*Este texto baseia-se numa revisão de literatura académica da autoria de Chris Warburton Brown da Permaculture Association (Grã-Bretanha), 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 práticas de sementeira direta (e agricultura de conservação)**

*Dr. Chris Warburton Brown, maio de 2019*

Tradicionalmente, os produtores de culturas arvenses faziam a lavoura com a charrua, ao passo que os jardineiros escavavam o solo com a enxada. Faziam-no para obter uma boa camada de terra arável, remover ervas daninhas, soltar o solo compactado, expor agentes patogénicos, incorporar adubo, aumentar a penetração de água e facilitar a sementeira. Contudo, nos últimos anos tem-se verificado o aumento célere da popularidade dos sistemas de agricultura de sementeira direta em todo o mundo. A sementeira direta é uma forma simples de cultivo ou pastagem sem mobilização do solo.

Atualmente, a literatura científica sobre sistemas de sementeira direta é vasta. Esta revisão começará com uma definição dos termos principais. De seguida, apresentará os benefícios atribuídos à sementeira direta e aprofundará cada um posteriormente. Sempre que possível, será dado particular realce às experiências de campo. A revisão focará depois nos resultados da prática de sementeira direta à escala doméstica, chamada jardinagem sem cavar.

Definição de agricultura de sementeira direta

*Título: Existe uma certa falta de clareza quanto à utilização dos termos, uma vez que se podem referir a diferentes práticas. Isso conduziu a alguma inconsistência nas conclusões da investigação. A FAO estabelece uma definição clara para a agricultura de conservação: sementeira direta combinada com a cobertura permanente da cultura e a rotação/diversidade de culturas.*

Os termos "sementeira direta" e "sem cavar" parecem ser autoexplicativos. No entanto, Derpsch e colegas (2014) manifestaram preocupações: “se > 50% da superfície do solo é mobilizada... o sistema não pode ser chamado de sementeira direta e deve ser definido como lavoura com cobertura orgânica ou qualquer outra forma” (17). Esta incerteza conduziu a inconsistências e contradições nas conclusões da investigação. Reicosky (2015) argumentou que o termo “lavoura de conservação” também causa bastante confusão. Cita Baker et al. (2002) que identificou 14 nomes diferentes para a lavoura reduzida. Mannering e Fenster (1983) definem a lavoura de conservação como um termo genérico para “qualquer” sistema de lavoura e concordam que essa definição genérica gerou confusão.

Para pôr termo a esta incerteza, em 2013 a FAO produziu uma definição clara de “Agricultura de Conservação” que vai além da noção de sementeira direta: (FAO, 2013)

1. **Mobilização mecanizada do solo mínima:** Menos de 25% da área cultivada.
2. **Cobertura orgânica permanente do solo:** São diferenciadas três categorias: 30-60%, > 60-90% e > 90% de cobertura do solo.
3. **Diversificação das espécies:** A rotação/associação deve envolver pelo menos 3 culturas diferentes.

Esta abordagem considera os benefícios da sementeira direta, da cobertura permanente da cultura e da diversificação das espécies como um reforço mútuo.

Nesta revisão serão muito utilizados três termos principais: Sementeira direta (SD), Agricultura de conservação (AC) e Lavoura convencional/com charrua (LC).

Extensão global da agricultura de sementeira direta e seus benefícios

*Título: Em 2009, 111 milhões ha em todo o mundo estavam a ser cultivados com SD, verificando-se um crescimento de 6 milhões ha por ano. Os sete principais benefícios atribuídos são a redução da erosão do solo, maior resiliência à seca, aumento do número de minhocas, aumento da fauna selvagem, aumento de carbono no solo, melhoria da produção e melhoria das propriedades/fertilidade do solo.*

