

O SOLO e a litologia como fatores determinantes no Terroir Duriense

Afonso Martins
UTAD

1



A VINHA e O VINHO, o MOTOR do DOURO



**UM BOM VINHO NASCE NA VINHA e
DEPENDE das CARACTERÍSTICAS do
*TERROIR***

2

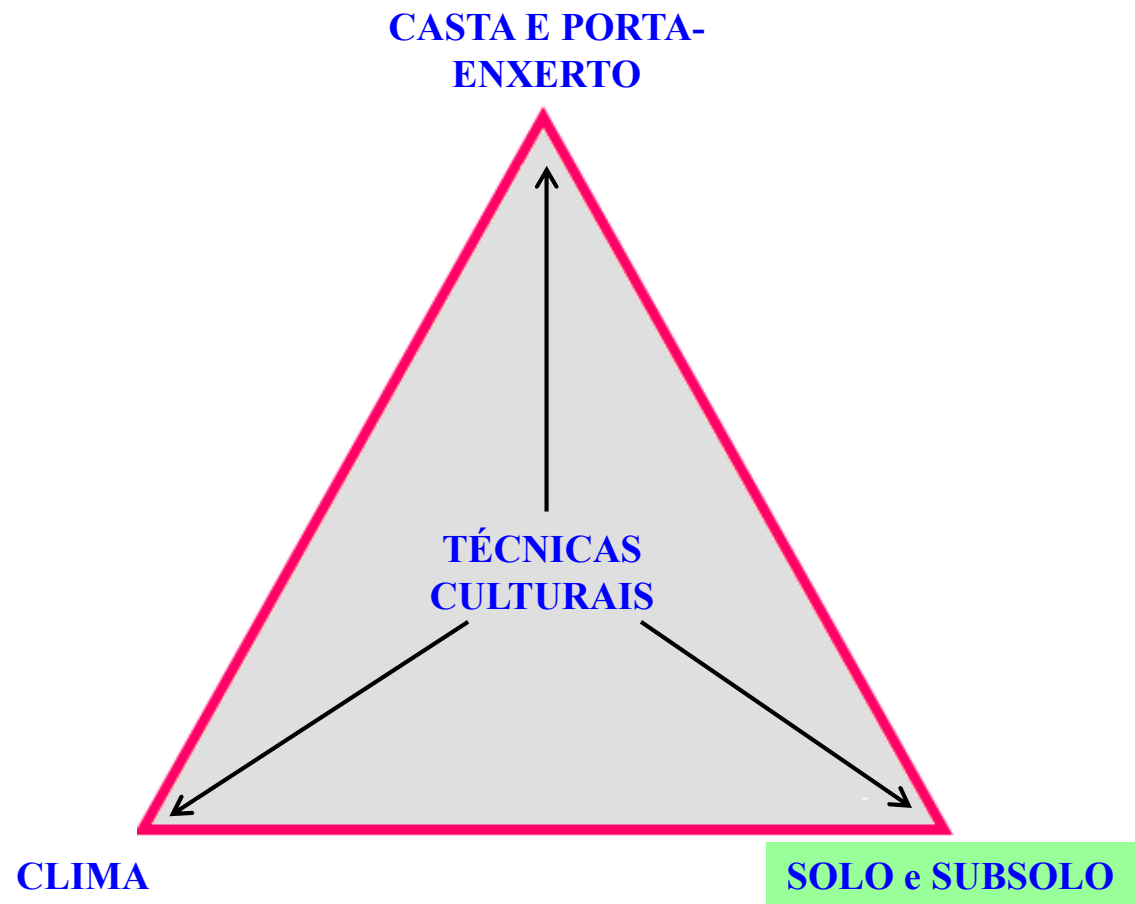
Conceito de *Terroir* (Magalhães, 2008, citando Riou *et al.* 1995 e Morlat, 1996)

“O “terroir” representa pois um território de dimensão variável, definido pela associação das componentes geológica, pedológica e paisagística, na qual a resposta da videira é considerada reprodutível para um dado clima”

Magalhães, N (2008). Tratado de Viticultura. A Videira, a Vinha e o Terroir. Chaves Ferreira, Publicações S.A., Lisboa.



Os fatores do *Terroir* vitícola



A intervenção humana no *Terroir* **(Magalhães, 2008)**

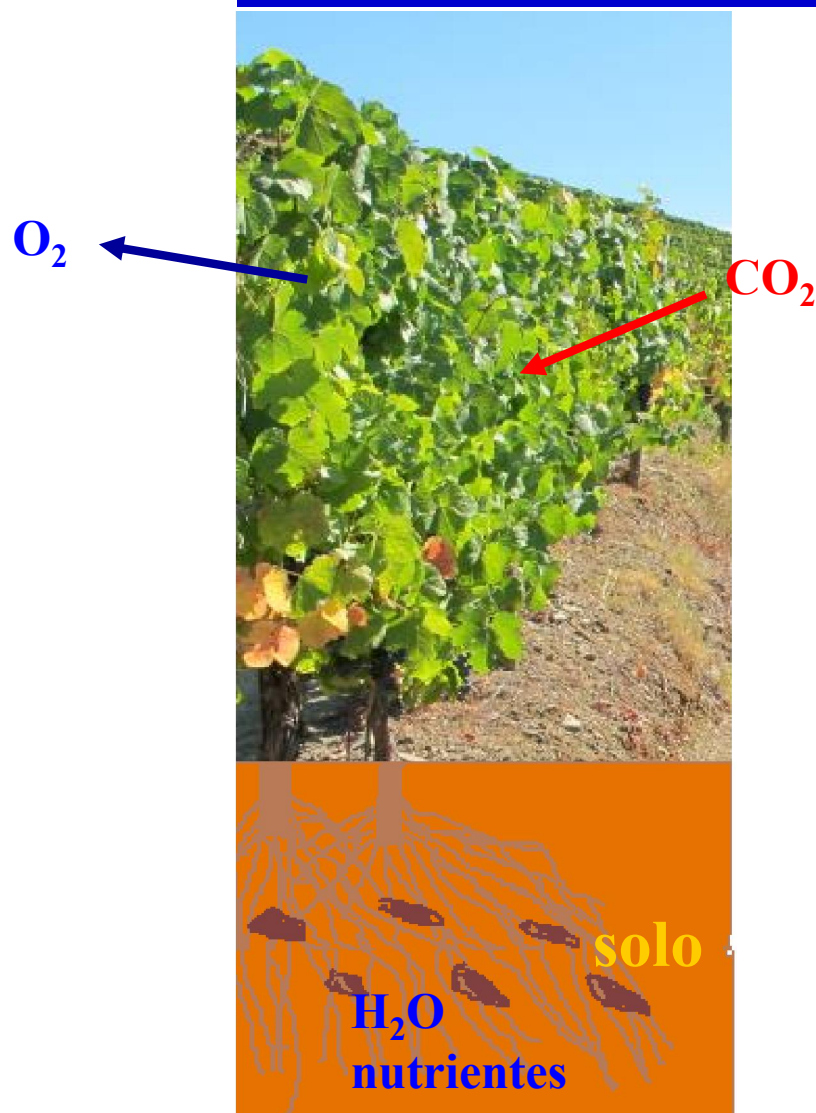
“A intervenção do homem, por seu lado, traduz-se através da aplicação de técnicas culturais às condições particulares do meio, com o objetivo de fazer sobressair, da melhor forma, as características específicas do produto final”



O SOLO no Terroir Vitícola

SOLO – Como ambiente onde a videira se desenvolve, de onde retira a água e os nutrientes para cumprir todo o seu ciclo vegetativo, tem um efeito fundamental na quantidade e qualidade da produção de uvas e no produto final, o VINHO

SOLO – Suporte e fornecedor de água e nutrientes



Funções principais

- ✓ Ancorar a planta e mantê-la na vertical
- ✓ Fornecer dois constituintes fundamentais – água e nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Mo, Mn, B.....)

