



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

Intervenção “Maneio da pastagem permanente”

Descrita na Portaria nº54 – E/2023, de 27 de Fevereiro
Domínio “Sustentabilidade – Ecorregime” do Eixo “A –
Rendimento e sustentabilidade” do PEPAC Portugal
Domínio em termos latos designado **Ecorregimes**



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

(...falta preencher...)

Maneio da Pastagem permanente

Envelope financeiro dentro dos Ecorregimes



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

O Regulamento (UE) 2021/2015, de 2 de Dezembro de 2021, do Parlamento Europeu e do Conselho, no nº 7 do artigo 31º refere na...

b) Pagamentos para compensar os agricultores ativos ou os agrupamentos de agricultores ativos pela totalidade ou por uma parte dos custos adicionais incorridos e pela perda de rendimentos resultante dos compromissos assumidos, devendo esses custos e perdas ser calculados nos termos do artigo 82 e tendo em conta as metas dos regimes ecológicos; esses pagamentos podem também cobrir os custos da transação.



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

Destinatários: Técnicos do SAAF para o exercício de funções no âmbito do aconselhamento agrícola na Área Temática “Plano de Gestão de Pastoreio e Fertilização” previsto na alínea s do artigo 3.º da Portaria 54 M/2023, de 27 de Fevereiro, que refere o seguinte:

O SAAF contempla, entre outras, a seguinte área temática de aconselhamento:

«Plano de gestão de pastoreio e fertilização», que abrange a matéria relativa à implementação da intervenção «Gestão do solo - Maneio da pastagem permanente», nos termos do previsto na alínea b) do n.º 7 do artigo 31.º do [Regulamento \(UE\) 2021/2115](#)



Maneio da Pastagem permanente

Condições de elegibilidade

- a) Candidatar uma superfície agrícola mínima de um hectare de prados e pastagens permanentes sem predominância de vegetação arbustiva;
- b) Deter um plano de gestão do pastoreio e de fertilização (PGPF), com o conteúdo mínimo estabelecido no anexo VII, elaborado há menos de três anos por técnico do Serviço de Aconselhamento Agrícola e Florestal (SAAF)



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

Maneio da Pastagem permanente Condições de elegibilidade

- Requer Plano de Gestão de Pastoreio e Fertilização – Prados e Pastagens Permanentes (artigo 24º, anexo VII, da Portaria 54 E/2023, de 27 de Fevereiro) COM:
 - 1 . Caracterização Geral
 - 2. Caracterização por subparcela de pastagem permanente
 - 3. Operações a realizar nos próximos três anos
 - 4. (Alterações a realizar no) Maneio de Gado



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

Fertilização, engloba a correção e a adubação

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.**



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

Fertilização

- A produtividade das culturas não depende apenas da fertilização, porém a concretização objetivos mencionados 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**, o seu comportamento no solo e os quantitativos aplicados.



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

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 exposição ao sol, o declive, a pedregosidade, etc.), - outras indiretas, nomeadamente profundidade efetiva, com apreciação do estrato arbóreo - 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.



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

Fertilização

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 noutro, sejam colhidas corretamente, de modo a serem representativas da área/situação amostrada. Por outro lado, é fundamental que os métodos analíticos usados estejam calibrados para os diversos tipos de solo e para as culturas em referência.



Fertilização

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.



Fertilidade 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 se trata das mais finas ou as mais grosseiras.

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 como determinantes**, sendo sobre elas efetuada a análise físico-química para avaliação do estado de fertilidade do solo.



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

Análises de terras

Para culturas anuais e pastagens é frequentemente solicitada uma análise sumária à terra, envolvendo as seguintes determinações: **pH (H₂O), 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.

Dos micronutrientes afirme-se que há escasso conhecimento de valores de referência e assim sendo, a análise encontra-se limitada.



Fertilidade do 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 impermees e de substâncias tóxicas.



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

Nutrientes (minerais) (cf. Código Boas Prática Agrícolas, Despacho nº. 1230/2018)

As culturas só poderão produzir plenamente em quantidade e qualidade se, para além de outras condições ambientais favoráveis, tiverem à sua disposição, durante todo o período de crescimento, os diversos nutrientes minerais (azoto, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, manganês, cobre, zinco, níquel, boro, molibdénio e cloro), nas quantidades e proporções mais adequadas.



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

Disponibilidade de nutrientes

Os nutrientes são disponibilizados para a planta na forma mineral 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 **a solução do solo** e as **raízes das plantas**.



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

Características do solo e nutrição vegetal

- Textura
- Estrutura
- Matéria orgânica
- Coloides do solo
- Reação do solo
- Calcário total e calcário ativo
- Salinidade do solo
- Microorganismos

Textura

- Terra fina – partículas com diâmetro menor que 2 mm;

Nome de cada lote de partículas	Diâmetro (mm) das partículas
Areia grossa	2 a 0,2
Areia fina	0,2 a 0,02
Limo	0,02 a 0,002
Argila	Menor que 0,002

- A proporção relativa (ou seja %) desses quatro lotes é a textura.



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

Textura de campo versus análise mecânica ou granulométrica

- Aprecia-se a maior ou menor aspereza, ou macieza, da terra seca, apertando-a entre os dedos, e a sua maior ou menor plasticidade e adesividade quando húmida.
- Crivagem pra separar a areia grossa;
- Variados processos laboratoriais, todos baseados no conhecimento aproximado da velocidade de sedimentação de partículas terrosas em água, para separar os lotes mais finos, como a areia fina, o limo e a argila.



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

Textura

Manual ou De Campo	Laboratorial ou Análise Mecânica
Grosseira	Arenosa
ou	Areno-franca
ligeira	Franco-arenosa
	Franco
Média	Franco-limosa
	Franco-argilo-arenosa
	Franco-argilo-limosa
Fina	Franco-argilosa
ou	Argilo-arenosa
pesada	Argilo-limosa
	Argilosa