Em 2010, Derpsch et al concluíram que 111 milhões ha em todo o mundo estavam a ser cultivados com SD, apresentando uma taxa de crescimento de 6 milhões ha por ano. As taxas de adoção mais rápidas ocorreram na América do Sul. Lindwall e Sonntag (2010) apresentaram um estudo de caso sobre a forma como a SD substituiu a LC como técnica padrão para o cultivo de trigo no Canadá. Derpsch e colegas (2017) afirmaram que “a sementeira direta oferece... uma vasta gama de benefícios económicos, ambientais e sociais... [e] permite que a agricultura responda a alguns desafios globais”. A revisão feita por Holland de mais de 200 estudos (2004) sugeriu que a SD reduz o consumo de energia, aumenta a fixação de carbono, melhora a biodiversidade, reduz a saturação do solo pela água, seca, escoamento e poluição, desenvolve a biota do solo e melhora a reciclagem de nutrientes. No entanto, Holland salientou que algumas conclusões devem ser tratadas com cuidado até poderem ser verificadas numa escala maior. Grandy et al (2006) apresentaram argumentos baseados em investigação para a adoção mais ampla de SD permanente, afirmando que os rendimentos a longo prazo podem igualar ou ultrapassar a da LC e que, ao longo do tempo, aumenta a disponibilidade de N e C para as plantas.

Os vários benefícios da SD invocados na literatura podem ser classificados em 7 áreas:

1. Redução da erosão do solo
2. Aumento da resiliência à seca
3. Aumento das populações de minhocas
4. Aumento das populações de fauna selvagem
5. Aumento de carbono no solo
6. Melhoria do rendimento
7. Melhorias das propriedades e fertilidade do solo

Redução da erosão do solo

*Título: Estudos experimentais têm demonstrado consistentemente que solos com sementeira direta combinados com a cobertura permanente da cultura são muito pouco vulneráveis à erosão aquática e eólica em todas as zonas climáticas.*

Keesstraa e colegas (2016) concluíram que a erosão do solo em culturas de alperce em Valência, Espanha, foi 45,5 vezes superior com tratamento herbicida do que no solo com sementeira direta e cobertura permanente. Mendez e Buschiazzo (2010) concluíram que a erosão eólica foi menor na sementeira direta de trigo com resíduos de plantas nas pampas semiáridas da Argentina. A experiência de Prasuhn (2010) no interior da Suíça foi invulgar, uma vez que abrangeu uma bacia hidrográfica completa: a média de perda do solo em campos de SD foi de uma ordem de grandeza inferior à dos campos lavrados. Mchunu et al (2010) avaliaram as perdas de solo em campos de milho de pequena escala tradicionais na África do Sul com LC e SD, com 10% de cobertura da cultura com resíduos: o carbono orgânico no solo superficial foi 26% superior com SD e as perdas de solo foram 68% inferiores. Labrière et al (2015) analisaram estudos de 21 países tropicais húmidos para concluir que a SD em exclusivo não é suficiente para prevenir a erosão grave, mas em combinação com a plantação em curvas desnível e a plantação intercalar, podem originar uma diminuição substancial da perda de solo.

Aumento da resistência à seca

*Título: Existem dados experimentais consideráveis de que a agricultura de conservação pode estabilizar os rendimentos em anos de seca e em regiões semiáridas. No entanto, a base factual e em que medida tais práticas foram efetivamente adotadas por pequenos agricultores em África têm suscitado contestação.*

Uma revisão de Mazvimavi (2016) considerou 100 artigos dedicados à contribuição da AC para a resiliência contra a seca na África Subsariana. A AC parece proporcionar uma maior resiliência à alteração climática e à seca. No entanto, os dados de avaliação dos benefícios da AC em condições não experimentais são limitados. Bescansa et al (2006) concluíram no norte semiárido de Espanha que a capacidade hídrica disponível era superior com a SD, com rendimentos em geral semelhantes, exceto no ano mais seco quando a SD produziu mais. Esta equivalência entre os rendimentos da SD e da AC, embora com rendimentos superiores com SD em anos de seca, também foi demonstrada em experiências com trigo-duro em Itália (Devita et al 2007) e trigo e milho na China (He et al 2011).

