

Lista de métodos analíticos na área da fertilidade do solo e nutrição das culturas

Este documento apresenta as análises efetuadas na Unidade de Ambiente e Recursos Naturais (Pólo da Quinta do Marquês em Oeiras e Pólo da Tapada da Ajuda (LQARS) em Lisboa) da UEIS-SAFSV do INIAV, para as seguintes matrizes:

- a) Terras e Suportes de Cultura
- b) Material vegetal (plantas, folhas e frutos)
- c) Águas de rega
- d) Adubos minerais
- e) Corretivos orgânicos (lamas, efluentes, compostos orgânicos e outros)
- f) Corretivos minerais

A lista dos métodos acreditados está identificada no anexo técnico nº L0246 do IPAC, podendo ser consultado no endereço http://www.ipac.pt/pesquisa/ficha_lae.asp?id=L0246.

Poderão ser ainda realizados outros métodos de ensaio, sob consulta.

O cliente é informado qual os métodos de ensaio a realizar nas amostras na respetiva proposta de orçamento.

Nos casos em que existe mais do que um método analítico indicado para cada parâmetro, **se não houver qualquer indicação prévia da parte do requerente**, o Laboratório seleciona os métodos que considera mais adequados e informa o cliente.

A cotação destes métodos analíticos está publicada na [Deliberação n.º 607/2015 D.R. 2.ª série n.º 79, de 23-04-2015](#). No caso de parâmetros que não constem nesta deliberação poder-se-á solicitar orçamento através de um dos seguintes endereços eletrónicos: polo.tapadajuda@iniav.pt ou infocliente@iniav.pt.

Caso se pretenda solicitar os nossos serviços, deverão ser tidas em atenção as seguintes informações:

- As normas de colheita de amostras: <http://www.iniaiv.pt/menu-de-topo/servicos-produtos/analises-laboratoriais/normas-de-colheita-de-amostras>
- As fichas informativas que deverão acompanhar as amostras para análise: <http://www.iniaiv.pt/menu-de-topo/servicos-produtos/analises-laboratoriais/requisicoes-de-analises/solosnutricao-vegetal->

a) TERRAS E SUPORTES DE CULTURA

Matriz	Parâmetro	Método Analítico
Terras	Preparação da amostra	Secagem a <40°C e crivagem a 2 mm (Método interno ou ISO 11464)
	Avaliação dos elementos grosseiros	ISO 11464
	Avaliação textural expedita	Textura de campo
	Condutividade hidráulica insaturada (amostra não perturbada)	- Método da crosta (0 a -50 cm de pressão efetiva); - Método do ar quente (<-50 cm de pressão efetiva); - Método da evaporação (-50 a -800 cm de pressão efetiva - ISO 11275)
	Condutividade hidráulica saturada (amostra não perturbada)	Método da carga constante
	Granulometria - materiais arenosos (cada lote)	Crivagem
	Granulometria (lotes de areia, limo e argila)	- Densimetria de Bouyoucos ou ISO 11277
	Granulometria (lotes de areia grossa, areia fina, limo e argila)	Crivagem, sedimentação, decantação e pipetagem (Método da pipeta)
	Humidade	Gravimetria (ISO 11465)
	Massa volúmica aparente	- Amostra não perturbada: ISO 11272 - Amostra perturbada: Cadinho de Gooch
	Parâmetros de transporte de solutos	Curvas de Breakthrough e modelação inversa
	Retenção da humidade a diferentes valores de pF	- Amostra não perturbada: - Qualquer valor de pF - Métodos de sucção e de pressão (ISO 11274) - Curva inteira - Métodos de sucção e de pressão (ISO 11274) - Amostra perturbada: - pF 2,5: Placa de pressão - pF 4,2: Membrana de pressão
	Acidez	- Acidez Potencial: Extração com Acetato de amónio a 1M a pH=7 e determinação por Titulação - Acidez de Troca: Extração com Cloreto de potássio e determinação por Titulação
	Alumínio de troca	Extração com Cloreto de potássio e fluoreto de sódio e determinação por Titulação
	Azoto amoniacal	Extração aquosa e determinação por Destilação e Titulação ou ISO 14255
	Azoto mineral	- Extração aquosa e determinação por Destilação e Titulação; - Extração com Cloreto de potássio e determinação por destilação com óxido de magnésio e liga de Devarda
	Azoto nítrico	Extração com sulfato de cobre e determinação por potenciometria ou ISO 14255
Azoto orgânico e amoniacal	Determinação pelo método Kjeldahl	
Azoto total	Determinação por Combustão seca - Análise elementar (ISO 13878)	
Bases de troca (cálcio, magnésio,	- Extração com Acetato de amónio 1M a pH7 e	

