de materiais pastosos, sólidos ou líquidos exige diferentes tipos de equipamentos.

---

<sup>4</sup> Fonte: INIAV (2021)

## 1.1. Materiais sólidos

Consideram-se materiais sólidos todos aqueles que podem ser amostrados com uma sonda, ou outro equipamento adequado.

O procedimento para a colheita destas amostras é o seguinte:

1. A colheita da amostra começa com a divisão *mental* da pilha, amontoado ou veículo de transporte em 20 unidades de volume com dimensão semelhante (topo, lados e junto à base, embora acima desta);
2. Seguidamente colhe-se para um balde, aleatoriamente e em profundidade (mínimo de 10 cm, desprezando sempre os primeiros 5 cm superficiais), uma subamostra de cada uma das 20 unidades de volume anteriormente definidas, isto é, um total de 20 subamostras de tamanho idêntico;
3. As 20 subamostras são misturadas e sujeitas a homogeneização, sendo o material obtido colocado de seguida num lençol de plástico limpo;
4. Neste lençol de plástico, efetua-se nova homogeneização e dispõe-se o material num formato circular. Posteriormente, divide-se o material em quatro porções iguais (quartos);
5. Juntam-se dois quartos opostos e homogeneizam-se, sendo os dois quartos restantes colocados de parte;
6. Divide-se novamente em quatro quartos o material anteriormente homogeneizado e selecionam-se novamente dois quartos opostos, colocando-se os restantes dois quartos junto do material anteriormente colocado de parte;
7. Esta operação deve ser repetida tantas vezes quantas as necessárias para que o somatório dos dois quartos opostos selecionados perfaça, pelo menos, 1 litro de amostra, dependendo das análises que se pretende efetuar (cf. Quadro 5);
8. O remanescente, a existir, é rejeitado, podendo colocar-se de novo no local de onde foi retirado.
9. As amostras não devem ultrapassar 80% da capacidade do recipiente em que são colocadas para transporte ao laboratório de análises.

## 1.2. Materiais pastosos

Consideram-se materiais pastosos todos aqueles que apresentam elevada plasticidade e fraca consistência, dificultando a sua recolha com uma sonda.

O procedimento para a colheita destas amostras é o seguinte:

1. A colheita começa com a divisão *mental* do amontoado, em 20 unidades de volume com dimensão semelhante;

2. Seguidamente, colhe-se aleatoriamente para um balde, uma subamostra de cada uma das 20 unidades de volume anteriormente definidas, isto é, um total de 20 subamostras com tamanho semelhante, tendo o cuidado de evitar a recolha da terra subjacente no caso dos amontoados de material em contacto direto com aquela, ou dos materiais espalhados (não incorporados);
3. Na amostragem devem excluir-se os primeiros 5 centímetros superficiais;
4. As 20 subamostras são misturadas e sujeitas a homogeneização, tal como descrito anteriormente para os materiais sólidos obtendo-se, no final, uma amostra compósita representativa das características médias do material;
5. A amostra compósita, dependendo das análises que se pretende efetuar (cf. quadro abaixo), deve ter um mínimo de 2 litros de material;
6. Os recipientes com as amostras devem ser colocados em sacos ou frascos com identificação correta da amostra;
7. O remanescente, a existir, é rejeitado, podendo colocar-se de novo no local de onde foi retirado.

### 1.3. Materiais líquidos

O procedimento para a colheita destas amostras é o seguinte:

1. A colheita das amostras, no veículo de transporte em cisterna até 100 m<sup>3</sup>, deve ser efetuada na zona de carga dos corretivos orgânicos, se acessível, bem como na zona de saída;
2. No ponto de entrada, com o equipamento adequado, colhe-se para um balde, a diferentes profundidades, 3 subamostras com tamanho semelhante;
3. No ponto de saída, devem ser igualmente recolhidas 3 subamostras com tamanho semelhante;
4. Caso exista dificuldade/inexistência de acesso ao ponto de carga, a colheita das 6 subamostras, na cisterna, far-se-á unicamente no local de saída;
5. As 6 subamostras são misturadas e sujeitas a homogeneização, obtendo-se no final uma amostra compósita representativa das características médias do material;
6. A amostra compósita, dependendo das análises que se pretende efetuar (cf. quadro abaixo), deve ter pelo menos cerca de 1,5 litros;
7. Os recipientes com as amostras devem ser colocados em frascos com identificação correta da amostra.

