

ACUAsave

Agricultura de Conservação e Utilização Eficiente da Água

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DE SUPORTE ÀS AÇÕES DE DEMONSTRAÇÃO

Cofinanciado por:



Índice

Título:

ACUAsave - Agricultura de Conservação e Utilização Eficiente da Água
Documentação Técnica de Suporte às Ações de Demonstração

Autores:

Gottlieb Basch
Nuno Saavedra
Miguel Soares
Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas - Universidade de Évora

Contactos:

Telefone: +351 266 760 822
geral@acuasave.pt
www.acuasave.pt

Agradecimento:

Ao Programa Operacional Regional do Alentejo, ALENTEJO 2020, pelo financiamento ao Projeto ACUAsave (ALT20-03-0246-FEDER-000016).

1	Projeto ACUAsave	2
2	A Agricultura de Conservação.....	3
3	Agricultura de Conservação e a utilização eficiente da água.....	4
4	Perturbação mínima do solo	5
	4.1 Maneio do solo e a utilização eficiente da água.....	6
	4.2 Matéria orgânica do solo.....	9
	4.3 Matéria orgânica e a utilização eficiente da água.....	12
5	Cobertura permanente do solo	16
	5.1 Controlo da erosão	17
	5.2 Taxa de infiltração	18
	5.3 Escorrimento superficial.....	19
	5.4 Evaporação	20
6	Rotação de culturas.....	21
7	Referências bibliográficas.....	23

[1] PROJETO ACUAsave

O ACUAsave é uma iniciativa do Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas da Universidade de Évora (ICAAM-UE) e está inserido no Programa Operacional Regional do Alentejo, **ALENTEJO 2020**.

O ACUAsave constitui-se como um Projeto de **transferência de conhecimento** científico e tecnológico desenvolvido ao nível do ICAAM-UE na área da **Agricultura de Conservação, maquinaria agrícola inovadora** e técnicas associadas.

Objetivo geral: contribuir para uma mais **eficiente gestão da água**, particularmente ao nível da cultura do milho de regadio, recorrendo a sistemas de gestão de água baseados nos princípios da Agricultura de Conservação.

No âmbito de um dos objetivos específicos do Projeto, com esta publicação pretende-se sintetizar, em **documentação técnica de carácter eminentemente prático**, o vasto acervo de conhecimento científico e tecnológico em Agricultura de Conservação e técnicas de conservação de água do solo desenvolvido pelo ICAAM-UE.



[2] A AGRICULTURA DE CONSERVAÇÃO

A Agricultura de Conservação é um sistema agrícola ambientalmente sustentável, através da conservação do solo, da água e da proteção do ar, e economicamente viável pela redução dos custos de produção e aumento do potencial produtivo dos solos.

A Agricultura de Conservação permite uma maior eficiência na utilização da água, fator relevante em sistemas culturais onde a água, pela sua escassez e preço, é um fator limitante.

Ao dispensar as operações de mobilização do solo para a instalação das culturas, reduz as necessidades de tração, o consumo de combustíveis e as necessidades de mão de obra.

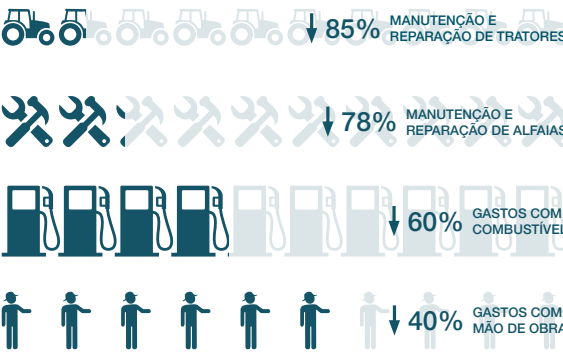


Fig. 2. Redução de custos associados à Agricultura de Conservação

Princípios e benefícios da Agricultura de Conservação



Fig. 1. Princípios da Agricultura de Conservação

Tabela 1. Principais benefícios da Agricultura de Conservação

Para o solo	Reduz a Erosão
	Melhora a estrutura e a porosidade
	Aumenta o teor de matéria orgânica
	Promove a biodiversidade
Para o ar	Aumenta a fertilidade do solo
	Reduz os níveis de CO ₂ na atmosfera
	Melhora a qualidade
Para a água	Aumenta a infiltração
	Aumenta a capacidade de retenção

Fonte: Freixial, R. e Carvalho, M., 2013

[3] AGRICULTURA DE CONSERVAÇÃO E A UTILIZAÇÃO EFICIENTE DA ÁGUA

A dinâmica da água no solo e a sua maior ou menor disponibilidade para a planta, depende do balanço entre os fluxos de entrada, essencialmente pela precipitação e pela rega, e os fluxos de saída: evaporação, transpiração, drenagem profunda e escorrimento.

A capacidade do solo para armazenar água está intimamente relacionada com a sua profundidade, textura, estrutura e teor de matéria orgânica. Estes parâmetros são facilmente alterados em função das práticas de manejo do solo, principalmente ao nível do tipo e da frequência das mobilizações.

As diferentes técnicas de mobilização e manejo do solo afetam diretamente as taxas de infiltração e escorrimento da água através da pulverização dos agregados, da diminuição da porosidade total e da continuidade da macro porosidade (menor condutividade hidráulica), pela formação de crosta, pela compactação, e, devido a uma maior arejamento temporário, a uma maior taxa de mineralização da matéria orgânica do solo (redução da matéria orgânica).

