



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



SAGRI Sustainable
Agriculture

Aliar Competências para uma Agricultura Sustentável

SAGRI

Relatório 2.2: Ponto de situação da evolução
tecnológica no sector agrícola

Elaborado por: Universidade de Basilicata

Pietro Picuno

Dina Statuto

Potenza, 31/08/2017

Detalhes do financiamento:

Agência Executiva para a “Educação, Audiovisual e Cultura”

Erasmus+: Escolas, Formação Profissional, Ensino para Adultos, Plataformas

AC2: Cooperação para a inovação e o intercâmbio de boas práticas – Alianças de Competências
Setoriais

Acordo Número: 2016 – 2987 / 001 - 001

Projeto Número: 575898-EPP-1-2016-1-EL-EPPKA2-SSA

Apoio:

Cofinanciado pelo programa Erasmus+ da União Europeia

Detalhes do relatório:

Data final para entrega: 31 - 08 - 2017

Data real de submissão: 31 - 08 - 2017

Data de início do projeto: 1 - 11 - 2016

Duração: 3 anos

Nome da Organização responsável por este relatório: Universidade de Basilicata

Nível de Disseminação		
PU	Público	X
PP	Restrito aos outros participantes do projeto (incluindo os Serviços da Comissão)	
RE	Restrito a um grupo determinado pelo Consórcio (incluindo os Serviços da Comissão)	
CO	Confidencial, apenas para os membros do Consórcio (incluindo os Serviços da Comissão)	

Aviso legal:

O apoio da Comissão Europeia à produção da presente publicação não constitui uma aprovação dos seus conteúdos, que refletem apenas o ponto de vista dos autores, e a Comissão não pode ser responsabilizada por qualquer uso que possa ser feito das informações que ele contém.

Índice

Detalhes do financiamento:	2
Detalhes do relatório:	2
Aviso legal:.....	2
Índice	3
1. Prefácio.....	4
2. Introdução	5
3. Competências específicas.....	9
3.1 Tecnologia de precisão	9
3.2 Detecção remota para avaliação da capacidade da terra.....	13
3.3 Proteção Integrada	16
3.4 Valorização agrícola de resíduos orgânicos.....	25
3.5 Rega gota-a-gota e tecnologias de conservação da água	29
3.6 Utilização de energias renováveis	32
3.7 Bioenergia e culturas energéticas	35
4. Análise comparativa das vantagens do uso de novos métodos e ferramentas face aos convencionais	37
5. Conclusões	44
6. Referências bibliográficas	45

1. Prefácio

Este Relatório tem por objetivo fazer o ponto de situação da evolução tecnológica no sector agrícola, de acordo com a Tarefa 2, do Módulo de Trabalho 2, do Projeto SAGRI. Contém toda a informação recolhida sobre os avanços mais recentes no setor, bem como uma análise comparativa sobre as vantagens de utilizar novos métodos e ferramentas, em relação aos convencionais.

Foram aqui reunidos e analisados os recentes avanços no setor da tecnologia agrícola, já em condições de serem utilizados nas práticas agrícolas. Foi dada uma especial atenção às tecnologias ambientais com interesse não só para os agricultores envolvidos no projeto, mas também para os agricultores europeus em geral. Este projeto centra-se em novas práticas e métodos agrícolas para aplicar os avanços nas tecnologias ambientais, constituindo-se num desafio para os agricultores e visando facilitar as suas atividades quotidianas. Foi ainda feita uma análise comparativa para indicar os benefícios das novas ferramentas e métodos, em relação aos convencionais.

Além disso, os parceiros da área da investigação agrícola (P1, P5, P8) do Projeto SAGRI reuniram informações sobre o avanço da aplicação da Diretiva 2009/128/CE - que estabelece um quadro de ação a nível comunitário para uma utilização sustentável dos pesticidas - nos seus países. Também filtraram e organizaram a informação da Diretiva, a fim de facilitar a transmissão dos seus aspetos mais críticos aos agricultores.

2. Introdução

"Agricultura sustentável" é um sistema integrado de práticas de produção agrícola e pecuária com uma aplicação localizada e específica que, a longo prazo, irá:

- Satisfazer as necessidades alimentares e de fibras.
- Melhorar a qualidade ambiental e os recursos naturais dos quais a economia agrícola depende;
- Fazer um uso mais eficiente dos recursos não renováveis e dos recursos endógenos das explorações integrando, quando apropriado, os ciclos biológicos naturais.
- Contribuir para a viabilidade económica das práticas agrícolas.
- Melhorar a qualidade de vida dos agricultores e da sociedade em geral.

Os objetivos essenciais da agricultura sustentável são a proteção do ambiente, a rentabilidade económica e a equidade social e económica (por vezes referidos como os três pilares da sustentabilidade). Todos os elos envolvidos na cadeia de produção dos alimentos - produtores, transformadores, distribuidores, retalhistas, consumidores e gestores de resíduos - podem contribuir para garantir um sistema agrícola sustentável.

Existem várias práticas que são habitualmente utilizadas por quem trabalha em agricultura sustentável e em sistemas alimentares sustentáveis. Os produtores usam métodos para preservar o solo, minimizar o uso de água e reduzir os níveis de poluição nas explorações agrícolas. Os consumidores e os retalhistas preocupados com a sustentabilidade procuram produtos que respeitem este conceito, cultivados recorrendo a métodos que promovam o bem-estar dos agricultores, que sejam ambientalmente amigáveis ou que fortaleçam a economia local. Os investigadores em agricultura sustentável frequentemente cruzam diversas áreas interdisciplinares no seu trabalho: biologia, economia, engenharia, química, sociologia e muitas outras. No entanto, a agricultura sustentável é mais do que um mero conjunto de práticas. É também um processo de negociação: um jogo de forças entre os interesses por vezes

antagónicos do agricultor individual e da comunidade, procurando resolver problemas complexos relativos à produção de alimentos e fibras.

Abordar a agricultura sustentável envolve um esforço interdisciplinar em investigação e educação e requer não apenas o contributo de investigadores de várias disciplinas, mas também de agricultores, trabalhadores agrícolas, consumidores e decisores políticos, entre outros. Para os agricultores, a transição para uma agricultura sustentável normalmente exige uma série de pequenos passos realistas. A economia familiar e os objetivos individuais influenciam a forma como essa transição decorre, mas é importante perceber que cada pequena decisão pode fazer a diferença e contribuir para fazer avançar um pouco mais todo o sistema, num "*continuum* de agricultura sustentável". O principal objetivo do projeto SAGRI é permitir que os agricultores e os trabalhadores agrícolas adquiram competências, conhecimentos e aptidões para compreenderem e analisarem os sistemas agroambientais como ecossistemas naturais modificados pela atividade humana - no quadro do moderno conceito de paisagem rural - com ênfase nas tecnologias ambientais que podem ser usadas para conseguir produzir de forma mais sustentável.

Assim, este documento procura encontrar soluções com base científica, para os maiores desafios de sustentabilidade que se colocam aos agricultores na atualidade. A investigação interdisciplinar, as parcerias com agricultores especialistas e com outros profissionais agrícolas, assim como uma comunicação inovadora, são uma forma adequada de conservar e reabilitar recursos naturais críticos, mantendo a produtividade agrícola tanto a nível da exploração, como a nível regional e nacional. É importante salientar que atingir o objetivo da agricultura sustentável é da responsabilidade de todos os participantes no sistema, incluindo agricultores, trabalhadores, decisores políticos, investigadores, retalhistas e consumidores. Cada grupo tem um papel a desempenhar e o seu próprio contributo é único para reforçar a sustentabilidade da comunidade agrícola.

Para ser sustentável, o sistema tem de ser lucrativo. Os lucros criam suporte para todas as atividades descritas no Modo de Produção Integrado. Os apoios financeiros para medidas

ambientais e de promoção da biodiversidade variam entre os países da União Europeia, mas todos exigem um compromisso e o planeamento das ações por parte do agricultor (EISDA, 2012).

