*Este texto baseia-se numa revisão de literatura académica da autoria de Alice Ambler do Instituto James Hutton como parte do nosso projeto de colaboração com o Observatório GROW.*

*O Observatório GROW recebeu financiamento do programa de investigação e inovação Horizonte 2020 da União Europeia no âmbito do contrato de subvenção n.º 690199.*

**Revisão de literatura sobre os benefícios da cobertura orgânica do solo**

*Alice Ambler e Dr. Chris Warburton Brown, outubro de 2019*

A cobertura do solo (mulch) consiste numa camada de matéria aplicada na superfície do solo de uma área cultivada. Os materiais normalmente utilizados para a cobertura do solo são a palha, cascas de árvore, cartão, composto maduro ou resíduos de colheitas anteriores. Essa cobertura pode ser aplicada no solo descoberto ou em redor das plantas. As coberturas orgânicas são incorporadas no solo ao longo do tempo por decomposição natural. A aplicação de cobertura no solo é utilizada na produção agrícola comercial e também na jardinagem doméstica, e em diferentes países e climas em todo o mundo. As coberturas de origem não orgânica foram excluídas deste estudo.

As características atribuídas à cobertura orgânica incluem a conservação da humidade do solo, melhores propriedades do solo, biologia do solo enriquecida, redução do crescimento de infestantes e menor erosão do solo. As evidências para cada uma das referidas características serão exploradas à vez, e serão tidas em consideração as limitações conhecidas da cobertura orgânica.

Efeito na humidade do solo

*Título: Estudos experimentais demonstram que a cobertura orgânica reduz a evaporação, aumenta a humidade do solo e modera as temperaturas do solo. Isto é particularmente eficaz no caso de muito calor. parece ser suficiente uma cobertura orgânica com 3 cm de profundidade.* *A combinação da cobertura do solo com a técnica de sementeira direta aumenta os benefícios.*

Hopkins (1954) realizou um dos primeiros estudos experimentais com cobertura orgânica em pequenos lotes, tendo em vista as condições ideais quanto à profundidade da cobertura, evaporação do solo e aquecimento do solo no Kansas, nos EUA. Com temperaturas invulgarmente elevadas e pouca precipitação, a humidade disponível na área com cobertura era de 6%, mas inferior a 1% na área de solo descoberto. Uma cobertura com 1,27 cm de espessura reduziu a evaporação em 41% no solo descoberto, embora com 7,62 cm apenas tenha reduzido a evaporação em 67%. A cobertura retarda a evaporação e melhora o solo como habitat para organismos. No entanto, uma cobertura profunda pode retardar o início do crescimento ao causar um aquecimento mais lento do solo.

Watson e Kupkowski (1991) utilizaram uma cobertura com 45,72 cm feita de aparas de madeira grosseiras, uniformes e frescas para medir o efeito no solo e no crescimento de árvores, tratando-se de uma cobertura excecionalmente profunda. Não constataram uma redução significativa do teor de oxigénio debaixo da cobertura orgânica. As temperaturas no solo eram quase idênticas sob a cobertura e no solo adjacente descoberto, embora a variação das temperaturas sob a cobertura orgânica tenha sido menor entre dias frescos e quentes. A humidade no solo era superior sob a cobertura.

Hobbs et al (2008) estudaram a agricultura de conservação no México. Os resíduos de colheitas anteriores foram retidos na superfície do solo e foi aplicada uma lavoura mínima na expetativa de aumentar a humidade do solo, uma condição que limita a agricultura local. Foi demonstrado que a cobertura com lavoura mínima se adequa a este clima, uma vez que aumentou a humidade do solo, a matéria orgânica, os níveis de nitrogénio, a dimensão dos agregados na superfície do solo, a biomassa microbiana e a produção.