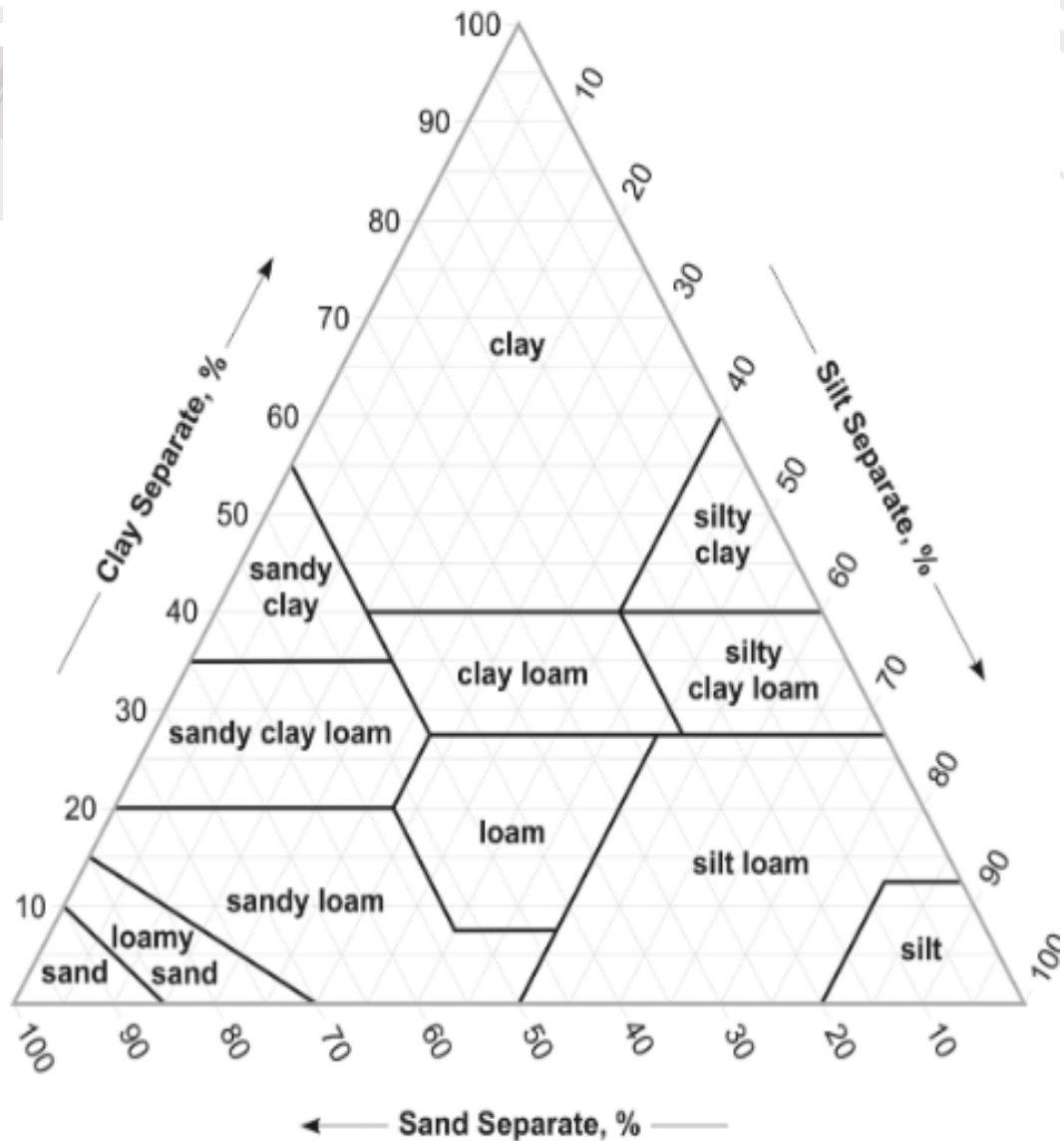
Textura

- De acordo com os valores dominantes de cada um dos lotes, 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).
- São as partículas mais finas responsáveis pelas propriedades químicas do solo, nomeadamente a fixação e a disponibilidade de nutrientes para as plantas; as partículas mais grosseiras provocam um efeito de diluição da capacidade química do solo e estão ligadas ao aumento de fenómenos como o arejamento e o trânsito vertical de água no solo.



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

Soil Textural Triangle



Tradução (livre)

clay – argila
loam – franca
sand – areia
silt - limo

Textura

- 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 ou grosseira (com valores altos do lote areia), a água drena facilmente ao longo do perfil do solo e, frequentemente, transporta nutrientes em solução (lixiviação) que, assim, se podem perder para as culturas, podendo mais facilmente causar problemas de poluição nos aquíferos.



Textura

- A presença de **matéria orgânica** no solo em quantidade significativa altera a perceção da textura do solo. Nestes casos, a designação textural é seguida do termo húmifera, como, por exemplo, argilo-arenosa húmifera e húmifera argilo-arenosa;
- 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);
- faz-se preceder a designação da classe de textura pelos termos muito ou fortemente calcário, para valores superiores a 45% de carbonatos.



Estrutura

- Por estrutura do solo entende-se a característica física expressa pelo tamanho, forma e arranjo das partículas do solo – possivelmente agrupadas ou compostas - e dos respetivos espaços vazios entre elas, considerando-se não só as partículas individuais de areia (grossa e fina), limo e argila, mas também as **partículas compostas de conjuntos naturais de partículas individuais**: esses conjuntos naturais são 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 a atividade biológica, a emergência das plântulas e o crescimento das raízes.