A Produção Integrada vai além do simples cumprimento das normas agrícolas em vigor, procurando reforçar o impacto positivo das práticas agrícolas sobre o ambiente e reduzir os seus efeitos negativos, sem no entanto perder de vista a rentabilidade da exploração agrícola. Está orientada para a otimização e o uso sustentável de todos os recursos da exploração, tais como a mão de obra agrícola, a pecuária, o solo, a energia, a água, o ar, a maquinaria, a paisagem e a vida selvagem. Isto é conseguido através da integração de processos regulatórios naturais, processos alternativos na exploração agrícola e capacidade de gestão, tendo em vista minimizar o uso de recursos exteriores à exploração, manter a diversidade das espécies e das paisagens, minimizar as perdas e a poluição, garantir a segurança alimentar e do abastecimento sem quebra do rendimento. Se forem necessários recursos exteriores, privilegia-se o uso de recursos locais.

As estratégias para alcançar uma agricultura sustentável, numa abordagem holística da exploração, são agrupadas em função das áreas de interesse: Agricultura e Recursos Naturais, Práticas Agropecuárias e Contexto Político, Económico, Social e Técnico (PEST). Estas áreas representam toda uma gama de potenciais ideias para quem estiver empenhado em aplicar o conceito de agricultura sustentável à sua própria situação. As mudanças na tecnologia, na organização do trabalho e nas ferramentas disponíveis mudaram e implicam uma alteração nos requisitos de qualificação dos agricultores, relativamente a:

- a) Competências ambientais. Os agricultores qualificados precisam, cada vez mais, de ter uma consciência holística da sustentabilidade, que passa pela compreensão do fenómeno 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, também, pela sua atualização acerca da nova regulamentação e da legislação relacionada com a agenda da sustentabilidade.
- b) Competências digitais ou tecnológicas. Os agricultores 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 as tecnologias de uso geral, como os sensores remotos, os satélites e a robótica.

É evidente que nem todos os agricultores têm conhecimentos suficientes para entender todos os novos desenvolvimentos na investigação aplicada à agricultura, já que alguns destes exigem um nível mínimo de escolaridade. Deste modo, antes de identificar as competências é necessário definir o perfil do agricultor a quem se destinam. No projeto SAGRI a decisão foi analisar as competências a adquirir por um agricultor, considerando que teria o nível mínimo de escolaridade conferido pelo ensino secundário e um conhecimento básico e experiência na agricultura, a nível prático. Foram identificadas sete áreas principais, onde ocorreram avanços tecnológicos significativos que podem ajudar os agricultores a alcançar uma agricultura mais sustentável: 1) Tecnologia de precisão; 2) Detecção remota para avaliação da capacidade da terra; 3) Proteção integrada; 4) Valorização agrícola de resíduos orgânicos; 5) Rega gota-a-gota e tecnologias de conservação da água; 6) Energia renovável e a sua aplicação nas explorações agrícolas e 7) Bioenergia e culturas energéticas.

Estas competências são a base para o desenvolvimento de *curricula* inovadores, que integram os últimos avanços do setor "agro-tecnológico" em cursos de formação para os agricultores, de acordo com o quadro EQF / ECVET.

3. Competências específicas

O papel da aprendizagem implícita na aquisição de competências, assim como a distinção entre aprendizagem implícita e explícita, têm sido amplamente reconhecidos nos últimos anos. A aprendizagem em dois sentidos (*top-down versus bottom-up*) dá uma nova perspetiva sobre a aquisição de competências ((Sun & Zhang, 2004). As competências a adquirir, em relação à aprendizagem *top-down*, isto é, a aprendizagem que parte do conhecimento explícito para o conhecimento implícito, foram identificadas no âmbito do projeto SAGRI para cada um dos módulos de formação propostos. São competências profissionais especializadas que destacam a sensibilização para todos os aspetos da agricultura sustentável e para a inovação tecnológica em áreas específicas. A introdução de novas tecnologias para apoiar a gestão agrícola permite melhorar a sua eficiência e qualidade, ao mesmo tempo que reduz o impacto ambiental. A rápida evolução das tecnologias de informação e comunicação, bem como da ciência geográfica, oferecem um enorme potencial para o desenvolvimento de soluções otimizadas para o fornecimento de informação indispensável à agricultura de precisão.

3.1 Tecnologia de precisão

Nos últimos 10 anos assistimos a uma rápida evolução da tecnologia, especialmente no mundo da agricultura. Agricultura de Precisão (AP) é um termo que se tem tornado cada vez mais popular com o desenvolvimento da tecnologia. A agricultura de precisão é um conceito moderno de gestão agrícola que utiliza tecnologia digital para monitorizar e otimizar os processos de produção. Em vez de aplicar a mesma quantidade de fertilizantes em toda a parcela, a agricultura de precisão avalia a variação das condições e adapta a estratégia de fertilização ou colheita em conformidade. De igual modo, em vez de alimentar todos os animais com a mesma quantidade de ração, monitoriza as necessidades e condições de cada animal e estabelece individualmente a quantidade de ração a fornecer. O relatório do Serviço de Investigação do Parlamento Europeu (EPRS, 2016) informa todos os intervenientes no sector agrícola acerca do estado da arte, possíveis desenvolvimentos para o futuro, oportunidades, preocupações sociais e opções

políticas a considerar pelos decisores europeus. Atualmente, está disponível uma vasta gama de tecnologias que permitem a implementação da agricultura de precisão.

As competências específicas que os agricultores devem adquirir para beneficiarem dos avanços tecnológicos da agricultura de precisão são:

- a) Noções sobre o conceito e princípios da Agricultura de Precisão e os potenciais benefícios da sua utilização. Os métodos da AP baseiam-se essencialmente numa combinação de tecnologia que utiliza sensores, sistemas de posicionamento e navegação por satélite e a “Internet das Coisas”. A AP tem vindo a ser introduzida nas explorações agrícolas na Europa e está, cada vez mais, a ajudar os agricultores. Os seus objetivos são diminuir os custos, reduzir o impacto ambiental e produzir mais e melhores alimentos.
- b) Noções sobre os critérios de adoção e implementação da AP. A AP visa aumentar a quantidade e a qualidade da produção utilizando menos recursos (água, energia, fertilizantes, pesticidas, etc). A AP já é usada nas culturas arvenses, em horticultura e na produção de leite, mas pode também ser aplicada noutros sectores. Atualmente verificam-se grandes progressos no desenvolvimento da AP e existe concertação entre o mercado para este tipo de tecnologia, o sector agrícola e os investidores, embora ainda não se tenham alcançado todas as potencialidades da AP.
- c) Competências para a implementação e/ou utilização de tecnologias de precisão. As tecnologias associadas à AP são usadas para identificação de objetos, georreferenciação, medição de parâmetros específicos, Sistemas Globais de Navegação por Satélite (GNSS), conectividade, armazenamento e análise de dados, sistemas de apoio, robótica e navegação. Para desenvolver práticas de agricultura de precisão, a gestão e propriedade dos dados e o seu livre acesso são questões cruciais. Deve ser dada uma atenção especial ao estabelecimento de um esquema de dados abertos ao longo da cadeia de produção, com regras bem definidas que facilitem a troca de dados sem permitir o seu uso indevido ou o aparecimento de monopólios ou dependências (*lock-in effects*).

Além da questão da sustentabilidade, a AP oferece tecnologias para produzir mais com menos recursos. Por exemplo, os sistemas de monitorização com sensores avisam antecipadamente os agricultores acerca do estado das culturas e permitem fazer previsões das colheitas. A AP vai contribuir cada vez mais para a segurança alimentar. A AP torna a agricultura mais transparente pois permite localizar, rastrear e documentar. A monitorização da produção agrícola e pecuária vai permitir prever a qualidade dos produtos. Será mais fácil para produtores, intermediários e consumidores acompanhar a cadeia de produção. Também pode desempenhar um papel importante em termos de sanidade vegetal. A monitorização em agricultura de precisão pode ser efetuada a diferentes resoluções.