O número de subamostras necessárias para obter a amostra compósita pode aumentar em relação ao estabelecido nas três diferentes situações referidas, especialmente se, com o número previsto, não se conseguir obter a amostra com o volume pretendido.

## 2. EQUIPAMENTO DE COLHEITA

Os instrumentos utilizados na colheita das amostras deverão estar bem limpos, ser de material não contaminante e inerte à ação dos corretivos orgânicos. São habitualmente utilizados utensílios em aço inoxidável podendo também ser utilizados utensílios de plástico, desde que suficientemente robustos e não contaminantes dos elementos a analisar.

Na recolha de amostras para análise microbiológica devem ser utilizados utensílios previamente esterilizados ou novos. Caso tal não seja possível, os utensílios podem ser desinfetados com álcool etílico a 70 % imediatamente antes da utilização, devendo secar completamente antes de entrar em contacto com o material a amostrar.

Os equipamentos mais comuns, utilizados na recolha de amostra de corretivos orgânicos são sondas, pás, baldes e espátulas.

## 3. RECIPIENTES

Os recipientes utilizados no acondicionamento das amostras devem estar limpos e ser constituídos por material não contaminante. Assim, as amostras:

1. Destinadas à análise de metais pesados, de parâmetros agronômicos e microbiológicos, devem ser acondicionadas, preferencialmente, em recipientes de plástico bem limpos (por exemplo, sacos de polipropileno). No caso da determinação dos parâmetros microbiológicos, os recipientes devem ser novos ou esterilizados;
2. Destinadas à análise de compostos orgânicos, devem ser acondicionadas, preferencialmente, em recipientes de vidro;
3. Todos os recipientes que contenham as amostras devem ser devidamente identificados.

## 4. ACONDICIONAMENTO E TRANSPORTE DAS AMOSTRAS

Após a colheita, as amostras devem ser protegidas da ação do calor e da luz solar devendo, para o efeito, ser guardadas a uma temperatura entre os 2 e os 8 °C, em arca de refrigeração adequada. Esta será também utilizada no transporte das amostras para o laboratório. As amostras devem ser levadas para o laboratório no mais curto período de tempo possível, preferencialmente não excedendo 24 h entre a colheita e a entrega.

Quando, por motivos de força maior, se ultrapassar este período, as amostras deverão manter-se nas condições acima descritas até à entrega no laboratório.

## 5. QUANTIDADE DE AMOSTRA A ENVIAR PARA O LABORATÓRIO

Componente a analisar	Quantidade mínima necessária:
<b>Parâmetros químicos:</b> (humidade, pH, condutividade elétrica, matéria orgânica, azoto total; macro e micronutrientes, metais pesados e outros)	<b>Amostras líquidas:</b> 1,5 litros <b>Amostras sólidas:</b> 2 litros
<b>Parâmetros microbiológicos:</b> ( <i>Escherichia coli</i> e <i>Salmonella</i> )	<b>Amostras líquidas:</b> 1,5 litros <b>Amostras sólidas:</b> 1 litro
<b>Ensaio de herbologia<sup>2</sup>:</b> Ensaio de fitotoxicidade e determinação do número de sementes e propágulos	<b>Amostras sólidas:</b> 5 a 7 litros
<b>Parâmetros físicos<sup>2</sup>:</b> Análise granulométrica, % pedras e materiais inertes antropogénicos	<b>Amostras sólidas:</b> 3 litros
<b>Grau de maturação<sup>2</sup></b>	<b>Amostras sólidas:</b> 3 litros

<sup>2</sup> Ensaio a realizar unicamente nas matérias fertilizantes referidas na legislação em vigor

Para a determinação dos parâmetros microbiológicos e da realização dos ensaios de herbologia, deverão ser enviadas amostras independentes ao laboratório; nos restantes casos poderá ser enviada apenas uma amostra, desde que na quantidade necessária para efetuar todas as determinações.