Soil Structure



Granular



Blocky

1 inch



Platy

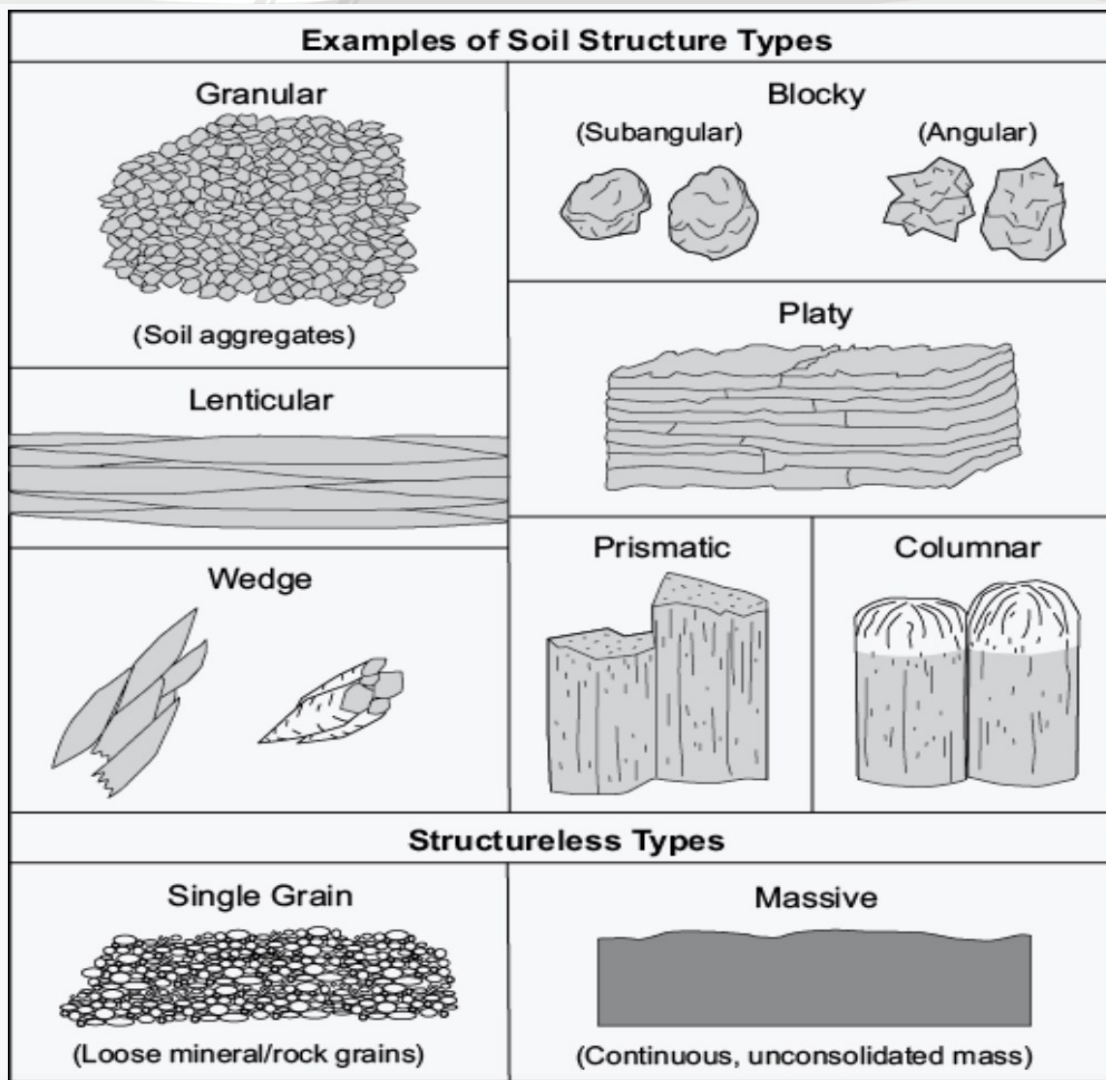


Massive



Single grain

Formas dos agregados





Estrutura

- A existência de agregados estáveis permite uma maior proteção da matéria orgânica do solo, facilita o crescimento das raízes, determina a existência de maior capacidade de retenção de água e maior resistência aos períodos de seca.
- A presença de matéria orgânica é 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.
- Os organismos vivos do solo excretam vários compostos que permitem a ligação das partículas minerais e dão estabilidade aos agregados. Afirmar que a estrutura do solo é uma resultante da vida do solo.



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

Estrutura

- Um teor de cerca de 3,5% de matéria orgânica é o valor crítico abaixo do qual ocorre frequentemente a deterioração da estrutura do solo.
- Processos favoráveis à melhoria da estrutura são: incorporação de resíduos orgânicos, reduzir as mobilizações, ter a melhor cobertura de solo e fertilizar de molde a induzir elevada produção de biomassa.
- Temperaturas elevadas, chuvas intensas e irregulares são situações propícias à destruição de agregados, e por isso facilitam a erosão.
- Mobilização, fora da situação de sazão tem grande probabilidade de deteriorar a estrutura do solo.



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

Erosão

Solos mal estruturados e solos com superfície descoberta são mais suscetíveis à erosão.

A agregação tem por base forças naturais de coesão entre partículas do solo; a agregação tem como consequência a melhor infiltração da água no solo e previne o escoamento superficial da água da chuva.

As práticas culturais (gestão) que favorecem uma boa estrutura do solo e o revestimento vegetal combatem a erosão!



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

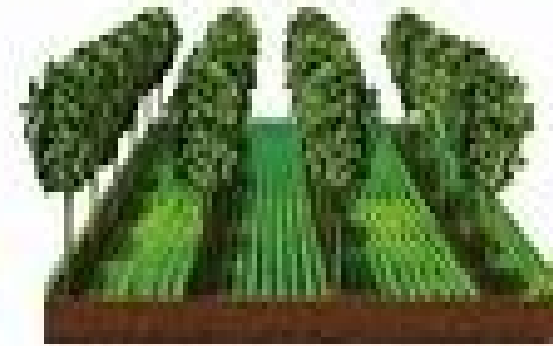
Centro Experimental de Erosão de Solos de Vale Formoso

Com diversos tratamentos – alqueive, cereal, sideração, pastagem permanente – concluiu-se que “a pastagem permanente é talvez a solução ideal por permitir a não mobilização de solo; no entanto ela exige bons conhecimentos de manejo por parte do agricultor que conduza com êxito o sistema proposto”. (Rosa, 1980 – Revista Pastagens e Forragens,3)

Soil conservation methods



1) Contour farming



2) Strip cropping



3) Contour planting with strip cropping



4) Windbreaks

Matéria orgânica

- A **matéria orgânica** do solo (MO) é constituída por **fragmentos de plantas e animais** e por **microrganismos, raízes mortas e outros resíduos vegetais em decomposição, material orgânico em solução,** e uma **mistura amorfa e complexa de substâncias orgânicas com dimensões coloidais,** que é o **húmus do solo.**
- É principalmente no húmus – conjunto de moléculas mais ou menos estáveis resultantes da evolução no solo da matéria orgânica - que residem as propriedades coloidais da matéria orgânica possuindo uma **capacidade de retenção e troca, de iões,** muito superior à da argila.
- A matéria orgânica ao ser mineralizada, numa taxa anual que varia entre os valores de 1 a 3 %, é **fonte de nutrientes para as plantas.**

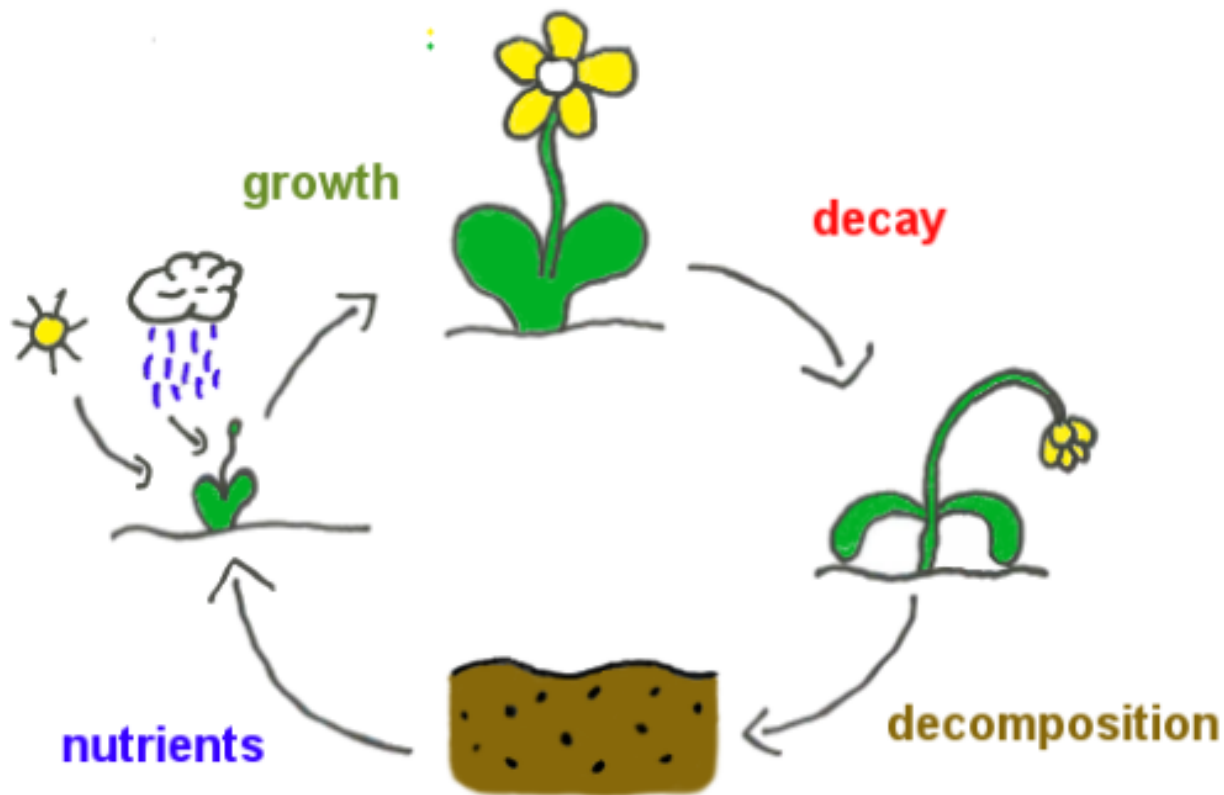


Instituto Nacional de
Investigação Agrária e
Veterinária, I.P.