Lista de métodos analíticos na área da fertilidade do solo e nutrição das culturas

potássio e sódio), capacidade de troca catiónica (CTC) e grau de saturação em bases	determinação por EAA (cálcio e magnésio), EEC (potássio e sódio) e titulação (CTC); - Extração com Cloreto de bário - trietanolamina (ISO 13536) e determinação por EAA (cálcio e magnésio), EEC ou EAA (potássio e sódio) e titulação (CTC)
Boro extraível	Extração com Água fervente e determinação por ICP-OES
Cádmio extraível	Extração com EDTA ou DTPA e determinação por EAA-FG
Cádmio solúvel em água-régia	Extração com Água-régia (ISO 11466) e Determinação por EAA-FG (ISO 11047)
Calcário activo	Extração com Oxalato de amónio e determinação por Titulação
Cálcio, chumbo, cobalto, cobre, crómio, ferro, magnésio, manganês, níquel, potássio, sódio e zinco solúveis em água-régia	Extração com Água-régia (ISO 11466 ou microondas) e determinação por ICP-OES ou EAA
Cálcio e magnésio extraíveis	- Terras de ar livre: Extração com Acetato de amónio 1M a pH7 e determinação com EAA - Terras de culturas protegidas: Extração aquosa 1:5 (m/v) e determinação por ICP-OES ou EAA
Carbonatos	Determinação por Volumetria (ISO 10693)
Carbono orgânico / matéria orgânica	- Digestão com Dicromato de sódio e determinação por EAM UV/Vis; - Combustão seca - Análise elementar (ISO 10694); - Método de Walkley e Black; - Perda por ignição a 400 °C
Carbono total	Combustão seca - Análise elementar (ISO 10694)
Catiões (cálcio, magnésio, potássio e sódio) solúveis no extrato de saturação	Extrato de saturação e determinação por EAA
Chumbo, cobalto, cobre, crómio, ferro, manganês, níquel e zinco extraíveis	- Extração com EDTA e determinação por EAA - Extração com DTPA e determinação por EAA
Chumbo, cobalto, cobre, crómio, ferro, manganês, níquel e zinco totais	Extração com Mistura triácida e determinação por EAA
Cloretos extraíveis	Extração aquosa 1:5 (m/v) e determinação por Titulação
Cloretos solúveis no extrato de saturação	Extrato de saturação e determinação por Potenciometria
Cobre, ferro, manganês e zinco extraíveis	Extração com Solução Lakanen (AAAc-EDTA) e determinação por EAA
Condutividade eléctrica	- Suspensão aquosa 1:2 e determinação por Condutimetria - Extrato de saturação e determinação por Condutimetria
Enxofre extraível	- Método de Ensminguer e determinação por Turbidimetria

Lista de métodos analíticos na área da fertilidade do solo e nutrição das culturas

	- Fox, Olsen e Rhoades e determinação por Turbidimetria
Enxofre total	Método de Fox, Olsen e Rhoades e determinação por Turbidimetria
Fósforo extraível	- Terras de ar livre: - Método de Egner-Riehm (lactato de amónio) e determinação por ICP-OES ou EAM UV/Vis; - Método de Olsen e determinação por EAM UV/Vis; - Método Bray modificado e determinação por EAM UV/Vis; - Terras de culturas protegidas: Extração aquosa 1:5 (m/v) e determinação por ICP-OES ou EAM/UV Vis
Fósforo total	Método de Olsen e Sommers e determinação por EAM UV/Vis
Mercúrio total	Determinação por Decomposição térmica / EAA sem chama
Necessidade de cal	- Método Schoemaker; - Metodo Kamprath; -Por cálculo (implica a determinação da matéria orgânica, da textura e do pH)
pH em água, cloreto de cálcio e cloreto de potássio	ISO 10390 ou suspensão 1:2,5 (v/v)
Potássio extraível	- Terras de ar livre: Extração com Solução de Egner-Riehm (lactato de amónio) e determinação por ICP-OES ou EEC - Terras de culturas protegidas: Extração aquosa 1:5 (m/v) e determinação por ICP-OES ou EEC
Relação C/N	Cálculo (implica a determinação do carbono e do azoto)
Sódio extraível	Extração aquosa 1:5 (m/v) e determinação por ICP-OES ou EEC
T1 - Análise sumária (Ar livre): Avaliação textural expedita, pH em água, necessidade de cal, matéria orgânica, fósforo (Egner Riehm), potássio (Egner Riehm) e magnésio (acetato de amónio) extraíveis *	Programas Analíticos (* inclui recomendação de fertilização para culturas agrícolas ao ar livre)
T2 (Ar livre): T1 + ferro, manganês, zinco, cobre e boro extraíveis *	
T3 (Ar livre): T2 + carbonatos, calcário activo, análise granulométrica, bases de troca, capacidade de troca catiónica potencial e grau de saturação em bases *	
T4 (Ar livre): T1 + boro extraível *	
T5 (Ar livre): Cádmiio, chumbo, cobre, crómio, mercúrio, níquel e zinco totais solúveis em água-régia	

