

Aumentar as competências dos agricultores para a prática de uma agricultura sustentável

Increasing farmers' skills towards a sustainable agriculture

Luis L. Silva*, Fátima Baptista, Vasco F. Cruz e José R. Marques da Silva

*MED – Instituto Mediterrâneo para a Agricultura, Ambiente e Desenvolvimento & Departamento de Engenharia Rural, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora, Núcleo da Mitra, Apartado 94, 7002-554 Évora, Portugal
(*E-mail: llsilva@uevora.pt)*

<https://doi.org/10.19084/rca.19942>

Recebido/received: 2020.04.21

Aceite/accepted: 2020.07.03

RESUMO

De modo a praticar uma agricultura sustentável, os agricultores devem adotar práticas corretas e respeitadoras do ambiente, utilizando a tecnologia adequada e cumprindo a regulamentação da UE para uma agricultura sustentável. Os desenvolvimentos recentes da ciência e da tecnologia, que poderiam ser um valor acrescentado para a gestão das culturas e da terra, continuam a não ser utilizados em muitas situações por não terem chegado ao conhecimento dos agricultores ou estes não terem sido treinados para os utilizar. O objectivo deste estudo foi o de definir competências no domínio da tecnologia agrícola, em áreas onde ocorreram avanços tecnológicos que podem ajudar os agricultores a praticar uma agricultura mais sustentável. Foram identificadas seis áreas principais: 1) Agricultura de precisão; 2) Proteção integrada; 3) Reutilização agrícola de resíduos orgânicos; 4) Rega gota-a-gota e tecnologias de conservação da água; 5) Energias renováveis e 6) Bioenergia e culturas energéticas. Para cada uma destas áreas foram definidas competências específicas com ênfase na sensibilização sobre os aspectos da sustentabilidade na agricultura e na introdução aos principais desenvolvimentos tecnológicos. Estas competências foram depois utilizadas no desenvolvimento de um novo programa de formação profissional para agricultores, cujos cursos de formação decorreram durante o ano de 2019 na Grécia, Itália e Portugal, para um total de cerca de 600 agricultores.

Palavras-chave: agricultura sustentável; formação profissional; competências; tecnologia; ambiente.

ABSTRACT

In order to practice a sustainable agriculture, farmers should adopt correct and environmental friendly practices, using appropriate technology and complying with EU regulations for a sustainable agriculture. Recent developments in science and technology, that could be an added value for farmers' crop and land management, are still unused in many situations because farmers have not been introduced to them or have not been trained to use them. The purpose of this study was to define job-specific skills in agricultural thematic areas where significant technological developments occurred and that can help farmers for a more sustainable agriculture. Six major areas were identified: 1) Precision agriculture; 2) Integrated pest management; 3) Agricultural reuse of organic residuals; 4) Drip irrigation and water-conserving technologies; 5) Renewable energy; and 6) Bioenergy and energy crops. For each of these areas there were defined job-specific skills for farmers with a highlight in the awareness for all agricultural sustainability aspects and in the introduction to major technological developments. These skills were then used to develop a new innovative training program for farmers. The training courses were delivered during 2019 in Greece, Italy and Portugal to around 600 farmers.

Keywords: sustainable agriculture; training; skills; technology; environment.

INTRODUÇÃO

Na União Europeia (UE), cerca de 50% do território é coberto por terras agrícolas (terras aráveis e pastagens permanentes), o que significa que a agricultura desempenha um papel fundamental na gestão da terra e tem uma enorme responsabilidade na preservação dos recursos naturais. A desejável relação entre a agricultura e o meio ambiente pode ser traduzida pelo termo “agricultura sustentável”. De modo a praticar uma agricultura sustentável, os agricultores responsáveis pela gestão das terras agrícolas devem adotar práticas corretas e respeitadoras do ambiente, utilizando a tecnologia adequada e cumprindo a regulamentação da UE para uma agricultura sustentável.

Para que tal aconteça, os agricultores devem ser educados de acordo com o conceito de “agricultura sustentável”, que foi transposto para a lei nos Estados Unidos em 1990 (Gold, 2015) como sendo um sistema integrado de práticas de produção de plantas e animais com uma aplicação específica em cada local e com o objectivo de, a longo prazo:

- Satisfazer as necessidades humanas de alimentos e fibras;
- Melhorar a qualidade ambiental e a base de recursos naturais da qual depende a economia agrícola;
- Fazer o uso mais eficiente de recursos não renováveis e de recursos agrícolas e integrar, quando apropriado, ciclos e controlos biológicos naturais;
- Sustentar a viabilidade económica das operações da empresa agrícola;
- Melhorar a qualidade de vida dos agricultores e da sociedade como um todo.

Uma questão crítica no século XXI, para aumentar a sustentabilidade da produção agrícola, são as mudanças e adaptações necessárias na educação agrícola para torná-la mais eficaz, contribuindo para a melhoria da produção agrícola sustentável e do desenvolvimento rural (Van Crowder *et al.*, 1998). No entanto, alguns dos recentes desenvolvimentos científicos e tecnológicos, que poderiam ser um valor acrescentado para a gestão das culturas e da terra, continuam a não ser utilizados em muitas situações por não terem chegado ao conhecimento dos agricultores ou estes não terem sido treinados para os utilizar.

De acordo com a Comissão Europeia (2015a), a grande maioria dos agricultores da UE, em 2013, tinha aprendido a sua profissão apenas com base na experiência prática. Esse era particularmente o caso dos agricultores mais velhos, entre os quais mais de 80% nunca tiveram formação agrícola. E perto de um terço de todos os agricultores estavam acima da idade normal de reforma de 65 anos. Em 2013, a maioria dos agricultores da UE (ou seja, as pessoas responsáveis pela gestão diária das empresas agrícolas) tinham mais de 55 anos e apenas 6% tinham menos de 35 anos. Mas a falta de formação agrícola não era apenas um problema entre os agricultores mais velhos, em 2013 também afetava cerca de 60% dos agricultores mais jovens, que precisarão de conhecimentos avançados se quiserem continuar na atividade. À medida que os desenvolvimentos tecnológicos transformarem os setores agrícola e florestal, serão muito mais necessárias pessoas altamente qualificadas. De acordo com o *EU Skills Panorama* (2020), em 2018, existiam cerca de 8,5 milhões de pessoas a trabalhar na agricultura e jardinagem. Mas houve uma diminuição no emprego nesta área de cerca de 13% entre 2006 e 2018. E isso pode ser atribuído à contínua melhoria da produtividade devido aos avanços da ciência e da tecnologia agrícola e à aplicação de novos processos de produção. A gestão dos impactos ambientais, a compreensão de diferentes métodos tecnológicos e analíticos, estão entre algumas das novas competências que serão exigidas no futuro aos trabalhadores do sector agrícola, silvícola e pesca.