Essas conclusões foram contestadas por Materechera et al (1997) na observação do crescimento do milho em sistemas de lavoura em sulcos no Maláui, onde a resistência à penetração foi menor com LC e os rendimentos foram 5% superiores. No entanto, a SD resultou numa redução notável do tempo de trabalho. com o rendimento dos campos de milho a exceder os 4000 kg/ha. Em 2013, a Declaração do Nebrasca sobre Agricultura de Conservação (The Nebraska Declaration on Conservation Agriculture), assinada por 43 cientistas de diversas disciplinas, divulgou uma avaliação cética da atual base factual para a AC na África Subsariana e apelou a mais investigações. Alegaram a existência de poucas provas quanto à adoção generalizada da AC por pequenos agricultores.

Aumento das populações de minhocas

*Título: Uma área muito bem estudada, com estudos experimentais que confirmam uma forte correlação entre a sementeira direta e o aumento das populações de minhocas, sobretudo em combinação com a adubação regular e a cobertura permanente das culturas.*

As minhocas têm efeitos positivos no desenvolvimento da estrutura do solo, regulação da água, ciclo dos nutrientes, produção primária, regulação do clima, remediação da poluição e serviços culturais (Bertrand et al 2015). Reviram 28 experiências de campo para concluir que a lavoura tende a reduzir as populações de minhocas. Estas conclusões foram confirmadas em experiências de campo em França, Ontário e Tennessee. O estudo francês (Pelosi et al 2009) concluiu que a biomassa da minhoca em sistemas de cobertura orgânica (SD) foi 3 a 12 vezes superior do que na LC. O estudo em Ontário (Fox et al 2017) demonstrou que a conversão de LC para SD resultou em aumentos anuais consistentes de minhocas. O estudo no Tennessee (Ashworth et al 2017) concluiu que a SD com estrume de aves e resíduos de culturas foi altamente benéfica para as minhocas, mas acrescentou uma ressalva: no cultivo contínuo de algodão, que faz utilização intensiva de pesticidas, a população de minhocas foi reduzida para metade.

Aumento das populações de fauna selvagem

*Título: É surpreendente o pouco trabalho experimental que tem havido nesta área. No entanto, os estudos sugerem um aumento significativo das populações de fauna selvagem em sistemas de SD comparativamente a LC.*

Van Beek et al (2014) compararam comunidades aviárias entre LC e SD em campos de soja no Illinois, EUA: a SD registou maiores densidades de aves, densidade de nidificação e valor de conservação. Witmer et al (2007) mediram a população de roedores e testaram diferentes métodos de controlo em Washington, EUA: as populações de ratos eram muito superiores em campos de SD e podem remover 5 a 15% de pés de ervilha. Nenhum método de controlo testado foi bem-sucedido. Santlema et al (2006) modelaram os efeitos da biodiversidade em cinco cenários agrícolas diferentes no Iowa, EUA. O “cenário de biodiversidade” incluiu 32% de lavoura de conservação e produziu populações maiores de aves nativas, anfíbios, mamíferos e espécies raras do que na paisagem selvagem pré-agrícola. Isto sugere que a agricultura com SD é compatível com paisagens de grande biodiversidade.

Aumento de carbono no solo

*Título: Foram alegados aumentos importantes no armazenamento de carbono no solo com SD, com grandes implicações na abordagem no combate às alterações climáticas. No entanto, esses números são contestados, devido à sugestão de erros de metodologia e resultados dececionantes nos estudos experimentais.*

Muito foi feito quanto ao aumento de carbono no solo com SD e a potencial mitigação das alterações climáticas, no relatório *The Emissions Gap Report 2013* (UNEP, 2013) sobre o desfasamento de emissões. Nele é referido que a SD pode criar 500 kg adicionais por hectare por ano de carbono orgânico no solo e cita os planos de ação climática do Brasil (MMA 2016), Quénia (Stiebert et al., 2012) e China (Cheng et al., 2013a), sugerindo que a lavoura com sementeira direta pode já fixar 2 milhões de toneladas de equivalente CO2 globalmente por ano. No entanto, estes resultados otimistas foram contestados por Powlson et al (2014) que citam um grande volume de dados científicos que demonstram que o carbono orgânico adicional no solo com sementeira direta é relativamente reduzido e limitado aos 10 cm superiores. Concordam que a SD é benéfica para a qualidade do solo e para as alterações climáticas, mas alegam que o seu papel na mitigação está sobrestimado. Luo et al (2010) concordam: as suas metanálises de 69 experiências emparelhadas concluíram que a conversão de LC para SD alterou a distribuição de carbono no perfil do solo, mas não aumentou o total de carbono no solo.