A Agricultura de Conservação compreende um conjunto de práticas que, entre outros, melhoram a estrutura do solo, reduzem a erosão e aumentam o teor de matéria orgânica, o que conduz a uma série de benefícios na gestão da água do solo, nomeadamente o aumento da disponibilidade da água para a planta, graças ao aumento da taxa de infiltração, menores perdas por escorrimento, maior capacidade de retenção da água e menor evaporação.

[4] PERTURBAÇÃO MÍNIMA DO SOLO

Com esta prática agronómica pretende-se reduzir ao mínimo, ou mesmo eliminar, qualquer mobilização do solo, de forma a preservar a sua estrutura, a fauna e os níveis de matéria orgânica.

Com as mobilizações do solo típicas do sistema tradicional (mobilização com reviramento de terra, com charrua ou grade de discos) promove-se a destruição dos agregados do solo e simultaneamente uma maior exposição dos mesmos à atmosfera, provocando uma mineralização excessiva da matéria orgânica.

Ao reduzir ou eliminar as mobilizações, estamos a preservar a estrutura do solo e a aumentar os níveis de matéria orgânica. Solos bem estruturados e com níveis crescentes de matéria orgânica, são solos que conseguem reter mais água, aumentando a disponibilidade da mesma para as plantas.



4.1 MANEIO DO SOLO E A UTILIZAÇÃO EFICIENTE DA ÁGUA

Melhorar e aumentar a disponibilidade da água através de um correto manejo do solo, deve sempre passar por reduzir as perdas de água por escoamento superficial e evaporação (figura 3), e simultaneamente aumentar a capacidade de retenção de água pelo solo.

A capacidade de retenção da água de um solo é determinada principalmente pela sua textura, estrutura e continuidade do seu perfil para a água e desenvolvimento radicular. A estrutura pode sofrer alterações em função das técnicas de mobilização que sejam aplicadas. Sistemas de mobilização que diminuam o teor de matéria orgânica, a estabilidade dos agregados do solo, a porosidade, que aumentem a compactação e a formação de crostas superficiais, diminuem a taxa e a capacidade de infiltração e favorecem o escoamento superficial.

A preparação convencional da cama de semente, com operações de mobilização intensas que visam o correto funcionamento dos semeadores tradicionais, conduzem à pulverização dos agregados, comprometendo a infiltração e retenção de água (figura 4).

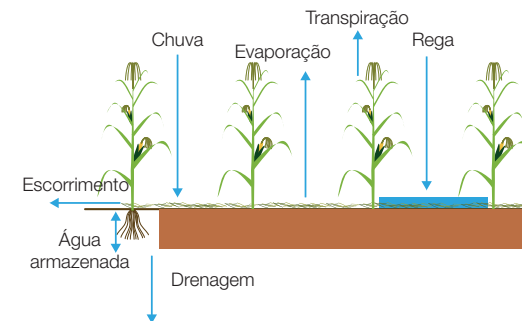


Fig. 3. Esquema geral da dinâmica da água no solo

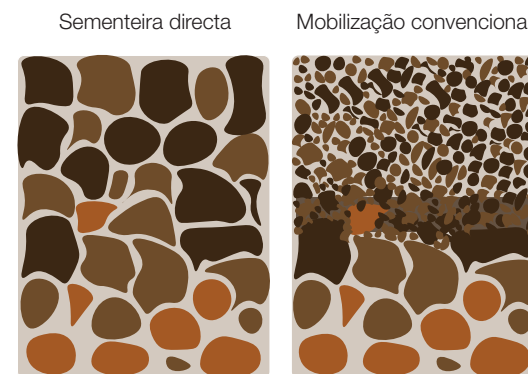


Fig. 4. As mobilizações tradicionais provocam a destruição dos agregados do solo.

A Agricultura de Conservação e os seus princípios (principalmente perturbação mínima do solo e cobertura permanente) melhoram consideravelmente a porosidade do solo, com impacto positivo na taxa de infiltração, no volume de solo a ser explorado pelas raízes e no global num aumento do volume de água disponível para as culturas.

Porosidade - corresponde aos espaços vazios ou poros deixados entre as partículas do solo (agregados).

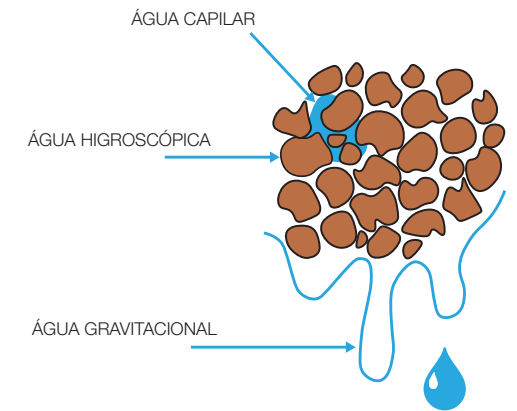
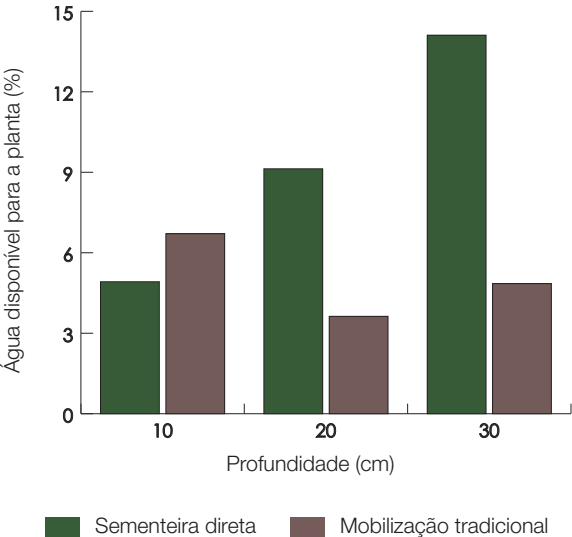