Neste artigo, tentamos identificar as necessidades de competências no domínio da tecnologia agrícola (agro-tecnologia), necessárias para que um agricultor ou trabalhador agrícola possa praticar uma “agricultura sustentável”, com especial foco nas “competências ambientais” e “competências digitais”. Os trabalhadores agrícolas qualificados são geralmente definidos como aqueles responsáveis pelo cultivo, gestão e colheita das culturas, pela criação de gado e gestão das florestas (Cedefop, 2016). De acordo com o *EU Skills Panorama* (2014, 2020), as mudanças na tecnologia, na organização do trabalho e as ferramentas disponíveis têm estado a mudar as exigências de qualificação dos trabalhadores agrícolas, relativamente a:

a) Competências ambientais. Os trabalhadores agrícolas qualificados precisam cada vez mais de

ter uma consciência holística da sustentabilidade, que passa pela compreensão das alterações climáticas, da necessidade de redução de emissões de carbono, das energias renováveis, dos biocombustíveis, da gestão de recursos hídricos e dos ecossistemas, e pela sua atualização sobre as novas regulamentações e legislação referentes à agenda da sustentabilidade.

b) **Competências digitais ou tecnológicas.** Os trabalhadores agrícolas qualificados terão de ser capazes de compreender e aplicar as novas tecnologias relacionadas com: a produção primária, tanto para fins alimentares como não alimentares, a ciência do solo, a genética vegetal e animal, os agroquímicos e tecnologias de uso geral, como os sensores remotos, os satélites e a robótica. A preponderância da robótica e da maquinaria avançada na agricultura diversificará o papel do agricultor, afastando-se das antigas práticas agrícolas, do trabalho manual e da manutenção básica das máquinas.

De acordo com o inquérito europeu sobre competências e emprego (ESJS) do Cedefop (2016), as cinco principais competências para os trabalhadores do setor agrícola, silvícola e pescas são: o trabalho em equipa, a resolução de problemas, a aprendizagem, o planeamento e as competências específicas da atividade. Este artigo incidirá principalmente na análise de competências específicas da atividade que serão depois utilizadas para construir um programa de formação profissional em “agricultura sustentável” para agricultores ou trabalhadores agrícolas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Ao definir competências específicas do trabalho, devemos estar cientes de que nem todos os trabalhadores agrícolas ou agricultores têm conhecimentos suficientes para entender todos os novos desenvolvimentos na investigação aplicada à agricultura, uma vez que alguns deles exigem um nível mínimo de formação. As competências aqui apresentadas foram definidas no âmbito do projecto SAGRI – “Aliar Competências para uma Agricultura Sustentável” (<http://www.sagriproject.eu/>) financiado pelo programa ERASMUS+ da União Europeia, tendo sido previamente definido o perfil do agricultor tipo ao qual se destinam estes conteúdos, assim como a duração prevista para uma

formação profissional em “agricultura sustentável”. Deste modo as necessidades de competências foram analisadas tendo em conta que o agricultor ou trabalhador agrícola teria um nível mínimo de formação correspondente ao ensino secundário e um conhecimento e experiência básicos em agricultura, a nível prático. Após uma investigação cuidadosa, foram identificadas seis áreas principais, onde ocorreram desenvolvimentos tecnológicos significativos e que podem ajudar os agricultores a uma agricultura mais sustentável: (1) Agricultura de precisão; (2) Proteção integrada; (3) Reutilização agrícola de resíduos orgânicos; (4) Rega gota-a-gota e tecnologias de conservação da água; (5) Energias renováveis; e (6) Bioenergia e culturas energéticas. Nessas seis áreas, foram definidas diferentes competências que serviram de base para o desenvolvimento de um novo currículo inovador, integrando os últimos avanços do setor “agro-tecnológico” e cursos de formação para agricultores ou trabalhadores agrícolas.

O número de competências a serem desenvolvidas pelos trabalhadores agrícolas ou agricultores e a profundidade do conteúdo das ações de formação foram definidas considerando que os cursos seriam compostos por seis módulos (correspondentes a cada uma das áreas temáticas acima mencionadas), cada um com um total de 50 horas de trabalho de aprendizagem do aluno, que incluem aulas presenciais, auto-estudo, o uso de uma plataforma de Recursos Educativos Abertos (REA), desenvolvida no âmbito do projeto, visitas de campo e avaliação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Competências transversais

Embora este artigo incida essencialmente sobre as competências específicas para o setor agrícola, existem algumas competências genéricas e transversais que os trabalhadores agrícolas ou agricultores necessitam adquirir para se adaptarem às mudanças nos processos de produção e a outras mudanças e desafios setoriais (Cedefop, 2016).

– Competências em Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Atualmente, a informação disponível na internet sobre agricultura (sistemas de

produção, tecnologia, resultados de investigação, novas máquinas, equipamentos e produtos para a agricultura) é enorme. Para o agricultor poder tirar partido desta informação, ele (ou ela) tem de saber como encontrá-la. *Software* agrícola gratuito ou plataformas *on-line* que podem interagir com o agricultor e dar-lhe informação específica, e ferramentas eletrónicas úteis para a sua atividade, também estão disponíveis para aqueles que saibam usar um computador, um *smartphone* ou um *tablet*. A tecnologia de comunicação dá aos agricultores maior controlo sobre o seu acesso e exposição à informação. Permite que tomem a iniciativa na procura da informação em vez de adotarem apenas um papel passivo como recetores de informação (Meera *et al.*, 2004). As mensagens de texto são um dos serviços de dados móveis mais utilizados em todo o mundo, e muitos serviços ou equipamentos podem usar esta ferramenta para interagir com o agricultor fornecendo-lhe informação em tempo real. Isso pode ser muito útil para a gestão da empresa agrícola.

– Competências na utilização de *software* de uso comum. A utilização dos comuns processadores de texto e folhas de cálculo é essencial para a gestão de dados e está a tornar-se uma competência importante na prática agrícola, permitindo aos trabalhadores processar informação recolhida a partir de diferentes sensores e sistemas de mapeamento (Comissão Europeia, 2014). O *software* também pode armazenar informação em formato digital para depois ser entregue aos reguladores agrícolas nacionais, e da UE, no cumprimento de obrigações relativas ao acesso a subsídios.