Requisitos

- ✓ Espessura de enraizamento
- ✓ Retenção e disponibilidade de água
- ✓ Arejamento (O₂)
- ✓ Armazenar e fornecer nutrientes e dispor de condições químicas e biológicas para sua absorção

O SOLO e a VINHA (Magalhães 2008)

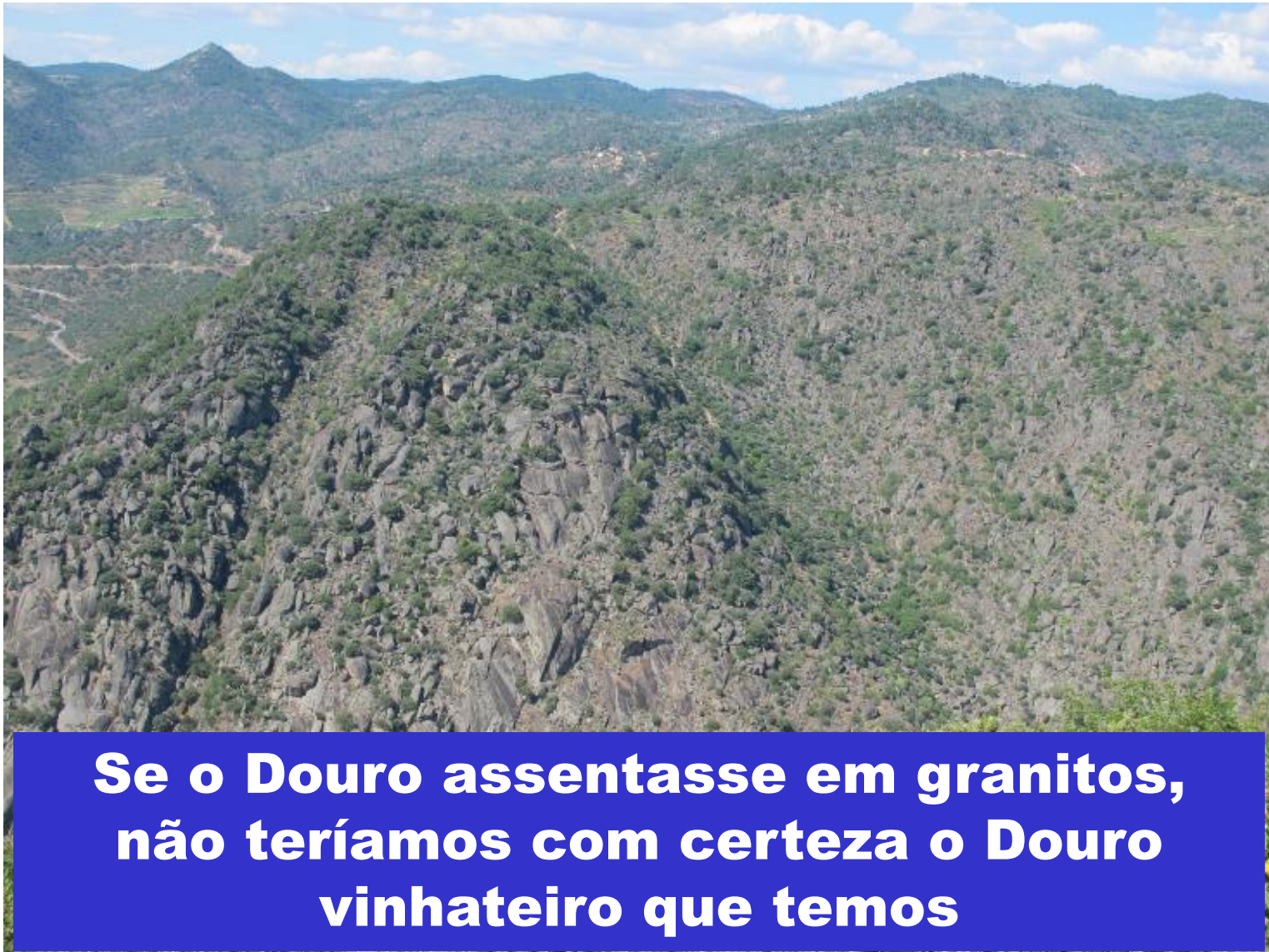
- ❑ A influência do SOLO nas características das uvas e dos vinhos pode ser apreciada através da sua composição relativa em açúcares, ácidos, elementos minerais e orgânicos, polifenóis, antocianas, complexidade, intensidade aromática e caráter mineral, bem como na componente enzimática das uvas, muito relacionada com as qualidades e características do vinho.
- ❑ Também o desequilíbrio em termos de nutrientes e a acidez ou alcalinidade do solo, conduzem a problemas na nutrição da vinha com efeitos nocivos na mesma

Efeitos da disponibilidade de água na vinha (Magalhães, 2008)

- ❑ Condiciona o crescimento, a produtividade e o grau de maturação
- ❖ Solos com elevada disponibilidade de água conduzem a elevado vigor, falta de açúcar e excessiva acidez e adstringência
- ❖ Por outro lado, a falta de água pode conduzir a atrasos na maturação, diminuição do teor de açúcares e de compostos fenólicos e conduzir a adstringência, com caráter herbáceo



A Litologia e o *Terroir* Duriense



**Se o Douro assentasse em granitos,
não teríamos com certeza o Douro
vinhateiro que temos**

10



Razões???



Diferenças entre solos derivados de granito e de xistos



Solo derivado de granito

Cerca de 20 m de distância, com a mesma vegetação



Solo derivado de xisto



Diferenças entre solos derivados de granito e de xistos (cont.)



Solo derivado de granito

Solos derivados de Granitos

Em geral ocorrem duas situações distintas:

- ☐ O granito ocorre próximo da superfície, duro, não permitindo o aprofundamento
- ☐ Ou o granito está muito alterado, a designada arenização, com muito saibro e areia grossa e elevada pobreza em nutrientes, o que dificulta a retenção de água e a nutrição vegetal, como é visível no perfil do solo com ausência de raízes

Esta situação pode ser consideravelmente diferente no caso de granitos biotíticos com plagioclases, mas são menos comuns



Diferenças entre solos derivados de granito e de xistos (cont)

Solos derivados de Xistos

No caso dos xistos uma situação completamente diferente:

- ❑ Possibilidade de aprofundamento face à natureza mais branda do xisto e à sua clivagem
- ❑ Um ambiente mais rico em materiais finos e em nutrientes, com condições mais favoráveis à retenção de água e fornecimento de nutrientes, bem visível pela quantidade de raízes que existem no perfil do solo



Solo derivado de xisto



Efeitos dos xistos no *Terroir* duriense

- ❑ **fácil fraturação da rocha com a possibilidade de aprofundamento do solo e ocorrência de pedregosidade no perfil e à superfície, o que diminui a erosão e facilita a permeabilidade e recarga hídrica**
- ❑ **texturas favoráveis à retenção de água disponível**

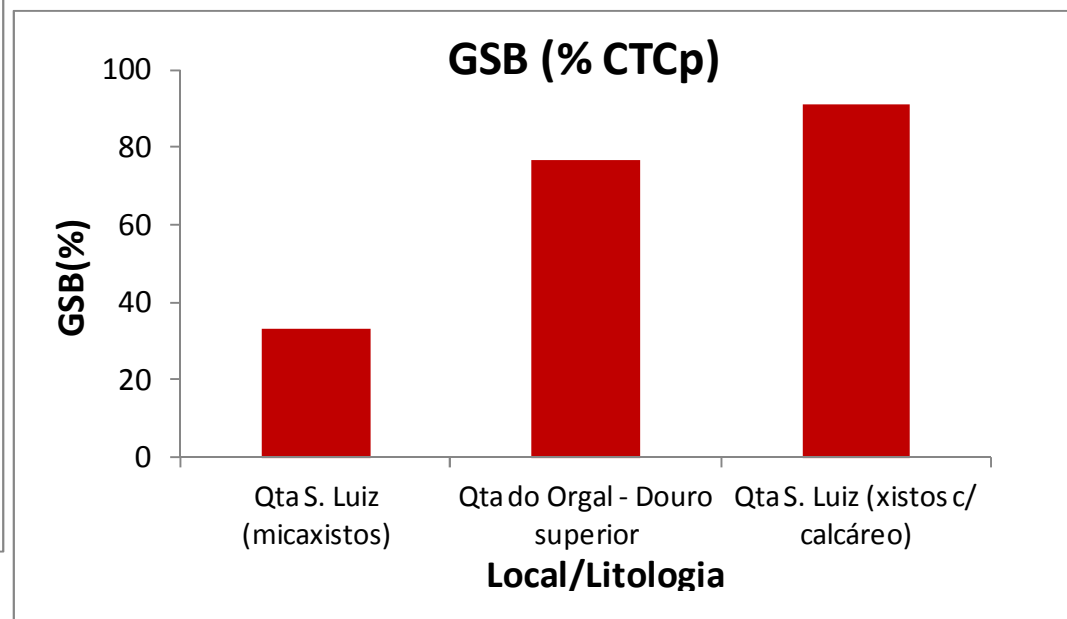
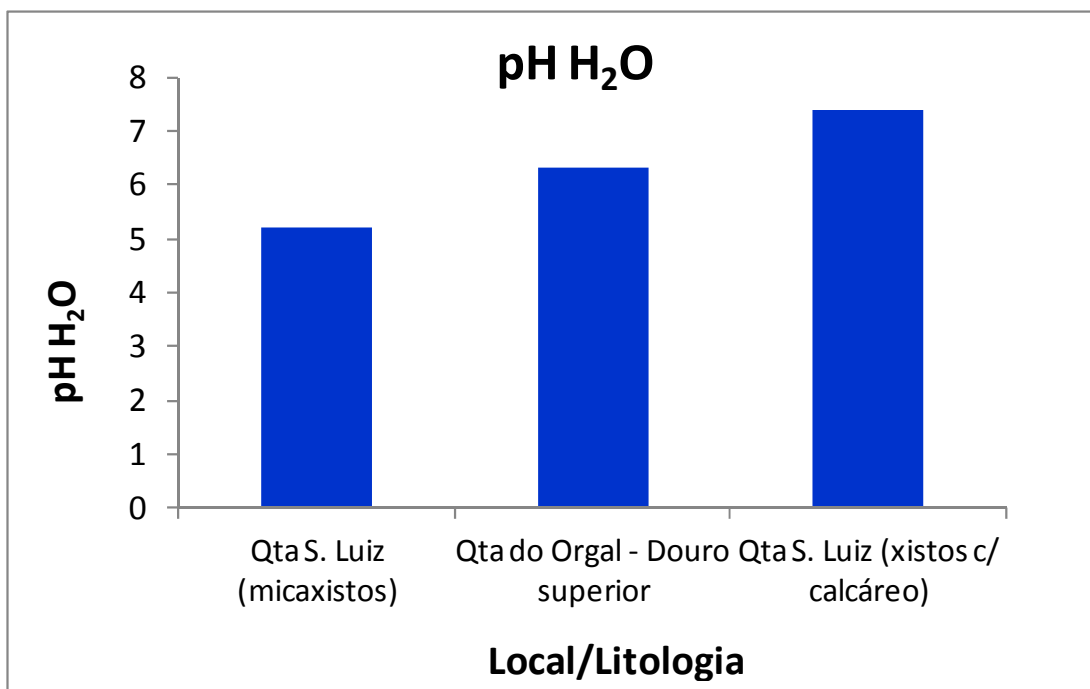