## ANEXO V

### CORRETIVOS ORGÂNICOS

#### 1. VALORES-LIMITE DA CONCENTRAÇÃO DE METAIS PESADOS NOS SOLOS E QUANTIDADES MÁXIMAS A INCORPORAR ANUALMENTE NOS SOLOS ATRAVÉS DE COMPOSTOS ORGÂNICOS, EFLUENTES PECUÁRIOS E LAMAS

Metais pesados <sup>1</sup>	Valores limite (mg/kg de MS <sup>2</sup> ) em solos com:			Valores limite das quantidades a aplicar ao solo (kg/ha e ano)
	5,0 ≤ pH (H <sub>2</sub> O) < 6,0	6,0 ≤ pH(H <sub>2</sub> O) < 7,0	pH(H <sub>2</sub> O) ≥ 7,0	
Cádmio	0,5	1,0	1,5	0,03
Chumbo	50	70	100	2,25
Cobre	20	50	100	3,0
Crômio	30	60	100	3,0
Mercúrio	0,1	0,5	1,0	0,03
Níquel	15	50	70	0,9
Zinco	60	150	200	7,5

<sup>1</sup>Fração solúvel em água-régia; 2 MS – Matéria seca; Fonte: INIAV / LQARS

- Os valores de pH referem-se a pH (H<sub>2</sub>O). Os valores-limite para solos com pH (H<sub>2</sub>O) superior a 7,0 aplicam-se apenas no caso desses solos serem ocupados com culturas destinadas unicamente ao consumo animal.
- As quantidades indicadas referem-se a valores médios de metais pesados incorporados ao solo num período de 10 anos de aplicação de compostos orgânicos, efluentes pecuários e lamas. As quantidades destes produtos a aplicar num determinado ano deve ser calculada com base na média das quantidades aplicadas no período de 10 anos que termina nesse mesmo ano (inclusive).

## 2. VALORES-LIMITE DA CONCENTRAÇÃO DE METAIS PESADOS NOS COMPOSTOS ORGÂNICOS, POR CLASSE DE QUALIDADE, NOS EFLUENTES PECUÁRIOS E NAS LAMAS

Metais pesados <sup>1</sup>	Valores limite nos compostos orgânicos (mg/kg de MS <sup>2</sup> )				Valores limite nos efluentes pecuários e nas lamas (mg/kg de MS <sup>2</sup> )
	Classes de qualidade				
	I	II	IIA	III	
Cádmio	0,7	1,5	3,0	5,0	3,0
Chumbo	100	150	300	500	300
Cobre	100	200	400	600	400
Crômio	100	150	300	400	300
Mercúrio	0,7	1,5	3,0	5,0	3,0
Níquel	50	100	200	200	200
Zinco	200	500	1000	1500	1000

<sup>1</sup> Fração solúvel em água-régia; <sup>2</sup> MS – Matéria seca; Fonte: INIAV / LQARS

## 3. VALORES-LIMITE DE CONCENTRAÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS, NAS LAMAS DESTINADAS À AGRICULTURA E NOS COMPOSTOS ORGÂNICOS PRODUZIDOS A PARTIR DE LAMAS DE ETAR QUE TRATEM ÁGUAS RESIDUAIS DE ORIGEM INDUSTRIAL

Composto orgânico	Valores-limite (na matéria seca)
LAS (alquilo benzenossulfonatos lineares)	2600 mg/kg
NPE (nonilfenóis e nonilfenóis etoxilados)	50 mg/kg
PAH (hidrocarbonetos policíclicos aromáticos)	6 mg/kg
PCB (compostos bifenilos policlorados)	0,8 mg/kg
AOX (compostos organohalogenados ou haletos adsorvíveis)	500 mg/kg
DEHP (di (2-etilhexil) ftalato)	100 mg/kg
Dioxinas e furanos:	
PCDD (policlorodibenzodioxinas)	100 ng TEQ/kg*
PCDF (furanos)	100 ng TEQ/kg*

\*ng TEQ/kg – nanogramas de toxicidade equivalente/kg; Fonte: INIAV/LQARS

## ANEXO VI

### 1. EXEMPLO DE PLANO DE FERTILIZAÇÃO COM AZOTO, FÓSFORO E POTÁSSIO PARA A CULTURA DO MILHO GRÃO. CÁLCULO DAS QUANTIDADES A APLICAR.