He e colegas (2009) estudaram os efeitos no solo, rendimento e irrigação da cobertura orgânica a longo prazo num sistema de trigo/aveia com sementeira direta na Mongólia Interior, na China. Foi utilizada uma disposição em bloco 10 x 100 m aleatória para estudar 4 práticas de cultivo. Os maiores aumentos de rendimento em conjunto com a maior eficiência na utilização da água foram alcançados com sementeira direta e cobertura com palha. O rendimento médio de colheita a dez anos aumentou em 14,0% e a eficiência na utilização de água melhorou 13,5% comparativamente à lavoura tradicional.

Kader et al (2017) realizaram uma revisão de literatura recente sobre os efeitos da aplicação da cobertura no solo. Analisaram os materiais e métodos de cobertura orgânica, a aplicação, efeitos, impactos, aspetos económicos e orientações para investigação futura. Estudos experimentais demonstram que vários materiais para cobertura alteram a humidade e a temperatura do solo. Estas alterações influenciam a microbiologia do solo, essencial para criar um ambiente no solo favorável ao crescimento das plantas. Os materiais para cobertura afetam significativamente a poupança de água na agricultura.

Zhang e colegas (2009) estudaram os efeitos da cobertura orgânica na temperatura do solo, humidade e produção de trigo em Shaanxi, na China. Criaram lotes experimentais de 5 m x 5 m com sementeira direta e cobriram-nos com palha de trigo. A temperatura do solo foi geralmente inferior sob a cobertura orgânica na estação quente e a temperatura máxima diminuiu bastante. O armazenamento de água no solo sob a cobertura orgânica foi consideravelmente superior do que no lote de controlo. Este efeito foi mais acentuado em sítios montanhosos. Foram registados aumentos na produção de biomassa sob a cobertura, embora a maior quantidade de água no solo tenha melhorado mais o crescimento de vegetação do que a formação de grãos.

Efeito nas propriedades químicas e físicas do solo

*Título: Os resultados das experiências são inconclusivos. A cobertura pode aumentar o P e K do solo. Os estudos não são unânimes quanto ao seu efeito no pH ou N do solo, provavelmente devido às diferenças no tipo de solo e clima. A cobertura orgânica entre 5 e 10 cm parece ser mais eficaz.*

Billeaud e Zajicek (1989) testaram diferentes tipos e profundidades de cobertura quanto ao seu efeito no controlo de infestantes, saúde do solo e crescimento de plantas. Utilizaram casca de pinheiro de 0, 5, 10 e 15 cm de profundidade, com e sem tela anti-infestantes. As coberturas orgânicas mais grosseiras tiveram um desempenho melhor do que os materiais de textura fina. À medida que a profundidade da cobertura orgânica aumentava, o pH do solo, o teor de azoto do solo e a avaliação visual do crescimento das plantas foi menor.

O estudo de Watson e Kupkowski (1991) da cobertura de cascas de madeira muito profunda demonstrou que o pH do solo não foi afetado pela cobertura orgânica. Os nitratos eram mais reduzidos no solo sob a cobertura, mas os valores para o solo com e sem cobertura eram muito baixos.

Greenly e Rakow (1995) compararam o efeito de diferentes coberturas de madeira e de diferentes profundidades de cobertura no solo, infestantes e crescimento de árvores num teor elevado de argila e limo. Criaram pequenos lotes experimentais e aplicaram cobertura de cascas de pinheiro com 7,5 cm, 15 cm e 25 cm de profundidade. A profundidade mais eficaz foi de 7,5 cm. Os níveis de oxigénio no solo e as temperaturas e os níveis de humidade mantiveram-se todos em intervalos aceitáveis sob esta cobertura. As coberturas orgânicas mais profundas conduziram a uma diminuição da temperatura e aumento do nível de humidade. Os parâmetros do solo (pH, nitratos e níveis de sal) não foram afetados.

O estudo experimental de Broschat em 2007 considerou a utilização de cobertura em pequenos lotes de plantação para controlo de infestantes, nutrientes e conservação de água. O pH e N não foram afetados, embora tal possa dever-se ao curto período experimental. A cobertura teve um efeito geralmente reduzido nos nutrientes do solo durante a estação seca, mas a cobertura com cipreste aumentou o K do solo e a cobertura com pinheiro e eucalipto aumentou o Mg do solo na estação chuvosa.

He et al (2009), a trabalhar na Mongólia Interior, na China, concluíram que a lavoura de conservação a longo prazo (combinação de sementeira direta e cobertura) aumentou a matéria orgânica do solo nos 20 cm à superfície em 21,4% e o N total em 31,8% nos 5 cm à superfície. Os macroagregados e a macroporosidade também melhoraram significativamente na camada de solo de 0–30 cm. Estas melhorias nas propriedades do solo têm uma importância considerável nos solos gravemente degradados da Mongólia Interior.

Jodaugiené e colegas (2010) realizaram um estudo experimental sobre cobertura orgânica e biologia do solo na Lituânia. Colocaram 5 cm e 10 cm de palha, serradura, turfa e relva sobre solo limo-argiloso médio antes da época de cultivo e posteriormente plantaram feijão, repetindo o processo anualmente. Em lotes com aplicação de cobertura orgânica de relva, a produção de feijão foi 1,8 vezes superior comparativamente à do lote de controlo e 26,7 vezes superior comparativamente a lotes com aplicação de cobertura orgânica de serradura. Nesses lotes, as colheitas continham um teor superior de N, P e K.

Efeito na biologia do solo

*Título: Estudos demonstram que a cobertura orgânica tem efeitos positivos na biologia do solo, sobretudo em combinação com sementeira direta. A cobertura protege a biologia do solo de extremos de calor e de erosão, e proporciona alimento.*

Brevault e colegas (2007) observaram o impacto da sementeira direta com cobertura orgânica na biologia do solo em plantações de algodão no Sudão. Foi aplicada cobertura de relva e leguminosas em lotes de teste no final da época de cultivo anterior. A aplicação de cobertura orgânica com sementeira direta melhorou as condições para organismos no solo, ao proteger de erosão pelo vento e água e variações de humidade e temperatura, e ao aumentar a disponibilidade de nutrientes. A cobertura proporcionou um habitat melhor para artrópodes em sementeira direta com relva e sementeira direta com leguminosas do que nos lotes de controlo (+103 e 79%, respetivamente). Foram encontradas mais minhocas nos solos com sementeira direta.

O estudo experimental conduzido na Lituânia por Jodaugiené e colegas (2010) testou os níveis de urease e sacarose do solo e a densidade de minhocas sob diferentes tipos de cobertura. A cobertura com serradura e relva influenciou positivamente a atividade da urease. A relva aumentou significativamente a atividade da sacarose. Outras coberturas orgânicas não tiveram influência significativa. A espessura da cobertura não teve efeito significativo na atividade da urease. A densidade mais elevada de minhocas foi verificada nos lotes com cobertura de relva (2,1 x superior ao lote de controlo) e palha (1,8 x). A cobertura de turfa diminuiu o número de minhocas. Foi observada uma biomassa de minhocas mais reduzida nos lotes com cobertura orgânica em camadas mais espessas. O número de minhocas teve um efeito positivo na quantidade de nutrientes de plantas no solo (sobretudo P e K).

Efeito nos infestantes

*Título: A cobertura orgânica é uma forma eficaz de eliminar infestantes. Em menores profundidades (até 8 cm) a cobertura parece ser mais eficaz. É mais eficaz quando aplicada com uma barreira contra infestantes.*

Billeaud e Zajicek (1989) demonstraram que a cobertura orgânica aplicada em menores profundidades em combinação com uma barreira contra infestantes proporcionou uma eliminação ideal de infestantes sem afetar o azoto do solo nem reduzir o crescimento das plantas. As coberturas orgânicas mais grosseiras tiveram um desempenho melhor do que os materiais de textura fina. A cobertura com profundidade superior a 10 cm inibiu o crescimento das plantas, embora a profundidade ideal dependesse do material da cobertura.