– Uma compreensão atualizada da evolução da regulamentação comunitária e nacional para o setor agrícola e a sensibilização para as práticas sustentáveis são requisitos para melhorar a utilização eficiente dos recursos (Comissão Europeia, 2014; EU Skills Panorama, 2020).

– Sensibilização para as alterações climáticas. As alterações climáticas e a degradação ambiental aumentam as responsabilidades dos agricultores em matéria de conservação e gestão ambiental. Os agricultores precisam manter a produtividade das suas terras ao mesmo tempo que enfrentam eventos climáticos extremos, escassez potencial de água, etc. Há uma crescente necessidade de que

os trabalhadores agrícolas qualificados entendam como a sustentabilidade ambiental é aplicável à sua prática diária (ou seja, na gestão da utilização de pesticidas e outros produtos químicos, na redução das emissões de dióxido de carbono, na utilização de energias renováveis e na gestão dos recursos hídricos) (Comissão Europeia, 2015b, EU Skills Panorama, 2020).

Competências específicas

As competências a seguir apresentadas são aquelas que foram identificadas para cada um dos módulos de formação propostos. Trata-se de competências específicas do setor, com destaque para a sensibilização para todos os aspetos da sustentabilidade agrícola e para a introdução aos principais desenvolvimentos tecnológicos nas diferentes áreas consideradas.

Agricultura de Precisão

A Agricultura de Precisão (AP) é uma estratégia holística e ambientalmente amigável em que os agricultores podem fazer variar a quantidade dos fatores e métodos de produção – incluindo a densidade de sementeira, a aplicação de fertilizantes, pesticidas e água, seleção de variedades, a sementeira, a mobilização do solo e colheita – de modo a ajustar-se às variações de solo e condições de crescimento da cultura num determinado terreno (Srinivasan, 2006). A adoção da AP pode ser representada como um processo cíclico de cinco etapas, que inclui recolha de dados, diagnóstico, análise de dados, operações de precisão no campo e avaliação. Utiliza tecnologia de informação, dados de posicionamento por satélite (GNSS), teledeteção e recolha de dados no campo (Comissão Europeia, 2014).

A implementação da AP tornou-se possível graças ao desenvolvimento de tecnologias de sensores combinadas com processos para ligar as variáveis mapeadas a práticas agrícolas apropriadas, tais como a mobilização do solo, a sementeira, a fertilização, a aplicação de herbicidas e pesticidas, a colheita e as atividades pecuárias (Comissão Europeia, 2014). Com as tecnologias de AP o agricultor pode aumentar a sua produção e/ou o

seu rendimento de uma forma sustentável e amigável do ambiente. Vários estudos têm demonstrado os benefícios econômicos e ambientais das ferramentas de AP relativamente às técnicas convencionais (Stafford, 2006; Silva *et al.*, 2007; Takacs-Gyorgy, 2008). Trata-se de um processo complexo que requer diferentes tipos de conhecimento e competências, geralmente disponíveis através de serviços de consultoria, assessoria e formação. No entanto, o agricultor ou trabalhador agrícola é um fator-chave para a implementação da AP. Ele deve estar sensibilizado para os benefícios da AP, e deve ter algumas competências relativamente à utilização da tecnologia de precisão. De acordo com Pierpaoli *et al.* (2013), uma das principais razões para que os agricultores não adotem as tecnologias de AP é a falta de competências para gerir e usar as ferramentas de AP.

As competências necessárias aos agricultores na área da agricultura de precisão são:

a) Noções sobre o conceito e princípios da Agricultura de Precisão e os potenciais benefícios da sua utilização. A implementação de programas de AP oferece aos agricultores a possibilidade de: i) serem mais competitivos do ponto de vista económico; ii) melhorarem a sustentabilidade das suas explorações; iii) melhorarem a qualidade e a produtividade das culturas; iv) obterem produtos mais homogêneos; v) assegurarem a rastreabilidade dos produtos; e vi) estarem mais aptos para cumprir as regulamentações sobre o uso de fertilizantes e outros produtos químicos (Bakhtiari & Hematian, 2013).

b) Noções sobre os critérios de adoção e implementação da AP. É importante que o agricultor esteja ciente de que a implementação da AP requer evidências claras de variabilidade espacial e temporal significativa no solo e nas condições das culturas no interior de uma parcela ou entre diferentes parcelas de terreno. Os terrenos com maiores oportunidades para a AP são aqueles que revelam uma elevada variabilidade da produção. Uma elevada variabilidade significará uma maior variação na aplicação de fatores de produção e, portanto, maiores benefícios económicos e ambientais em comparação com uma aplicação uniforme. Também é importante analisar aspetos como o tamanho da exploração, a redução esperada de custos,

a possibilidade de ter maiores receitas de modo a obter uma relação custo/benefício adequada, o rendimento total, a posse da terra, o nível de competências computacionais do agricultor, o acesso à informação e a localização da exploração, que são também fatores importantes que podem influenciar a adoção ou não da AP (Pierpaoli *et al.*, 2013).

c) Noções sobre as melhores técnicas e tecnologias para avaliar a variabilidade do terreno. O agricultor pode não ser capaz de usar estas técnicas, devido ao conhecimento necessário para trabalhar com diferentes sensores e equipamentos, mas ele deve estar ciente das melhores técnicas a utilizar para a avaliação da variabilidade do solo e da cultura, de modo a ser capaz de adquirir os serviços de consultoria mais adequados ao seu caso particular. Ao longo das últimas décadas, muitas novas tecnologias foram desenvolvidas ou adotadas para uso agrícola, tais como: monitores de produtividade, sensores desenvolvidos para quantificar o estado fisiológico das culturas (como os sensores para medição do teor de azoto ou de índices de vegetação), sensores geofísicos para medir as propriedades do solo, como os sensores de medição da condutividade elétrica aparente (ECa), e técnicas de deteção remota de baixo custo. Dados topográficos, de culturas e do solo podem ser obtidos a partir de fotografias aéreas, fotografias de veículos aéreos não tripulados (UAV), imagens de satélite e sensores próximos. Esses dados podem depois ser incorporados em Sistemas de Informação Geográfica para obter diversos mapas temáticos, tais como mapas de elevação do terreno, mapas de condutividade elétrica do solo, mapas de pH, mapas de produção, mapas de índice de vegetação e outros. Também é importante ter uma noção das características e precisão das fontes de dados referidas, tais como, a resolução espacial, o tamanho da imagem e área de solo equivalente, de modo a identificar a melhor fonte de dados de acordo com os objetivos da avaliação que se pretende fazer.