Fig. 5. Representação das diferentes formas da água no solo

Tipo de poros e a disponibilidade de água para a planta (figura 5):

- Macroporos (diâmetro acima de 50 μm) – resultam essencialmente da disposição dos agregados, da ação da macrofauna e das raízes, depois destas se decomporem, mas também da mobilização. É nestes poros que se dá o fluxo da água gravitacional (aquela que existe quando o solo está encharcado e desaparece ao fim de algum tempo, por percolação/drenagem, devido à ação da gravidade). A água nestes poros só estará disponível para as plantas muito temporariamente.
- Mesoporos (diâmetro entre 0,2 e 50 μm) – têm como função a condução da água durante o processo de redistribuição, isto é, após a infiltração e quando se esvaziam os macroporos. É nestes poros que se dá o fluxo da água de capilaridade (aquela que está dentro de canais capilares entre as partículas do solo - pode ser absorvida pelas plantas). O aumento do volume destes poros não pode ser conseguido através da mobilização, mas apenas através de uma melhoria da estrutura.
- Microporos (diâmetro menor a 0,2 μm) - resultam da disposição das pequenas partículas e é nestes poros que se encontra a água higroscópica (a que está absorvida pelas partículas do solo, que a retêm mais fortemente que as raízes a podem absorver e não é utilizável pelas plantas).

4.1 MANEIO DO SOLO E A UTILIZAÇÃO EFICIENTE DA ÁGUA



Vários estudos confirmam que a prática da perturbação mínima do solo promove a estabilidade dos agregados e o aumento da mesoporosidade - a que mais influencia a disponibilidade de água para a planta (figura 6). Este efeito é particularmente visível na camada de solo entre os 20 e os 30 cm (tabela 2).

Fig. 6. Efeito, após seis anos, de diferentes sistemas de mobilização do solo (SD e MT), na água disponível para as plantas. Fonte: Carvalho, M. e Basch, G., 1995

Tabela 2. Caracterização da porosidade do solo sob sementeira directa (SD) e mobilização tradicional (MT), 6º Ano								
Profundidade (cm)	>50 µm (%)		50-10 µm (%)		10-0,2 µm (%)		<0,2 µm (%)	
	SD	MT	SD	MT	SD	MT	SD	MT
10	3,20	15,08	2,22	2,34	2,7	4,36	38,37	29,95
20	0,86	2,67	3,91	1,32	5,22	2,31	36,16	39,95
30	1,86	1,47	2,63	1,56	11,48	3,29	29,44	35,62

Fonte: Carvalho, M. e Basch, G., 1995

4.2 MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO

O que é a matéria orgânica do solo?

A matéria orgânica do solo é o material resultante da decomposição de folhas, raízes, estrumes, compostos, e de outros materiais originários da matéria orgânica, que existe no solo e é uma componente essencial na qualidade e fertilidade de um solo, cumprindo, entre outras, as seguintes funções:

- **Biológicas:** serve de suporte e fonte de alimento para a fauna do solo, contribuindo positivamente para a biodiversidade do mesmo;
- **Químicas:** é uma fonte e um reservatório de nutrientes essenciais (como nitrogénio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio) capaz de os disponibilizar de forma gradual às plantas;
- **Físicas:** favorece a estrutura do solo, o crescimento radicular e a atividade dos microrganismos, promovendo a formação de agregados mais estáveis que aumentam, a taxa de infiltração e a capacidade de retenção da água e a circulação do ar.

Papel da Agricultura de Conservação no balanço da matéria orgânica do solo

Em solos cultivados o teor de matéria orgânica tende a diminuir e a sua maior ou menor presença está dependente do balanço entre as fontes de matéria orgânica, como os restos e palhas das culturas (inputs), e as perdas resultantes da erosão e da mineralização excessiva.

A dinâmica da matéria orgânica no solo depende de vários fatores, sendo que a intensidade dos trabalhos de mobilização dos solos é um dos que mais influencia essa dinâmica.

A excessiva mobilização dos solos conduz a riscos crescentes de erosão e de degradação das propriedades biológicas, químicas e físicas do solo, resultando na destruição dos agregados e consequente aumento da taxa de mineralização e redução da matéria orgânica.



4.2 MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO



O manejo do solo segundo os princípios da Agricultura de Conservação contribui decisivamente para o aumento dos níveis de matéria orgânica, relativamente aos sistemas de mobilização convencional.

Manter os resíduos das culturas na superfície do solo e reduzir a intensidade das mobilizações, idealmente suprimi-las, para além de reduzir a erosão, reduz as perdas de matéria orgânica por mineralização (figura 8).

Num estudo que compara a libertação de CO2, num período de cinco horas após a realização de diferentes sistemas de mobilização (figura 7), é visível que a taxa de mineralização da matéria orgânica do solo aumenta consideravelmente com o aumento da intensidade de mobilização.