A AP utiliza não apenas sistemas de navegação e posicionamento por satélite, mas também uma vasta gama de outras tecnologias. Estas incluem:

- Sistemas de automação na condução de máquinas agrícolas que podem assumir tarefas como a condução automática, viragem na cabeceira, seguir os limites da parcela ou evitar sobreposição de linhas. Os sistemas automáticos de condução reduzem os erros humanos. Além disso, contribuem para a gestão mais eficaz do solo e da parcela (EPRS, 2016). A viragem automática na cabeceira da parcela pode, por exemplo, poupar entre 2% e 10% de combustível.
- Informação georreferenciada utilizada para produzir mapas que identificam, por exemplo, o tipo de solo e o nível de nutrientes em determinadas parcelas (EPRS, 2016). Os mapas podem ser usados para correlacionar técnicas de produção e colheita com a variabilidade da parcela. A correlação permite aos agricultores desenvolver estratégias mais eficazes de correção do solo e de tratamento das plantas, aumentando o seu rendimento. Hoje em dia nos países desenvolvidos, os agricultores usam o GPS para a aplicação de pesticidas, herbicidas e fertilizantes; através da agricultura de precisão, é mais fácil controlar e distribuir estes produtos com custos mais baixos, maiores produções e mais vantagens ambientais (<http://farmnxt.com/>). A Detecção Remota, os Sistemas de Informação

Geográfica (SIG) e os Sistemas de Posicionamento Global (GPS) facultam aos agricultores a tecnologia necessária para maximizar os benefícios económicos e ambientais. No entanto, a maioria dos agricultores não possui conhecimentos para aplicar eficazmente estas tecnologias (Seelan et al., 2003).

- Sensores e deteção remota que recolhem dados à distância para avaliar o estado do solo e das culturas, medindo parâmetros como a humidade do solo, os nutrientes, a compactação e as doenças das culturas. Estes sensores podem ser instalados em dispositivos móveis. Os agricultores da UE já utilizam diversos sensores para detetar variações nas características dos solos e das culturas, nas condições meteorológicas e no comportamento dos animais. São usadas medições térmicas, óticas, mecânicas e químicas com sensores que permitem quantificar a biomassa, o stress das plantas, as doenças e pragas, as propriedades do solo e as condições climáticas (Gebbers, 2014).
- A deteção remota e GPS permite identificar com precisão os locais onde é necessário aplicar fertilizantes ou pesticidas. A Tecnologia de Taxa Variável (VRT) é um sistema que ajusta a quantidade de fertilizantes ou de pesticidas, aplicando apenas a quantidade necessária em determinadas áreas da parcela. Ao reduzir bastante a quantidade de produtos químicos aplicados, diminuem os custos para o agricultor porque a quantidade de produtos usados é menor e diminuem também os impactos no ambiente (SEOS, 2012). A poupança de água com recurso a VTR também já é importante e irá tornar-se ainda mais significativa nos próximos anos.
- Os robôs agrícolas do futuro serão autónomos e capazes de reconfigurar a sua própria arquitetura para efetuar várias tarefas. Terão um grande potencial na sustentabilidade:
 - o Vão facilitar a transição energética. Os robôs funcionarão com eletricidade. A energia elétrica necessária poderá ser produzida na própria exploração.

- Podem minimizar a compactação do solo devida a equipamentos pesados. Os robôs Swarm são mais leves e podem intervir apenas onde for necessário, permanecendo sempre no campo (os robôs Swarm são um grupo de robôs simples que podem ser coordenados de maneira a trabalharem em conjunto, desempenhando tarefas complexas).
- Serão necessários menos recursos e mão de obra, e os robôs vão provavelmente proporcionar melhores rendimentos, como já acontece na produção leiteira.
- Os robôs vão otimizar a utilização dos fatores de produção (fertilizantes, pesticidas, inseticidas) e reduzir os impactos nos solos e nas águas subterrâneas.

3.2 Detecção remota para avaliação da capacidade da terra

Sendo a terra um recurso limitado e a competição entre alternativas para a sua utilização um processo complexo, é da maior importância num exercício de planeamento conhecer os constrangimentos físicos identificados avaliando a capacidade de uso da terra. Encontrar uma solução para estes constrangimentos ou potenciais problemas na fase de planeamento de um projeto é, geralmente, menos dispendioso do que tentar remediá-los posteriormente. Se as características do solo e a morfologia do terreno forem negligenciadas, a erosão e o risco de inundação podem surgir durante o decurso da sua utilização. Muitos destes danos resultam de perturbações e de má gestão, mas podem continuar muito para além do fim dessa fase em zonas de risco crítico de erosão (<http://www.legislation.act.gov.au>).

É necessário informar os agricultores sobre a possibilidade de utilizar a deteção remota para avaliar a capacidade de uso da terra. As competências específicas que os agricultores devem adquirir para beneficiarem dos avanços tecnológicos na utilização de deteção remota para determinar a aptidão da terra são:

- a) Compreender os conceitos de capacidade de uso da terra e aptidão das terras. A análise da capacidade de uso ou da aptidão das terras requer vários tipos de dados espaciais e

não espaciais (solo, clima, uso, topografia, etc). Estes dados podem ser incorporados num Sistema de Informação Geográfica (SIG) para obter diversa informação temática a ser usada nos procedimentos de avaliação da terra. As técnicas de deteção remota, pela sua capacidade para cobrir grandes áreas num período de tempo razoável e com uma precisão fiável, tornaram-se cada vez mais importantes na recolha de grandes volumes de dados de campo, facilitando a avaliação das possibilidades de uso da terra.

- b) Noções sobre objetivos e princípios da avaliação da terra e classificação da terra. A avaliação da capacidade de uso da terra inclui uma análise do risco de erosão que considere as consequências de determinada prática naquela área. Quando o efeito da implementação de um determinado uso é considerado em conjunto com o risco de erosão, passa a ser definido como uma situação de perigo de erosão. O oposto disto é considerar os constrangimentos do uso a implementar relativamente ao declive ou ao solo que existem nessa área. Estes dois tipos de informação complementar permitem avaliar a aptidão de uma área para sustentar um determinado uso. Existem vários fatores que podem contribuir para a erosão. Estes incluem a destruição da vegetação e a alteração da superfície do solo causada pela construção de acessos, valas de drenagem, escavações e aterros. O recurso a técnicas desadequadas de estabilização de terras também pode desencadear ou agravar a erosão, prolongando os seus efeitos para além da fase de implementação. A avaliação do risco de erosão inclui a caracterização das propriedades do solo e a identificação das práticas de conservação, temporárias e permanentes, necessárias. Estas podem consistir em operações de nivelamento e aterro, construção de terraços, sistemas de drenagem superficial e subterrânea, desvios e bermas, bacias de sedimentação, canais, estruturas de estabilização de taludes, instalação de vegetação em locais críticos e outros tipos de cobertura do solo. Consequentemente, a determinação da aptidão da terra possibilita a obtenção de três tipos de informação:

- risco de erosão baseado nas condições existentes;

- suscetibilidade à erosão, que influencia o modo como as atividades a desenvolver podem aumentar o risco de erosão;
 - constrangimentos impostos pelas condições naturais.
- c) Noções sobre métodos de avaliação da terra e informação necessária. Para iniciar uma avaliação da aptidão da terra para uma cultura é essencial obter informação detalhada acerca das propriedades e do perfil do solo. Portanto, os dados de monitorização do solo são indispensáveis para elaborar a carta de solos de uma determinada região, que suporta a análise relativa à aptidão para uma determinada cultura e para um sistema de exploração. Os dados de deteção remota (DR) associados à informação anterior podem ser integrados num Sistema de Informação Geográfica (SIG) para determinar a adequabilidade das culturas para os vários tipos de solo e para diferentes condições biofísicas.
- d) Conhecer a definição de deteção remota, os seus princípios e métodos mais importantes para avaliação da aptidão da terra. Os dados de deteção remota são usados para estimar parâmetros e índices biofísicos, além de permitirem analisar sistemas de exploração e o uso e ocupação do solo ao longo das estações do ano (Rao et al., 1996 e Panigrahy et al., 2005). No entanto, estes dados só por si não indicam a adequabilidade de uma cultura para uma área, a não ser que sejam integrados com informação específica dos solos e do clima. Os dados de DR podem ser usados para criar unidades fisiográficas e obter informações auxiliares sobre as características do local, declive, orientação e exposição da área de estudo.

3.3 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, mantendo a utilização dos produtos fitofarmacêuticos e outras formas de intervenção a níveis económica e ecologicamente justificáveis e reduzindo ou minimizando os riscos para a saúde humana e para 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, de acordo com a Diretiva 2009/128/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, que estabelece um quadro de ação a nível comunitário para a utilização sustentável dos pesticidas.