Greenly e Rakow (1995) constataram que a densidade e diversidade de infestantes diminuiu significativamente com o aumento da profundidade da cobertura. No entanto, para as espécies de árvores que plantaram, o crescimento do caule foi superior com uma profundidade de 7,5 cm de cobertura orgânica. As coberturas mais espessas podem reduzir o crescimento lateral das raízes e retardar demasiado o aquecimento na primavera, pelo que 7,5 cm é a profundidade de cobertura ideal.

A experiência de Broschat (2007) concluiu que as infestantes dicotiledóneas eram significativamente inferiores em lotes com cobertura do que nos de controlo sem cobertura. No entanto, o número de infestantes de relva não diferiu. O tipo de cobertura não teve efeito na quantidade de nenhum tipo de infestante.

Efeito na erosão do solo

*Título: Os dois estudos dedicados a esta área concluíram que a cobertura reduz significativamente a erosão do solo em declives.*

Gholami et al (2013) mediram o efeito da cobertura com palha na erosão do solo nas montanhas Aborz no norte do Irão. Realizaram uma análise laboratorial do solo arenoso-limoso daquela zona em condições meteorológicas simuladas, utilizando lotes de erosão de 6 m por 1 m sob uma cobertura de palha com 8 cm de profundidade. A cobertura de palha reduziu significativamente a erosão de impacto de gotas de chuva e a produção de sedimentos no escoamento, indicando que o fluxo não conseguia ter poder suficiente para remover partículas agregadas retidas pela cobertura.

Miyata e colegas (2009) observaram o impacto da cobertura orgânica na redução da erosão dos solos em declives acentuados em Mie, no Japão. Analisaram uma plantação de ciprestes numa encosta com uma média de precipitação anual de 2094 mm, 14,4º C de temperatura média e duas estações chuvosas. Em pequenos lotes experimentais, compararam detritos folhosos depositados naturalmente (condições naturais) com 5 cm de cobertura orgânica. Estimou-se que a erosão em lotes sem cobertura foi 5,1 vezes superior à dos lotes com cobertura.

Limites e desvantagens da cobertura

*Título: Uma cobertura excessivamente profunda (superior a 8 cm) pode causar problemas. Uma utilização excessiva de cobertura orgânica pode sufocar as raízes rasas.* *Os efeitos da cobertura não são universais e variam de acordo com o solo e as condições climáticas.*

Gouin (1983) explorou as melhores formas de utilizar a cobertura, a profundidade ideal, os melhores tipos de cobertura, quando aplicar a cobertura orgânica e os seus benefícios. O autor desaconselhou a utilização excessiva de cobertura, argumentando que 2,5 a 5 cm de cobertura anualmente é o mais adequado. A cobertura orgânica fresca não deve ser aplicada até a cobertura existente estar quase decomposta. A utilização excessiva de cobertura orgânica em redor de plantas com raízes rasas e grandes árvores coníferas pode sufocar as raízes. As coberturas não devem ser utilizadas como método exclusivo para eliminação de infestantes, porque durante a sua decomposição vão enriquecer o solo, criando condições favoráveis para a germinação de infestantes.

Erenstein (2002) analisou uma investigação anterior sobre a cobertura orgânica com resíduos de colheitas em países tropicais e subtropicais, focada nos benefícios da conservação no crescimento em grande escala. Constitui uma fonte de referências úteis para outros ensaios. O autor concluiu que o potencial da cobertura orgânica com resíduos de colheitas é específico de cada local e dependente do ambiente biofísico e socioeconómico. As técnicas e os resultados divergem entre os métodos de agricultura dos países desenvolvidos e países em vias de desenvolvimento.