Efeitos dos xistos no *Terroir* duriense (cont)

- ❑ **disponibilidade de nutrientes importantes na fisiologia da videira (caso do K^+)**
- ❑ **estrutura do xisto em camadas com possibilidade de entrada das raízes e exploração desse ambiente, rico em água e em nutrientes face ao estado inicial de alteração mineral**



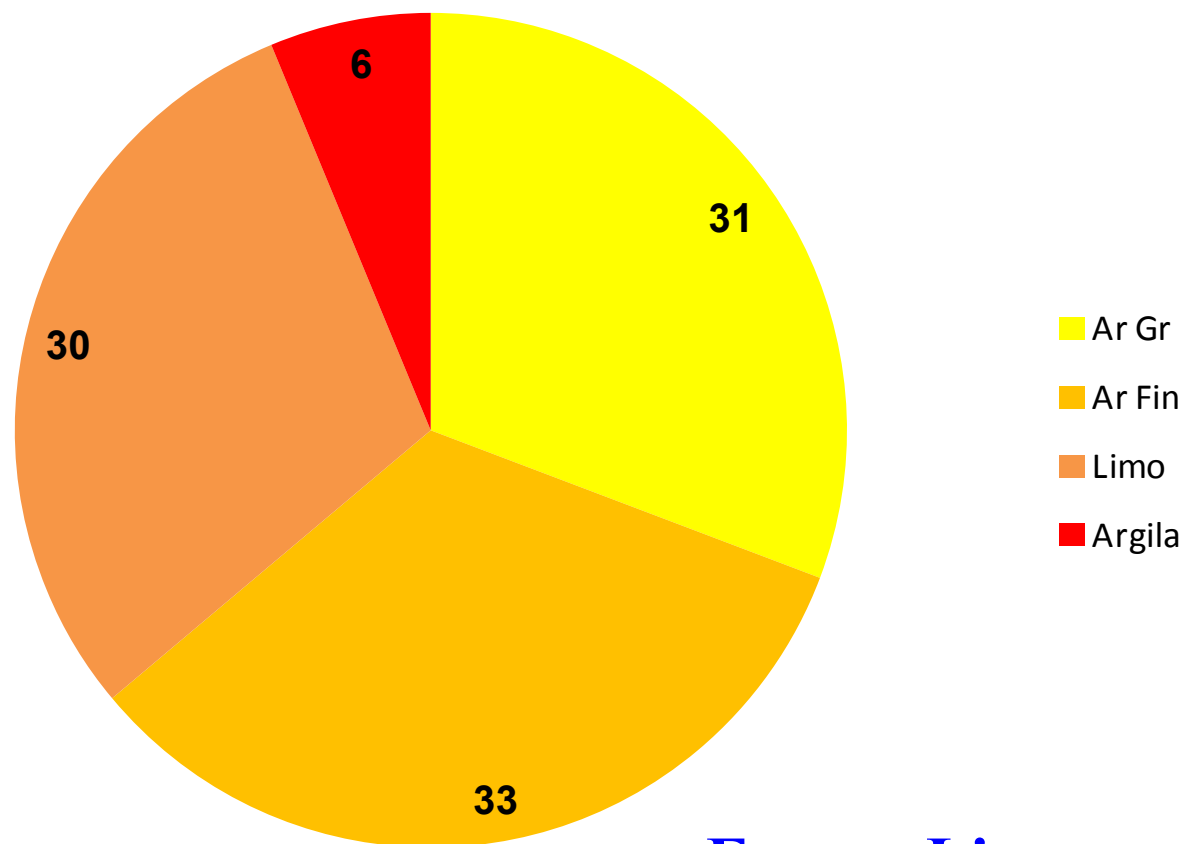
Características químicas gerais dos solos da região do Douro



O valor de pH e de GSB dos solos na região Duriense aumentam no Douro Superior e em áreas com calcários



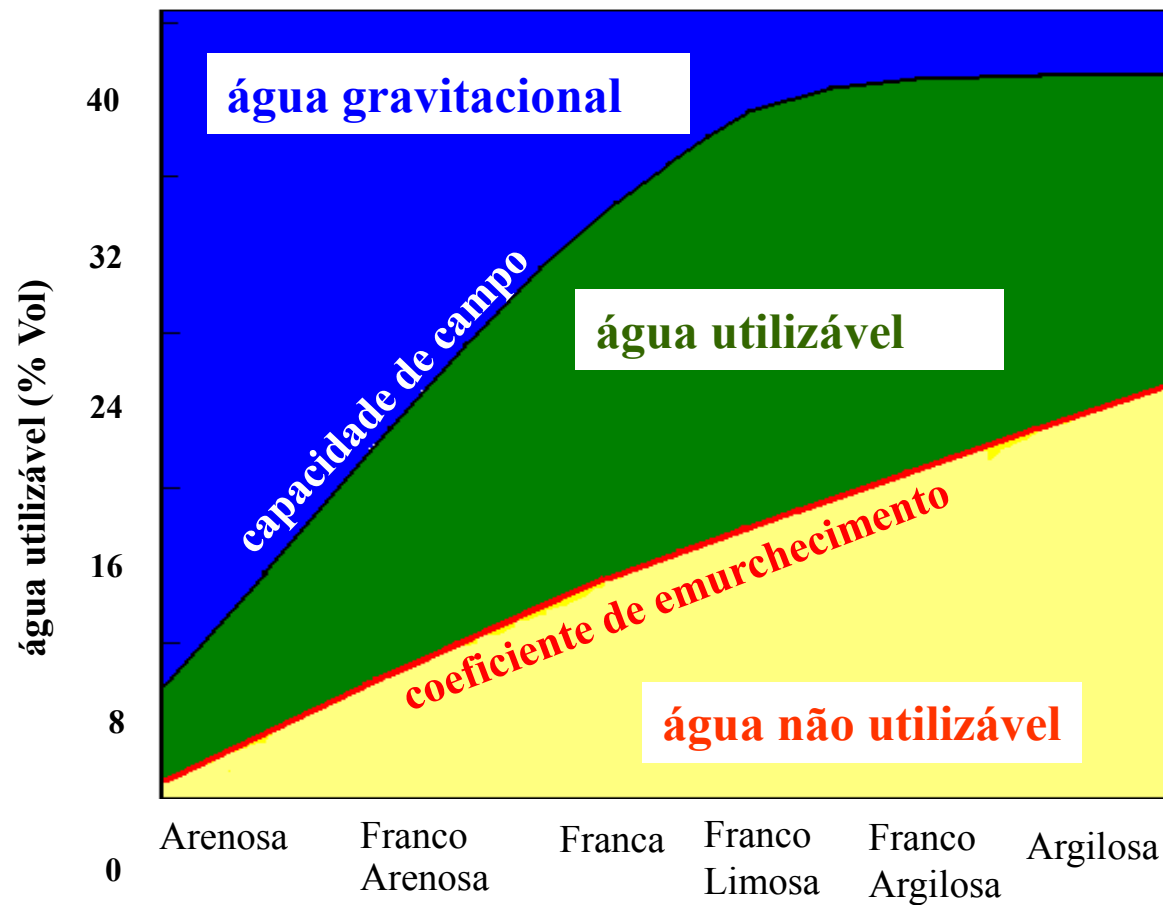
Características físicas - Classe de textura dominante dos solos do DOURO