Rendimento de culturas

*Título: Estudos experimentais comprovam que os rendimentos com SD são geralmente comparáveis ou ligeiramente superiores aos rendimentos com LC. A alegação de que os rendimentos com SD são consistentemente superiores não tem fundamento. Os rendimentos com SD tendem a ser superiores em anos secos.*

Num sistema de produção contínua de trigo-duro em Foggia e Vasto, Itália, Devita et al (2007) constataram que foi obtido um rendimento superior com SD relativamente a LC em Foggia, e que a qualidade foi consistentemente superior, enquanto que os rendimentos em Vasto foram similares, exceto no terceiro ano, quando a LC produziu mais. Em Gaocheng, nas planícies do norte da China, He et al (2011) concluíram que a SD a longo prazo aumentou significativamente a matéria orgânica do solo, a disponibilidade de azoto e fósforo (N e P), com uma subida média dos rendimentos de trigo e milho de 3,5% e 1,4% com SD, sobretudo em anos secos. Silici e colegas (2011) analisaram 229 agricultores no Lesoto. Os agricultores que produziam milho com likoti (uma prática local que utiliza cultivo em sulcos com SD) obtiveram lucro, enquanto os que utilizaram a charrua tiveram prejuízo. Naudin et al avaliaram 662 lotes nos Camarões (2010), com rendimentos de milho/milho-miúdo equivalentes ou superiores na LC, mas com rendimentos inferiores no algodão, exceto quando os sistemas de SD incluíam a cobertura orgânica. He e colegas (2009) realizaram uma experiência de campo de 10 anos na Mongólia Interior, China, para comparar quatro sistemas de cultivo de aveia/trigo de primavera. Os maiores aumentos de rendimento (+14%) em conjunto com a maior eficiência na utilização da água (+13,5%) foram alcançados com SD e cobertura com palha. Calonego et al (2017) realizaram um estudo de 14 anos sobre os solos compactados em São Paulo, Brasil, onde as rotações de culturas de cobertura com raízes vigorosas reduziram a compactação do solo tão eficazmente quanto a cultura mecanizada e resultaram em rendimentos equivalentes de grão de soja e milho-miúdo.

Melhorias das propriedades e fertilidade do solo

*Título: Este é o aspeto mais estudado dos sistemas de SD. Estudos experimentais demonstram um aumento da disponibilidade de água, azoto e carbono, bem como uma redução da compactação do solo. As conclusões sobre a densidade aparente e outras propriedades do solo variam entre estudos.*

Blanco-Canqui et al (2018) compilaram os estudos globais publicados sobre o impacto da SD no solo. A SD pode reduzir a compactação do solo e aumentar a estabilidade dos agregados molhados, infiltração de água e água disponível. Não teve efeitos consistentes sobre a temperatura do solo, consistência do solo, densidade aparente, resistência à penetração e resistência ao cisalhamento. A adição de práticas complementares (culturas de cobertura, retificação de C) pode melhorar o desempenho da SD. Em Daxing, China, Hui e colegas (2013) concluíram que os teores de C, N, P e K aumentaram significativamente e que o rendimento de trigo e milho aumentou ligeiramente em camalhões permanentes com SD de 160 cm de largura. Na região semiárida e subtropical de South Queensland, Austrália, Thomas et al (2007) constataram poucas diferenças no carbono do solo a uma profundidade entre 10 e 30 cm, mas significativamente mais C, N, P e K a uma profundidade entre 0 e 10 cm com SD.