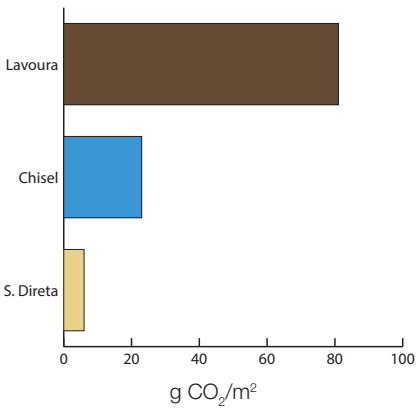


Fig. 7. Libertação de CO₂ nas 5 horas seguintes à mobilização. Fonte: Reicosky 1997

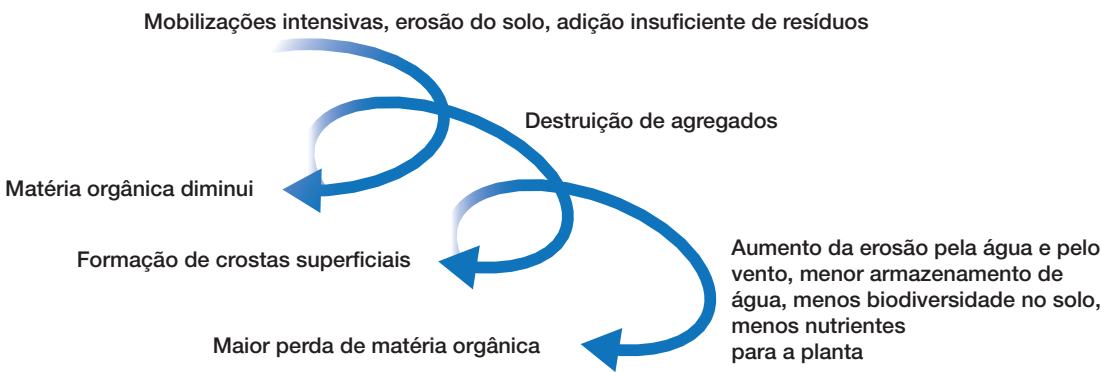


Fig. 8. Espiral descendente de degradação do solo. Fonte: adaptado de Topp et al. 1995

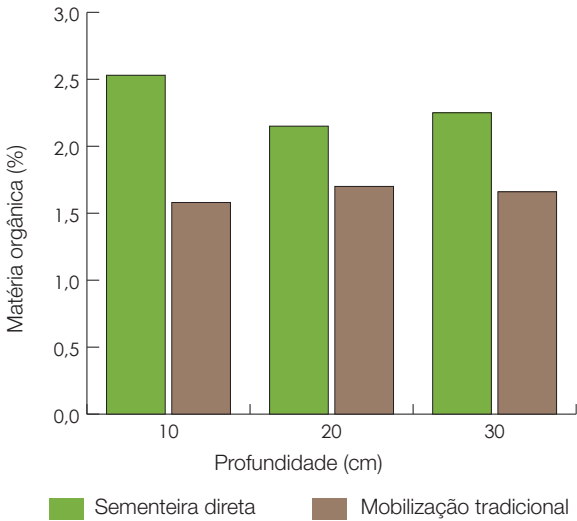


Fig. 9. Efeito, após seis anos, de diferentes sistemas de mobilização (SD e MT), no teor de matéria orgânica do solo. Fonte: Carvalho, M. e Basch, G., 1995

Com a adoção das práticas da Agricultura de Conservação são conseguidos benefícios ao nível das características biológicas, químicas e físicas do solo, com impacto direto nos níveis de matéria orgânica do solo (figura 9), especialmente se forem mantidos à superfície os resíduos da cultura anterior.

A manutenção destes resíduos, associada a uma degradação lenta dos mesmos, assegura uma importante fonte de matéria orgânica, para além de proteger a camada superficial do solo da erosão.

4.3 MATÉRIA ORGÂNICA E A UTILIZAÇÃO EFICIENTE DA ÁGUA

A capacidade de retenção de água no solo depende diretamente da porosidade e da estrutura do solo, que por sua vez está intimamente relacionada com o teor de matéria orgânica nele contida. Qualquer prática de manejo que aumente a qualidade do solo, através do aumento de matéria orgânica, irá melhorar a sua estrutura e a biodiversidade, com consequências positivas para a capacidade de armazenamento de água.

A matéria orgânica contribui para a agregação das partículas do solo, reduz a ocorrência de fenômenos erosivos (de partículas e de matéria orgânica), facilita a infiltração e favorece o crescimento radicular. A matéria orgânica tem uma elevada capacidade de hidratação, contribuindo para o aumento de retenção da água (economia de água e menor erosão hídrica).

Estudos referem que num aumento de 1 para 3% no teor de matéria orgânica, a capacidade de retenção de água disponível mais que duplica (figura 10).