Em Itália, a Diretiva 2009/128/CE sobre a utilização sustentável de pesticidas foi transposta através do Decreto-lei Nº 14, de 14 de Agosto de 2012, publicado no Jornal Oficial Italiano – G.U. Nº 202 de 30 de Agosto de 2012. Após anos de debate para introduzir a prescrição de produtos fitofarmacêuticos tal como acontece na medicina, esta Lei veio criar o estatuto de Conselheiro, isto é, alguém com qualificação certificada não só para comercializar produtos agroquímicos, mas com formação adequada em proteção integrada para fornecer aos compradores toda a informação necessária relacionada com a utilização destes produtos (e, acima de tudo, com a pós-utilização). Graças a esta Lei – que entrou em vigor em Novembro de 2015, revogando a anterior legislação italiana (DPR 1255 de 1968) – foram introduzidas as seguintes novidades: certificação de todos os produtos químicos; controlo periódico do equipamento e máquinas; proibição dos tratamentos aéreos (com algumas possibilidades de derrogação); proteção da água; limitação da utilização de produtos fitofarmacêuticos em algumas áreas específicas; confirmação do Registo de Tratamentos; Proteção Integrada obrigatória. Algumas destas novas obrigações ainda hoje estão longe de ser implementadas, estando o seu controlo ainda em fase de definição.

A aplicação da Diretiva 2009/128/CE na Grécia, foi feita através da sua transposição para a Lei 4036/2012 (A'8), publicada a 27 de Janeiro de 2012. Esta lei, , determina medidas para assegurar a conformidade com os requisitos da Diretiva 2009/128/CE. Por este motivo, as disposições desta Diretiva foram transpostas pelos artigos 15º a 31º, agrupados num capítulo designado “Medidas para a aplicação imediata da Diretiva 2009/128/CE”, seguidos dos artigos 32º a 46º, agrupados noutra capítulo designado como “Medidas nacionais para cumprimento dos requisitos da Diretiva 2009/128/CE”. O Plano de Ação Nacional foi exaustivamente descrito na Lei e certas disposições da Lei 4036/2012 estabelecem medidas consideradas críticas para a implementação do uso sustentável de pesticidas na Grécia, como um formulário eletrónico para recolha de dados estatísticos sobre as vendas de pesticidas pelos retalhistas. O Plano de Ação Nacional foi emitido pela Decisão Ministerial Comum nº 8197/90920, de 22 de Julho de 2013, assinada pelos Ministros do Desenvolvimento Rural e Alimentação, do Meio Ambiente, Energia e Alterações Climáticas e da Saúde. Na página eletrónica do Ministério do Desenvolvimento Rural e Alimentação estão disponíveis versões em inglês da parte da Lei 4036/2012 relativa à Diretiva 2009/128/CE e do Plano de Ação Nacional Helénico para o Uso Sustentável de Pesticidas.

A aplicação da Diretiva Europeia 2009/128/CE em Portugal teve lugar em duas fases: foi publicado o Decreto-Lei n.º 86/2010, de 15 de Julho de 2010, que tornou obrigatória a inspeção dos equipamentos de aplicação de produtos para proteção de plantas; em 2013, a Lei n.º 26/2013, de 11 de Abril, veio regulamentar todos os aspetos da venda, distribuição, comercialização, transporte, armazenamento e aplicação de produtos para proteção de plantas.

A aplicação destes diplomas legais realizou-se progressivamente, conforme previsto pela Diretiva 2009/128/CE e teve início em Janeiro de 2014, com a obrigatoriedade de aplicação dos princípios da proteção integrada na produção agrícola. Estas alterações obrigaram à revisão de todos os produtos fitossanitários homologados pela Direção Geral de Agricultura e Veterinária (DGAV) do Ministério da Agricultura, nomeadamente a lista de substâncias ativas permitidas em proteção integrada.

A Lei n.º 26/2013 de 11 de Abril implicava a formação de todos os envolvidos no processo de venda e/ou aplicação. Neste contexto, todos os utilizadores de produtos fitofarmacêuticos devem possuir um cartão de aplicador e o seu número deve ser registado pelo revendedor no ato de venda. O ato de venda, agora definido pelo artigo 9º da Lei n.º 26/2013 de 11 de Abril como um ato de venda responsável, exige a conformidade de vários requisitos, nomeadamente: alertar o comprador para os possíveis riscos que o produto apresenta; informar o comprador sobre as precauções a tomar para evitar riscos na utilização dos produtos fitofarmacêuticos e aconselhar sobre as condições mais corretas para a utilização, transporte e armazenamento, em particular quais os procedimentos a observar para dar um destino adequado às embalagens vazias e excedentes de produto.

Esta Lei reforça o papel das entidades que prestam serviços no âmbito da aplicação de produtos fitofarmacêuticos, que devem ser reconhecidas pela DGAV para operarem quer em áreas agrícolas e florestais, quer em áreas não agrícolas. O artigo 8º da Diretiva Europeia 2009/128/CE foi transposto para a legislação portuguesa pelo Decreto-Lei n.º 86/2010, de 15 de Julho. Este diploma estabeleceu a obrigatoriedade de inspecionar todo o equipamento de aplicação de produtos fitofarmacêuticos em funcionamento até 26 de Novembro de 2016, com base no Padrão Europeu NPEN 13790:2003. A inspeção dos equipamentos de aplicação de produtos fitofarmacêuticos deve ser realizada dentro da Comunidade (Estados-Membros) e as inspeções devem ser aceites e reconhecidas por todos os Estados-Membros. A inspeção de equipamentos de aplicação de produtos fitofarmacêuticos novos ou já inspecionados é válida por 5 anos, período este que passa para 3 anos a partir de 1 de Janeiro de 2020. Os Centros de Inspeção Periódica de Pulverizadores de Produtos Fitofarmacêuticos (Centros IPP) são reconhecidos pela DGAV e a sua lista, bem como a lista de inspetores autorizados, é divulgada pela DGAV na sua página eletrónica.

As competências específicas que os agricultores devem adquirir para beneficiarem da evolução tecnológica em proteção integrada são:

- a) Noções sobre os objetivos e princípios gerais da proteção integrada. (Diretiva Europeia 2009/128/CE, Anexo III); o termo “proteção integrada” foi originalmente desenvolvido como *luta integrada contra pragas* em 1959, focando-se no reconhecimento das pragas de maneira a determinar o limiar de aplicação de pesticidas. No entanto, esta abordagem alterou-se nos anos 70 para integrar a gestão dos recursos agrícolas e naturais, depois de se perceber que as práticas agrícolas influenciavam o desenvolvimento de pragas e doenças e que a intensificação das culturas levava, geralmente, a um incremento neste tipo de problemas. Portanto, as medidas de proteção contra pragas e doenças têm que fazer parte do sistema agrícola. O Anexo III da Diretiva 2009/128/CE, tem como objetivo estabelecer um quadro que permita alcançar a sustentabilidade na utilização de pesticidas, através da redução dos riscos e impactos dessa utilização na saúde humana e no ambiente e da promoção da utilização da proteção integrada e de outras abordagens e técnicas alternativas aos pesticidas, como as opções não químicas. Alguns avanços recentes em proteção integrada podem desempenhar um papel importante (Patel, 2015):
- Uso criterioso dos pesticidas: as empresas privadas de pesticidas e os governos centrais devem, em conjunto, definir uma estratégia de utilização correta dos pesticidas e impedir o seu uso inadequado.
 - Novos inseticidas: A excelente eficácia, a elevada seletividade e a baixa toxicidade para os mamíferos fazem dos novos inseticidas uma boa alternativa aos organofosforados, piretróides e carbamatos. A grande maioria dos novos inseticidas é considerada como sendo de “risco reduzido”. A variedade de modos de ação é extremamente útil para retardar o aparecimento de resistências nas pragas mais importantes.
 - Tratamento de sementes: Deve ser usado como base para a validação e implementação de medidas de proteção integrada de sucesso pelos agricultores,

usando processos e agentes de tratamento adequados e tomando as devidas precauções.