d) Competências para a implementação e/ou utilização de tecnologias de precisão. As tecnologias de precisão podem ser utilizadas em diversas atividades agrícolas: i) O tráfego controlado ao nível da parcela (CTF) ou os sistemas de condução assistida por GPS são as aplicações com mais sucesso em terras aráveis evidenciando claros benefícios em muitos casos; ii) Os métodos de aplicação com

taxa variável (VRA), para aplicação de fertilizantes ou pesticidas, da água de rega, etc, podem ser usados com diferente sucesso dependendo dos fatores específicos da aplicação. A sua utilização permite uma sementeira precisa, a otimização da densidade de sementeira e uma melhor eficiência na aplicação de herbicidas, pesticidas e nutrientes, originando uma redução de custos e a redução do impacto ambiental. Existem alguns resultados de investigação que mostram que existe uma redução da degradação ambiental quando se utilizam técnicas de AP, incluindo o aumento da eficiência na utilização de combustíveis, que se traduz na redução da pegada de carbono. A AP foi identificada como uma forma de cumprir as diretivas da UE nos Estados-Membros para a redução dos agroquímicos (Zhang *et al.*, 2002); iii) A Zootecnia de precisão, que se baseia na monitorização automática individual de animais e é utilizada na produção de carne, leite e ovos, e na monitorização do comportamento, bem-estar e produtividade dos animais, assim como do seu ambiente físico (Comissão Europeia, 2014). Existem uma série de equipamentos de monitorização que o agricultor pode utilizar para recolher dados depois de receber uma formação adequada; iv) Rega de precisão. Em culturas de elevado valor, estão a desenvolver-se rapidamente técnicas de rega de precisão, de modo a economizar água e ao mesmo tempo melhorar a produtividade e a qualidade da produção. A simples divisão de uma parcela em diferentes setores de rega, com controlo individual, pode permitir a aplicação de diferentes dotações de rega de acordo com a variabilidade do terreno e da cultura.

O agricultor deve estar a par das principais tecnologias de precisão disponíveis, incluindo diferentes sensores necessários para recolher dados de campo para a avaliação do estado da cultura, e o que é necessário para os poder usar.

Proteção Integrada

“Proteção integrada significa a avaliação ponderada de todos os métodos disponíveis de proteção das culturas e a subsequente integração de medidas adequadas para diminuir o desenvolvimento de populações de organismos nocivos e manter a utilização dos produtos fitofarmacêuticos e outras formas de intervenção a níveis económica e

ecologicamente justificáveis, reduzindo ou minimizando os riscos para a saúde humana e o ambiente. A proteção integrada privilegia o desenvolvimento de culturas saudáveis com a menor perturbação possível dos ecossistemas agrícolas e incentiva mecanismos naturais de luta contra os inimigos das culturas.” (Diretiva 2009/128/CE do Parlamento Europeu e do Conselho da UE).

Para um agricultor poder adotar uma estratégia de proteção integrada ele deve ter as seguintes competências:

a) Noção dos objetivos e princípios gerais da proteção integrada (Diretiva 2009/128/CE Anexo III);

b) Conhecer a legislação e regulamentação relevante para a adoção da proteção integrada.

c) Noções das técnicas e estratégias de proteção integrada, incluindo:

i. Noções sobre estimativa de risco, níveis económicos de ataque e métodos de controlo de pragas (agronómicos, biológicos, genéticos, biotecnológicos e químicos);

ii. Informações sobre os princípios gerais e as orientações específicas para as culturas ou para o setor em matéria de proteção integrada;

iii. Métodos de monitorização de organismos nocivos. Os organismos nocivos devem ser controlados por métodos e instrumentos adequados, sempre que estejam disponíveis. Estes instrumentos incluem observações no terreno e, sempre que possível, sistemas de alerta, de aviso e de diagnóstico precoce assentes em bases científicas sólidas, bem como informações de consultores profissionalmente qualificados.

d) Tomada de decisão. Com base nos resultados da monitorização, o utilizador profissional tem de decidir se e quando aplica medidas fitossanitárias (Singh & Gupta, 2017). No que se refere aos organismos nocivos, os valores-limiar definidos para a região, para zonas específicas, culturas, e condições climáticas específicas devem, se possível, ser tidos em conta antes dos tratamentos. Os meios de luta biológicos, físicos e outros meios não químicos sustentáveis devem ser preferidos aos meios químicos se permitirem um controlo dos inimigos das culturas de uma forma satisfatória (Diretiva 2009/128/CE Anexo III).

e) Noções sobre as normas para uma utilização sustentável dos produtos fitofarmacêuticos incluindo:

i. Definição, classificação, toxicidade e ecotoxicidade, dos fitofármacos autorizados no âmbito das estratégias de proteção integrada.

ii. Métodos de aplicação dos pesticidas, incluindo as características, a escolha e as necessidades de manutenção dos equipamentos.

iii. Procedimentos para colocar o equipamento de aplicação de pesticidas em funcionamento, incluindo a sua calibração, e para que este seja utilizado com riscos mínimos para o utilizador, para terceiros, para as espécies animais e vegetais não visadas, para a biodiversidade e para o ambiente, incluindo os recursos hídricos.

iv. Medidas de minimização dos riscos para as pessoas, para os organismos não visados e para o ambiente: métodos de trabalho seguros no que respeita ao armazenamento, ao manuseamento, à preparação de caldas e à eliminação de embalagens vazias, de outros materiais contaminados e de restos de pesticidas (incluindo os restos de caldas contidos nos depósitos), concentrados ou diluídos; formas recomendadas de controlar a exposição dos aplicadores (equipamento de proteção individual).

Reutilização agrícola de resíduos orgânicos

O termo “resíduos orgânicos” inclui várias categorias diferentes de resíduos. Entre eles temos a fração orgânica de resíduos sólidos urbanos, resíduos ou efluentes pecuários, subprodutos e efluentes agroindustriais, lamas (sólidos orgânicos ou lodos resultantes do tratamento de esgotos) e subprodutos e resíduos de culturas agrícolas e florestais. Existe um potencial considerável para a utilização benéfica de resíduos orgânicos através da sua aplicação no solo. Esses usos benéficos podem contribuir para uma produção agrícola sustentável e apoiar o triplo objetivo de alcançar resultados económicos, sociais e ambientais positivos. No entanto, a aplicação no solo de resíduos orgânicos também apresenta riscos e custos, e estes devem ser cuidadosamente avaliados e geridos (King *et al.*, 2011).