Madejon et al (2009) estudaram solos em Lleida, Saragoça e Sevilha, Espanha: verificaram aumentos de enzimas e matéria orgânica nos solos com SD a longo prazo. Mitchell et al (2017) concentraram-se na saúde do solo a longo prazo (15 anos) submetido a rotação de algodão e tomate na região árida e irrigada da Califórnia. Verificou-se o aumento da agregação do solo, infiltração de água, N, C, cobertura de resíduos e atividade biológica com a SD e culturas de cobertura, com rendimentos de cultura similares. Um estudo de 14 anos das propriedades físicas do solo com SD foi realizado por Calonego et al (2017) em São Paulo, Brasil, onde as plantas de cultura de cobertura em rotação com raízes vigorosas reduziram a compactação do solo com a mesma eficácia do cultivo mecanizado. Mazzoncini et al (2016), a trabalhar em San Pieroa Grado, Itália, concluíram que após 28 anos de SD contínua, os valores de C e N a uma profundidade de solo de 30 cm aumentaram 22% comparativamente aos valores iniciais, tendo diminuído na LC de controlo.

Sistemas sem cavar à escala de jardins

*Título: A investigação nesta área é escassa. No entanto, o trabalho inovador a longo prazo de Charles Dowding sugere maiores rendimentos de produtos hortícolas em canteiros sem cavar do que em canteiros cavados. A plantação de relva no meio urbano é um sistema generalizado de SD muito pouco investigado.*

A jardinagem sem cavar foi iniciada no Japão por Masanobu Fukuoka (1978), no Reino Unido por F. C. King (1946) e A. Guest (1973), na Austrália por Esther Dean (1971) e na América por Ruth Stout (1961). No entanto, contrariamente aos sistemas agrícolas de SD, tem havido pouca investigação científica sobre a adoção ou os benefícios dessa técnica. Uma exceção notável é Charles Dowding (2019a, 2019b), que realizou uma experiência comparativa de rendimentos durante 13 anos em Somerset, Reino Unido. As suas conclusões não foram analisadas pelos pares nem publicadas, mas estão disponíveis online. Dowding utiliza camalhões permanentes alimentados por estrume e composto orgânico caseiro, e com cobertura de culturas quase permanente. Na sua primeira experiência, ao longo de seis épocas agrícolas, os rendimentos de produtos hortícolas nos canteiros sem cavar foram 6,4% superiores aos dos canteiros cavados, com os legumes de folha a alcançar um rendimento 15% superior. Na segunda experiência, durante mais seis épocas agrícolas, os rendimentos de canteiros sem cavar ultrapassaram os dos canteiros cavados em 10,1%.

Conclusão

Cinco dos sete benefícios atribuídos às práticas de SD são claramente confirmados por resultados científicos: redução da erosão do solo, maior resiliência à seca, aumento do número de minhocas, aumento da fauna selvagem e melhoria das propriedades do solo. A base factual provém de todos os continentes habitados e de diversos tipos de solo e zonas climatéricas.

Dois dos benefícios que lhe são atribuídos continuam a ser debatidos. Ainda que os rendimentos de culturas com sistemas de SD sejam comparáveis aos dos sistemas de LC, apenas alguns estudos demonstram um aumento de rendimento em sistemas de LC. A SD parece manter rendimentos superiores em anos secos e de seca. Todos os estudos sugerem que a SD aumenta o carbono orgânico do solo, embora a intensidade desse aumento seja muito contestada. Devido à necessidade de fixação de carbono no âmbito da luta contra as alterações climáticas, esta incerteza tem de ser resolvida através de mais investigação.

Uma conclusão clara refere-se aos efeitos de reforço mútuo da SD, cobertura permanente da cultura e diversidade de culturas. Uma prática adicional sugerida por diversos estudos é a adição de fertilizante rico em carbono, quer seja estrume ou resíduo de culturas, como uma cobertura orgânica (mulch). Muitos dos benefícios da SD tornam-se irrelevantes sem estas práticas complementares.