Conclusão

Esta revisão apresentou sólidas provas científicas de quatro dos benefícios atribuídos à cobertura orgânica: conservação da humidade do solo, biologia do solo enriquecida, redução do crescimento de infestantes e menor erosão do solo. A base factual provém de todos os continentes inabitados e de diferentes tipos de solo e zonas climatéricas. Uma cobertura orgânica com 3 a 8 cm de profundidade parece proporcionar os melhores resultados. Os benefícios podem ser melhorados quando a cobertura orgânica é utilizada em combinação com lavoura mínima ou sementeira direta.

O quinto benefício atribuído, o efeito da cobertura orgânica nas propriedades físicas e químicas do solo, não foi determinado com clareza e parece variar de acordo com os tipos de solo e clima.

Bibliografia

Billeaud, L., and Zajicek, J., 1989, Mulching for weed control, *Grounds Maintenance*, 24, 10-12, 14, 120-121

Broschat, T.K., 2007, Effects of mulch type and fertilizer placement on weed growth and soil pH and nutrient content, *HortTechnology*, 17, 174-177

Brévault, T., Bikay, S., Maldés, J.M. and Naudin, K., 2007, Impact of a no-till with mulch soil management strategy on soil macofauna communities in a cotton cropping system, *Soil and Tillage Research*, 97, 140-149

Erenstein, O., 2002, Crop residue mulching in tropical and semi-tropical countries: an evaluation of residue availability and other technological implications, *Soil Tillage Research*, 67, 115-133

Gholami, L., Sadeghi, S.H. and Homaee, M., 2013, Straw Mulching Effect on Splash Erosion and Sediment Yield from Eroded Plots, *Soil Science Society of America Journal*, 77, 268–278.

Gouin, F.R., 1983, Over-mulching, a national plague. *Weeds, Trees, and Turf*, 22, 22-23

Greenly, K.M., and Rakow, D.A., 1995, The effect of wood mulch type and depth on weed and tree growth and certain soil parameters, *Journal of Arboriculture*, 21, 225-231

He, J., Kuhn, N. J., Zhang, X. M., Zhang, X. R., & Li, H. W. (2009). Effects of 10 years of conservation tillage on soil properties and productivity in the farming-pastoral ecotone of Inner Mongolia, China. *Soil Use and Management*, 25(2), 201–209.

Hobbs, P.R., Sayre, K. and Gupta, R., 2008, The role of conservation agriculture in sustainable agriculture, Philosophical transactions of the royal society B, 363, 543-555, DOI:10.1098/rstb.2007.2169

Hopkins, H.H., 1954, Effects of mulch upon certain factors of the grassland environment, *Range Management*, 7, 255-258

Jodaugiené, D., Pupaliené, R., Sinkevičiené, A., Marcinkevičiene, A., Žebrauskaité, K., Baltabuonyté, M. and Čepulieném, R., (2010) The influence of organic mulches on soil biological properties, *Zemdirbyste-Agriculture*, 97, 33-40

Kader, M.A., Senge, M., Mojid, M.A. and Ito, K., 2017, Recent advances in mulching materials and methods for modifying soil environment, Soil and Tillage Research, 168, 155-166

Miyata, S., Kosugi, K., Gomi, T., and T.Mizuyama, T., 2009. Effects of forest floor coverage on overland flow and soil erosion on hillslopes in Japanese cypress plantation forests, Water Resources Research, 45, DOI:10.1029/2008WR007270

Watson, G.W. and Kupkowski, G., 1991, Effects of a deep layer of mulch on the soil environment and tree root growth, Journal of Arboriculture , 17, 242-245. Chicago.

Zhang, S., Lövdahl, L., Grip, H., Tong, Y., Yand, X. and Wang, Q., 2009, Effects of mulching and catch cropping on soil temperature soil moisture and wheat yield on the

Loess Plateau of China, Soil and Tillage Research, 145, 111-117