Franco Limoso

- Na região duriense dominam os solos com texturas franco arenoso fino e franco limoso, o que se reflete num elevado volume de água utilizável e em fracas condições de estrutura
- Nos resultados apresentados, a areia fina e limo perfazem 63% da terra fina

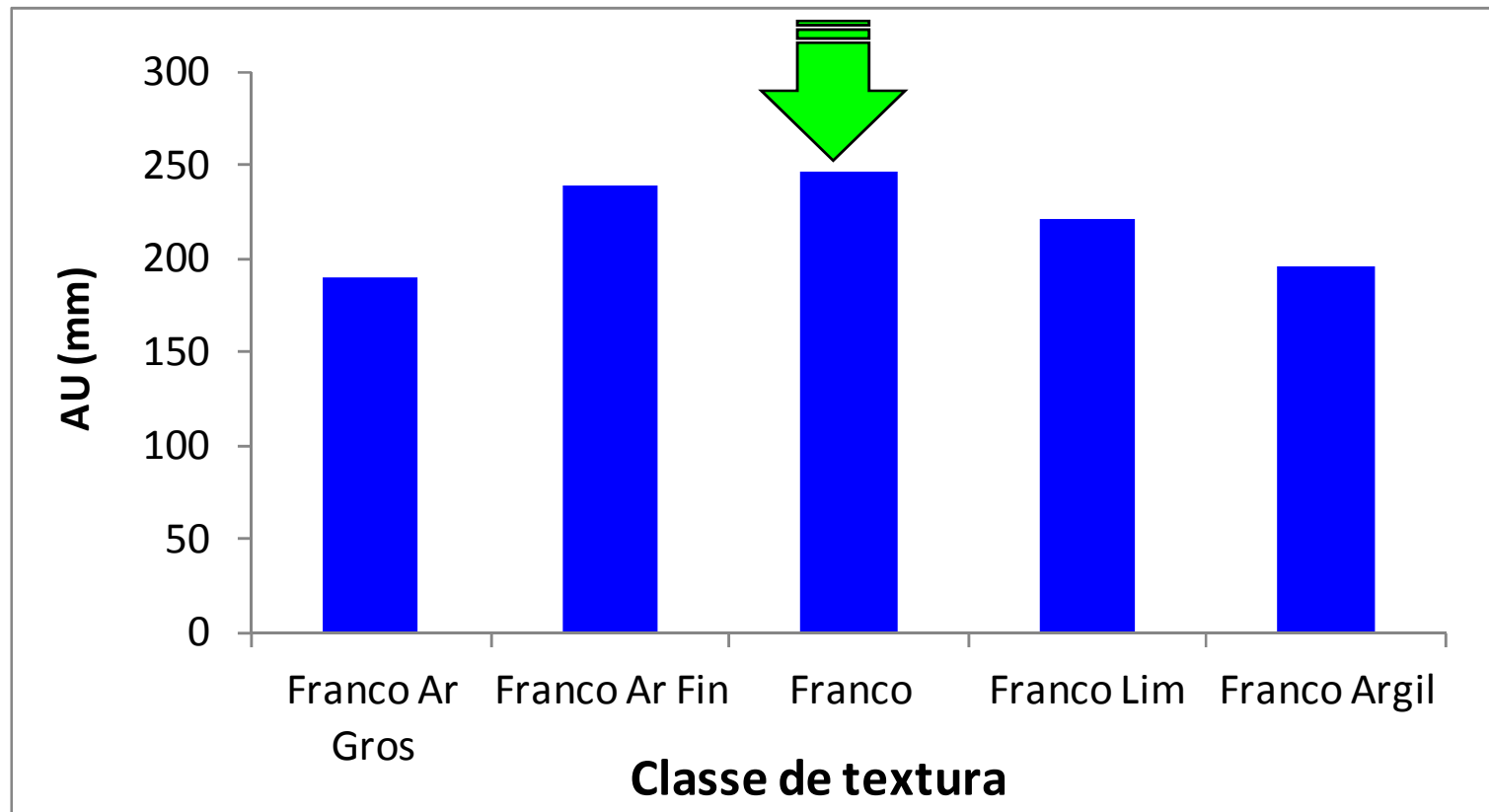
Distribuição da água utilizável com a textura do solo



Solos com diferentes texturas exercem atração diferente para a água, o que faz variar o volume de água utilizável. Texturas médias mostram o maior volume de água utilizável



Água utilizável do solo e classe de textura *



* Resultados obtidos para 136 solos, com MO < 2% e AU estimada para 1 m de espessura

- ✓ Valores de Água Utilizável mais elevados nas texturas médias, com elevado teor em areia fina e limo, como é o caso geral dos solos do Douro

Síntese das características globais dos solos do Douro

- ☐ Relevo com declives geralmente elevados
- ☐ Baixa espessura natural
- ☐ Elevada % de pedregosidade
- ☐ Texturas médias, geralmente franco arenoso fino e franco limoso
- ☐ Valores baixos de MO
- ☐ Valores baixos de fósforo e médios de potássio assimiláveis
- ☐ pH ácido no Baixo Corgo e Cima Corgo e pouco ácido a neutro no Douro Superior
- ☐ Em litologias com calcário, o pH do solo e o GSB apresentam os valores mais elevados

Gestão do SOLO nas vinhas para a sustentabilidade do sistema vitícola

- ❑ Aprofundamento do solo com mobilizações profundas antes da plantação e armação do terreno em terraços ou em vinha ao alto (**corrige a espessura e o declive, no caso dos terraços**)
- ❑ Incorporação de fertilizantes de acordo com a natureza química do solo (**conserva ou aumenta a MO e corrige as limitações em nutrientes ou a acidez**)
- ❑ Gestão anual do solo, com proteção da erosão e promoção do armazenamento de carbono e matéria orgânica e da biodiversidade
- ❑ Utilização de rega nos casos de déficit hídrico mais intenso

22

Exemplo de SOLOS originais no Douro sem espessura suficiente para o sucesso das plantações e um bom desenvolvimento da vinha



- ✓ Dificuldade de enraizamento
- ✓ Défice hídrico na época estival e possível morte das videiras
- ✓ Défice de nutrientes

O trabalho das máquinas promove a fratura da rocha (xisto) a armação do terreno e o aprofundamento do solo *



1. Abertura dos terraços com trator de rastos e lâmina frontal



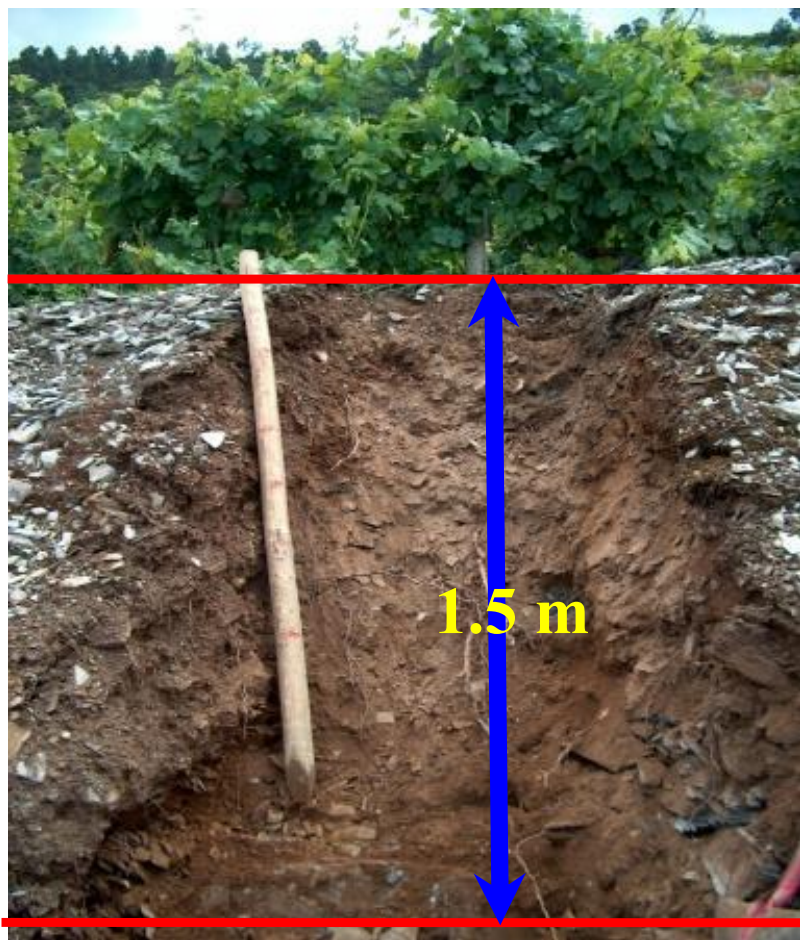
2. Fratura da rocha (Xisto) e aprofundamento do solo até cerca de 1,5 m nos terraços com giratória



3. Trituração da pedregosidade à superfície e preparação para a plantação

(*) cerca de 11 000 €/ha

Importância da espessura de enraizamento e da permeabilidade



Em ambiente mediterrânico, com forte déficit hídrico na estação quente, o SOLO tem um papel essencial no fornecimento de água e na resistência à secura estival.