- Inócuo para os polinizadores: A polinização com abelhas é uma componente importante em proteção integrada. É essencial desenvolver estruturas de proteção integrada que não afetem os polinizadores. Os pesticidas químicos podem ser usados como último recurso, recorrendo a novos produtos com moléculas de substâncias ativas seletivas que não afetem os polinizadores.
- Melhor formulação de pesticidas: A eficácia dos pesticidas em proteção integrada depende largamente do tipo de formulação. As formulações de nova geração (grânulos dispersíveis em água – WG, suspensão concentrada – SC, concentrado para emulsão – EC, microemulsão – ME, Libertação controlada – CR, suspo-emulsão – SE, pastilhas dispersíveis em água – WT, formulação múltipla em emulsão e nano formulação) são relativamente mais eficazes, seguras, fáceis de manusear e mais amigas do ambiente do que as formulações convencionais.
- Nutrição equilibrada e culturas saudáveis: a prevalência de pragas e doenças e o seu desenvolvimento é muito menor em culturas saudáveis e nutricionalmente equilibradas. O papel de elementos benéficos como o silício (Si) deve ser estudado para a compreensão da dinâmica das populações de pragas e da resistência às doenças.
- Gestão da resistência aos pesticidas como parte da proteção integrada: É vivamente aconselhável o desenvolvimento de um Programa de Gestão da Resistências às Pragas no quadro de uma abordagem geral à proteção integrada, para cada praga e sistema cultural. As estratégias desenvolvidas para gerir as resistências incluem mistura de pesticidas, alternância de pesticidas, uso de pesticidas com diferentes modos de atuação, aplicação de pesticidas apenas quando existe essa necessidade, uso eficiente dos pesticidas nas doses recomendadas, etc.

- Aconselhamento técnico em proteção integrada: É de grande utilidade para agrometeorologistas, agricultores e outras partes interessadas poderem aproveitar as potencialidades da previsão de ocorrência de pragas, calendarização de pragas e monitorização eletrónica de pragas feita com base em dados climáticos, o que representa um valor acrescentado no aconselhamento aos agricultores, especialmente em proteção integrada.
 - Serviço de diagnóstico: Um passo importante na proteção integrada é o diagnóstico objetivo e correto do agente responsável pela doença. Neste âmbito, a aplicação da tecnologia molecular tem aberto novas oportunidades para o rápido diagnóstico de nemátodos e viroses que afetam as plantas.
 - Plano de contingência para um surto de pragas: Verificou-se já o aparecimento de pragas num determinado sistema cultural devido a alterações das condições climáticas. Assim, a existência de um plano de contingência em proteção integrada poderá ser útil para gerir o aparecimento súbito de uma praga.
 - Rhizomicroorganismos promotores do crescimento das plantas: Bio-inoculantes em forma de organismos vivos (bio-fertilizante e bio-pesticida) que, aplicados à semente, zona radicular ou superfície da planta promovem o seu crescimento e aumentam a resistência a pragas.
- b) Conhecer a legislação e os regulamentos nacionais relevantes para a adoção da proteção integrada. Uma das principais disposições da Diretiva é que os Estados-Membros recorram a planos de ação nacionais que visem fixar objetivos quantitativos, metas, medidas, calendários e indicadores destinados a reduzir os riscos e os efeitos da utilização dos pesticidas na saúde humana e no ambiente e, também, a incentivar o desenvolvimento e a introdução da proteção integrada e de abordagens ou técnicas alternativas, a fim de reduzir a dependência da utilização dos pesticidas. Para além disso, a Diretiva impõe ainda testes obrigatórios dos equipamentos de aplicação de produtos

fitofarmacêuticos, formação e certificação de todos os utilizadores profissionais, distribuidores e consultores; a proibição (sujeita a derrogações) da pulverização aérea; medidas especiais para proteger o meio aquático, espaços públicos e áreas de conservação, minimizando os riscos para a saúde humana e para o ambiente através da correta utilização e armazenamento dos produtos fitofarmacêuticos, não descurando as questões ligadas aos resíduos de embalagens e excedentes destes produtos.

- c) Noções de estratégias e técnicas de proteção integrada. A proteção integrada pode ser definida como uma estratégia ou um sistema que combina todos os métodos disponíveis para assegurar que as plantas se desenvolvem de forma saudável, maximizando as colheitas e aproveitando todo o seu potencial genético. É por isso que o princípio fundamental da Proteção Integrada é produzir plantas saudáveis através da aplicação de práticas de gestão fitossanitária das culturas. Esta é a melhor abordagem para a gestão eficaz de pragas e doenças quer no campo, quer na conservação dos produtos, levando a um ambiente mais saudável e a uma agricultura sustentável.
- d) Tomada de decisão. A importância da participação do agricultor na tomada de decisão tornou-se evidente e permite levar em consideração as condições agro-ecológicas e socioeconómicas específicas do local. A abordagem atual à proteção integrada é, portanto, mais participativa e os agricultores devem estar envolvidos no desenvolvimento tecnológico e nos estudos de adaptação, para encontrar soluções locais próprias. Quer os agricultores, quer os investigadores, têm como objetivo produzir culturas saudáveis, que origine colheitas com elevada produção e rentabilidade. Portanto, para implementar com sucesso a Proteção Integrada, há que pensar em como cultivar plantas sãs num ambiente saudável e perceber do que necessitam para se desenvolver e produzir colheitas de alto rendimento. Todas as culturas precisam de solos férteis, água e luz solar suficientes, sofrendo geralmente com pragas, doenças ou infestantes, nas várias fases do seu desenvolvimento. Sob condições favoráveis, as plantas cultivadas irão crescer e produzir frutos e sementes abundantes. Portanto, na ausência de pragas, doenças,

infestantes, solos pobres e escassez de água, as culturas crescerão de forma saudável e forte.

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

A gestão das doenças nas plantas baseia-se em diversos princípios importantes. O controlo destas doenças, muitas vezes, não é prático ou até realizável; mas pode ser possível limitar a progressão da doença mantendo-a num nível aceitável (University of Nevada Cooperative Extension, s.d.) através de:

- Exclusão da doença, implementando um conjunto de práticas para manter os agentes patogénicos (agentes causadores da doença), os vetores (agentes que disseminam a doença) e as plantas infetadas afastados das áreas não afetadas pela doença. O objetivo deste método de gestão é impedir a entrada de determinada doença nas áreas de cultivo. Por exemplo, nunca usar plantas doentes ou infetadas. Outro método consiste em instalar as culturas em zonas onde a doença não ocorre.
- Erradicação da doença, eliminando, destruindo ou inativando o agente patogénico depois deste se ter instalado. Isto inclui:
 - Destruição de plantas infetadas;
 - Desinfecção de locais de armazenagem, contentores e equipamentos;
 - Desinfecção do solo por fumigação, pasteurização, solarização ou encharcamento.

Uma vez que a erradicação total da doença nem sempre é possível ou economicamente viável, este método de controlo pode apenas reduzir os agentes patogénicos para um nível aceitável. A redução do nível de infeção implica práticas culturais como o saneamento, a remoção de plantas ou partes de plantas afetadas, a rotação de culturas,

a eliminação de infestantes ou de outras plantas que possam servir como hospedeiros alternativos da doença e a prevenção contra insetos vetores.

- A proteção estabelece uma barreira química ou física entre o hospedeiro e a causa da doença. Por exemplo, existem tratamentos químicos que evitam o aparecimento da doença, como fungicidas em pó e nematocidas (para o controlo de nemátodos).
- Resistência. Este método de controlo baseia-se na utilização de variedades de plantas resistentes. A resistência consegue-se alterando geneticamente o hospedeiro para que seja menos suscetível ao agente causador da doença. Existem dois tipos de resistência que podem ser usados na proteção de plantas. A resistência vertical proporciona um alto nível de resistência ou imunidade a estirpes específicas de determinados organismos causadores de doenças. A resistência horizontal ou tolerância, é um nível de resistência mais baixo a várias estirpes de organismos patogénicos. Os dois tipos de resistência são utilizados para desenvolver novas plantas. Já existem no mercado muitas variedades resistentes de árvores, arbustos, plantas ornamentais e hortícolas.
- Tratamento. Este método incorpora um agente químico de controlo nos processos fisiológicos da planta para reverter o desenvolvimento da doença depois de ter ocorrido a infeção.
- Prevenção. Este método inclui práticas culturais que ajudam a evitar o potencial de ocorrência de uma infeção. Práticas como a escolha da data de plantação, a preparação da cama para a sementeira ou a gestão da rega podem ajudar a evitar doenças. Solos mal drenados, ensombramento e outros fatores podem aumentar a suscetibilidade das plantas às doenças.