Lista de métodos analíticos na área da fertilidade do solo e nutrição das culturas

	T6 (Culturas protegidas): Avaliação textural expedita, pH em água, matéria orgânica, condutividade elétrica, azoto mineral, fósforo, cálcio, magnésio, potássio e sódio extraíveis, condutividade elétrica	
Suportes de cultura	Azoto mineral	Extração aquosa 1:1,5 (v/v) e determinação por Destilação e Titulação
	Azoto total	EN 13654-1 e 2
	Cálcio ou magnésio extraíveis	Extração aquosa 1:1,5 (v/v) e determinação por ICP-OES ou EAA
	Condutividade elétrica	Extração aquosa 1:1,5 (v/v) e determinação por Condutimetria
	Fósforo extraível	Extração aquosa 1:1,5 (v/v) e determinação ICP-OES ou EAM UV/Vis
	Humidade	EN 13040
	Matéria orgânica	EN 13039
	pH em água	Extração aquosa 1:1,5 (v/v) e determinação por Potenciometria
	Potássio ou sódio extraíveis	Extração aquosa 1:1,5 (v/v) e determinação por ICP-OES ou EEC
	SC1: Humidade, pH em água, matéria orgânica, condutividade elétrica, azoto mineral, fósforo, cálcio, magnésio, potássio e sódio extraíveis	Programa Analítico

Legenda: EAA - Espectrofotometria de absorção atómica; EAA-FG - Espectrofotometria de absorção atómica com forno de grafite; EAM UV/Vis - Espectrofotometria de absorção molecular no ultravioleta / visível; EEC - Espectrometria de emissão atómica em chama; ICP-OES - Espectrometria de emissão de plasma com detetor ótico.

b) MATERIAL VEGETAL (PLANTAS, FOLHAS E FRUTOS)

Matriz	Parâmetro	Método Analítico
Material vegetal (plantas, folhas e frutos)	Preparação da amostra de folhas, plantas inteiras e frutos	Métodos Internos
	Alumínio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, ferro, manganês, zinco, cobre, boro e sódio totais	Mineralização por via húmida e determinação por ICP-OES
	Azoto, carbono ou enxofre totais	Combustão seca - Análise elementar
	Azoto nítrico	Determinação por Colorimetria
	Azoto total	Kjeldahl
	Cádmio, chumbo, crómio e níquel totais	Mineralização por via seca ou via húmida / EAA-FG
	Cloretos	Extração com ácido nítrico e determinação por Potenciometria
	Enxofre total	Mineralização por via húmida e determinação por Turbidimetria
	Fósforo total	Mineralização por via seca ou via húmida e determinação por EAM UV/Vis
	Fósforo, potássio, cálcio, magnésio,	Mineralização por via seca e determinação por ICP-