É fundamental dispor de uma elevada espessura e permeabilidade para recarga hídrica durante a estação das chuvas e posterior fornecimento de água na época seca, bem como disponibilizar nutrientes

A disponibilidade de água em ambiente mediterrânico. Importância do sistema radical

A principal causa da redução do crescimento e produtividade no ambiente mediterrânico é o stresse hídrico. Nestas situações, um sistema radical bem desenvolvido tem um papel relevante, para assegurar uma adequada absorção de água e de nutrientes

Influência da espessura efetiva na disponibilidade de água

Perfil 1

Espessura efetiva = 35 cm

Elem Gros = 30 % (Vol)

MVA = 1,2 t m⁻³

CC (%) = 40 %

CE (%) = 12 %

$$\begin{aligned}\text{Vol AU} &= 10000 \times 0,35 \times 0,70 \times 1,2 \times 0,32 \\ &= 940,8 \text{ m}^3/\text{ha}\end{aligned}$$

Perfil 2

Espessura efetiva = 90 cm

Elem Gros = 35 % (Vol)

MVA média = 1,2 t m⁻³

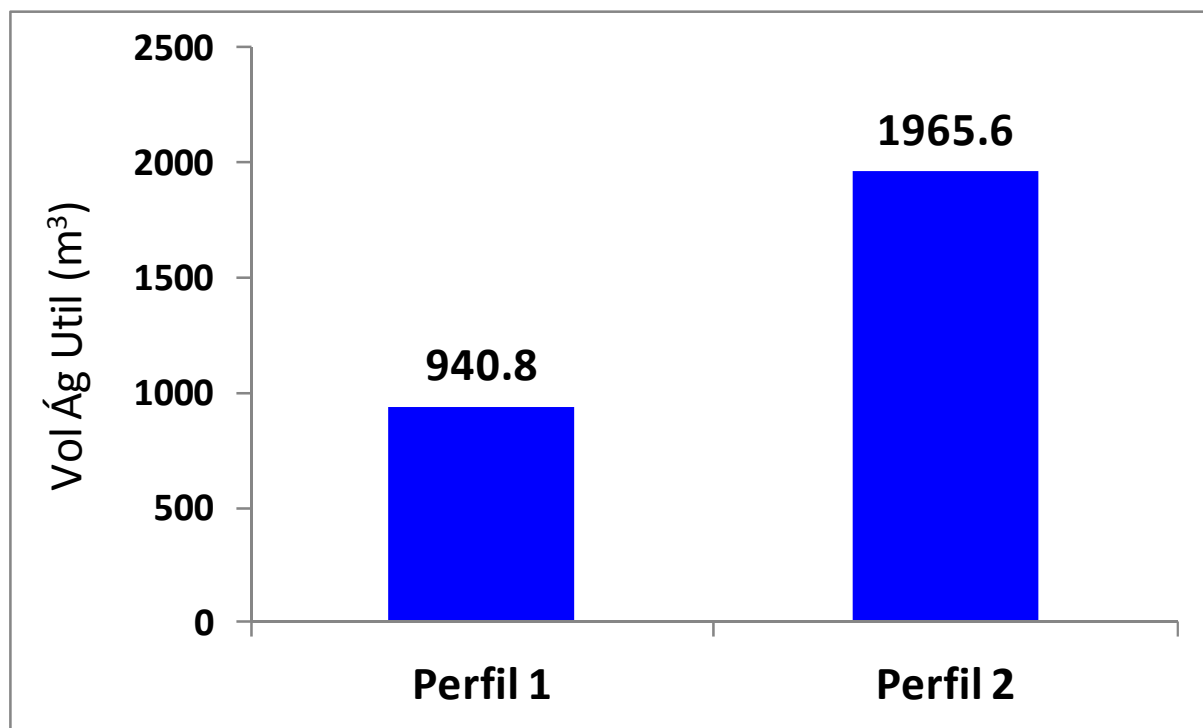
CC (%) = 38 %

CE (%) = 10 %

$$\begin{aligned}\text{Vol AU} &= 10000 \times 0,90 \times 0,65 \times 1,2 \times 0,28 \\ &= 1965,6 \text{ m}^3/\text{ha}\end{aligned}$$



Influência da espessura efetiva na disponibilidade de água

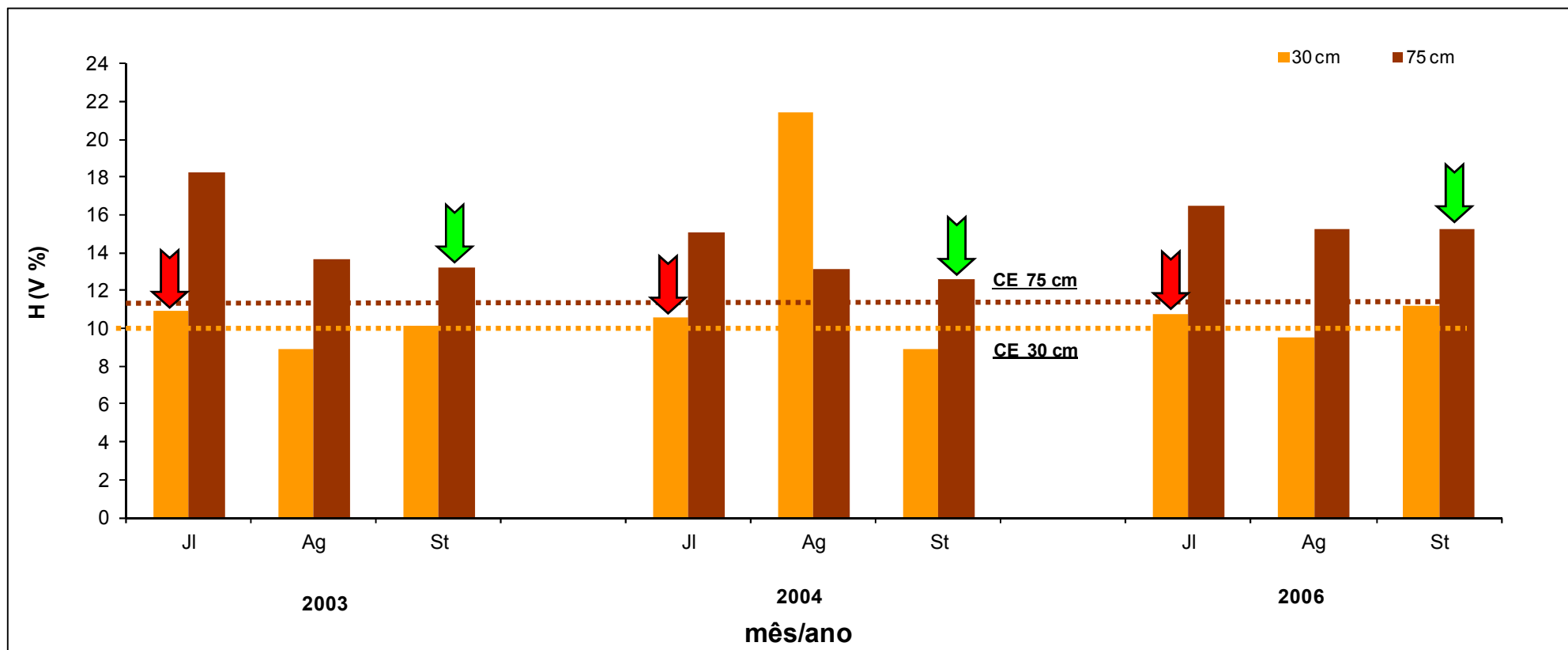


Perfil 2 com cerca de 2 vezes mais disponibilidade de água que o Perfil 1, com efeitos benéficos na diminuição do déficit hídrico estival