De modo a poderem reutilizar, de um modo sustentável, resíduos orgânicos na agricultura, os agricultores devem ter as seguintes competências:

a) Noções sobre os resíduos orgânicos disponíveis e as suas potenciais utilizações. Tipos, características, disponibilidade e potenciais utilizações agrícolas dos principais resíduos orgânicos.

b) Conhecer a legislação relativa à utilização de resíduos orgânicos. Regulamentação nacional, limites para o nível de contaminantes, regulamentação sobre pré-tratamentos, sobre agentes patogénicos, limites de descarga direta nas massas de água, etc.

c) Noções sobre os aspetos ambientais e económicos da utilização de resíduos orgânicos. Os resíduos das culturas, o estrume ou adubos orgânicos podem ser utilizados na agricultura, reduzindo o uso de fertilizantes de síntese, compensando os impactos ambientais da sua utilização (consumo de energia para a sua produção ou emissões de gases e lixiviação), contribuindo também para a diminuição da necessidade do uso de pesticidas ou de água de rega (Comissão Europeia, 2010), o que também pode trazer benefícios económicos para os agricultores. No entanto, podem existir alguns riscos biológicos e químicos (pela exposição direta ou pela contaminação de alimentos e água), dependendo da fonte dos resíduos orgânicos ou do seu tratamento prévio. O material de tratamento para reduzir ou eliminar agentes patogénicos, por exemplo, afetará os custos associados aos usos benéficos. Para otimizar os benefícios económicos, a viabilidade de todas as opções de utilização deve ser considerada nos processos de tomada de decisão. A aplicação no solo de resíduos orgânicos só é viável se forem instituídos certos incentivos económicos. Esses incentivos podem evoluir como resultado de uma compreensão mais completa dos benefícios da reutilização de resíduos orgânicos (King *et al.*, 2011).

d) Noções relativas às necessidades de transporte, armazenamento e tratamento de diferentes resíduos orgânicos. Antes da sua utilização, os resíduos orgânicos podem ter de ser transportados para o local de aplicação e, nalguns casos, armazenados ou transformados antes da sua aplicação. Em muitos casos, existem regras específicas (melhores práticas de gestão) e regulamentações que devem ser seguidas.

e) Noções sobre gestão de resíduos orgânicos e técnicas de tratamento que podem ser realizadas

na exploração agrícola. Existem várias técnicas de tratamento que o agricultor pode aplicar na gestão de resíduos orgânicos. A compostagem é uma das tecnologias mais ecológicas para a gestão dos bio-resíduos, permitindo a sua valorização (Scotti *et al.*, 2016). A compostagem na exploração agrícola pode ser um processo biológico eficiente, económico e ambientalmente seguro para a reciclagem de biomassas agrícolas residuais (Maniadakis *et al.*, 2004). A aplicação de corretivos orgânicos, como o composto, tem sido proposta, com sucesso em muitos casos, para melhorar a estrutura e fertilidade do solo, bem como para eliminar agentes patogénicos disseminados pelo ar (Scotti *et al.*, 2016).

Rega gota-a-gota e tecnologias de conservação da água

As alterações climáticas e o aumento da competição pelo uso da água de outros setores de atividade está a aumentar a escassez de água para a agricultura. Assim, é muito importante fornecer aos agricultores competências para melhorar a utilização da água disponível, aumentando a eficiência do uso da água e a sua rentabilidade. Considerando todos os métodos de rega, é com a rega gota-a-gota que potencialmente se poderão alcançar os valores mais elevados de uniformidade e eficiência de rega. Contudo, é possível observar sistemas de rega gota-a-gota com baixa uniformidade e eficiência de aplicação, devido a diferentes causas, tais como uma manutenção inadequada, uma baixa pressão de entrada no sistema ou variações de pressão no sistema, obstrução dos gotejadores e um projeto inadequado do sistema (Hsiao *et al.*, 2007). Uma utilização adequada destes sistemas é muito importante não apenas para preservar a água ou o meio ambiente, mas também porque a eficiência do uso da água será um fator cada vez mais importante para a competitividade na agricultura (CEC, 2008).

As competências que o agricultor necessita para uma melhor utilização dos sistemas de rega gota-a-gota são:

a) Gerir a rega seguindo um calendário de rega. A programação da rega é o processo de decisão do agricultor em relação ao “quando” e ao “quanto” deve regar uma cultura (Pereira, 1999). Esta

decisão exige conhecimentos sobre as necessidades de água das culturas e sobre a resposta da cultura à água, as limitações do sistema de rega (como é que o sistema pode aplicar a dotação de rega desejada), a disponibilidade da água que abastece o sistema de rega e o conhecimento das propriedades do solo, tais como a capacidade de retenção de água do solo, a capacidade de campo, o coeficiente de emurchecimento, etc., que podem afetar a programação da rega. O agricultor deve estar ciente da importância de gerir a rega de acordo com um programa de rega estabelecido, que pode ser baseado na evapotranspiração da cultura e/ou na disponibilidade de água no solo. Deve também compreender o efeito dos parâmetros meteorológicos (temperatura do ar, vento, radiação solar, etc) sobre a evapotranspiração da cultura para escolher o momento certo para regar. Por exemplo, realizar a rega durante a noite permitirá uma redução da evapotranspiração, melhorando assim a eficiência da rega e permitindo poupar água. A redução da água de rega aplicada, consequência da melhoria da eficiência da rega, também permitirá uma economia de energia devido à diminuição do número de horas de bombagem. Reconhece-se que a adoção de práticas adequadas de programação da rega pode levar a aumentos de produção e maiores lucros para os agricultores, a poupanças significativas de água, à redução dos impactos ambientais da rega e a uma melhoria da sustentabilidade da agricultura de regadio (Smith *et al.*, 1996).