No solo a matéria orgânica segue-se à “incorporação” dos seres vivos e a partir dela libertam-se nutrientes.



Wikimedia Commons





Matéria orgânica e troca de iões

- As substâncias orgânicas, de natureza coloidal, formam com a argila complexos de difícil mineralização podendo manter-se quase inalterados.
- A capacidade de retenção e de troca de iões com a solução aquosa do solo, mas também a capacidade de retenção de água, estão associadas principalmente a esta fração da matéria orgânica do solo.
- A ausência da matéria orgânica no solo, como acontece nas regiões áridas (com valores inferiores a 0,1%), torna o solo apenas um suporte físico das plantas que nele vegetam.



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

Nutrientes da matéria orgânica

Os nutrientes que a matéria orgânica liberta em quantidade significativa, quando da sua degradação, são:

- N
- P
- K
- Ca
- S

Razão carbono / azoto (C/N)

Valor da razão C/N	Classificação da razão C/N	Libertação expectável de N
≤ 8	Baixa	Forte
] 8 – 12]	Normal	Média
]12 – 15]	Alta	Baixa
> 15	Muito Alta	Muito Baixa

- no decurso da sua decomposição, a matéria orgânica perde mais carbono, sob a forma de CO₂, do que azoto e por isso a razão C/N tende a baixar;
- a razão C/N elevada reflete um reduzido potencial de atividade biológica;
- ocorre fome de N no solo por incorporação de resíduos fibrosos, com razão C/N alta; a situação pode melhorar com aplicação de azoto ao solo.



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

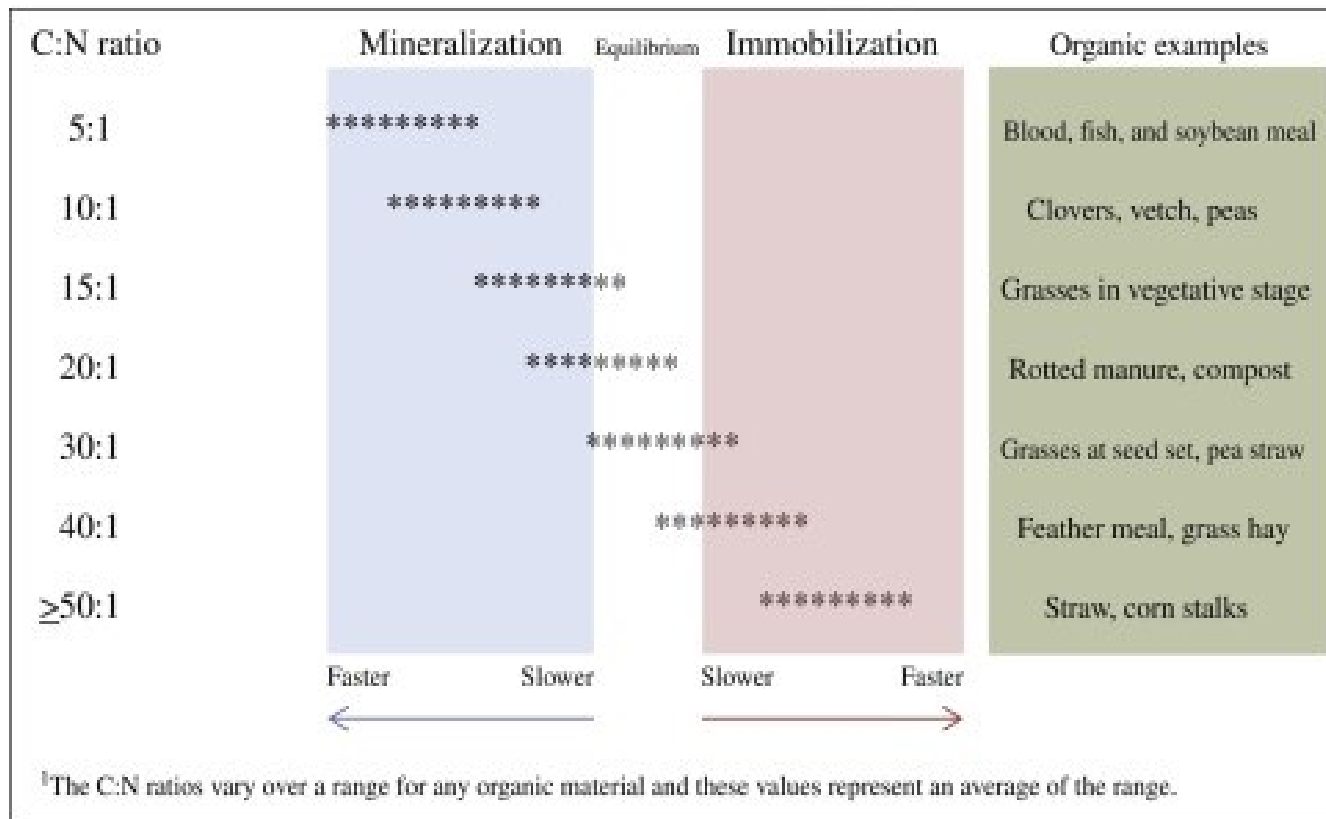




Influência da razão C/N (na vertical) no sucesso da mineralização e imobilização da MO; exemplos