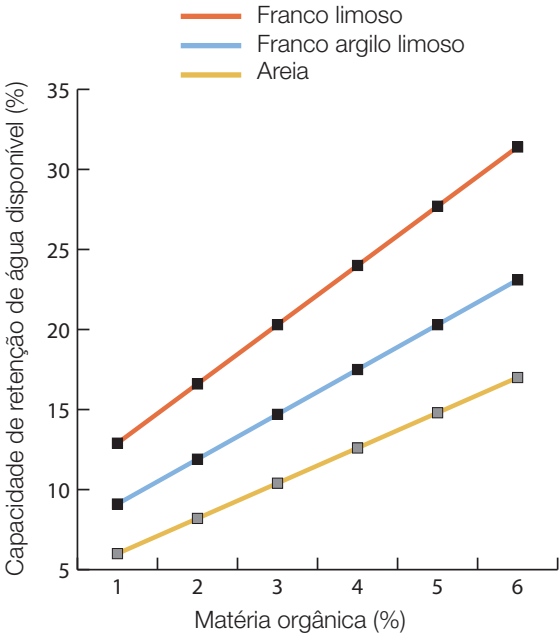
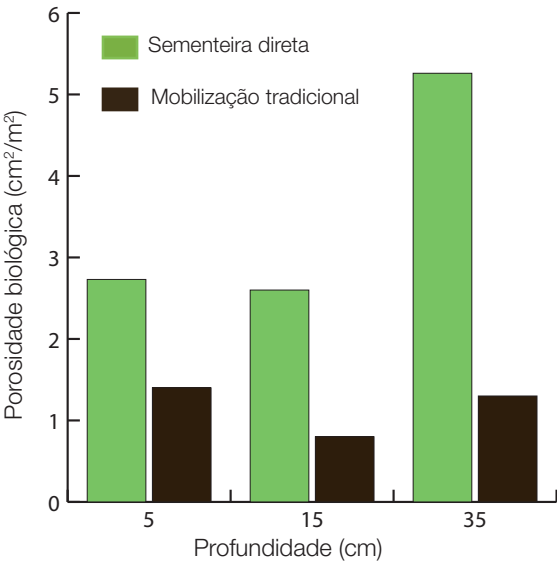


Fig. 10. Matéria orgânica do solo aumenta a capacidade de retenção da água.
Fonte: Berman Hudson, 1994. JSWC 49:189-194

A matéria orgânica é uma fonte de nutrientes e energia para as plantas e para a fauna do solo. Níveis crescentes de matéria orgânica favorecem o crescimento do sistema radicular e serve de suporte e de alimento para a fauna (macro, meso e microrganismos), contribuindo



positivamente para a biodiversidade do solo. Com a Agricultura de Conservação, são conseguidos uma série de benefícios nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo que conduzem a uma melhoria significativa na atividade da fauna (figura 11). Esta melhoria resulta da ausência de mobilizações (principal ameaça, por exemplo, à atividade das minhocas) e das melhores condições de solo (humidade, temperatura, arejamento e disponibilidade de compostos orgânicos - restos de culturas) propiciados pela Agricultura de Conservação.

Fig. 11. Efeito, após seis anos, de diferentes sistemas de mobilização (SD e MT), na porosidade biológica do solo.
Fonte: Carvalho, M. e Basch, G., 1995



4.3 MATÉRIA ORGÂNICA E A UTILIZAÇÃO EFICIENTE DA ÁGUA

Adotar técnicas que visem aumentar os níveis de matéria orgânica no solo, através da prática da Agricultura de Conservação, resultam numa melhor e mais eficiente gestão da água do solo (figura 12).

Na ausência de mobilizações, as galerias com origem na ação da macro fauna (principalmente pela ação das minhocas) e os canais radiculares que resultam da decomposição de raízes, bem como outros espaços entre os agregados do solo, são mantidos. Nestas situações a taxa de infiltração sobe consideravelmente em relação a solos que são mobilizados segundo as técnicas convencionais.

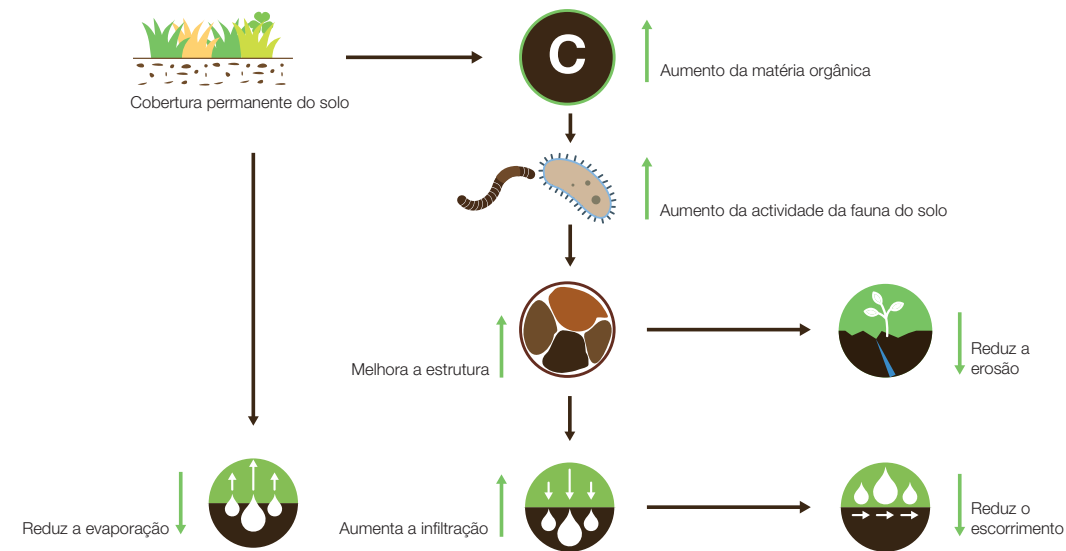


Fig. 12. A Agricultura de Conservação e o aumento da matéria orgânica para uma utilização mais eficiente da água



[5] COBERTURA PERMANENTE DO SOLO

A cobertura permanente do solo é uma prática que consiste em manter a superfície do solo protegida, ao longo de todo o ano, recorrendo a culturas de cobertura, especificamente semeadas para esse efeito, ou com os resíduos das culturas anteriores que permanecem sobre o solo após a colheita.

Muitos benefícios associados a esta prática podem ser identificados com impacto direto no aumento da disponibilidade da água para as culturas.