b) Definição de diferentes objetivos da rega. Embora o principal objetivo da rega seja satisfazer as necessidades totais de água da cultura, de modo a alcançar a sua produção máxima, pode haver outros objetivos associados à qualidade da cultura, à escassez dos recursos hídricos, ao retorno económico, etc. O agricultor deve entender os conceitos de rega integral, rega suplementar, rega deficitária (incluindo a rega deficitária controlada e a rega parcial do sistema radical), eficiência do uso da água ou produtividade da água e saber adaptar a programação da rega a diferentes objetivos. Diferentes estratégias de rega têm mostrado bons resultados no aumento da eficiência de uso da água, permitindo reduzir a quantidade total de água utilizada. Por exemplo, o sucesso na utilização da rega deficitária controlada em árvores de fruto e na vinha demonstrou que é possível aumentar não só a produtividade da água como também os lucros

dos agricultores com a aplicação de menos água (Fererres & Soriano, 2007).

c) Avaliação dos sistemas de rega. O agricultor deve conhecer todos os componentes do sistema de rega, desde a bomba ao gotejador, para poder avaliar, a qualquer momento, o seu estado de funcionamento e realizar alterações no seu modo de funcionamento que possam melhorar o seu desempenho. Por esse motivo, é essencial que ele conheça e saiba usar os equipamentos necessários para medir os principais parâmetros de funcionamento, como manómetros para medir a pressão de funcionamento do sistema, caudalímetros ou outras técnicas de medição de caudal para garantir um caudal adequado do gotejador, etc.

d) Manutenção dos sistemas de rega. A manutenção do sistema de rega é outra questão também muito importante. O agricultor deve fazer a manutenção adequada do sistema de rega para garantir a sua vida útil. Sistemas de rega gota-a-gota, mais do que outros sistemas de rega, exigem uma boa manutenção, incluindo operações anuais para limpeza de filtros, tubagens e gotejadores. Só com uma boa manutenção é possível garantir o seu bom funcionamento, o que é essencial para aumentar a eficiência do uso da água.

e) Avaliação e monitorização da rega. O agricultor deve compreender os conceitos de eficiência e uniformidade da rega e saber como realizar uma avaliação da rega no campo, determinando a sua eficiência e uniformidade. Apenas com base nessa informação poderá melhorar a qualidade da rega, economizando água e aumentando a eficiência do uso da água ou a produtividade da água. A rega excessiva promove o escoamento superficial, a lixiviação de fertilizantes e pesticidas e a erosão do solo. A determinação de indicadores de desempenho requer equipamento específico, incluindo sensores de humidade do solo, que ele deve saber utilizar. Os sensores de humidade do solo também são essenciais para a monitorização da rega. A qualidade da rega e os dados meteorológicos reais podem produzir variações na disponibilidade de água do solo diferentes das esperadas, exigindo correções em tempo real na programação da rega. Portanto, para melhorar a eficiência do uso da água é essencial uma monitorização contínua do teor de água do solo.

f) Noções sobre a utilização de águas de baixa qualidade. Existem muitos exemplos de salinização do solo e reduções de rendimento das culturas devido ao uso de águas de rega com alto teor de sais. O agricultor deve estar ciente dos efeitos que a utilização de água de rega de baixa qualidade pode provocar nos solos e nas culturas. Ele pode ter necessidade de adaptar a programação da rega (frequência de rega, dotações) quando usa águas de rega de baixa qualidade. A rega com quantidades adicionais de água, usando água de boa qualidade, também pode ser necessária para promover a lixiviação de sais. Adubações excessivas e inadequadas usadas em sistemas de fertirrega também podem contribuir para a salinização do solo. É importante saber seleccionar os fertilizantes de modo a minimizar o seu efeito de salinização.

Energias Renováveis

As alterações climáticas e a agenda global para a redução das emissões de CO₂ estão entre os desafios internacionais mais urgentes da atualidade. Juntos, eles constituem o fator mais significativo na preferência pela utilização das energias renováveis relativamente à utilização de energia produzida a partir de combustíveis fósseis (ILO, 2011). O setor das energias renováveis tem o potencial de proporcionar reduções substanciais nas emissões de gases com efeito de estufa e outros poluentes relacionados com o consumo de energia. As energias renováveis oferecem toda a gama de serviços energéticos – calor, luz, eletricidade e energia mecânica (IPCC, 2011). De entre as principais tecnologias de energia renovável, as mais fáceis de utilizar nas explorações agrícolas são a energia solar e a geotérmica. A energia solar, por exemplo, pode ser usada para produzir eletricidade e calor. Os painéis fotovoltaicos podem ser usados para alimentar diferentes equipamentos agrícolas, cercas elétricas, na bombagem de água e na iluminação. Os coletores solares podem ser usados para aquecer água e/ou o ambiente nas habitações, instalações pecuárias, estufas, sistemas de secagem, etc. A energia geotérmica pode ser utilizada para gerar calor para o aquecimento de edifícios agrícolas. A bioenergia, devido à sua importância, será abordada com mais detalhe noutro módulo de formação.

As competências que os agricultores devem ter no que respeita à energia renovável são:

a) Consciência ambiental. Os agricultores devem conhecer as vantagens ambientais na utilização de energias renováveis.

b) Noções de todas as fontes possíveis de energia renovável. É importante que os agricultores saibam que fontes de energia renováveis e tecnologias podem utilizar e os benefícios ambientais, sociais e económicos da sua utilização. O agricultor deve ser capaz de identificar as fontes de energia renovável que são mais apropriadas para a sua situação particular, do ponto de vista técnico e económico. As soluções de energia renovável para locais sem acesso à rede podem muitas vezes fazer sentido económico, mesmo sem subsídios ou políticas de apoio (ILO, 2011).

c) Conhecer a legislação e regulamentação que promove a utilização de energias renováveis. Muitos governos têm favorecido a ligação de pequenas instalações de geração de energia renovável a redes elétricas. Esta pode ser uma oportunidade de negócio para os agricultores, permitindo aumentar o lucro e a sustentabilidade agrícola. Alguns governos também têm promovido a utilização de energias renováveis subsidiando desde a instalação de sistemas de aquecimento a biomassa (p.e. aparas de madeira) até produtos como o bioetanol ou o biodiesel. Um bom conhecimento das políticas nacionais de subsídios no que respeita à utilização de energias renováveis pode ser um incentivo à sua utilização.

d) Noções sobre medidas de segurança para a utilização de diferentes equipamentos de energias renováveis. Todos os equipamentos têm regras específicas para a sua instalação e utilização segura que devem ser conhecidas e cumpridas. O seu cumprimento permitirá um melhor desempenho dos equipamentos, aumentando a sua vida útil e diminuindo os riscos potenciais para as pessoas que interagem com eles.