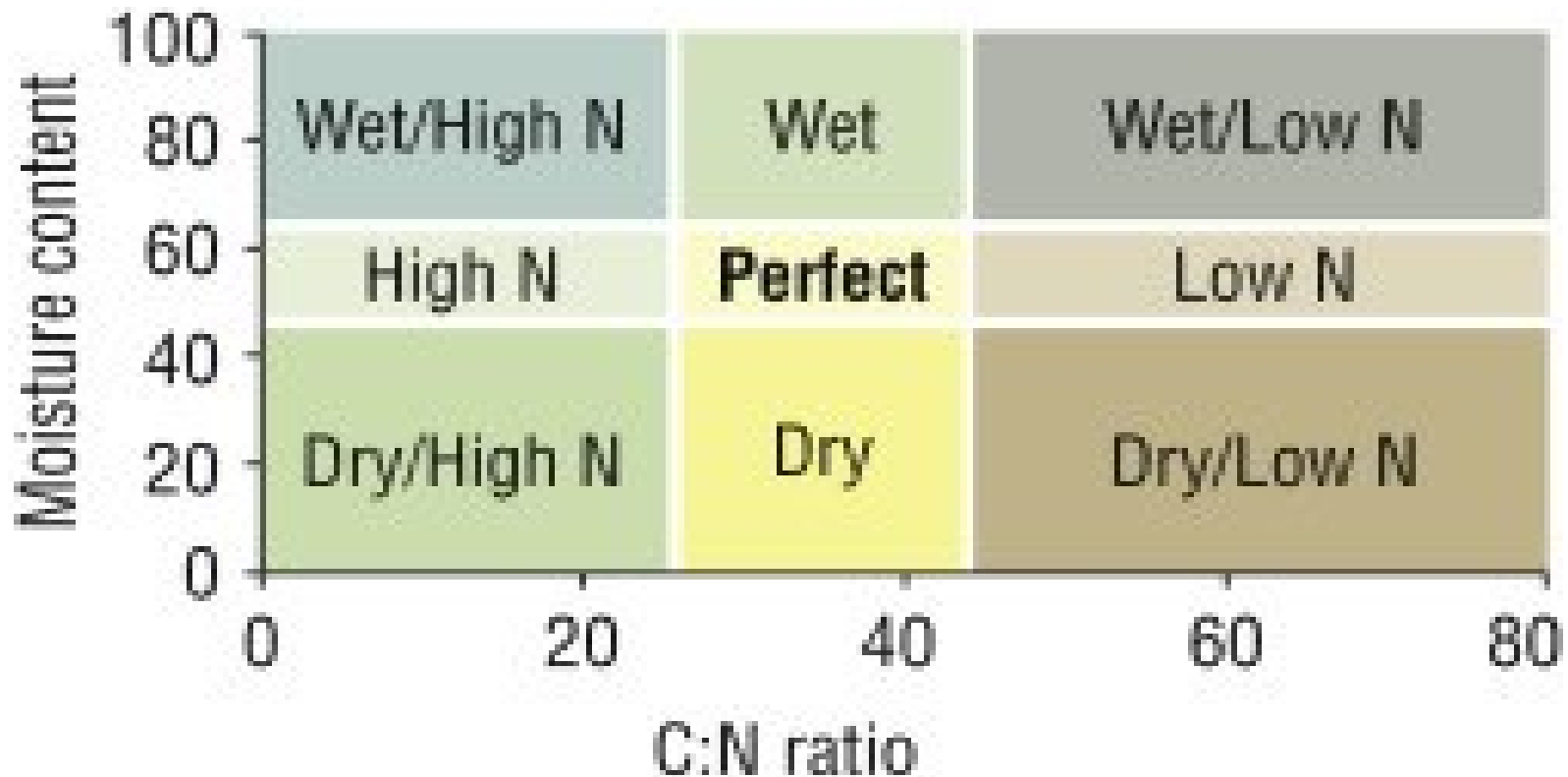
Mineralization: nitrogen is released for plant uptake

Immobilization: microbes utilize and tie up nitrogen



Degradação de resíduos orgânicos – efeito da humidade e razão C/N

Balancing moisture & C:N ratio





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

Controlo da poluição com nitratos e fosfatos tem de ser efetuado com boas práticas

- fixar a dose adequada dos fertilizantes a aplicar consoante o potencial de produção;
- aplicar fertilizantes nas épocas adequadas, derivadas do crescimento;
- diminuir a dose de azoto a aplicar quando a produção prevista decrescer;
- não deixar o solo nu quando há risco de erosão;
- não aplicar fertilizantes em tempo chuvoso ou com os solos alagados;
- nos cálculos de adubação 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.

Em súmula **nunca gastar a mais, primar pela eficiência.**



Colóides no solo

- São partículas finas com cargas elétricas, ao redor das quais ficam iões ligados pela natureza das suas cargas elétricas;
- São partículas que formam suspensões mais ou menos estáveis no solo;
- Têm dimensões entre 2 e 50 nm.



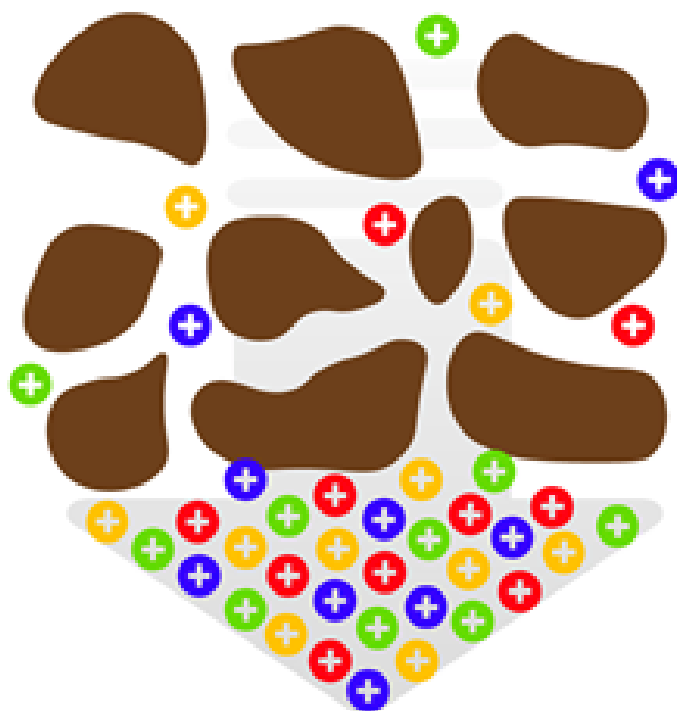
Coloides e capacidade troca iónica

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

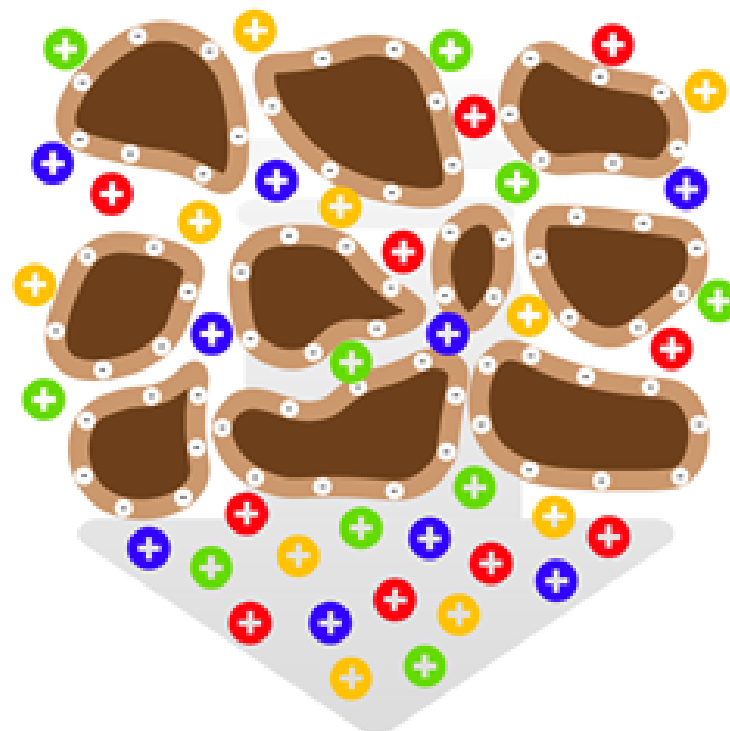


Capacidade troca iónica

- Iões ligados aos elementos do solo;
- Os elementos do solo têm na sua maioria capacidade de reter catiões (CTC ou T)
- 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 catiões e ao sódio (Na^{+}) dá-se o nome de bases de troca e à soma das suas quantidades a designação de soma das bases de troca (S). A unidade para apreciar esta característica é o $\text{cmol}(+)/\text{kg}$ de solo;
- Os valores mais frequentes para a capacidade de troca catiónica (CTC) do solo variam entre 2 e 50 $\text{cmol}(+)/\text{kg}$ de solo, pertencendo os valores mais baixos aos solos arenosos e, os mais altos, aos solos com teores elevados de argila e matéria orgânica.



Solo com baixa CTC
(promove a lixiviação dos nutrientes)



Solo com alta CTC
(retem nutrientes nos colóides do solo)



Bases de troca no complexo iónico

- Exprimindo a soma das bases, Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} e Na^{+} em percentagem da capacidade de troca catiónica potencial, obtém-se o grau de saturação em bases do complexo de troca ($V = S/T$). 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.
- Das bases o cálcio deve ocupar 60 a 80 %, o magnésio 10 a 20% e o potássio 1 a 5%.



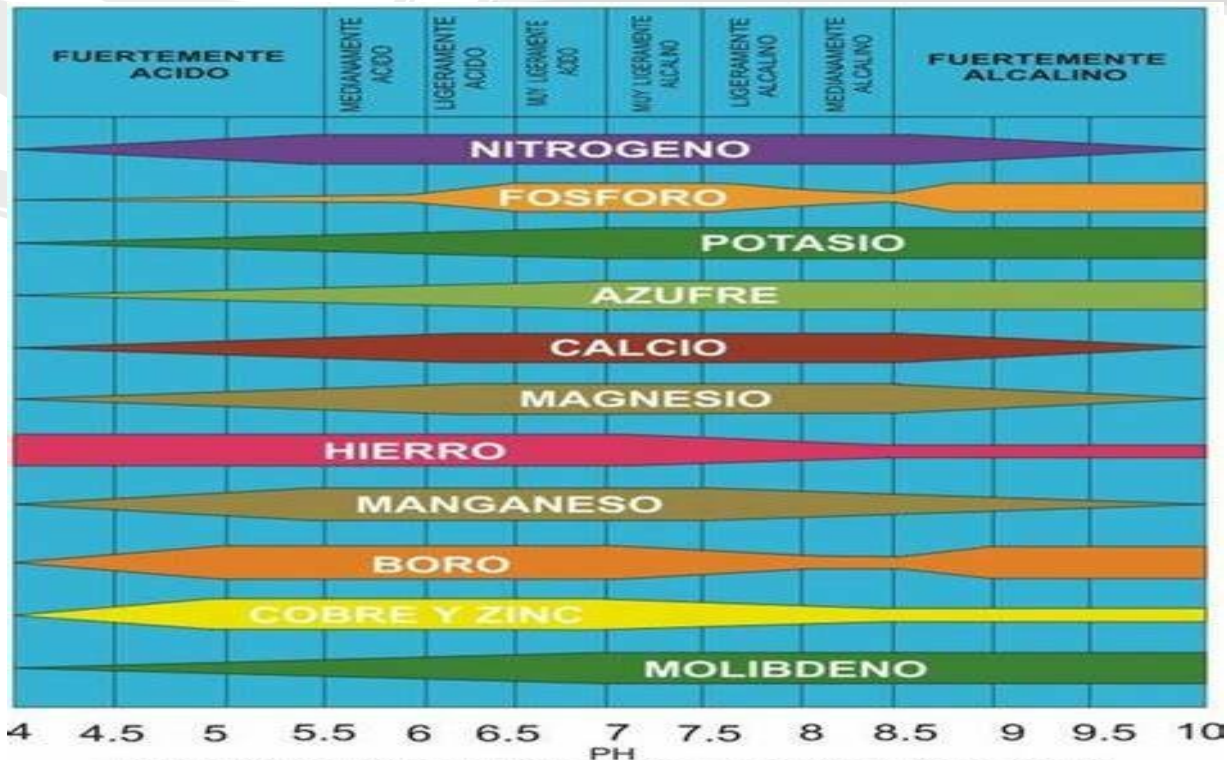
Reação do solo (medida pelo pH)

- O valor do pH do solo mede o seu grau de acidez ou alcalinidade, através da concentração de hidrogeniões (H^+) 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.



pH medido em suspensão solo/água	Designação
$\leq 4,5$	Muito ácido
4,6 – 5,5	Ácido
5,6 – 6,5	Pouco ácido
6,6 – 7,5	Neutro
7,6 – 8,5	Pouco alcalino
8,6 – 9,5	Alcalino
$> 9,5$	Muito alcalino

O conhecimento do valor do pH do solo é importante, uma vez que influencia o comportamento dos nutrientes, a atividade de muitos microrganismos que intervêm em processos fundamentais nos solos.



LA DISPONIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES PARA LAS PLANTAS DISMINUYE EN LA MEDIDA DEL ANCHO DE LAS BARRAS. EL PH DEL SUELO ES UN FACTOR CLAVE EN EL SUMINISTRO DE LOS NUTRIENTES.



Reação do solo

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



Reação do solo

- 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.
- Se bem que o solo pode vir a ser objeto de correção do valor de pH, quando se quer introduzir uma ou várias plantas, **é preferível escolher quais as plantas – espécie, variedade - pelo conhecimento das suas preferências** - do que querer alterar, pela fertilização (correção mineral), o valor da reação do solo, para corresponder ao que as plantas preferem.



Salinidade

- 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;
- 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;
- Para evitar a salinização tem de se fugir de introduzir sódio (e magnésio), quer pela nutrição, quer pela rega;
- Para se contrariar a salinização tem de se regar copiosamente, com água sem sódio (e sem magnésio).



Salinidade

- As causas naturais mais comuns de salinização (salinização primária) são a presença de toalhas freática 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 hidráulica baixa e sem sistema de drenagem);
- a rega com água com elevados teores de sais, a má condução da rega (dotações de rega desadequadas, com zonas sempre encharcadas);
- 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 lavagem;
- a contaminação do solo com águas residuais ou resíduos salinos de origem industrial.



Classificação do solo	Reação das culturas	Condutividade elétrica (1)
Sem efeito salino	Sem problema	< 0,40
Muito pouco salino	Culturas muito sensíveis podem ser afectadas	0,41 – 0,80
Pouco salino	Culturas sensíveis podem ser afectadas	0,81 – 1,60
Moderadamente salino	Só culturas tolerantes atingem produções aceitáveis	1,61 – 2,40
Fortemente salino	Só culturas muito tolerantes atingem produções aceitáveis	2,41 – 3,20
Muito fortemente salino	Só culturas altamente tolerantes atingem produções aceitáveis	> 3,20



Salinidade

- (1) expressa em dS/m a 25°C , no extrato 1: 2 (solo:água), sendo $1 \text{ dS/m} = 1 \text{ mS/cm} = 1 \text{ mmho/cm}$



Sodização (ou Alcalização)

- A dinâmica do sódio está associada à dinâmica dos outros catiões, nomeadamente do cálcio e do magnésio;
- **Quando o ião Na^+ e/ou o Mg^{2+} ganham preponderância no complexo de troca** (processo de sodização) , é promovida a degradação da estrutura do solo – verifica-se a chamada desfloculação - 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;
- Para se contrariar a sodização tem se aplicar gesso ao solo, e lavar abundantemente com águas sem sais, de molde a substituir o sódio pelo cálcio no complexo de troca, formando sais de sódio, que sendo solúveis, por lavagem saiem do solo
- Na aplicação de gesso contar com o abaixamento do pH e dar regas abundantes para arrastar – sair - o sódio e/ou o magnésio.



Micoorganismos dos solos benéficos

- 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.
- As bactérias fixadoras de azoto em simbiose (genericamente designadas por rizóbios) estabelecem parceria com leguminosas, caracterizando-se pela formação de estruturas especializadas nas raízes - os nódulos, nos quais ocorre o processo de fixação biológica do azoto, ou seja, as bactérias (rizóbios) convertem o azoto atmosférico em amónia (NH_4), que fica disponível para as plantas.



Micoorganismos dos solos benéficos

- A possibilidade de se obterem elevados rendimentos agrícolas e ao mesmo tempo preservar o ambiente pode estar ligada ao uso de **biofertilizantes (inoculantes microbianos)**, também designados por **bioestimulantes microbianos** para as plantas, como alternativa ao uso massivo de adubos químicos.
- Também outras bactérias, como é o caso de *Azospirillum*, são **fixadores de azoto não simbiótico** (também designados de vida livre) e, embora não formando nódulos nas raízes do hospedeiro, e não sendo tão eficientes na fixação de azoto, podem também contribuir para a nutrição azotada das plantas.



Bactérias com função benéfica

- (1) o aumento da disponibilidade de nutrientes (fósforo e ferro); melhorar eficiência de utilização do fósforo;
- (2) a produção de substâncias estimulantes do crescimento (hormona, auxina);
- (3) o antagonismo contra microrganismos patogénicos ou proteger plantas contra doenças. 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 sistémica na planta;



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

Bactérias com função benéfica

(4) a estimulação de mecanismos de proteção como seja melhorar o desempenho em situações de stresse abiótico, como salinidade ou secura.



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

Fungos com função benéfica

Fungos que formam associações simbióticas com as raízes das plantas – micorrizas – e assim aumentam 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.



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

Disponibilidade dos nutrientes

Taxa de mineralização da matéria orgânica – diz respeito ao N, P, S e alguns micronutrientes.

Determinantes são: Reações de **adsorção** – ligação por contacto, induzidas por cargas elétricas - de **precipitação** – formação de moléculas insolúveis - e de **quelatação por ligandos orgânicos**, 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 a **reação - acidez ou alcalinidade do solo** (veja-se o quadro de Truog).



Fertilização – uma atividade integrada

- Na procura da melhoria das condições de solo para a vida das plantas, têm de ser considerados a correção – ação sobre o solo – e também a **adubação – ação direta sobre o crescimento das plantas.**
- **Corretivos orgânicos** (aumentar a percentagem de matéria orgânica; fazer agricultura de conservação) e **corretivos minerais** (afetar do modo que se deseje o valor do pH do solo): efeito na estrutura, disponibilidade de nutrientes, afeta os microorganismos do solo; aplicação de carbonatos de cálcio e magnésio; aplicação de gesso.



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

Pastagem permanente e solo

- Entrada de resíduos vegetais
- Entrada de dejectos
- Diminuição da oxidação dos resíduos orgânicos
- “os resíduos orgânicos das leguminosas, por apresentarem, geralmente, baixas razões carbono/azoto, tendem rapidamente a ser mineralizados e, por tal motivo, a contribuir pouco para a fracção orgânica mais estável, ou seja, o húmus” (Quelhas-dos Santos, 1982 – Pastagens e Forragens, 3)



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

Reacção do solo

Considerar que – em condições de acidez - a toxicidade de alguns micronutrientes (Mn, Al...) e a falta de Ca são fenómenos diferentes, se bem que os dois estejam associados com a acidez de solo; há plantas que podem ser sensíveis a um dos fenómenos, mas não ser tão sensíveis a outro...

Quando se passa de patamar de produção baixo para outro mais alto, porque se incentivou a produção, com frequência revelam-se deficiências que na primeira situação não ocorriam.

O comportamento dos seres vivos – plantas e animais - nunca está dissociado dos diversos fatores que o envolvem.



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

Adequação do/ao pH, na instalação de plantas

É princípio importante escolher as culturas consoante o valor de pH do solo;

No entanto existem situações, que não são raras em Portugal, em que há vantagem de procurar subir o pH e existem diversos métodos de determinar a necessidade em cal; para fazer variar o pH, os parâmetros do solo que mais determinam a necessidade em cal são: valor de **pH de partida**; valor de **pH pretendido**; **textura** de solo; **teor de matéria orgânica**.

O efeito da calagem, ou a facilidade de resposta à calagem, dependem dos elementos mais finos do solo – minerais e orgânicos – porque são eles que têm radicais (de moléculas) livres que podem vir a ligar-se aos iões H^+ e OH^- (poder tampão).



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



Magnesium Carbonate

Poder tampão

- O poder tampão é a capacidade, do solo, de resistir a variações do valor do pH.
- São os elementos finos – ditos colóides – sejam minerais ou orgânicos que determinam quantitativamente o poder tampão do solo.
- A ação antrópica não pode (na prática...) regular o teor de elementos minerais finos no solo – não tem capacidade de alterar a textura – mas pode contribuir para variações do teor de matéria orgânica, e então, por afetar o teor de colóides orgânicos, afetar o poder tampão do solo.



Aumento da matéria orgânica

- O aumento do teor de matéria orgânica no solo – são uma das fundamentais componentes da designada Agricultura de Conservação.
- Pode afirmar-se que o aumento, no solo, da matéria orgânica representa a melhoria das propriedades químicas do solo; mas também significa a melhoria de propriedades físicas do solo, designadamente a melhoria da agregação (estrutura), da porosidade, da friabilidade, da capacidade de retenção e trânsito de água.
- Redução da intensidade de mobilização e deixar resíduos vegetais no solo, contribuem para o aumento do teor de matéria orgânica.



Friabilidade

- Entende-se por friabilidade a possibilidade que o solo tem, com pouca humidade, de se partir, de se esboroar.
- O conceito de friabilidade opõe-se ao de tenacidade (dito de outra forma, um solo com grande tenacidade fica – quando seco – muito duro, e então não tem – ou tem muito pouca – tenacidade).
- Os **solos com friabilidade**, são solos fáceis de trabalhar (...de mobilizar), ao contrário dos **solos tenazes** (com grande tenacidade).



Azoto (N)

- Relativa **independência** em relação ao N por parte das leguminosas
- Mesmo com leguminosas, **fornecer 20 a 30 unidades** (= Kg/ha) pode ser vantajoso para arranque da cultura
- A não fixação de N deriva muitas vezes da incapacidade funcional do rizóbio
- Resultados de diversos autores apontam para **valores muito diferentes** entre espécies vegetais do quantitativo de N fixado (ex: fixação simbiótica de 40 a 50 unidades em pastagens de sequeiro, quando pode atingir mais de 100 unidades em pastagens de regadio)
- Sendo um recurso caro, em pastagens, o N aplicado vindo da indústria, quer-se em montante nulo ou reduzido



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

Azoto (N)

Em culturas que sendo anuais vegetam alguns meses a disponibilização de azoto das leguminosas, que têm este nutriente pela simbiose, para as gramíneas que as acompanham, **no próprio ano**, é muito reduzido.

O efeito benéfico é mais manifesto quando se trata de culturas permanentes, em que o azoto é disponibilizado a partir da **incorporação desses resíduos** em microorganismos e posterior **mineralização**.



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

Fixação simbiótica

Porque os valores altos de fixação de azoto só ocorrem quando estão reunidas diversas condições favoráveis;

- se tivermos sementeira tardia, acidez de solo, as plantas não foram inoculadas com sucesso, pode-se justificar, por ser necessário à cultura, mesmo em pastagens, a aplicação de 20 a 30 unidades de azoto.