[5] Cobertura Permanente do Solo

5.1 CONTROLO DA EROSÃO

Redução da erosão do solo

O principal responsável pela perda de solo é a mobilização. Vários estudos mostram uma redução muito significativa na quantidade de solo erodido na sementeira direta em relação ao sistema de mobilização tradicional (figura 13). A proteção conseguida, quer pela cultura de cobertura quer pelos resíduos da cultura anterior, funciona como escudo à ação erosiva da chuva, da água de rega e do vento, servindo ainda de barreira física ao escoamento superficial, evitando-se a perda de solo (figura 14).

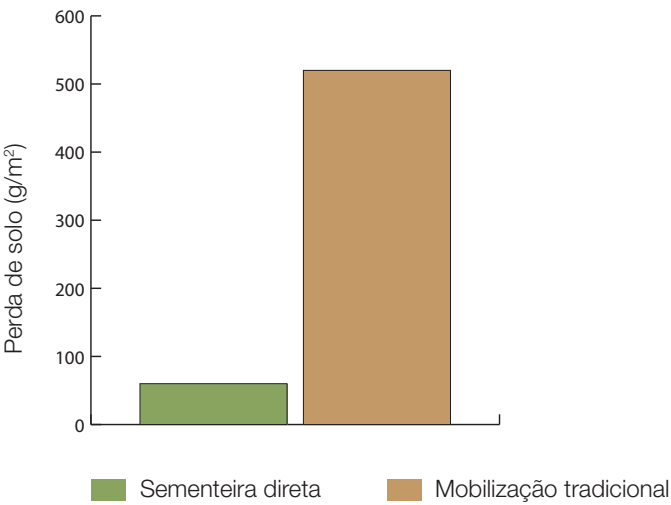


Fig. 13. Efeito do sistema de mobilização (SD e MT) na perda de solo por erosão. Fonte: Basch, G., 1990

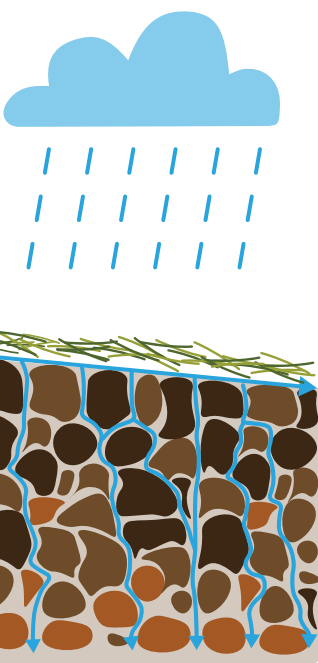


Fig. 14. Representação da infiltração em solo com resíduos na cobertura



5.2 TAXA DE INFILTRAÇÃO

Aumento da taxa de infiltração

A manutenção de resíduos à superfície e a adoção da sementeira direta influenciam positivamente a taxa de infiltração (figura 16). A cobertura permanente do solo resulta numa dissipação da energia cinética das gotas da chuva e num menor impacto físico direto sobre o solo (menor destacamento). Num solo nu o impacto das gotas da chuva provoca a desintegração dos agregados superficiais em partículas minúsculas, que acabam por tapar os poros, dando origem à formação de crostas que diminuem a taxa de infiltração (figura 15).



Fig. 15. Formação de crosta em solo mobilizado sem resíduos

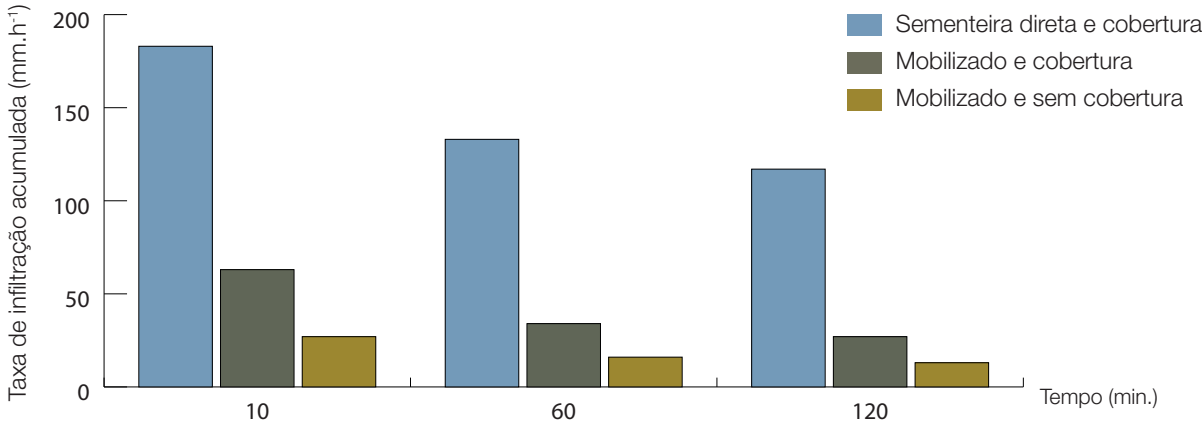


Fig. 16. Variação da taxa de infiltração em diferentes sistemas de mobilização. Fonte: adaptado de Landers, 2007

5.3 ESCORRIMENTO SUPERFICIAL

Diminuição do escoamento superficial

Devido à presença de resíduos da cultura anterior ou da cultura de cobertura, a velocidade da água de escoamento à superfície é menor, aumentando a infiltração (figura 18). Um maior volume de água infiltrada significa um menor volume de escoamento superficial.