Lista de métodos analíticos na área da fertilidade do solo e nutrição das culturas

	ferro, manganês, zinco, cobre e boro totais	OES
	Fósforo, potássio, cálcio, magnésio, ferro, manganês, zinco, cobalto, cobre, crómio, níquel, chumbo e sódio totais	Mineralização por via seca ou via húmida / EAA
	Mercurio total	Determinação por Decomposição térmica / EAA sem chama
	Molibdénio total	Extração pelo Método do tiocianato e determinação por EAM UV/Vis
	Potássio e sódio totais	Mineralização por via seca ou via húmida e determinação por EEC
	MV1: Azoto, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, manganês, zinco, cobre e boro totais	Programas Analíticos
	MV2 (produção integrada e zonas vulneráveis a nitratos): Azoto, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, manganês, zinco, cobre e boro totais	
	MV3: Azoto, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, manganês, zinco, cobre, boro, sódio e cloretos totais	
	MV4: Azoto, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, manganês, zinco, cobre, boro, sódio, cloretos e molibdénio totais	

Legenda: EAA - Espectrofotometria de absorção atómica; EAA-FG - Espectrofotometria de absorção atómica com forno de grafite; EAM UV/Vis - Espectrofotometria de absorção molecular no ultravioleta / visível; EEC - Espectrometria de emissão atómica em chama; ICP-OES - Espectrometria de emissão de plasma com detetor ótico.

c) ÁGUAS DE REGA

Matriz	Parâmetro	Método Analítico
Águas de rega	Cálcio, zinco, cobre, ferro, magnésio e manganês totais	Determinação por ICP-OES ou EAA
	Sódio e potássio totais	Determinação por ICP-OES ou EEC ou EAA
	Boro total	Determinação por ICP-OES ou EAM UV/Vis
	Fósforo (ortofosfato) ou fósforo total	Determinação por ICP-OES ou EAM UV/Vis
	Azoto amoniacal	Determinação por Colorimetria ou Titulação
	Azoto orgânico+ amoniacal	Determinação pelo Método de Kjeldahl
	Azoto total	Digestão com persulfato e Determinação por Colorimetria ou titulação
	Bicarbonatos	Determinação por Volumetria
	Carbonatos	Determinação por Volumetria
	Cloretos	- Determinação pelo método de Mohr (Titulação) - Determinação por Potenciometria
	Condutividade elétrica	Determinação por Condutimetria
	Nitratos	- Determinação por Potenciometria (elétrodo seletivo) - Determinação por Colorimetria

Lista de métodos analíticos na área da fertilidade do solo e nutrição das culturas

		- Determinação por Titulação
	pH	Determinação por Potenciometria (NP 411)
	Sólidos em suspensão	- Cadinhos filtrantes / Gravimetria - EN 872
	Sulfatos	- Determinação por Gravimetria - Determinação por Turbidimetria
	Índice de saturação	Cálculo (implica a determinação do cálcio, magnésio, sódio, carbonatos, bicarbonatos e pH)
	Razão de adsorção do sódio (RAS) ajustada	Cálculo (implica a determinação do cálcio, magnésio e sódio)
	AR1: Carbonatos, bicarbonatos, boro, cálcio, cloretos, condutividade elétrica, magnésio, nitratos, sódio, pH e RAS ajustada	Programas Analíticos
	AR2: AR1 + ferro, manganês, índice de saturação, sólidos em suspensão e sulfatos	

Legenda: EAA - Espectrofotometria de absorção atômica; EAM UV/Vis - Espectrofotometria de absorção molecular no ultravioleta / visível; EEC - Espectrometria de emissão atômica em chama; ICP-OES - Espectrometria de emissão de plasma com detetor ótico.

d) ADUBOS MINERAIS

Matriz	Parâmetro	Método Analítico
Adubos minerais	Azoto amoniacal	EN 15475
	Azoto nítrico e amoniacal	EN 15476 e EN 15475
	Azoto total	EN 15750 ou EN 15561 ou EN 15604
	Azoto total na ureia	EN 15478
	Azoto ureico	EN 15604
	Boro total	Reg. (CE) nº 2003/2003
	Cálcio solúvel em água	EN 15961 e EN 16196
	Cálcio total	EN 15960 e EN 16196
	Enxofre solúvel em água	EN 15961 e EN 15749
	Enxofre total	EN 15960 e EN 15749
	Fósforo solúvel em água	EN 15958 e EN 15959
	Fósforo solúvel em ácido cítrico a 2%	EN 15920 e EN 15959
	Fósforo solúvel em ácidos minerais	EN 15956 e EN 15959
	Fósforo solúvel em ácido fórmico a 2%	EN 15919 e EN 15959
	Fósforo solúvel em citrato de amónio neutro	EN 15957 e EN 15959
	Magnésio solúvel na água	EN 15961 e EN 16197
	Magnésio total	EN 15960 e EN 16197
	Potássio solúvel em água	EN 15477
	Potássio solúvel em ácido clorídrico	NP 3046 e NP 3045
Zinco total	Reg. (CE) nº 2003/2003	