- Produção esperada: 16 t/ha
- Aplicação de 30 t/ha de estrume de bovino.
- A análise de terra efetuada previamente mostra teores baixos de fósforo ( $P_2O_5$ ) e de potássio ( $K_2O$ )
- Recomendação de fertilização:  
→ 340 kg/ha de azoto (N); 180 kg/ha de fósforo ( $P_2O_5$ ); 200 kg/ha de potássio ( $K_2O$ )

		Azoto	Fósforo	Potássio
1	Estrume (valores totais, kg/30 t)	160	65	325
2	Estrume (valores disponíveis, kg/30 t)	57	39	291
3*	Estrume (valores disponíveis, kg/30 t/ha)	43	30	218
4	Necessidades da cultura (kg/ha)	340	180	200
4 - 3	Adubo químico (kg/ha)	298	150	+18

\*Correção de acordo com a duração do ciclo da cultura e tendo em consideração as condições de humidade e temperatura médias do solo: neste caso 6 meses

- Verifica-se que 12% das necessidades da cultura em azoto são satisfeitas por parte do estrume, pois a mineralização deste produto é muito lenta disponibilizando o nutriente em quantidades reduzidas.
- Da observação das quantidades de estrume e de adubo a aplicar, verifica-se um excesso de potássio de origem orgânica (+18 kg/ha).

- Dado o comportamento do potássio no solo, é de esperar a sua fixação e utilização posterior pelas culturas.
- Não são contabilizados os contributos em azoto da água de rega, pelos resíduos da cultura precedente e pelo solo. Estes valores devem ser subtraídos ao valor a aplicar.

## 2. PLANO DE FERTILIZAÇÃO COM AZOTO, FÓSFORO E POTÁSSIO PARA A CULTURA DO TOMATE. CÁLCULO DAS QUANTIDADES A APLICAR

- Produção esperada: 100 t/ha
- Aplicação de 30 t/ha de lama compostada.
- A análise de terra efetuada previamente mostra teores médios de fósforo ( $P_2O_5$ ) e de potássio ( $K_2O$ )
- Recomendação de fertilização:
  - 240 kg/ha de azoto (N); 180 kg/ha de fósforo ( $P_2O_5$ ); 210 kg/ha de potássio ( $K_2O$ )

		<b>Azoto (N)</b>	<b>Fósforo (<math>P_2O_5</math>)</b>	<b>Potássio (<math>K_2O</math>)</b>
1	Lama (valores totais, kg/30 t)]	330	180	90
2	Lama (valores disponíveis, kg/30 t)]	18	90	81
3*	Lama (valores disponíveis corrigidos, kg/30 t)	7	36	32
4	Necessidades da cultura (kg/ha)	240	180	210
4 - 3	Adubo químico (kg/ha)	233	144	178

\*Correção de acordo com a duração do ciclo da cultura e tendo em consideração as condições de humidade e temperatura médias do solo: neste caso 3 meses

- Verifica-se que apenas 3% das necessidades da cultura em azoto são satisfeitas pela aplicação da lama.
- Não são contabilizados os contributos em azoto da água de rega, pelos resíduos da cultura precedente e pelo solo. Estes valores devem ser subtraídos ao valor do nutriente a aplicar.

## ANEXO VII

### FATORES DE CORREÇÃO PARA A FERTILIZAÇÃO FOSFATADA E POTÁSSICA DE CULTURAS ARBÓREAS E ARBUSTIVAS

Quadro I - Fatores de correção para a fertilização com fósforo de acordo com a análise foliar e algumas características do solo

Teor de fósforo extraível do solo	Teor foliar de fósforo	% de calcário total		
		< 2	2 - 20	> 20
		Multiplicar a quantidade de $P_2O_5$ recomendada por:		
Muito baixo	Insuficiente	1,8	2,0	2,2
	Suficiente	1,6	1,8	2,0
Baixo	Insuficiente	1,6	1,8	2,0
	Suficiente	1,4	1,6	1,8
Médio	Insuficiente	1,2	1,3	1,4
	Suficiente	1,0	1,1	1,2
	Elevado	0,8	0,9	1,0
Alto	Suficiente	0,6	0,5	0,6
	Elevado	Não aplicar fósforo		
Muito Alto	Suficiente	0,2	0,3	0,4
	Elevado	Não aplicar fósforo		