- .

3.4 Valorização agrícola de resíduos orgânicos

Os fertilizantes e os resíduos orgânicos são vitais para a capacidade de reposição da matéria orgânica nos solos e desempenham um papel fundamental na reciclagem de nutrientes das plantas. Em termos da quantidade produzida e da sua utilização, assistimos nos últimos anos a duas tendências opostas. Embora o volume de fertilizantes orgânicos, produzido e reutilizado pela agricultura tenha aumentado significativamente a nível regional, a procura não agrícola de biomassa até agora utilizada para repor os níveis de matéria orgânica no solo aumentou bastante no mesmo período. A quantidade crescente de fertilizantes orgânicos pode ser devida (i) ao aumento da produção animal em algumas regiões e (ii) ao aumento de resíduos resultantes da fermentação de biomassa para a produção de biogás, além dos materiais orgânicos provenientes do tratamento de águas residuais e de resíduos industriais e domésticos (Scientific Advisory Board on Fertiliser Issues, 2015). De acordo com o “Fertilizer Act” e com o “Fertiliser Application Ordinance” (Scientific Advisory Board on Fertiliser Issues, 2015) os seguintes fatores colocam um problema específico no que respeita à utilização correta de fertilizantes na agricultura:

- A concentração local e regional da atividade pecuária e da produção de biogás, que leva frequentemente a um excesso de nutrientes a nível da exploração agrícola e da região,
- a pressão crescente que isto provoca para que se usem esses excedentes nas explorações e a nível regional, o que por seu lado leva ao aumento dos riscos fitossanitários e de contaminação da própria da exploração, e
- a contaminação dos fertilizantes e resíduos orgânicos por substâncias poluentes inorgânicas e orgânicas. O crescimento da procura não agrícola de biomassa deve-se às possibilidades de reciclar, ou de usar o restolho na produção de energia. Retirando o restolho do ciclo cultural coloca-se o problema da reposição de matéria orgânica no

solo não ser suficiente ou de aumentar o uso de fertilizantes orgânicos alternativos para essa reposição, o que pode resultar na contaminação dos solos. Os fertilizantes e resíduos orgânicos devem ser avaliados em termos do seu conteúdo e disponibilidade de nutrientes, da presença de poluentes e dos riscos fitossanitários da sua utilização na agricultura. A estimativa de necessidades, as quantidades reais e uma avaliação dos benefícios e riscos devem constituir a base a partir da qual se estabelecem recomendações relativamente à utilização de fertilizantes e resíduos orgânicos (Scientific Advisory Board on Fertiliser Issues, 2015).

Com base nas estatísticas agrícolas (Statistical Yearbook 2014 cit. por Scientific Advisory Board on Fertiliser Issues, 2015), ao calcular as necessidades de nutrientes (azoto (N), fósforo (P), potássio (K)) considera-se que a quantidade de fertilizante necessária a médio prazo corresponde ao aporte de nutrientes (da colheita e subprodutos) das várias culturas. Esta necessidade de nutrientes foi comparada com a quantidade real de nutrientes presente nos acima referidos fertilizantes orgânicos e subprodutos, gerados quer por culturas capazes de aumentar a matéria orgânica do solo, quer por culturas capazes de fixar azoto no solo (leguminosas fixadoras de azoto). Ao considerar todos os grupos de substâncias, verifica-se que cerca de 91% das necessidades de N, 71% das necessidades de P e 76% das necessidades de K para uma cultura, estão contidos nos fertilizantes orgânicos e resíduos orgânicos, apesar de não se ter em conta o seu grau real de eficácia (Scientific Advisory Board on Fertiliser Issues, 2015). Dentro da atual tendência global que visa explorar as energias renováveis e reutilizar subprodutos, a agricultura pode desempenhar um papel importante, principalmente no que diz respeito à valorização de subprodutos, coprodutos e resíduos. A biomassa agrícola é uma fonte de energia difusa, que tem um dos maiores potenciais para suprir as necessidades de energia renovável no futuro, mas a reposição da matéria orgânica no solo deve ser devidamente ponderada (Blaschke et al., 2013; Statuto & Picuno, 2017). É igualmente importante ponderar a melhor solução para a possível reutilização de subprodutos em cadeias de alto valor no sector agrícola, de acordo com uma hierarquia da gestão de resíduos que indique a melhor maneira de fazer com que estes não sejam desperdiçados. Quando se produzem resíduos, a melhor solução é reutilizá-los noutra de

maneira a que sejam reciclados antes de ponderar a última hipótese, que será a eliminação (<http://ec.europa.eu>).

As competências específicas que os agricultores devem adquirir para beneficiarem do desenvolvimento de tecnologias de valorização agrícola de resíduos orgânicos são:

- a) Noções sobre resíduos orgânicos disponíveis e sua potencial utilização. Os fertilizantes produzidos na exploração, os resíduos da digestão nas unidades de produção de biogás e os resíduos das colheitas constituem, de longe, as três maiores fontes de nutrientes. Em contrapartida, o adubo orgânico, as lamas de depuração, os subprodutos animais e presumivelmente os subprodutos vegetais também (não existem dados de confiança disponíveis), são menos relevantes no conjunto relativamente à sua capacidade para repor nutrientes. É de sublinhar que o nível de nutrientes recuperado das lamas de depuração que é atualmente usado na agricultura representa apenas cerca de 3% das necessidades potenciais de P das culturas na Alemanha. Mesmo que todas as lamas de depuração produzidas pelo tratamento de águas residuais (1,846 milhões de toneladas de matéria seca) fossem usadas como fertilizante, isso representaria apenas cerca de 10% das necessidades de P. Alguns estudos relatam que os resíduos das colheitas podem cobrir até 71% das necessidades de matéria orgânica, enquanto o atual nível de produção de culturas para enriquecimento do solo e culturas intercalares constituem menos de 8% das necessidades. O estrume e os digeridos da produção de biogás mais do que cobrem as necessidades remanescentes. No entanto, uma vez que estes contêm uma grande quantidade das substâncias necessárias para a reposição da matéria orgânica do solo (representam, em conjunto, 65% da matéria orgânica para as culturas arvenses) há que ter em atenção que uma parte do estrume produzido deve ser usado nas pastagens. Os adubos orgânicos e as lamas de depuração desempenham um papel menor no aporte de matéria orgânica ao solo e correspondem atualmente a apenas 4% das necessidades totais (Scientific Advisory Board on Fertiliser Issues, 2015).

- b) Conhecer a legislação relativa à utilização de resíduos orgânicos. A Diretiva 2008/98/CE estabelece os conceitos básicos e definições relacionados com a gestão de resíduos tais como a definição de resíduo, reciclagem e recuperação. Explica quando um resíduo deixa de ser resíduo para se transformar numa matéria-prima (o chamado critério “*end-of-waste*”) e como fazer a distinção entre resíduos e subprodutos. A Diretiva estabelece alguns princípios básicos para a gestão de resíduos: exige que os resíduos sejam geridos sem pôr em perigo a saúde humana nem prejudicar o ambiente e principalmente salvaguardando a água, o ar, o solo, as plantas e os animais, sem causar incómodos devido a ruído ou odores e sem afetar o meio rural ou locais de interesse especial.
- c) Noções sobre os aspetos ambientais e económicos da utilização de resíduos orgânicos. Os resíduos das colheitas, o estrume ou o adubo orgânico podem ser usados na agricultura, reduzindo o uso de fertilizantes, compensando os impactos ambientais da sua utilização (consumo de energia na sua produção, emissões de gases e lixiviação) (Comissão Europeia, 2010). Esta prática também pode trazer benefícios económicos para os agricultores. No entanto, podem existir alguns riscos biológicos e químicos (de exposição direta ou de contaminação de alimentos e água), dependendo da origem dos resíduos orgânicos ou do seu tratamento prévio. O tratamento de material para reduzir ou eliminar os agentes patogénicos, por exemplo, afetará os custos associados aos benefícios da sua utilização. Para otimizar os benefícios económicos, a viabilidade de todas as opções de utilização final deve ser tida em conta nos processos de tomada de decisão. A aplicação de resíduos orgânicos no solo pode não ter viabilidade se não forem criados incentivos económicos. Estes incentivos podem surgir com o reconhecimento dos benefícios da reutilização de resíduos orgânicos (King et al., 2011).
- d) Noções acerca das necessidades de transporte, armazenamento e tratamento para diferentes resíduos orgânicos. Antes de serem utilizados, os resíduos orgânicos podem ter que ser transportados para o local de aplicação e, nalguns casos, têm que ser armazenados ou previamente transformados. De acordo com Höhn (2014), as distâncias

máximas de transporte para matérias-primas devem variar entre 10 e 40 km, dependendo essencialmente das características orográficas do território. A partir da quantificação da biomassa disponível, podem ser definidas várias soluções: apenas uma unidade para produção de gás centralizada ou, alternativamente, duas, quatro ou cinco unidades distintas. A dimensão de cada instalação será determinada de acordo com a extensão da sua área de captação de biomassa (bacia de abastecimento) e a correspondente capacidade (produtividade elétrica) da instalação (Delivand et al., 2015).