Lista de métodos analíticos na área da fertilidade do solo e nutrição das culturas
e) CORRETIVOS ORGÂNICOS (LAMAS, EFLUENTES, COMPOSTOS ORGÂNICOS E OUTROS)

Matriz	Parâmetro	Método Analítico
Corretivos orgânicos (lamas, efluentes, compostos orgânicos e outros)	Preparação da amostra	Método interno
	Azoto amoniacal	- Extração e determinação por Destilação e Titulação - Extração e determinação por Colorimetria
	Azoto nítrico	-Extração aquosa e determinação por Potenciometria -Extração e determinação por Colorimetria -Extração e determinação por Destilação e Titulação
	Azoto Kjeldahl (orgânico + amoniacal)	EN 13342
	Azoto total	EN 13654-1 e 2
	Cálcio, magnésio, cobre, boro, zinco, chumbo, ferro, crómio, manganês e níquel "totais"	Extração: EN 13346, EN 13650 ou via seca Determinação: ICP-OES ou EAA
	Potássio e sódio "totais"	Extração: EN 13346, EN 13650 ou via seca Determinação: ICP-OES ou EEC
	Fósforo "total"	Extração: EN 13346, EN 13650 ou via seca Determinação: ICP-OES ou EAM UV/Vis
	Cádmio "total"	Extração: EN 13346, EN 13650 ou via seca Determinação: EAA-FG
	Cloretos	Determinação pelo método de Mohr (Titulação) ou por Potenciometria
	Condutividade elétrica	Determinação por Condutimetria (Método interno) ou EN 13038
	Enxofre total	Determinação por Gravimetria ou ICP-OES
	Granulometria	Crivagem (frações:>20mm; entre 10-20mm; entre 5-10mm e <5mm)
	Pedras	Metodologia proposta in " <i>Methods book for the analysis of compost</i> " (1994) Federal Compost Quality Assurance Organisation pp.41-43
	Materiais inertes antropogénicos	Metodologia proposta in " <i>Methods book for the analysis of compost</i> " (1994) Federal Compost Quality Assurance Organisation pp.41-43
	Matéria orgânica	EN 12879 ou EN 13039
	Humidade	EN 13040 ou EN 12880
	Mercúrio Total	Determinação por Decomposição térmica/ EAA sem chama
	pH em água	EN 12176 ou EN 13037
	Contagem de <i>Escherichia coli</i>	ISO 16649-2
	Pesquisa de <i>Salmonella</i> spp.	ISO 6579:2002
	Sementes e propágulos viáveis	CENT/TS 16201:2013 ("TC BT 151 WI:2007")
	Fitotoxicidade	EN 16086-1:2011 ou EN 16086-2:2011
	CO1: Humidade, pH, condutividade elétrica, matéria orgânica, azoto total, fósforo, potássio, cálcio e magnésio	Programa Analítico

Lista de métodos analíticos na área da fertilidade do solo e nutrição das culturas

	totais	
	CO2: Humidade, cádmio, chumbo, cobre, crómio, mercúrio, níquel e zinco totais	
	CO3: Humidade, pH, condutividade elétrica, matéria orgânica, azoto total, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, cádmio, chumbo, cobre, crómio, mercúrio, níquel e zinco totais	

Legenda: EAA - Espectrofotometria de absorção atómica; EAA-FG - Espectrofotometria de absorção atómica com forno de grafite; EAM UV/Vis - Espectrofotometria de absorção molecular no ultravioleta / visível; EEC - Espectrometria de emissão atómica em chama; ICP-OES - Espectrometria de emissão de plasma com detetor ótico.

f) CORRETIVOS MINERAIS

Matriz	Parâmetro	Método Analítico
Corretivos minerais	Preparação da amostra	Método interno
	Cálcio total	EN 13475
	Carbonatos totais (implica a determinação do cálcio e do magnésio totais)	Cálculo
	Granulometria	Crivagem
	Humidade	EN 12048
	Magnésio total	EN 12947
	Valor neutralizante	EN 12945
	CM1: Humidade, carbonatos totais, granulometria, cálcio e magnésio totais e valor neutralizante	Programa Analítico