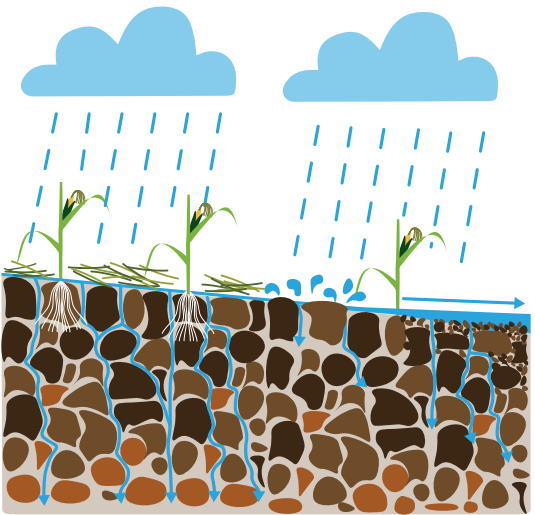


Fig. 18. Representação do efeito da cobertura do solo no escoamento superficial

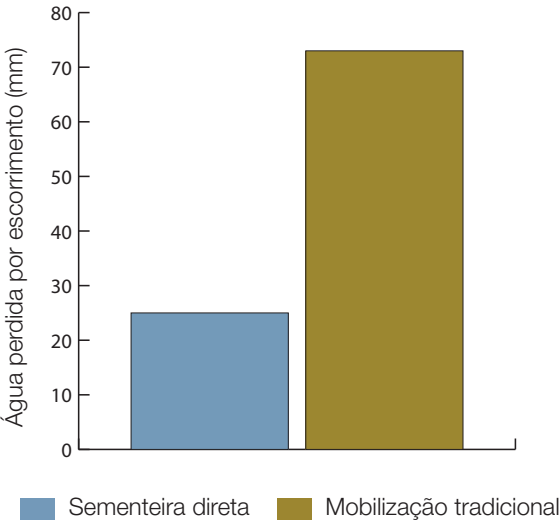


Fig. 17. Efeito do sistema de mobilização (SD e MT) na perda de água por escoamento
Fonte: Basch, G., 1990

Quando comparado o escoamento superficial sob diferentes sistemas de mobilização do solo, constata-se uma redução significativa do mesmo na sementeira direta em relação à mobilização tradicional (figura 17).

5.4 EVAPORAÇÃO

Diminuição da evaporação da água do solo

A manutenção de resíduos na superfície do solo, especialmente em situações de escassez de água, impede a incidência direta da radiação no solo, reduzindo a evaporação da água e mantendo por mais tempo a humidade que este possua (figura 19). Este efeito é mais evidente à medida que aumenta a percentagem de cobertura do solo (tabela 3). Os mesmos resíduos conseguem evitar que a superfície do solo seque por ação do vento.

A combinação da sementeira direta com uma cultura de cobertura de outono-inverno permitirá deixar uma quantidade significativa de resíduos à superfície, que reduzirá a evaporação do solo durante a cultura de verão, particularmente na sua fase inicial e incrementará a infiltração durante o inverno (Mendes, J. 2015).

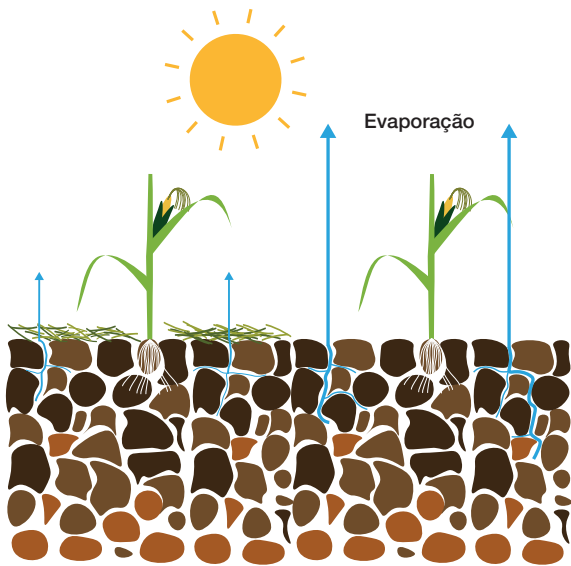


Fig. 19. Representação do efeito da cobertura do solo na redução da evaporação da água do solo

Percentagem de cobertura (%)	Evaporação acumulada (mm)
0	102,8
53	97,4
75	81,2
100	60,6

Tabela 3. Representação do efeito de diferentes graus de cobertura do solo na redução da evaporação da água do solo. Fonte: adaptado de Klocke et al., 2009.



[6] ROTAÇÃO DE CULTURAS

A rotação de culturas é uma prática agronómica/ princípio fundamental da Agricultura de Conservação, que pode contribuir para uma gestão mais eficiente da água do solo, pelo impacto positivo que a diversificação cultural tem sobre a qualidade do solo, particularmente ao nível da estrutura, da matéria orgânica, e da suscetibilidade ao escoamento superficial e à erosão (figura 20).