- e) Noções sobre gestão de resíduos orgânicos e técnicas de tratamento que podem ser efetuadas na exploração agrícola. Os métodos de tratamento e eliminação de resíduos são selecionados e utilizados com base na forma, composição e quantidade de resíduos.

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

O desenvolvimento das tecnologias de rega e de práticas de gestão da exploração mais avançadas criaram uma oportunidade para o uso mais eficiente da água na agricultura. Os agricultores podem instalar novos sistemas de rega, como a rega gota-a-gota, ou adotar práticas avançadas de gestão da água que permitem reduzir o consumo sem afetar o rendimento das culturas.

Muitas vezes o investimento em melhorias tecnológicas incorre num aumento do custo da água sem que, no entanto, se maximizem os benefícios dessa utilização mais eficiente. Em geral, os agricultores não dispõem de meios e incentivos adequados que lhes permitam conhecer a utilização da água pelas culturas, a quantidade de água efetivamente gasta na rega, a resposta da produção a diferentes práticas de gestão da rega e, portanto, o nível real de eficiência do uso da água na exploração (Levidow et al., 2014).

Os sistemas de rega têm sido desenvolvidos no sentido de se conseguir aumentar a produção utilizando menores quantidades de água. Várias técnicas inovadoras podem permitir alcançar

vantagens económicas e, simultaneamente, reduzir o impacto ambiental da captação de água, do consumo de energia, da poluição, etc.

As competências específicas que os agricultores devem adquirir para beneficiarem evolução tecnológica na rega gota-a-gota e das tecnologias de conservação da água são:

- a) Gestão da rega seguindo um calendário de rega. Os agricultores podem usar de forma mais racional os sistemas já existentes, instalar tecnologias adicionais, melhorar as suas competências relativamente à gestão do solo e da água, adaptar os seus sistemas de cultivo para reduzir o consumo de água, reduzir a aplicação de agroquímicos, planear o tempo de rega num calendário, etc. Práticas de rega eficientes podem aumentar a viabilidade económica e a sustentabilidade ambiental da agricultura de regadio, sem reduzirem necessariamente o consumo de água. A rega gota-a-gota é uma tecnologia que permite economizar água, melhorar a qualidade das culturas e aumentar a produtividade das culturas relativamente aos sistemas de rega tradicionais. A rega gota-a-gota melhora a eficiência da rega reduzindo a evaporação na superfície do solo, reduzindo o escoamento e a infiltração profunda e eliminando a necessidade de regar por excesso algumas zonas da parcela para compensar a distribuição desigual da água (Alcon et al., 2011).
- b) Escolha do método de rega. Os agricultores podem adotar tecnologias de rega que poupem água por causa do seu custo, mas as características físicas do terreno como a topografia ou a textura do solo condicionam a escolha da tecnologia de rega. As práticas de regadio inovadoras podem aumentar a eficiência do uso da água, trazendo vantagens económicas e reduzindo simultaneamente os impactos ambientais. Nalguns casos, a informação necessária é fornecida por serviços de apoio técnico, auxiliando os agricultores a adotar e implementar soluções viáveis, retirando assim maiores benefícios da tecnologia de rega. A aplicação de fertilizantes e outros produtos químicos pode também ser otimizada através da rega gota-a-gota, reduzindo o crescimento de infestantes e mitigando os problemas de salinização. A rega gota-a-gota pode consumir

menos energia do que a rega por aspersão e é muito adaptável a condições difíceis de solo e de terreno.

- c) Manutenção de sistemas de rega. A manutenção do sistema de rega é essencial para assegurar a sua vida útil. O agricultor tem que saber que os sistemas de rega gota-a-gota, mais do que outros sistemas de rega, exigem uma boa manutenção que inclui a limpeza anual dos filtros, tubos e gotejadores.
- d) Avaliação e monitorização da rega. Se a rega gota-a-gota for adequadamente dimensionada, instalada e gerida, pode poupar água reduzindo a evaporação e a infiltração profunda em comparação com outros sistemas, como a rega por alagamento ou aspersão, visto que a água é aplicada com maior precisão junto às raízes. Para além disto, a rega gota-a-gota pode evitar muitas doenças que se instalam pelo contacto da água com as folhas. Finalmente, em regiões onde as reservas de água são muito limitadas, pode não existir poupança efetiva, mas simplesmente um aumento da produtividade, usando a mesma quantidade de água. Em regiões muito áridas ou em solos arenosos, o melhor método é regar o mais lentamente possível.
- e) Noções sobre a utilização de fertilizantes e pesticidas com a água da rega. O agricultor tem de estar ciente dos efeitos do uso de água de rega com baixa qualidade nos solos e nas culturas. Devido ao modo como é aplicada a rega gota-a-gota, as aplicações tradicionais de fertilizantes de libertação lenta à superfície podem não ser eficazes por isso, nos sistemas gota-a-gota, os fertilizantes são muitas vezes misturados na água de rega. A isto chama-se fertirrega a fertirrega e a aplicação de pesticidas e outros produtos químicos para limpar periodicamente o sistema, como cloro ou ácido sulfúrico, é feita através de sistemas de injeção de químicos como bombas de diafragma, bombas de pistões ou aspiradores. Os produtos químicos podem ser adicionados continuamente, sempre que o sistema de rega é ligado, ou periodicamente. Foram reportadas recentemente poupanças de fertilizantes da ordem dos 95% em ensaios de campo que

utilizam fertirrega e um fornecimento lento de água, em comparação com rega programada usando micro-pulverizadores.

3.6 Utilização de energias renováveis

A agricultura é a principal fonte da alimentação humana. A maior parte da maquinaria agrícola funciona com combustíveis fósseis, contribuindo para as emissões de gases com efeito de estufa, acelerando assim as alterações climáticas (Chel & Kaushik, 2011). Estes impactos ambientais podem ser mitigados promovendo as fontes de energia renováveis, como a energia solar, eólica, de biomassa, das marés, geotérmica, hídrica em pequena escala e ondomotriz. Estas fontes de energia renovável representam um grande potencial para o sector agrícola.