Adaptado de Legaz & Primo (1988)

**Quadro II** - Fatores de correção para a fertilização com potássio de acordo com a análise foliar e algumas características do solo

Teor de potássio extraível do solo	Teor foliar de potássio	Textura do solo		
		Grosseira	Média	Fina
		Multiplicar a quantidade de K <sub>2</sub> O recomendada por:		
Muito baixo	Insuficiente	1,8	1,9	2,0
	Suficiente	1,6	1,7	1,8
Baixo	Insuficiente	1,4	1,5	1,6
	Suficiente	1,3	1,4	1,6
Médio	Insuficiente	1,2	1,3	1,4
	Suficiente	1,0	1,0	1,0
	Elevado	0,5	0,6	0,7
Alto	Suficiente	Não aplicar potássio	0,1	0,2
	Elevado	Não aplicar potássio		
Muito Alto	Suficiente	Não aplicar potássio		
	Elevado			

Adaptado de Legaz &amp; Primo (1988)

## ANEXO VIII

### CARACTERÍSTICAS DE ALGUNS FERTILIZANTES

#### 1. COMPOSIÇÃO, EQUIVALENTE DE ACIDEZ, DE BASICIDADE E ÍNDICE DE SALINIDADE DE ALGUNS ADUBOS

Adubos	Composição						Equiv. de acidez (a)	Equiv. de alcal. (b)	Índice salinidade (c)	
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	S			Do produto	Por unid. fertiliz.
<b>Principais adubos que fornecem azoto</b>										
Amoníaco anidro	82	-	-	-	-	-	148	-	47,1	0,572
Cloreto de amónio	26,2	-	-	-	-	-	140	-	?	?
Sulfato de amónio	20,5	-	-	-	-	24,3	110	-	69,0	3,253
Sulfonitrato de amónio	26	-	-	-	-	15,1	93	-	82,5	3,173
Ureia	46	-	-	-	-	-	84	-	75,4	1,618
Fosfato diamónio	21,2	53,8	-	-	-	-	77	-	34,2	1,614
Fosfato monoamónio	12,2	51,7	-	-	-	-	65	-	29,9	2,453
Nitrato de amónio	33,5	-	-	-	-	-	59	-	104,7	2,990
Nitroamoniaco a 26 %	26	-	-	10	-	-	20	-	79,0	3,038
Nitroamoniaco a 20,5 %	20,5	-	-	16	-	-	0	0	63,2	3,083
Nitrato de potássio	13,8	-	46,6	-	-	-	-	26	73,6	5,336
Nitrato de cálcio	15,5	-	-	19,5	-	-	-	20	52,5	4,409
Nitrato de sódio	16	-	-	-	-	-	-	29	100,0	6,606
Cianamida cálcica	20,5	-	-	38	-	-	-	63	31,0	1,476

Continua ...

Adubos	Composição						Equiv. de acidez (a)	Equiv. de alcal. (b)	Índice salinidade (c)	
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	S			Do produto	Por unid. fertiliz.
<b>Principais adubos que fornecem fósforo</b>										
Superfosfato a 18%	-	18	-	20	-	11,6	0	0	7,8	0,433
Superfosfato a 42 %	-	42	-	15	-	1,5	0	0	10,1	0,240
Fosfato monoamônio	12,2	51,7	-	-	-	-	65	-	29,9	0,578
Fosfato diamônio	21,2	53,8	-	-	-	-	77	-	34,2	0,636
Fosfato bicálcico	-	38	-	21	-	-	-	25	?	?
Fosfato Thomas	-	18	-	36	-	-	-	50-80	?	?
<b>Principais adubos que fornecem potássio</b>										
Cloreto de potássio 50 %	-	-	50	-	-	-	?	?	109,4	2,188
Cloreto de potássio 60 %	-	-	60	-	-	-	?	?	116,3	1,938
Sulfato de potássio	-	-	50	-	-	18	?	?	46,1	0,853
Nitrato de potássio	13,8	-	46,6	-	-	-	-	26	73,6	1,579

(a) Quantidade de carbonato de cálcio, expressa em kg, necessária para neutralizar a acidez resultante da aplicação de 100 kg de adubo.