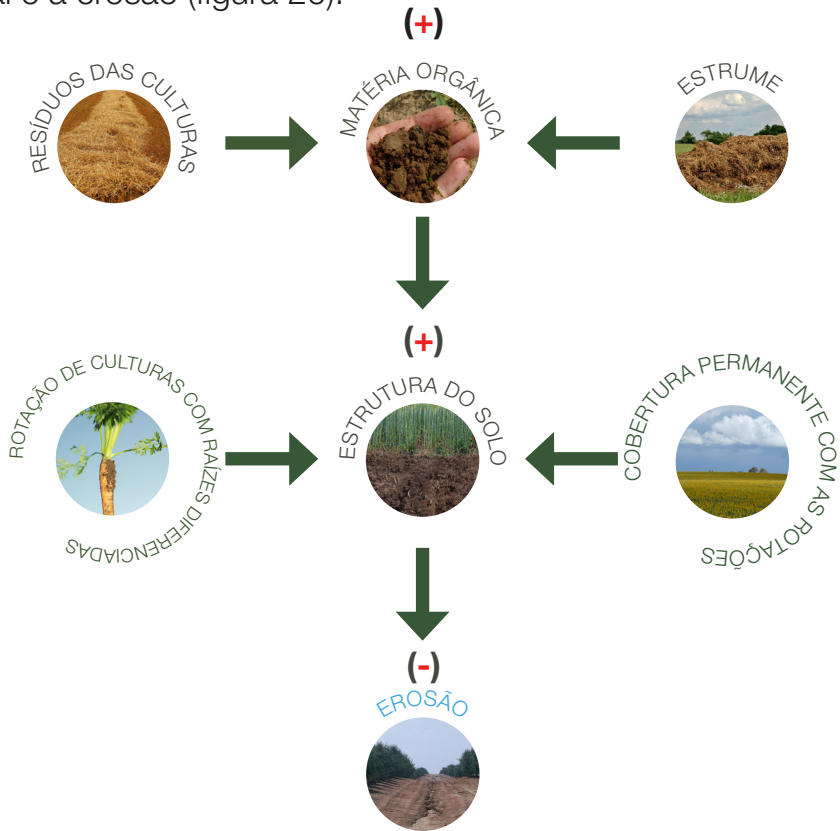


Fig. 20. Efeito da rotação de culturas na qualidade do solo

[6] ROTAÇÃO DE CULTURAS

A rotação de culturas, com diferentes necessidades hídricas e com diferentes sistemas radiculares (diversas formas, tamanhos e profundidades) para além de melhorar a estrutura do solo, e assim a taxa de infiltração, contribui para uma melhor exploração do volume de solo disponível, pelas raízes das plantas.

Ao alternar culturas com diferentes graus de produção de resíduos, e de resíduos com diferentes características, a rotação de culturas permite um equilíbrio no retorno de compostos orgânicos ao solo, quer na quantidade quer na qualidade.

Ao garantirem a cobertura permanente do solo ao longo de todo o ano, para além de reduzirem as perdas de água por evaporação, propiciam um habitat favorável à fauna do solo, potenciando a taxa de infiltração graças, entre outros, aos bioporos que resultam da atividade das minhocas.

As rotações, e eventuais culturas intercalares, ao maximizarem o tempo durante o qual a superfície do solo está protegida da precipitação intensa, conseguem impedir que ocorram fenómenos erosivos associados ao escoamento superficial, e contribuem para um aumento da água retida pelo solo através da infiltração.



[7] REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Basch, G., Carvalho, M. & Azevedo A., 1990. Effect of tillage on surface runoff and erosion on Mediterranean soils.

Basch, G., Impactos da mobilização de conservação ao nível ambiental. 1º Congresso Nacional de Mobilização de Conservação do Solo, APOSOLO, junho 2002.

Basch, G.; Calado, J.; Barros, J.; Carvalho, M. 2012. Impact of soil tillage and land use on soil organic carbon decline under Mediterranean conditions. 19th ISTRO Conference, Montevideo, Uruguai, Set. 24–28.

Berman Hudson, 1994. JSWC 49:189-194.

Carvalho, M. and Basch, G., 1995. Long term effects of two soil tillage treatments on a Vertisol in Alentejo region of Portugal. EC- Workshop II - Experience with the Applicability of No-Tillage Crop Production in the West-European Countries. Silsoe, Wissenschaftlicher Fachverlag, 17-23.

Carvalho, M., 2001. Manual de divulgação de Sementeira Direta e técnicas de mobilização mínima. Direcção Geral de Desenvolvimento Rural (DGDRural). Lisboa.

Carvalho, M., Sementeira Direta - Aspectos agronómicos e edáficos. 1º Congresso Nacional de Mobilização de Conservação do Solo, APOSOLO, junho 2002.

Carvalho, M. ; Basch, G. ; Brandão, M. ; Santos, F. ; Figo, M., A Sementeira Direta e os resíduos das culturas no aumento do teor de matéria orgânica do solo e na resposta da cultura de trigo à adubação azotada. 1º Congresso Nacional de Mobilização de Conservação do Solo, APOSOLO, junho 2002.

Carvalho, M. and Lourenço, E., 2014. Conservation Agriculture – a Portuguese Case study. Journal of Agronomy and Crop Science.

ECAF - European Conservation Agriculture Federation, 2017, Conservation Agriculture: Making Climate Change Mitigation And Adaptation Real in Europe.

Freixial, R. ; Carvalho, M., As fases de transição e consolidação da Agricultura de Conservação e da Sementeira Direta (AC/SD) em culturas anuais nas condições mediterrâneas. Dossier Técnico, Revista Vida Rural, abril 2013.

Landers, J., 2007, Tropical crop-livestock system in Conservation Agriculture: The Brazilian experience. Integrated Crop Management Vol. 5. FAO, Rome.

Mendes, J., 2015, A sementeira direta e as culturas de cobertura no controlo da salinidade do solo em culturas regadas.

Klocke, N.L., R.S. Currie, and R.M. Aiken. 2009. Soil water evaporation and crop residues.

Reicosky DC, 1997, Tillage-induced CO₂ emission from soil.





Cofinanciado por:

