

Financiado por:

Iceland  
Liechtenstein  
Norway grants

# +solo +vida



BOAS PRÁTICAS AGRO-SILVO-PECUÁRIAS

## Melhoramento do Solo

### Importância da boa prática

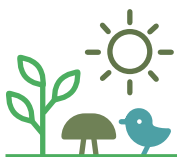
A utilização de culturas de cobertura como estratégia de melhoramento do solo encerra um conjunto de benefícios que tornam esta boa prática de enorme relevância numa exploração agrícola. O seu efeito cumulativo resulta num incremento da fertilidade, e, por conseguinte, da produtividade da parcela, além de potencialmente gerar um rendimento

adicional para a exploração a partir do primeiro ano de instalação. Têm um papel fundamental na redução da poluição, da erosão e da pressão de infestantes e pragas, apesar destes benefícios serem por vezes difíceis de quantificar e, frequentemente, de atribuir um valor monetário.



A prática desta medida é positiva para:

Biodiversidade



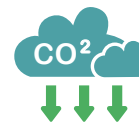
Sequestro  
de carbono



Gestão do Risco  
de Erosão



Redução de  
Emissões



### PROTECÇÃO CONTRA A EROSÃO

A erosão da camada superior do solo ocorre em muitas explorações agrícolas, privando os campos da parte mais fértil, que contém a maior percentagem de matéria orgânica e nutrientes (a erosão de apenas 5mm da camada superficial de solo corresponde a perder 50m<sup>3</sup> de solo por hectare). O recurso a culturas de cobertura permite: i) abrandar a ação da água em movimento, reduzindo assim a sua capacidade de transporte do solo; ii) aumentar a capacidade do solo para absorver e reter a água, através da melhoria da estrutura dos poros; iii) estabilizar as partículas do solo no sistema radicular da cultura de cobertura.



Promotor:



Parceiros:



Working together  
for a green Europe.

## INCREMENTO DE MATÉRIA ORGÂNICA

A matéria orgânica permite melhorar a estrutura do solo, aumentar a infiltração e a capacidade de retenção de água; melhora também a capacidade de troca catiónica (a capacidade do solo para armazenar e libertar rapidamente certos nutrientes) e possibilita a libertação lenta ao longo do tempo de determinadas substâncias que contribuem para a fertilidade e microbioma do solo.

Uma vez que diferentes plantas deixam para trás diferentes tipos de matéria orgânica à medida que se decompõem, a escolha da cultura de cobertura é determinante para o tipo de benefícios que se podem obter.

Sem matéria orgânica, não se pode falar de solo, apenas de uma mistura mineral inerte.

## MELHORIA NA FERTILIDADE

As culturas de cobertura contribuem indiretamente para a saúde geral do solo, capturando os nutrientes antes que estes possam ser lixiviados ou também, no caso das leguminosas, adicionando azoto (N) ao solo. As suas raízes contribuem para converter alguns nutrientes em formas mais disponíveis. O cálcio (Ca) e o potássio (K) são dois macronutrientes com alguma tendência para serem transportados pela água, embora sejam menos móveis que o N. Estes nutrientes podem ser trazidos das camadas mais profundas do solo por espécies com raízes profundas. Os nutrientes são depois libertados de volta quando a cultura de cobertura morre e se decompõe. No caso do fósforo (P), que é apenas ligeiramente solúvel em água e, como tal, pouco lixiviável, algumas culturas de cobertura promovem o aumento da sua disponibilidade no solo ao, por exemplo, segregarem ácidos pelas

raízes que colocam o P numa forma mais solúvel e utilizável pelas plantas, ou ao fazerem associações com fungos micorrízicos, organismos que contribuem de sobremaneira para a disponibilização deste e de outros nutrientes.



## PROMOÇÃO DE MICROORGANISMOS BENÉFICOS

De entre os ecossistemas terrestres, o solo é o que mais contribui para a fixação de carbono, sendo que a maior fatia se deve à atividade microbiótica. Para um solo produtivo, duas das categorias mais relevantes de microrganismos correspondem aos simbióticos e aos decompositores.

Muitas leguminosas formam associações simbióticas tripartidas com rizóbios (bactérias fixadoras de azoto) e fungos micorrízicos. Os rizóbios estão localizados nos nódulos radiculares (pequenas estruturas em forma de bolsa localizadas nas raízes) e fornecem à planta o azoto atmosférico

fixado, enquanto que os fungos micorrízicos colonizam as raízes das plantas e fornecem vários nutrientes essenciais à planta em troca de açúcares, libertando no processo substâncias que contribuem, por um lado, para a mobilização e disponibilização de nutrientes e, por outro, para a redução nas variações de temperatura, humidade e pH ao nível da raiz, incrementando assim a resiliência das plantas hospedeiras. Adicionalmente as micorrizas aparentam ter um papel preponderante na melhoria da estrutura do solo uma vez que se encontram frequentemente associadas a uma elevada presença

de agregados do solo.

Os microrganismos decompositores são os responsáveis pela integração dos resíduos animais e vegetais na teia trófica, através de um trabalho de degradação e simplificação dos constituintes destes materiais. Quando digerem o material vegetal, os microrganismos do solo produzem diversos

compostos, entre eles, os polissacáridos - açúcares complexos que atuam como colas no solo para cimentar pequenas partes do solo em agregados, estruturas de suma importância para um solo produtivo e resiliente, determinando em larga medida o arejamento, capacidade infiltração e de retenção de água, e resistência à compactação.



## Quais as culturas melhoradoras de solo?

De uma forma geral as plantas utilizadas dividem-se entre leguminosas e não-leguminosas, sendo que este último grupo integra, entre outras, as brássicas (família das couves e das mostardas) e as gramíneas (que incluem várias espécies forrageiras e os cereais).

## LEGUMINOSAS

As leguminosas são plantas que estabelecem relações simbióticas com bactérias fixadoras de azoto (N), contribuindo para a fixação de azoto atmosférico no solo em formas assimiláveis. Apesar de mitigarem a erosão do solo e de facilitarem a quebra de ciclos de infestantes, o maior contributo das leguminosas é o azoto que fornecem ao solo. As culturas subsequentemente instaladas podem absorver entre 30 e 60% do azoto fixado pela cultura anterior de leguminosas, o que permite reduzir a aplicação de fertilizantes azotados. Este contributo natural de fertilidade pode por si só justificar a utilização de leguminosas em rotações de culturas e em misturas melhoradoras de solo.

As leguminosas habitualmente utilizadas incluem trevos, ervilhas, serradelas, biserrulas, ervilhacas, luzerna entre outras. São geralmente menos abundantes em carbono (C) e mais abundantes em azoto (N) do que as gramíneas. Esta relação C:N mais baixa resulta numa decomposição mais rápida dos resíduos de leguminosas. Por conseguinte, o azoto e outros nutrientes contidos nestes resíduos são geralmente libertados mais rapidamente do que com as gramíneas, promovendo assim um forte crescimento inicial da atividade microbiológica do solo. No entanto, isto significa que o controlo das

infestantes pela deposição de resíduos de leguminosas pode não ser tão prolongado no tempo como uma quantidade equivalente de resíduos de gramíneas.



## BRÁSSICAS

As brássicas usadas como culturas de cobertura (rabanetes, nabos, mostardas, etc.) são plantas anuais folhosas que apresentam tipicamente um rápido crescimento no outono, grande produção de biomassa e elevada capacidade de absorção de nutrientes. Devido a este crescimento rápido, obtém-se rapidamente o efeito de sombra no solo, o que permite reduzir a evaporação e a temperatura ao nível da superfície do solo, assim como abrandar o crescimento de espécies infestantes.

Uma característica exclusiva da família das brássicas é a produção de glucosinolatos, compostos alelopáticos (funcionam como inibidores naturais de outras espécies de plantas) que são libertados pelas raízes. Estes e outros compostos químicos presentes na maioria das espécies de brássicas, podem ser tóxicos para agentes patogénicos e pragas do solo, como nemátodos ou fungos. As mostardas, em particular, têm geralmente concentrações mais elevadas destas substâncias.

Consoante as espécies selecionadas, os correspondentes sistemas radiculares podem contrariar de diferentes formas a compactação que frequentemente resulta das lavouras sucessivas. Os nabos, com uma grande raiz tuberosa logo abaixo do solo, ajudam a reduzir a compactação nas camadas superiores. No caso dos rabanetes, ao produzirem uma raiz tuberosa mais comprida, contribuem mais

para a descompactação a uma maior profundidade do perfil do solo, tal como as mostardas, que produzem uma grande massa radicular com as suas raízes fibrosas.

A maior parte das espécies desta família morre no inverno e decompõem-se rapidamente devido ao seu elevado teor de água. Para que os nutrientes dos seus tecidos permaneçam no sistema, é vantajoso utilizar as brássicas em conjunto com outras famílias de plantas, em particular as gramíneas.