Um dos efeitos de aprofundamento do solo pela surriba



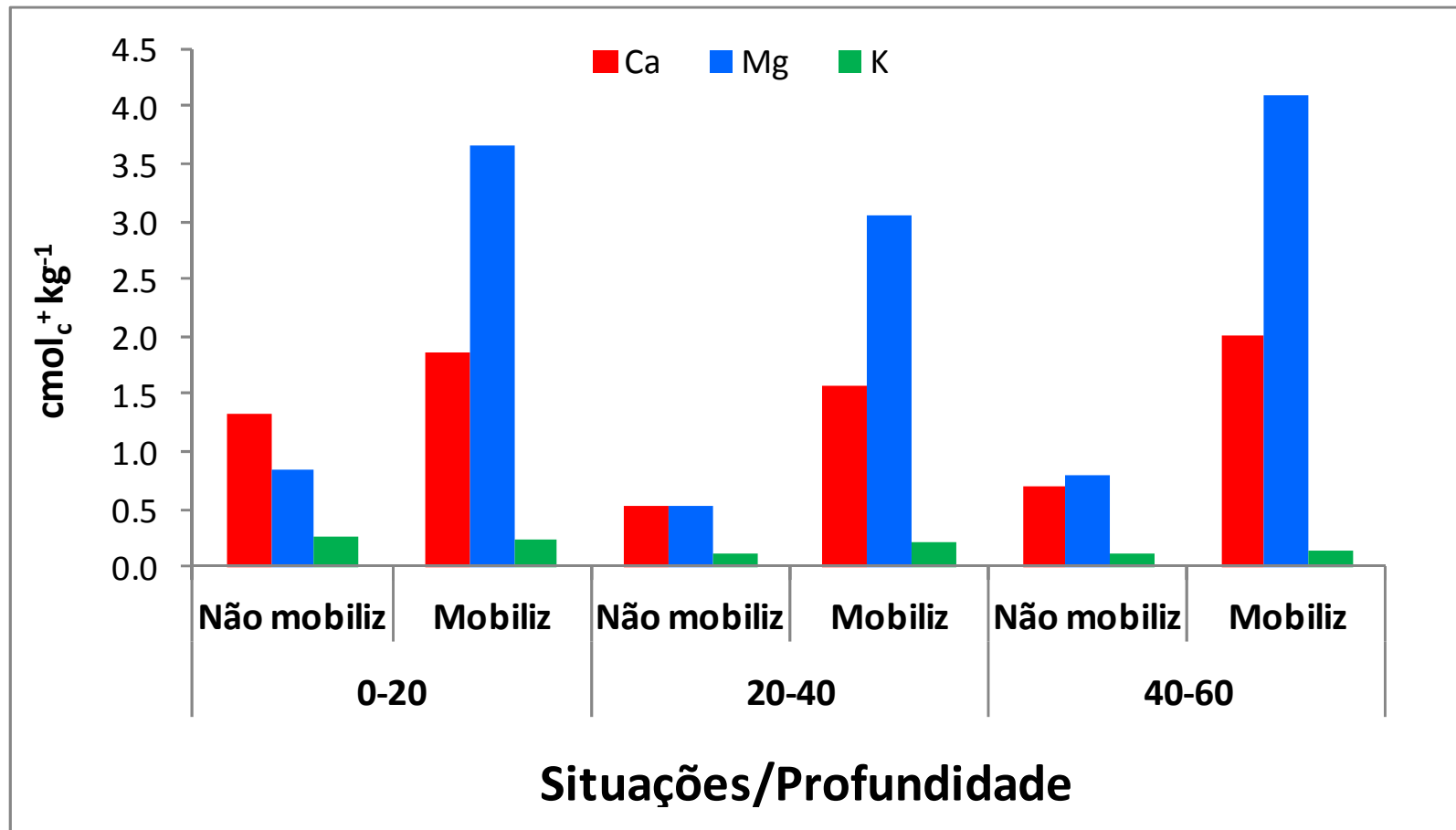
Papel das camadas profundas no armazenamento de água e fornecimento às plantas na época estival



- ✓ Geralmente, em Julho e sem chuva, a camada superficial tem um teor de humidade abaixo ou próximo do Coeficiente de Emurchecimento (CE)
- ✓ Ao contrário, a maior profundidade (75 cm), a humidade do solo permanece com valores acima de CE até ao final da época estival

As camadas profundas são essenciais para o armazenamento de água durante a estação chuvosa e disponibilizá-la para a vinha na estação quente

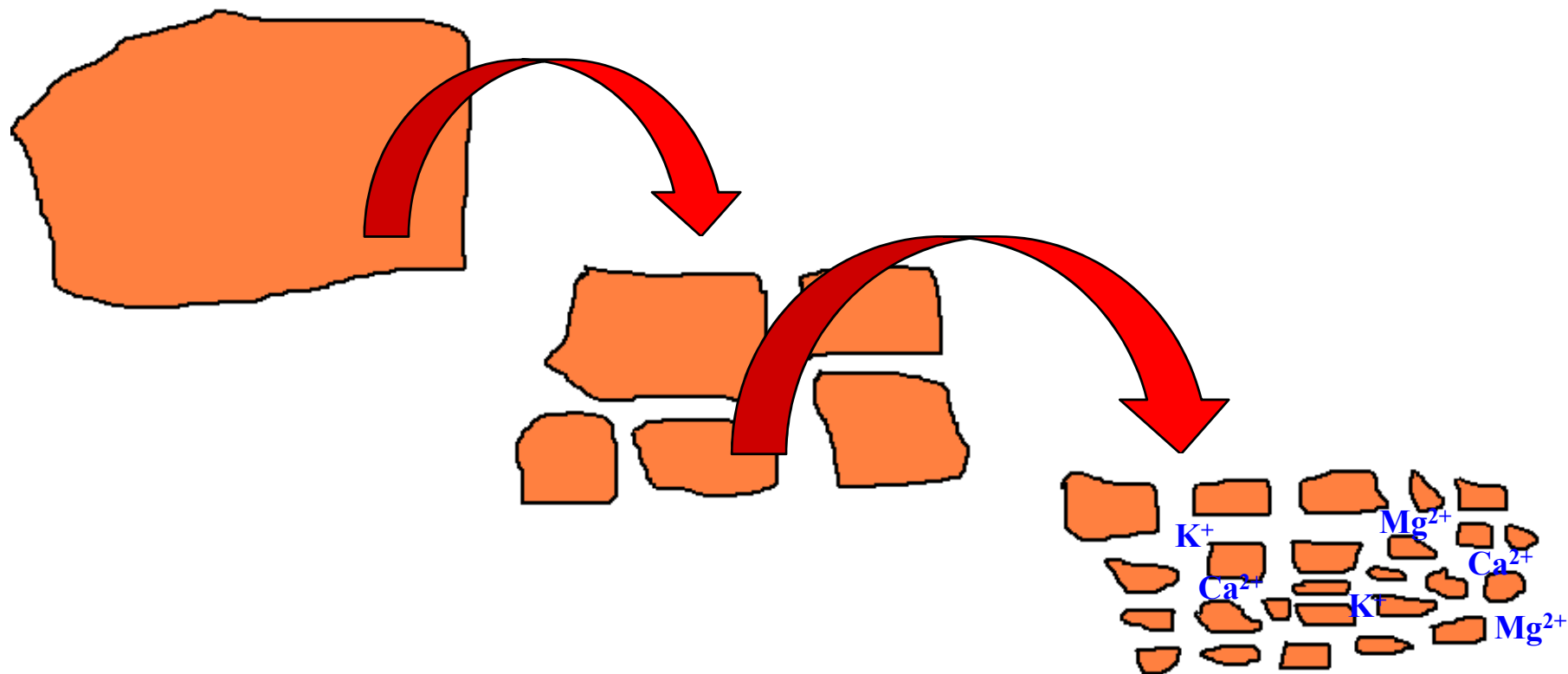
Efeito das mobilizações de preparação do terreno na disponibilidade de nutrientes



Aumento da concentração de Ca e Mg no solo submetido a mobilização profunda

31

Efeito da mobilização com fratura da rocha (xisto)



Com a fraturação do xisto resultam fragmentos mais pequenos, com maior superfície específica, o que incrementa as reações com a solução do solo e a libertação de elementos existentes nos minerais