A prática de jardinagem sem cavar está cronicamente subinvestigada. Não é possível assumir que os benefícios observados à escala do trabalho de campo serão reproduzidos à escala de jardim. É necessário explorar todos os benefícios estabelecidos da SD à escala de jardim para verificar se podem ser transferidos e para estabelecer quais as práticas que resultam melhor utilizando ferramentas manuais e mão-de-obra humana.

A SD já está consolidada a nível global e é praticada em quase todos os países. Em alguns países é já a forma dominante de cultivo agrícola. Esta revisão sugere que os seus benefícios são numerosos, sobretudo quando integrada num sistema mais vasto de agricultura de conservação, e a sua disseminação será cada vez mais efetiva, à medida que os seus benefícios são mais conhecidos.

Bibliografia

Ashworth, A. J., Allen, F. L., Tyler, D. D., Pote, D. H., & Shipitalo, M. J. (2017). Earthworm populations are affected from long-term crop sequences and bio-covers under no-tillage. Pedobiologia, 60, 27–33.

Bertrand, M., Barot, S., Blouin, M., Whalen, J., de Oliveira, T., Roger-Estrand, J. (2015). Earthworms for Cropping Systems: A Review. Agronomy for Sustainable Development 35(2): 553-567

Bescansa, P., Imaz, M. J., Virto, I., Enrique, A. & Hoogmoed, W. B. (2006). Soil water retention as affected by tillage and residue management in semiarid Spain. Soil & Tillage Research 87, 19–27.

Blanco-Canqui, H., & Ruis, S. J. (2018). No-tillage and soil physical environment. Geoderma, 326, 164–200.

Calonego, J. C., Raphael, J. P. A., Rigon, J. P. G., Oliveira Neto, L. de, & Rosolem, C. A. (2017). Soil compaction management and soybean yields with cover crops under no-till and occasional chiseling. European Journal of Agronomy, 85, 31–37.

Casão Junior, R., Araújo, A.G. de., Llanillo, R.F. (2012) No-till agriculture in Southern Brazil: factors that facilitated the evolution of the system and the development of the mechanization of conservation farming. FAO and Instituto Agronômico do Paraná.

Cheng, K., Zheng, J., Nayak, D., Smith, P., Pan, G. (2013a) ‘Re-evaluating the biophysical and technologically attainable potential of topsoil carbon sequestration in China’s cropland.’ Soil Use and Management, doi: 10.1111/sum.12077

Dean, E. (1971) *Esther Dean's Gardening Book: Growing without Digging* Longman Higher Education

D’Emden, F., Llewellyn, R., Burton, M., (2006) ‘Adoption of conservation tillage in Australian cropping regions: An application of duration analysis’. Technological Forecasting & Social Change, 73: 630–647.

Derpsch, R., Friedrich, T., Kassam, A., Li, H. (2010) ‘Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits’. International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 3 (1).

Derpsch, R. A.J., Franzluebbers, A.J., S.W. Duiker, S.W., Reicosky, D.C., Koeller, K., Friedrich, T., Sturny, W.G., Sá, J.C.M., K.Weiss, K. (2014) Why do we need to standardize no-tillage research?Soil and Tillage Research Volume 137, April 2014, Pages 16-22

Devita, P., Dipaolo, E., Fecondo, G., Difonzo, N., & Pisante, M. (2007). No-tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy. Soil and Tillage Research, 92(1-2), 69–78. Foggia & Vasto, Italy

Dowding, Charles (2019a) *No Dig Trial 2013-19* online <https://www.charlesdowding.co.uk/no-dig-trial-2013-2018-current-year-at-top/>  accessed 9th May 2019

Dowding, Charles (2019b) *Lower Farm Trials* online <https://www.charlesdowding.co.uk/lower-farm-trials/> accessed 9th May 2019

Food and Agriculture Organisation of the United Nations.(2013) *Conservation Agriculture principles* <http://www.fao.org/conservation-agriculture/overview/principles-of-ca/en/> accessed 01/04/2019

Fox, C.A., Miller, J., Joschko, M., Drury, C. & Reynolds, W.D. (2017). Earthworm population dynamics as a consequence of long-term and recently imposed tillage in a clay loam soil. Canadian Journal of Soil Science, 97 (4)

Friedrich, T., Derpsch, R. and Kassam, A. Overview of the Global Spread of Conservation Agriculture ch 3 in Sustainable Development of Organic Agriculture Historical Perspectives Edited Etingoff, K.