(b) Quantidade de carbonato de cálcio, expressa em kg, que exerce a mesma ação neutralizante que 100 kg de adubo.

(c) Relação, expressa em percentagem, entre o aumento da pressão osmótica da solução do solo provocado pelo adubo e o aumento produzido por igual quantidade de nitrato de sódio.

## 2. ALGUNS FATORES DE CONVERSÃO: FERTILIZANTES E UNIDADES (PRODUTOS PUROS)

Para converter a coluna 1 na coluna 2 multiplicar por:	Coluna 1	Coluna 2	Para converter a coluna 2 na coluna 1 multiplicar por:
1,216	N	NH <sub>3</sub>	0,822
4,426	N	NO <sub>3</sub>	0,226
2,291	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,436
1,204	K	K <sub>2</sub> O	0,830

Continua...

Para converter a coluna 1 na coluna 2 multiplicar por:	Coluna 1	Coluna 2	Para converter a coluna 2 na coluna 1 multiplicar por:
1,658	Mg	MgO	0,603
1,399	Ca	CaO	0,715
2,995	S	SO <sub>4</sub>	0,332
2,497	S	SO <sub>3</sub>	0,400
5,369	S	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O (Sulfato de cálcio, gesso)	0,186
1,429	Fe	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,699
4,978	Fe	FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O (Sulfato ferroso)	0,201
1,292	Mn	MnO	0,774
2,747	Mn	MnSO <sub>4</sub> (Sulfato manganoso)	0,364
1,245	Zn	ZnO	0,803
4,398	Zn	ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O (Sulfato de zinco)	0,227
1,252	Cu	CuO	0,799
3,929	Cu	CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O (Sulfato de cobre)	0,254
3,220	B	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,310
8,819	B	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ·10H <sub>2</sub> O (Borato de sódio, Borax)	0,113
4,785	B	Na <sub>2</sub> B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·4H <sub>2</sub> O (Borato de sódio)	0,209
1,500	Mo	Mo O <sub>3</sub>	0,666
1,840	Mo	(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub> ·4H <sub>2</sub> O (Molibdato de amônio)	0,543
2,521	Mo	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O (Molibdato de sódio)	0,397
1,785	CaO	CaCO <sub>3</sub>	0,560
2,092	MgO	MgCO <sub>3</sub>	0,476
1,785	VN (CaO) <sup>1</sup>	VN (CaCO <sub>3</sub> )	0,560

<sup>1</sup> VN – Valor neutralizante

### 3. QUADRO DE COMPATIBILIDADE DE FERTILIZANTES

Fertilizantes	Adubos orgânicos	Cianamida cálcica	Cloreto de amônio	Nitrato de amônio	Nitrato de cálcio	Nitrato de sódio	Nitrato de potássio	Sulfato de amônio	Sulfonitrato de amônio	Ureia	Superfosfatos	Fosfatos de amônio	Fosfato bicálcico	Fosfatos naturais	Cloreto de potássio	Sulfato de potássio	Cal	Calcário	Estrumes
Adubos orgânicos	+	-	+	+		+	+	+	+		+	+	+	-	+	+	-	-	+
Cianamida cálcica	-	+	-	-		+	+	-	-		-	-	+	+		+	+	+	-
Cloreto de amônio	+	-	+		-	+	+	+	+		+	+	+	-	+	+	-	-	+
Nitrato de amônio	+	-		+	-	+	+	+	+	-		+	+	-	+	+	-	+	+
Nitrato de cálcio			-	-	+			-	-	-	-	-			-				+
Nitrato de sódio	+	+	+	+		+	+	+	+	+		+		+	+	+		+	+
Nitrato de potássio	+	+	+	+		+	+	+	+	+		+		+	+	+	-	+	+
Sulfato de amônio	+	-	+	+	-	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	-	-	+
Sulfonitrato de amônio	+	-	+	+	-	+	+	+	+			+	+	+	+		-	-	+
Ureia				-	-	+	+			+	-		+			+	-	-	+
Superfosfatos	+	-	+		-			+		-	+	+	+	-	+	+	-	-	+
Fosfatos de amônio	+	-	+	+	-	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	-	-	+
Fosfato bicálcico	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+
Fosfatos naturais	-	+	-	-		+	+	-	-		-	+	+	+		+	+	-	
Cloreto de potássio	+		+	+	-	+	+	+	+		+	+	+		+	+		+	+
Sulfato de potássio	+	+	+	+		+	+	+		+	+	+	+	+	+	+		+	+
Cal	-	+	-	-			-	-	-	-	-	-		+			+	+	-
Calcário	-	+	-	+		+	+	-	-	-	-	-	+	-			+	+	-
Estrumes	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	-	-	+