Valores de N_s a considerar nas deduções a efetuar consoante o parâmetro do solo considerado

Parâmetro considerado	Resultado da análise de terra (*)	Valor a deduzir à recomendação de fertilização (**)
Azoto mineral (N , mg/kg)	≤ 25 > 25	0 10 kg de azoto (N) por cada 5 mg/kg de N a mais
Azoto nítrico ($N-NO_3$, mg/kg)	≤ 100 > 100	0 10 kg de azoto (N) por cada 20 mg/kg de N a mais
Azoto total (N , %)	$\leq 0,125$ $> 0,125$	0 10 kg de azoto (N) por cada 0,025 unidades percentuais de N a mais
Matéria orgânica (MO , %)	$\leq 2,50$ 2,51-5,99 $\geq 6,00$	0 10 kg de azoto (N) por cada 0,5 unidades percentuais de MO a mais 60 kg de azoto (N)

(*) Amostras de terra colhidas à profundidade de 0 a 20 cm.

(**) As deduções máximas do N_s não devem ultrapassar 70 % da quantidade de azoto a aplicar.



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

Da disponibilidade do azoto,

sendo Nr azoto disponibilizado por resíduos culturas precedentes

Valores de N, a considerar nas deduções a efetuar	
Fonte: Ver Portaria n.º259/2012_Programa de Ação - Anexo VI - Quadro 2	
Precedente cultural	Azoto a adicionar (+) ou retirar (-) à recomendação
Beterraba (folhas recolhidas)	0
Beterraba (folhas incorporadas)	-20
Cereais (palha recolhida)	0
Cereais (palha incorporada)	20
Couve-brócolo	-30
Couve-de-bruxelas	-30
Couve-flor	-30
Prado temporário (2 ou mais anos)	-20
Prado luzerna	-40
Cultura intercalar - gramíneas	-1,5 kg de N/t matéria verde incorporada
Cultura intercalar - leguminosas	-2,5 kg de N/t matéria verde incorporada



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

Métodos Químicos (expeditos)

Indicação aproximada da capacidade do solo para fornecer o P e o K às culturas;

Pressuposto de que as quantidades de P e K extraídos por determinados reagentes equivalem àquelas que as raízes das plantas seriam capazes de absorver.

Não seria expedito usar diferentes métodos consoante as condições...

Não esquecer que diferentes plantas têm diferente capacidade de absorver os elementos a partir do solo.



Fósforo (P)

- As leguminosas são tidas como tendo fraca possibilidade de aproveitamento do fósforo do solo (raízes aprumadas);
- Nas leguminosas o P é absolutamente necessário para o fortalecimento do sistema de raízes e para a eficácia do rizóbio;
- A produção de boa semente também é determinada pelo fósforo;
- Trata-se de elemento pouco móvel no solo, determina os ciclos de adubação.



Fósforo (P)

- A decomposição da matéria orgânica é fonte importante de fósforo.
- Estima-se que as culturas apenas utilizem até 30% da quantidade total do fósforo aplicado ao solo anualmente, através de adubos e corretivos orgânicos.
- O fósforo que fica retido no solo, sem ser utilizado pelas culturas, apresenta um efeito residual, podendo ser utilizado nos anos subsequentes.
- Diversos processos de fixação (retenção) no solo.



Fósforo (P)

- Os solos que apresentam capacidade mais elevada de fixação das formas mais solúveis do fósforo são os que contêm teores apreciáveis de argila;
- Também os ácidos húmicos e fúlvicos da matéria orgânica podem contribuir para a retenção do fósforo na forma iónica na fase sólida do solo, constituindo-se complexos entre o fósforo e o alumínio e/ou ferro e moléculas da matéria orgânica.



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

Fósforo (P)

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 nutrientes as fontes do disponíveis no solo.

Em média estima-se que apenas 5% do fósforo existente no solo seja disponível para as culturas.



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

Fósforo (P)

- A aplicação de adubos fosfatados é aspeto essencial na adubação que se faz na época de sementeira (em fundo)

Potássio (K)

- São-lhe atribuídas nas plantas funções de resistência a agentes climáticos adversos, a doenças e pragas;
- É o nutriente responsável pelo estado hídrico das plantas; carência pode levar a “desregulação da água” na planta;
- É um nutriente que não pode ser negligenciado quando se cultivam leguminosas;
- Estão descritos vários processos de fixação do K, no solo, que o tornam menos disponível para as plantas.



Outros Nutrientes

- Diz respeito ao cálcio, magnésio e enxofre e aos micronutrientes ferro, manganês, zinco, cobre, alumínio, boro, molibdénio e cobalto;
- A boa nutrição destes elementos passa por procurar ter solos com pH entre 6 e 7,5; ter práticas que levem ao enriquecimento em matéria orgânica; não esquecer o uso de adubos elementares que não sejam sempre os mesmos; preferir calcários magnesianos – quando não haja impedimento agronómico – em relação ao uso de calcários calcíticos.



Casos particulares de alguns micronutrientes

- Molibdénio – carência em solos ácidos; tem função na fixação simbiótica; pode justificar-se aplicação de **150 a 300 g de molibdato de sódio por hectare**, em mistura de outros adubos;
- Cobalto – carência deste nutriente em forragens de algumas regiões dos Açores, é resolvida quando os animais diversificam, na alimentação, a proveniência da forragem, é por isso designada a “**doença da volta**”.

Exemplo de recomendações de fertilização em macronutrientes principais (MFC; INIAV)

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
INSTALAÇÃO											
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
MANUTENÇÃO ANUAL											
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



PASTAGENS BIODIVERSAS

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	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 excecionais resultantes da má instalação da pastagem.

Exemplo de recomendações de fertilização em macronutrientes principais (MFC; INIAV)

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
MANUTENÇÃO ANUAL													
< 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.



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

Algumas formulações de adubos

0 – 18 – 0; + CaO + SO₃

0 – 26 – 0; + 9 SO₃

0 -20 – 17; + 2 Mg + 0,03 B

0 – 6 – 30; + 5,3 CaO + 4 MgO + 8 SO₃

0 – 24 – 0; + 24 CaO + 19 SO₃ + 0,1 Fe + 0,1 Mn + 0,001 Mo + 0,1 Zn



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

Controlo da poluição com nitratos e fosfatos tem de ser efetuado com boas práticas; Documento valioso é Código de Boas Práticas Agrícolas

- fixar a dose adequada dos fertilizantes a aplicar consoante o potencial de produção;
- aplicar fertilizantes nas épocas adequadas, derivadas do crescimento;
- diminuir a dose de azoto a aplicar quando a produção prevista decrescer;
- não deixar o solo nu quando há risco de erosão;
- não aplicar fertilizantes em tempo chuvoso ou com os solos alagados;
- nos cálculos de adubação 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.

Em súmula **nunca gastar a mais, primar pela eficiência.**



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

(Manual de Fertilização das Culturas)

https://www.iniaav.pt/images/publicacoes/livros-manuais/Manual_Fertilizacao_das_culturas.pdf

(Código de Boas Práticas Agrícolas)

<https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/despacho/1230-2018-114627305>

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

Av. da República, Quinta do Marquês, 2780-157 Oeiras, Portugal

Tel : (+ 351) 214 403 500 | Fax : (+ 351) 214 403 666

www.iniaav.pt