Fukuoka, M. (1978) *The One-Straw Revolution: An Introduction to Natural Farming* Rodale Press, New York

Grandy, A. S., Robertson, G. P., & Thelen, K. D. (2006). Do Productivity and Environmental Trade-offs Justify Periodically Cultivating No-till Cropping Systems? Agronomy Journal, 98(6), 1377.

Guest, A. (1973) *Gardening Without Digging* Essence of Health Publishing Company

He, J., Li, H., Rasaily, R. G., Wang, Q., Cai, G., Su, Y., Liu, L. (2011). Soil properties and crop yields after 11 years of no tillage farming in wheat–maize cropping system in North China Plain. Soil and Tillage Research, 113(1), 48–54.

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.

Holland J.M. (2004) The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. Agriculture, Ecosystems & Environment, 103, 1-25

Hui, L., Jin, H., Qingjie, W., Hongwen, L., Sivelli, A., Caiyun, L., Xiangcai, Z. (2013). Effects of Permanent Raised Beds on Soil Chemical Properties in a Wheat-Maize Cropping System. Soil Science, 178(1), 46–53.

Keesstraa, S., Pereirab, P., Novarad,A., Brevike, E.C., Azorin-Molinaf, C., Parras-Alcántarag, L., Jordánh,A., Cerdà, A. (2016) Effects of soil management techniques on soil water erosion in apricot orchards Science of The Total Environment Volumes 551–552, 357-366

King, F.C. (1946) *Is Digging Necessary? The Indore System of Composting* New Times Publishing, Melbourne, Australia

Labrière, N., Locatelli, B., Laumonier, Y., Freycon, V. & Bernoux, M. (2015) Soil erosion in the humid tropics: A systematic quantitative review. Agriculture Ecosystems and Environment 203 127-139 Review of nearly 100 studies

Lindwall, W. and Sonntag, B. (Eds.). (2010) Landscapes Transformed: The History of Conservation Tillage and Direct Seeding. Canada: Knowledge Impact in Society. <https://www.gwct.org.uk/media/841599/Landscapes-Transformed-The-History-of-Conservation-Tillage-and-Direct-Seeding.pdf>, accessed 1st May 2019

Llewellyn, R. and D’Emden, F.H. (2010) ‘Adoption of no-till cropping practices in Australian grain growing regions’. Grains Research and Development Corporation.

Luo, Z., Wang, E. & Sun, O. Can no-tillage stimulate carbon sequestration in agricultural soils? A meta-analysis of paired experiments. Agr. Ecosyst. Environ.139, 224–231 (2010).

Madejón, E., Murillo, J. M., Moreno, F., López, M. V., Arrue, J. L., Alvaro-Fuentes, J., & Cantero, C. (2009). Effect of long-term conservation tillage on soil biochemical properties in Mediterranean Spanish areas. Soil and Tillage Research, 105(1), 55-62.

Materechera, S.A., Mloza-Banda, H.R. (1997) Soil penetration resistance, root growth and yield of maize as influenced by tillage system on ridges in Malawi. Soil and Tillage Research Volume 41 (1–2), 13-24 Lilongwe, Malawi

Mazvimavi, Kizito. 2016. Conservation Agriculture Literature Review. Vuna Research Report. Pretoria: Vuna. Online: http://www.vuna-africa.com

Mazzoncini, M., Antichi, D., Di Bene, C., Risaliti, R., Petri, M., & Bonari, E. (2016). Soil carbon and nitrogen changes after 28 years of no-tillage management under Mediterranean conditions. European Journal of Agronomy, 77, 156-165.