- + Podem misturar-se e armazenar-se  
 Podem misturar-se, mas devem aplicar-se imediatamente  
 - Não devem misturar-se

#### 4. SOLUBILIDADE DE ALGUNS ADUBOS EM ÁGUA A 20° C E AUMENTO DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (CE) DAS SOLUÇÕES PELA DISSOLUÇÃO DE 1G/L.

Adubo	Solubilidade (kg/100 L de água)	Condutividade eléctrica (mS.cm <sup>-1</sup> a 25°C)
Cloreto de amónio	37	-
Cloreto de potássio	34	-
Fosfato diamónico (DAP)	43*	-
Fosfato monoamónico (MAP)	23*	0,86
Nitrato de amónio	187	1,64
Nitrato de cálcio	102	1,24
Nitrato de sódio	176*	-
Nitrato de potássio	32	1,35
Sulfato de potássio	11	1,54
Sulfato de amónio	73	-
Superfosfato normal	3	-
Superfosfato triplo	7	-
Ureia	103	0

\* Em água fria a 0°C

#### 5. VALOR NEUTRALIZANTE DE ALGUNS CORRETIVOS ALCALINIZANTES (PRODUTOS QUIMICAMENTE PUROS)

Correctivo	Fórmula química	Valor neutralizante		Quantidade do corretivo, em kg, equivalente a 100 kg de	
		Expresso em CaCO <sub>3</sub>	Expresso em CaO	CaCO <sub>3</sub>	CaO
Carbonato de cálcio	CaCO <sub>3</sub>	100	56	100	179
Carbonato de cálcio e magnésio	CaCO <sub>3</sub> .MgCO <sub>3</sub>	109	61	92	164
Cal hidratada (cal apagada)	Ca(OH) <sub>2</sub>	136	77	74	130
Cal viva	CaO	179	100	56	100

São considerados **corretivos agrícolas alcalinizantes** (corretivo agrícola mineral destinado, principalmente, a elevar o valor do pH do solo):

- **Corretivo calcário**, o corretivo agrícola alcalinizante constituído essencialmente por carbonato de cálcio;

- **Corretivo calcário magnesiano**, o corretivo agrícola alcalinizante constituído, essencialmente, por carbonato de cálcio e carbonato de magnésio, sendo o teor de óxido de magnésio igual ou superior a 3%:
- **Corretivo calcário dolomítico**, o corretivo agrícola alcalinizante constituído, essencialmente, por carbonato de cálcio e carbonato de magnésio, mas com teor de óxido de magnésio igual ou superior a 12 %.
- **Cal apagada agrícola**, o corretivo agrícola alcalinizante constituído, essencialmente, por hidróxido de cálcio, obtido por calcinação e caldeação de calcário de depósitos naturais.
- **Cal apagada magnesiana**, o corretivo agrícola alcalinizante constituído, essencialmente, por hidróxido de cálcio e hidróxido de magnésio, sendo o teor de hidróxido de magnésio igual ou superior a 5 %.

Valor neutralizante (VN) de um corretivo alcalinizante corresponde ao número de partes, em peso, de óxido de cálcio puro que tem o mesmo efeito neutralizante que 100 partes, em peso, desse corretivo. Ou seja, corresponde à capacidade que o corretivo alcalinizante tem para neutralizar a acidez do solo, em comparação com o óxido de cálcio puro. Até 2013 o VN era expresso em carbonato de cálcio, tendo a partir daí passado a ser expresso em óxido