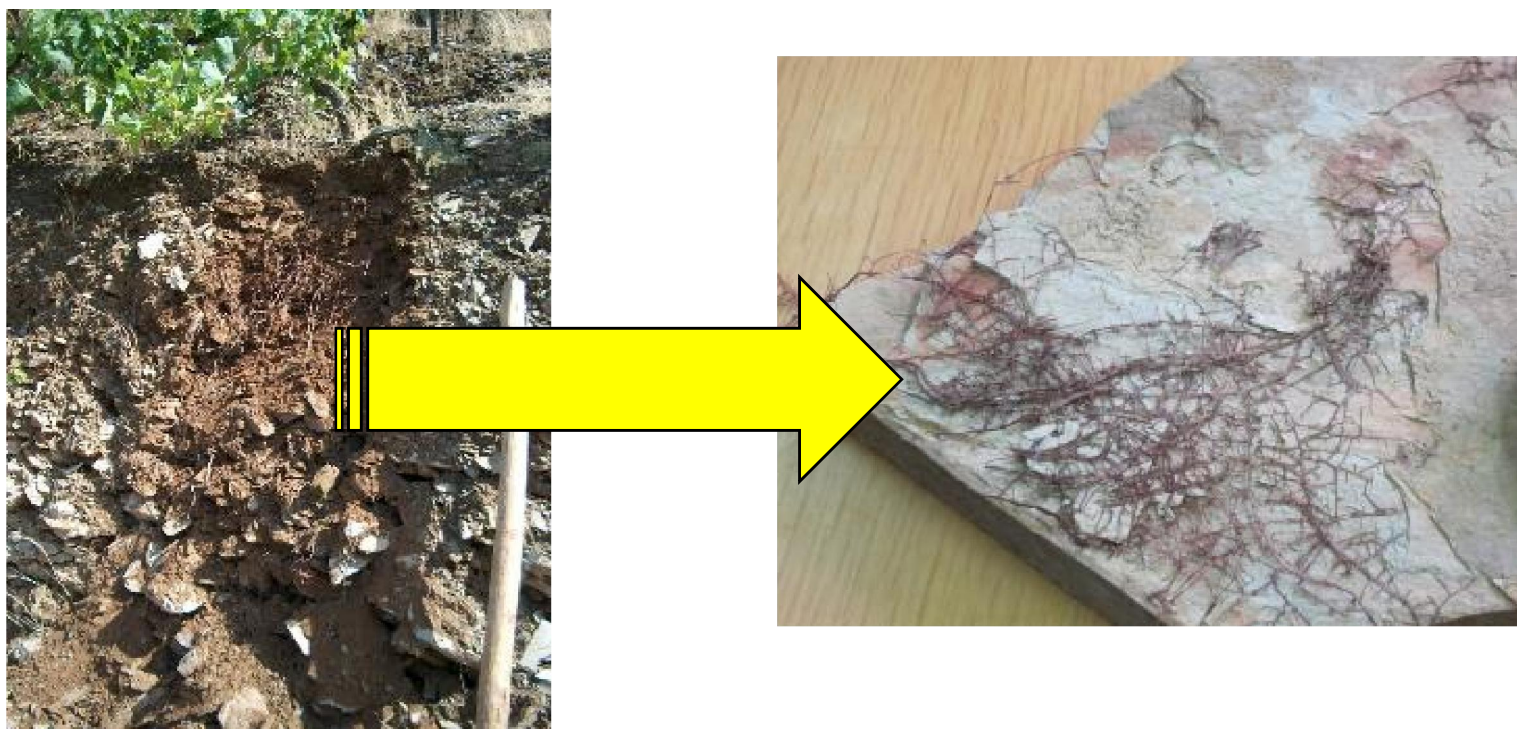
O material litológico e implicações no fornecimento de nutrientes e de água no caso da região Duriense



Devido à baixa resistência à alteração e à sua estrutura em lâminas, o xisto permite a entrada de raízes para o seu interior, onde a vinha encontra um ambiente muito rico em elementos minerais nutrientes e mesmo água, face ao estado inicial da alteração mineral, aspeto de grande importância no Terroir Duriense

33

A atividade humana, a pedogénese e a nutrição vegetal



Solos numa fase inicial de pedogénese, com influência da atividade humana, podem ser muito mais ricos quimicamente do que solos muito evoluídos, desde que criadas condições para a expansão radical e a rocha contenha nutrientes e permita a sua libertação



Mobilidade relativa dos elementos no meio de alteração (segundo Polinov) (Bastos Macedo, 1983 *)

componente	concentração média nas rochas ígneas	concentração média na água dos rios	mobilidade relativa	ordem de mobilidade
Cl ⁻	0,05	6,75	100	I
SO ₄ ²⁻	0,15	11,60	60	I
Ca ²⁺	3,60	14,70	3,00	II
Na ⁺	2,97	9,50	2,40	II
Mg ²⁺	2,11	4,90	1,31	II
K ⁺	2,57	4,40	1,25	II
SiO ₂	59,09	12,80	0,20	III
Fe ₂ O ₃	7,29	0,40	0,04	IV
Al ₂ O ₃	15,35	0,90	0,02	V

diminui a mobilidade

Face à mobilidade dos elementos no meio de alteração, há tendência natural para lixiviação de bases e enriquecimento residual de Si, Al e Fe, processo incipiente num estado inicial da alteração, em que os nutrientes mais importantes permanecem

* Macedo, J M Bastos de, (1983). Introdução à meteorização das rochas. Comportamento e distribuição dos produtos. O solo na crusta de meteorização. ISA, ciclostilado.

Importância da preparação do solo na instalação da vinha

- ❑ Maior eficiência da precipitação por efeito da correção da topografia e menor susceptibilidade à erosão, quando na armação em terraços**
- ❑ Aumento da espessura efetiva e da profundidade de enraizamento, com vantagens na disponibilidade de água e de nutrientes**

Importância da preparação do solo na instalação da vinha (cont)

- ☐ **Descompactação do solo e aumento da permeabilidade e infiltração de água**
- ☐ **Promoção da recarga hídrica, aumento do armazenamento de água e diminuição do déficit hídrico estival**
- ☐ **Maior disponibilidade de nutrientes como efeito da fraturação da rocha, da expansão radical e da adubação de fundo**



Gestão do solo vitícola para promoção da conservação do solo, incluindo os nutrientes, armazenamento de carbono, conservação e aumento da MO e biodiversidade



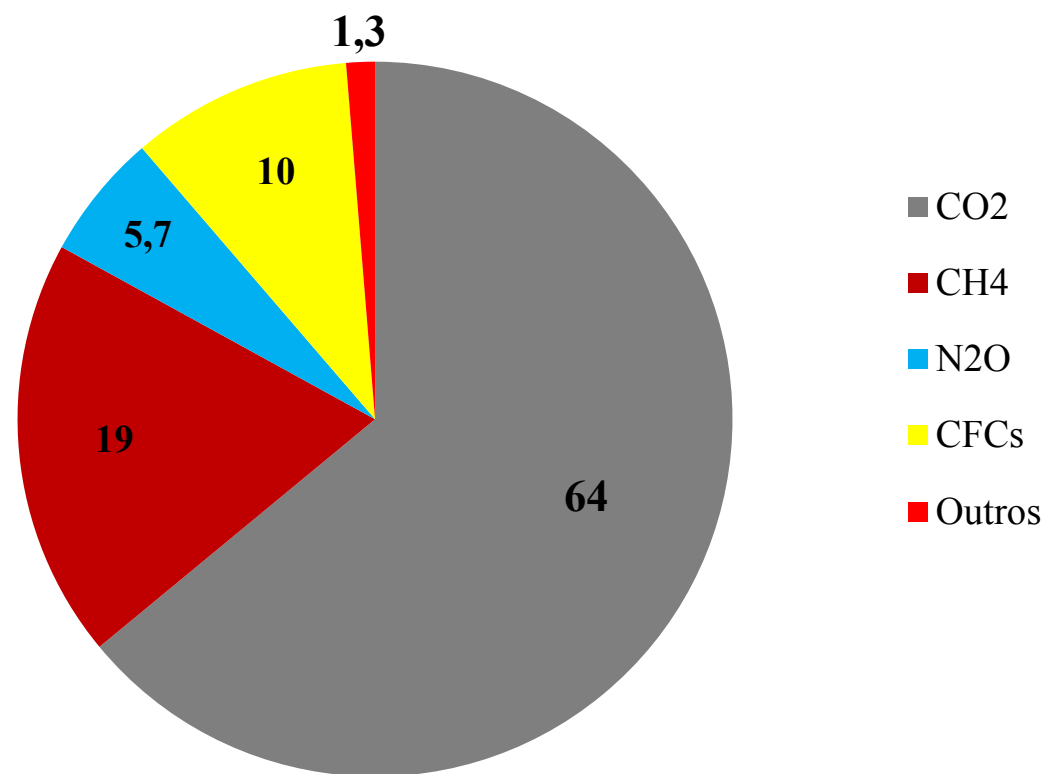
Sistema Convencional – mobilização com escarificador ou aivequilhos



Desvantagens:

- Mineralização de MO e emissões de CO₂
- Aumento da compactidade
- Danos nas raízes
- Aumento de riscos de erosão
- Decréscimo de biodiversidade e da atividade biológica