Mchunu, C.N., Manson, A. Lorentz, S., Jewitt, G. & Chaplot, V. (2011) 'No-Till Impact on Soil and Soil Organic Carbon Erosion under Crop Residue Scarcity in Africa' Soil Science Society of America Journal, Volume 75, pp 1503-1512

Mendez, M.J. & Buschiazzo, D.E. (2010) 'Wind erosion risk in agricultural soils under different tillage systems in the semiarid Pampas of Argentina' Soil and Tillage Research Volume 106, pp 311-316

Ministério do Meio Ambiente, Brazil (2016) *National Plan for Low Carbon Emission in Agriculture (ABC Plan)* <http://redd.mma.gov.br/en/legal-and-public-policy-framework/national-plan-for-low-carbon-emission-in-agriculture-abc-plan> Accessed May 9th 2019

Mitchell, J. P., Shrestha, A., Mathesius, K., Scow, K. M., Southard, R. J., Haney, R. L., Horwath, W. R. (2017). Cover cropping and no-tillage improve soil health in an arid irrigated cropping system in California’s San Joaquin Valley, USA. Soil and Tillage Research, 165, 325–335.

Naudin, K., Goze, E., Balarabe, O., Giller, K.E., Scopel, E., 2010. Impact of no tillage and mulching practices on cotton production in North Cameroon: a multi-locational on-farm assessment. Soil Till. Res. 108, 68–76.

Prasuhn, V. (2010) On-farm effects of tillage and crops on soil erosion measured over 10 years in Switzerland. Soil and Tillage Research Volume 120, 137-146

*The Nebraska Declaration on Conservation Agriculture*, 2013 https://ispc.cgiar.org/sites/default/files/ISPC\_StrategyTrends\_ConservationAgriculture\_NebraskaDeclaration.pdf Accessed 1st May 2019

Pelosi C, Bertrand M, Roger-Estrade J (2009) Earthworm community inconventional, organic and direct seeding with living mulch croppingsystems. Agron Sustain Dev 29:287–295

Powlson, D.S., Stirling, C.M., Jat, M.L., Gerard, B.G., Palm, C.A., Sanchez, P.A., Cassman, K.G. (2014) 'Limited potential of no-till agriculture for climate change mitigation' Nature Climate Change volume 4, pages 678–683

Santelmann, M., Freemark, K., Sifneos, J., & White, D. (2006). Assessing effects of alternative agricultural practices on wildlife habitat in Iowa, USA. Agriculture, Ecosystems & Environment, 113(1-4), 243–253.

Silici, L., Ndabe, P., Friedrich, T. & Kassam, A. 2011. Harnessing sustainability, resilience and productivity through conservation agriculture: the case of likoti in Lesotho. Int. J. Agri. Sust., 9(1): 1-8.

Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., McCarl, B., Ogle, S., O’Mara, F., Rice, C., Scholes, B., Sirotenko, O., Howden, M., McAllister, T., Pan, G., Romanenkov, V., Schneider, U., Towprayoon, S., Wattenbach, M., Smith, J. (2008) ‘Greenhouse gas mitigation in agriculture’. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 363: 789-813

Stiebert, S., Murphy, D., Dion, J., McFatridge, S. (2012) Kenya’s Climate Change Action Plan: Mitigation - Chapter 3: Agriculture. Climate and Development Knowledge Network

Stout, R. (1961) *Gardening without Work Norton* Devon-Adair Company, New York

Thomas, G., Dalal, R., & Standley, J. (2007). No-till effects on organic matter, pH, cation exchange capacity and nutrient distribution in a Luvisol in the semi-arid subtropics. Soil and Tillage Research, 94(2), 295–304 4

Van Beek, K. R., Brawn, J. D., & Ward, M. P. (2014). Does no-till soybean farming provide any benefits for birds? Agriculture, Ecosystems & Environment, 185, 59–64.

Witmer, G., Sayler, R., Huggins, D., & Capelli, J. (2007). Ecology and management of rodents in no-till agriculture in Washington, USA. Integrative Zoology, 2(3), 154–164.

Zhao, X., Mu, Y., Chen, F. (2012) ‘Economic Benefits of Conservation Tillage and Evaluation of its Subsidies: From the Analysis of the Survey Farmers in Shanxi Province’. Economical Issue, 2: 74-77.