Bioenergia e culturas energéticas

O termo bioenergia refere-se à energia proveniente de qualquer matéria orgânica que esteja disponível

de uma forma renovável. Pode basear-se na utilização de uma vasta gama de produtos, incluindo resíduos florestais e de processos de moagem, de culturas agrícolas, bem como resíduos de processos de processamento, madeira e resíduos de madeira, resíduos da produção animal, plantas aquáticas, árvores de crescimento rápido e culturas herbáceas, resíduos urbanos e industriais, entre outras fontes (ILO, 2011).

Com a bioenergia pode obter-se eletricidade, combustíveis como o bioetanol e o biodiesel, e calor, nalguns casos obtendo-se mais de um deles a partir do mesmo processo. Também é possível obter produtos químicos e outros materiais com potencial para posterior processamento.

A bioenergia utiliza vários tipos diferentes de processos (ILO, 2011). A biomassa pode ser queimada diretamente para produzir calor e/ou gerar eletricidade. Outras possibilidades são: i) um processo para produção de um combustível líquido, como o biodiesel ou o bioetanol; ii) um processo de gaseificação para produção de gases que podem ser armazenados e utilizados para produzir eletricidade, ou iii) um processo de digestão anaeróbica para produzir metano, que pode depois ser usado para gerar eletricidade e/ou energia térmica.

A produção de biomassa requer um número significativo de trabalhadores agrícolas ou florestais para plantar, gerir e colher as culturas para produção de biomassa enquanto a instalação para produção de bioenergia estiver em funcionamento. Uma produção eficiente de biomassa também depende das competências dos trabalhadores na área agrícola.

Para o objetivo deste estudo, são definidas as competências dos agricultores no setor da bioenergia, tendo em conta, principalmente, os subsectores de i) digestão anaeróbica; ii) resíduos agrícolas secos (camas de aviários, palha, etc); iii) culturas energéticas; iv) biocombustíveis líquidos e v) madeira, embora alguns destes subsectores também sejam incluídos no módulo de “Reutilização agrícola de resíduos orgânicos”.

As competências necessárias dos agricultores em matéria de bioenergia e de culturas energéticas incluem:

a) Consciência ambiental. Os agricultores devem conhecer as vantagens e os impactos ambientais da bioenergia.

b) Noções sobre a gama de recursos, tecnologias de conversão e mercados da bioenergia. É importante que os agricultores saibam que tipo de recursos e tecnologias bioenergéticas podem utilizar e os benefícios ambientais, sociais e económicos da sua utilização. Devem-lhes ser apresentados os aspetos técnicos, comerciais, ambientais, legislativos e jurídicos de: i) digestão anaeróbia; ii) resíduos agrícolas secos (camas de aviários, palha, etc); iii) culturas energéticas; iv) biocombustíveis líquidos e v) madeira.

c) Noções sobre manuseamento, transporte e armazenamento de biomassa, produtos bioenergéticos e subprodutos. Para uma produção e utilização adequadas de recursos bioenergéticos, o agricultor deve ter conhecimentos básicos sobre como manusear, transportar e armazenar biomassa, produtos bioenergéticos e subprodutos.

d) Conseguir identificar quais as soluções de bioenergia mais apropriadas para o seu caso particular, do ponto de vista técnico e financeiro.

e) Noções sobre como avaliar as culturas energéticas como uma oportunidade de negócio para a exploração agrícola, nomeadamente saber as características (incluindo produções) e requisitos das culturas energéticas; da comparação de diferentes culturas energéticas, incluindo avaliação financeira; das práticas agrícolas para estabelecimento e produção de culturas energética; dos ciclos de corte e opções de colheita, incluindo empacotamento, enfardamento ou estilhaçamento conforme mais adequado; da logística de abastecimento após a colheita, incluindo a utilização imediata ou secagem e armazenagem; e, das possibilidades de transporte e pré-processamento de biomassa.

CONCLUSÕES

As competências referidas anteriormente são aquelas que foram identificadas como necessárias e possíveis de serem transmitidas aos agricultores considerando a duração proposta das ações de formação e os conhecimentos prévios do público-alvo.

As principais competências devem focar-se na:

- i) Sensibilização sobre os princípios e objetivos de diferentes práticas agrícolas amigas do ambiente e ao mesmo tempo economicamente viáveis;
- ii) Sensibilização sobre a diversa legislação e regulamentação relativa à adoção e utilização destas diferentes práticas agrícolas;
- iii) Capacidade para identificar a informação, os equipamentos e técnicas para aquisição de dados de campo que o agricultor deve ter ou contratar de modo a poder adotar as práticas agrícolas acima mencionadas; e,
- iv) Capacidade para reconhecer os benefícios e para avaliar a viabilidade técnica e económica da adoção de qualquer uma destas práticas agrícolas.

Nalguns módulos, também pode ser possível dar aos trabalhadores agrícolas ou agricultores a informação e/ou a formação que lhes permita utilizar alguns dos equipamentos necessários para a implementação das práticas agrícolas propostas. Será também desejável apresentar aos agricultores exemplos concretos da aplicação de diferentes tecnologias que expliquem os seus benefícios e limitações. Se possível, isso pode ser complementado com demonstrações de campo.

Acreditamos que a aquisição destas competências é um passo importante para alcançar uma agricultura tecnologicamente mais avançada e social, económica e ambientalmente sustentável. Em 2019, no âmbito do projecto SAGRI decorreram diversos cursos de formação na Grécia, Itália e Portugal, tendo sido utilizados os conteúdos de formação aqui identificados. Estas ações de formação tiveram um público de cerca de 600 agricultores, no total. Os agricultores que concluíram com sucesso esta formação irão receber um certificado de formação em “agricultura sustentável” de acordo com as normas da ISO 17024.

AGRADECIMENTOS

O projecto SAGRI “Aliar Competências para uma Agricultura Sustentável” foi financiado pelo programa ERASMUS+ /Key Action 2: Sectors skills alliances (Contrato no. OI 174011) da União Europeia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bakhtiari, A.A. & Hematian, A. (2013) – Precision Farming Technology, Opportunities and Difficulty. *International Journal for Science and Emerging Technologies with Latest Trends*, vol. 5, n. 1, p. 1-14.
- CEC (2008) – *Follow up Communication on Water Scarcity and Droughts in the European Union COM (2007) 414 final*, [SEC(2008) 3069], Brussels. Comissão das Comunidades Europeias.
- Cedefop (2016) – *Analytical Highlights. Skilled agricultural, forestry and fishery workers: skills opportunities and challenges*. [cit. 2017.01]. http://skillspanorama.cedefop.europa.eu/en/analytical_highlights/skilled-agricultural-forestry-and-fishery-workers-skills-opportunities-and
- Comissão Europeia (2010) – *Accompanying the Communication from the Commission On future steps in bio-waste management in the European Union. Assessment of the management of bio-waste*. Commission staff working document. Brussels, SEC(2010) 577 final.
- Comissão Europeia (2014) – *Precision agriculture: an opportunity for EU farmers: potential support with the CAP 2014-2020*. Study.
- Comissão Europeia (2015a) – EU farms and farmers in 2013: an update. *EU Agricultural and Farm Economics Briefs n. 9*. https://ec.europa.eu/agriculture/sites/agriculture/files/rural-area-economics/briefs/pdf/009_en.pdf
- Comissão Europeia (2015b) – Towards a long-term strategy for European agricultural research and innovation by 2020 and beyond. *Background paper, EU pavilion at Expo Milan*.
- European Parliament and Council (2009) – Directive 2009/128/EC. Establishing a framework for Community action to achieve the sustainable use of pesticides. *Official Journal of the European Union*. L 309/71-86.
- EU Skills Panorama (2014) – *Skilled agricultural workers analytical highlight*. http://skillspanorama.cedefop.europa.eu/en/analytical_highlights/prospects-skilled-agricultural-workers
- EU Skills Panorama (2020) – *Farmworkers and gardeners: skills opportunities and challenges (2019 update)*. https://skillspanorama.cedefop.europa.eu/en/analytical_highlights/farmworkers-and-gardeners-skills-opportunities-and-challenges-2019-update
- Fereres, E. & Soriano, A. (2007) – Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *Journal of Experimental Botany*, vol. 58, n. 2, p. 147–159. <https://doi.org/10.1093/jxb/erl165>
- Gold, M.V. (2015) – *Sustainable Agriculture: Information Access Tools*. United States Department of Agriculture. [cit. 2018.05]. <https://www.nal.usda.gov/afsic/sustainable-agriculture-information-access-tools#define>
- Hsiao, T.C.; Steduto, P. & Fereres, E. (2007) – A systematic and quantitative approach to improve water use efficiency in agriculture. *Irrigation Science*, vol. 25, p. 209–231. <https://doi.org/10.1007/s00271-007-0063-2>
- ILO (2011) – *Study of occupational and skill needs in renewable energy: final report / International labour office, ILO skills and employability Department (EMP/SKILLS)*, European Commission. Geneva.
- IPCC (2011) – *Special report on renewable energy sources and climate change mitigation*, prepared by the Working Group III of the Intergovernmental panel on climate change. Geneva.
- King, G.M.; Brooks, J.P.; Brown, S.; Gerba, C.; O'Connor, G.A. & Pepper, I.L. (2011) – *Land application of organic residuals: Public health threat or environmental benefit?* American Society for Microbiology.
- Maniadakis, K.; Lasaridi, K.; Manios, Y.; Kyriacou, M. & Manios, T. (2004) – Integrated waste management through producers and consumers education: composting of vegetable crop residues for reuse in cultivation. *Journal of Environmental Science Health B*, vol. 39, n. 1, p. 169–183. <https://doi.org/10.1081/PFC-120027447>
- Meera, S.; Jhamtani, A. & Rao, D. (2004) – Information and Communication Technology in Agricultural Development: A Comparative Analysis of Three Projects from India. *Agricultural Research and Extension Network Paper No. 135*. Washington DC: World Bank.
- Pereira, L.S. (1999) – Higher performance through combined improvements in irrigation methods and scheduling: a discussion. *Agricultural Water Management*, vol. 40, n. 2-3, p. 153-169. [https://doi.org/10.1016/S0378-3774\(98\)00118-8](https://doi.org/10.1016/S0378-3774(98)00118-8)
- Pierpaoli E.; Carli, G.; Pignatti, E. & Canavari, M. (2013) – Drivers of Precision Agriculture Technologies Adoption: A Literature Review, *Procedia Technology*, vol. 8, p. 61-69. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.11.010>
- Scotti, R.; Pane, C.; Spaccini, R.; Palese, A.M.; Piccolo, A.; Celano, G. and Zaccardelli, M. (2016) – On-farm compost: a useful tool to improve soil quality under intensive farming systems. *Applied Soil Ecology*, vol. 107, p. 13–23. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2016.05.004>

- Silva, C.B.; Do Vale, S.M.L.R.; Pinto, F.A.C.; Muller, C.A.S. & Moura, A.D. (2007). The economic feasibility of precision agriculture in Mato Grosso do Sul State, Brazil: A case study. *Precision Agriculture*, vol. 8, n. 6, p. 255-265. <https://doi.org/10.1007/s11119-007-9040-2>
- Singh, N. & Gupta, N. (2017). Decision-Making in Integrated Pest Management and Bayesian Network. *International Journal of Computer Science & Information Technology*, vol. 9, n. 2, p. 31-37. <https://doi.org/10.5121/ijcsit.2017.9203>
- Smith, M.; Pereira, L.S.; Beregena, J.; Itier, B.; Goussard, J.; Ragab, R.; Tollefson, L. & Van Hoffwegen, P. (Eds.) (1996) – *Irrigation Scheduling: From Theory to Practice*. FAO Water Report 8, ICID and FAO, Rome.
- Srinivasan, A. (Ed.) (2006) – *Handbook of Precision Agriculture. Principles and Applications*. Food Products Press. The Haworth Press, Inc. NY.
- Stafford, J.V. (2006) – The role of technology in the emergence and current status of precision agriculture, *In: Srinivasan, A. (Ed.) – Handbook of Precision Agriculture. Principles and Applications*. Food Products Press, The Haworth Press, Inc. NY., Chapter 2, p. 19-56.
- Takacs-Gyorgy, K. (2008) – Economic aspects of chemical reduction on farming: role of precision farming— Will the production structure change? *Cereal Research Communications*, n. 36, p. 19-22.
- Van Crowder, L.; Lindley, W.L.; Bruening, Th.H & Doron, N. (1998) – Agricultural education for sustainable rural development: Challenges for developing countries in the 21st century. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, vol. 5, n. 2, p. 71-84. <https://doi.org/10.1080/13892249885300201>
- Zhang, N.; Wang, M. & Wang, N. (2002) – Precision agriculture—a worldwide overview. *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 36, n. 2-3, p. 113-132. [https://doi.org/10.1016/S0168-1699\(02\)00096-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1699(02)00096-0)