Gases com Efeito de Estufa (GEE) (IPCC*)



CO₂ representa cerca de 64% dos GEE; Metano (CH₄), cerca de 20 vezes mais potente que CO₂; Óxido nitroso (N₂O), cerca de 300 vezes mais potente que CO₂

* Intergovernmental Panel on Climate Change

40

Fontes de emissões de GEE e peso da Agricultura e de alterações ao uso do solo ⁽¹⁾

Fontes de emissões	%
Produção de energia	24.9
Indústria	14.7
Transportes	14.3
Agricultura	13.8
Alterações uso solo	12.2
Outros Combustíveis	8.6
Processos industriais	4.3
Lixos	3.2
Equipamentos de pressão	4.0
TOTAL	100.0

As emissões pela agricultura e alterações ao uso do solo têm um peso próximo da indústria e transportes (26 contra 29%)

http://www.suapesquisa.com/efeitoestufa/gases_do_efeito_estufa.htm

41

Vinhas com cobertura verde, semeada ou espontânea na entrelinha, uma prática que tem vindo a conquistar novos produtores



Benefícios

- Diminuição dos riscos de erosão, em particular nas vinhas ao alto
- Conservação e aumento da MO, armazenamento de C e diminuição de emissões de CO₂
- Melhoria das condições de estrutura (porosidade e permeabilidade)
- Aumento de biodiversidade e das condições para a luta biológica

42

Armazenamento de Carbono segundo o sistema de gestão do solo em soutos *

CT – Mobilização convencional

NT – Não mobilização com cobertura herbácea há 15 anos

	Camadas minerais (0-20 cm) (g kg ⁻¹)	Camada orgânica (Mg ha ⁻¹)	Conjunto das camadas (Mg ha ⁻¹)
CT	12.66 a	---	25.19 b
NT	12.82 a	3.12	35.62 a

Considerando as duas camadas (mineral e orgânica) observa-se um aumento significativo de Carbono ao fim de 15 anos de abandono das mobilizações, (cerca de 10 t), confirmando o que foi observado em outros estudos

* **Borges, O.** (2012). Efeitos da gestão do solo em soutos no sequestro de carbono e na sustentabilidade do sistema. Dissertação de mestrado. UTAD, 92 pág

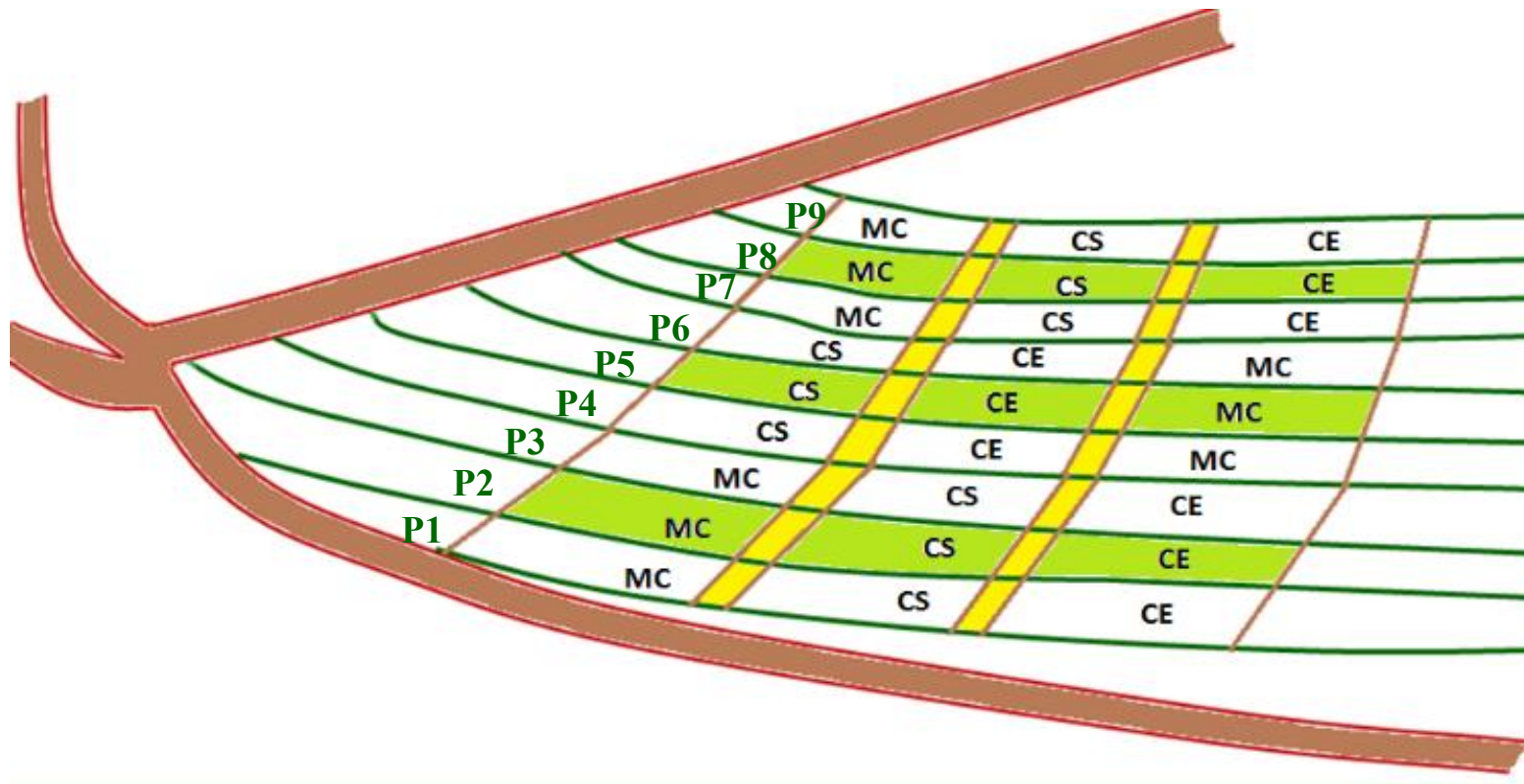
43



Exemplo de um projeto para observação dos efeitos da gestão do solo no comportamento da vinha (GreenVitis)



GreenVitis – PRODER PA 43879 - Esquema do dispositivo experimental



Caminhos

Patamares (P)

**Sombreado a verde – patamares onde se
fazem medições**

Tratamentos

MC - mobilização convencional

CE – cobertura espontânea

CS – Cobertura semeada

45



O Projeto

Efeitos da gestão do solo na produtividade e sustentabilidade do sistema vitivinícola duriense (GreenVitis) (Financiado pelo PRODER – Inovação)

Situações a ensaiar

- 1- Prática convencional de mobilização do solo para controlo de infestantes (MC)
2. Manutenção de cobertura herbácea com espécies espontâneas (CE)
3. Manutenção de cobertura herbácea com uma mistura de gramíneas e leguminosas, adaptada às condições climáticas do local (CS)



Objetivos do projeto GreenVitis

O projeto faz uma abordagem holística do tema, procurando observar os efeitos das três práticas nos seguintes aspetos

- ✓ Monitorização das variáveis microclimáticas associadas às práticas culturais
- ✓ Relações hídricas solo-vinha
- ✓ Comportamento fisiológico da videira
- ✓ Balanço global de C
- ✓ Emissões de gases

Objetivos do projeto GreenVitis (cont)

- ✓ Eficácia no uso e reciclagem de nutrientes e efeitos na vinha
- ✓ Perdas por erosão
- ✓ Efeitos na sanidade da vinha
- ✓ Produção e qualidade do vinho
- ✓ Efeitos nos custos globais de manutenção da vinha



Conclusões

- ❑ A rocha mãe dominante, o xisto, com baixa resistência à fracturação e alteração, estrutura em lâminas, que ao abrirem permitem a exploração pelas raízes da vinha, é uma das vantagens do *Terroir*
- ❑ O xisto origina classes de textura no solo com elevada capacidade de água utilizável, embora com elevada sensibilidade à erosão, o que requer especial cuidado na conservação dos taludes e dos caminhos de acesso
- ❑ A natureza química da maioria dos solos obriga a cuidados na sua correção em especial da acidez, fósforo e micronutrientes



Conclusões (Cont)

- ❑ Face às condições climáticas e à gestão convencional do solo, com mobilizações frequentes, ocorrem baixos teores de MO, o que requer uma nova gestão do solo, com coberturas verdes e efeitos benéficos para o sistema e para o ambiente
- ❑ Tratando-se de uma região com acentuada feição mediterrânica, com elevado défice hídrico estival, que poderá agravar-se no futuro num cenário de alterações climáticas, poderá impor-se a necessidade de rega



Obrigado pela atenção