## GRAMÍNEAS

As gramíneas têm um sistema radicular "fibroso" constituído por numerosas e extensas raízes finas que se estendem a partir da base da planta, raízes estas que contribuem para descompactar a camada superficial do solo, libertando simultaneamente substâncias que promovem a formação de agregados. Por apresentarem um enraizamento vigoroso, estabelecem-se rapidamente, sendo assim indicadas para obter uma cobertura de solo precoce, conferindo proteção contra a erosão e uma redução na germinação e crescimento de infestantes. Produzem grandes quantidades de resíduos, o que



significa um precioso aporte de matéria orgânica ao solo, com os já mencionados benefícios daí recorrentes (mais atividade biológica, melhor arejamento e dinâmicas de infiltração e retenção de água). Caso a cultura seja mantida até à maturidade (para maximizar a quantidade de resíduos), a quantidade de azoto disponível para a cultura seguinte diminuirá. Isto pode ser evitado adicionando leguminosas à sementeira.

Esta família de culturas oferece uma maior variedade de épocas de sementeira do que as brássicas ou as leguminosas. Nela podemos incluir os cereais anuais (triticale, centeio, trigo, cevada, aveia), as gramíneas forrageiras anuais ou perenes (como o azevém, a festuca ou o panasco) e as gramíneas de estação quente (como o sorgo ou a erva do sudão).

## MISTURA DE SEMENTES

As misturas de duas ou mais culturas de cobertura são frequentemente mais eficazes do que a instalação de uma única espécie. Estas misturas podem reduzir o risco nos sistemas de cultivo porque cada cultura da mistura pode responder de forma diferente ao estado do solo, a pragas e às condições climáticas.

Em sistemas de forragem ou de pastoreio, por exemplo, uma mistura de centeio, trigo e cevada é mais nutritiva, pode ser pastoreada durante um período de tempo mais longo e é menos suscetível de ser devastada por uma única doença. A utilização de plantas tolerantes à seca numa mistura perene aumenta a persistência em anos secos. A escolha de várias culturas de cobertura com "sementes duras" que demoram muitos meses a germinar também melhora a cobertura num espectro mais vasto de

condições. A mistura de cultivares de uma única espécie com períodos de maturidade e hábitos de crescimento variados mantém benefícios durante mais tempo.

Uma mistura gramínea/leguminosa para cobertura vegetal ajusta-se à quantidade de N disponível no solo: se houver muito N a gramínea domina; se não houver muito N disponível no solo, a leguminosa tenderá a dominar a mistura. Em ambos os casos, obtém-se o benefício combinado da absorção de N pela cultura de cobertura de gramíneas e da adição de N da cultura de cobertura de leguminosas.

Assim, as misturas de sementes podem oferecer o melhor dos dois mundos, combinando os benefícios das gramíneas e leguminosas, ou utilizando as diferentes características de crescimento de várias espécies para satisfazer as suas necessidades.

## Indicadores Técnicos

Impacto na conservação do solo

+ + + + +

Facilidade de implementação

+ + + +

## Considerações

O solo é uma substância incrivelmente complexa. Tem propriedades físicas e químicas que lhe permitem sustentar organismos vivos - não apenas raízes de plantas e minhocas, mas centenas de milhares de diferentes macrorganismos e microrganismos. Quando estes organismos estão em equilíbrio, o solo faz um ciclo eficiente de nutrientes, armazena água e drena o excesso, e mantém um ambiente em que as plantas podem prosperar.

A mobilização reduzida (ou não-mobilização) do solo, por exemplo, recorrendo a técnicas como a sementeira-direta, em conjunto com um uso continuado (e adequado) de culturas de cobertura, promovem a formação de solo e a sua saúde, o que, para o caso de uma exploração agrícola, se traduz num investimento estratégico a longo prazo de suma importância.

## PARA APROFUNDAR

Bacq-Labreuil A, Crawford J, Mooney SJ, Neal AL, Ritz K. Cover crop species have contrasting influence upon soil structural genesis and microbial community phenotype. *Sci Rep.* 2019 May 16;9(1):7473. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-43937-6>. PMID: 31097750; PMCID: PMC6522496.

TISDALL, J.M. and OADES, J.M. (1982), Organic matter and water-stable aggregates in soils. *Journal of Soil Science*, 33: 141-163. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.1982.tb01755.x>

Hudek, C., Putinica, C., Otten, W., & De Baets, S. (2022). Functional root trait-based classification of cover crops to improve soil physical properties. *European Journal of Soil Science*, 73(1), e13147. <https://doi.org/10.1111/ejss.13147>

Gentsch, N., Riechers, F. L., Boy, J., Schweneker, D., Feuerstein, U., Heuermann, D., and Guggenberger, G.: Cover crops improve soil structure and change organic carbon distribution in macroaggregate fractions, *SOIL*, 10, 139–150, <https://doi.org/10.5194/soil-10-139-2024>, 2024

Tao, F., Huang, Y., Hungate, B.A. et al. Microbial carbon use efficiency promotes global soil carbon storage. *Nature* 618, 981–985 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06042-3>

Clark, A. (Ed.). (2008). *Managing cover crops profitably*. Diane Publishing.