Os agricultores devem ser apoiados para aplicarem tecnologias que usem energias renováveis (Chel & Kaushik, 2011). As competências que os agricultores devem adquirir para beneficiarem dos avanços tecnológicos na utilização de energias renováveis e sua aplicação como fonte de energia verde são:

- a) Consciência ambiental. O conceito de agricultura sustentável baseia-se num frágil equilíbrio entre a maximização da produtividade e a manutenção da estabilidade económica minimizando, ao mesmo tempo, a utilização de recursos naturais escassos e os impactos ambientais negativos. A agricultura sustentável também depende da conservação do solo minimizando o uso de recursos não renováveis, como o gás natural que é usado na conversão do azoto atmosférico em fertilizantes sintéticos e minérios como por exemplo os fosfatos, ou os combustíveis fósseis que são usados em geradores a diesel para bombagem da água de rega. Portanto, é necessário promover o uso de energias renováveis na agricultura sustentável recorrendo, por exemplo, a bombas que usem energia fotovoltaica, ou a estufas, secadores para processamento pós-colheita e aquecedores de água que funcionem à base de energia solar. Em zonas agrícolas

remotas, uma bomba de captação de água subterrânea que funcione com energia solar fotovoltaica é uma opção economicamente viável e amiga do ambiente, comparada com um sistema que funcione com gasóleo (Chel & Kaushik, 2011).

b) Noções sobre as fontes possíveis de energia renovável. A energia renovável e a agricultura são uma combinação vencedora. A energia eólica, solar e da biomassa são inesgotáveis, proporcionando aos agricultores uma fonte de rendimento a longo prazo. A energia renovável pode também ajudar a reduzir a poluição, o aquecimento global e a dependência dos combustíveis importados. A opção pela energia renovável pode ajudar a torná-la numa fonte de energia e de rendimento para os agricultores (<http://www.ucsus.org>):

- Energia eólica: as explorações agrícolas já usam desde há muito tempo a energia eólica para bombear água e produzir eletricidade. Recentemente, nos Estados Unidos da América, foram instaladas grandes turbinas para produção de energia eólica em explorações agrícolas de vários estados, para fornecer energia às companhias de eletricidade e aos consumidores. Alguns agricultores também adquiriram turbinas eólicas e outros começaram a formar cooperativas de produção de energia eólica. Mas, muitos agricultores de outros estados poderiam ser beneficiados visto que, muitas vezes, são as terras agrícolas que apresentam as melhores condições para o aproveitamento deste tipo de energia.
- Bioenergia: a energia proveniente da biomassa é produzida a partir de plantas e de resíduos orgânicos – incluindo tudo, como plantas, árvores, resíduos vegetais ou efluentes pecuários. Tal como as culturas para alimentação, as culturas destinadas à produção de energia podem ser cultivadas em larga escala. Enquanto o milho é atualmente a cultura energética mais utilizada, há plantas herbáceas autóctones como o *Panicum virgatum* (*switchgrass*), nos Estados Unidos da América, ou árvores de crescimento rápido como o álamo e o salgueiro que irão, provavelmente, ser muito

utilizadas no futuro. Estas culturas perenes requerem menos manutenção e recursos do que as culturas anuais como o milho, por isso é mais barato e mais sustentável produzi-las. A biomassa e os resíduos das culturas podem ser convertidos em energia na exploração ou vendidos a empresas de produção de combustíveis para automóveis e tratores, ou de produção de eletricidade para casas de habitação e escritórios.

- Energia solar: a quantidade de energia solar que chega à Terra todos os dias é enorme. Toda a energia armazenada nas reservas de carvão, petróleo e gás natural na Terra é equivalente à energia de apenas 20 dias de sol. A energia solar pode ser usada na agricultura de várias maneiras, poupando dinheiro, aumentando a auto-suficiência e reduzindo a poluição. O recurso à energia solar pode fazer baixar as faturas de eletricidade e aquecimento da exploração agrícola. Acumuladores de calor solares podem servir para secar produtos agrícolas ou para aquecer habitações, instalações pecuárias e estufas. Aquecedores de água solares podem fornecer água quente para o funcionamento de salas de ordenha, limpeza de instalações e habitações. A energia fotovoltaica (painéis solares elétricos) pode fornecer energia para o funcionamento da exploração, de motores de rega, iluminação e cercas elétricas. Os edifícios e estábulos podem ser remodelados para captarem a luz natural em vez de usarem iluminação elétrica. A energia solar é muitas vezes menos dispendiosa do que uma extensão da rede elétrica.
- c) Conhecer a legislação e a regulamentação que promovem a utilização de energias renováveis. A Diretiva relativa às Energias Renováveis (Parlamento Europeu, 2009) estabelece a política geral para a produção e promoção da energia proveniente de fontes renováveis na UE. Exige que a UE satisfaça pelo menos 20 % das suas necessidades energéticas a partir de fontes renováveis até 2020 – a atingir através do estabelecimento de metas nacionais. Todos os países da UE devem também garantir que pelo menos 10 % dos combustíveis usados em transportes são provenientes de fontes de energia renováveis até 2020.

- d) Noções sobre medidas de segurança para a utilização de diferentes equipamentos de energia renovável. Os agricultores devem estar informados sobre o desempenho dos equipamentos, a forma de prolongar a sua vida útil e de diminuir os riscos para as pessoas que com eles interagem.

3.7 Bioenergia e culturas energéticas

A bioenergia é a “energia derivada de materiais orgânicos como madeira, plantas ou efluentes pecuários”. As culturas bioenergéticas são definidas como material vegetal usado para produzir bioenergia. Estas culturas têm a capacidade de produzir um grande volume de biomassa, elevado potencial energético e podem ser cultivadas em solos marginais. A bioenergia pode contribuir para reduzir o consumo global de combustíveis fósseis. Pode tomar a forma de material sólido para combustão (biomassa) ou de produtos líquidos (biocombustíveis) para usar em veículos. Quer a biomassa quer o biocombustível podem ser extraídos de culturas próprias para a produção de energia, de subprodutos agrícolas ou de resíduos. As culturas que têm sido consideradas mais promissoras para a produção de energia são *Panicum virgatum L.*, *Pennisetum purpureum Schum.* (capim-elefante), *Populus spp.* (álamo, choupo), *Salix spp.* (salgueiro), *Prosopis spp.*. A produção de culturas bioenergéticas em solos degradados é uma das opções mais promissoras na agricultura, com taxas de sequestro de carbono que vão de 0,6 a 3,0 Mg.C.ha⁻¹. ano⁻¹. As culturas bioenergéticas têm potencial para sequestrar aproximadamente 318 Tg.C.ano⁻¹ nos Estados Unidos da América e 1631 Tg.C.ano⁻¹ no resto do mundo (Dipti & Priyanka, 2013). Estas culturas contribuem para reduzir as emissões de gases com efeito de estufa e, portanto, para abrandar as alterações climáticas e os seus impactos negativos.

As competências que os agricultores devem adquirir em virtude dos progressos tecnológicos em bioenergia e culturas energéticas são:

- a) Consciência ambiental. Como alternativa energética complementar ao carvão, as culturas bioenergéticas podem desempenhar um papel importante, já que são ambientalmente seguras e economicamente rentáveis. Atualmente, a bioenergia não pode substituir completamente os combustíveis fósseis por exigir uma extensa área para a produção de culturas bioenergéticas podendo, todavia, contribuir para reduzir o consumo global de combustíveis fósseis.
- b) Noções sobre a variedade de recursos bioenergéticos, tecnologias de conversão e mercados de bioenergia. A energia da biomassa é o tipo de energia renovável mais abundante e versátil do mundo. As plantações de culturas bioenergéticas em larga escala competirão inevitavelmente pela terra, água, nutrientes e outros recursos com as culturas destinadas à alimentação; há a considerar que as consequências do aumento da produção de biocombustíveis em termos de biodiversidade resultarão provavelmente na perda de *habitats*, incremento e maior dispersão de espécies invasoras e poluição. Melhorias na composição e estrutura bioquímica das culturas bioenergéticas permitirão a produção de mais energia por tonelada de biomassa, melhorarão o seu valor calórico, o perfil de emissão de Gases com Efeito de Estufa (GEE) e o potencial de mitigação das alterações climáticas (Dipti & Priyanka, 2013).
- c) Noções sobre as aplicações da bioenergia. A bioenergia pode ser usada para produzir combustível para o sector dos transportes ou, através da combustão da biomassa, para co-produzir calor e/ou energia. No curto a médio prazo, os biocombustíveis parecem ser, para os transportes, a opção mais viável de combustível associada a baixas emissões de carbono. Com os crescentes custos da energia e a incerteza quanto às reservas de combustíveis fósseis, é importante acompanhar a evolução de possibilidades bioenergéticas mais baratas, mais seguras e mais renováveis. A produção de energia renovável pode contribuir não só para o fornecimento de energia, mas também para obter benefícios económicos e ambientais. Nos últimos anos, muitos países desenvolveram políticas e objetivos para a bioenergia que incluem a produção de calor, eletricidade e

combustível. A produção de culturas bioenergéticas em grande escala está condicionada pelos efeitos significativos nas zonas rurais e na sua vida selvagem. Tais impactos podem variar, de extremamente negativos a benéficos.

- d) Noções sobre como avaliar as culturas energéticas como uma oportunidade de negócio agrícola. No Reino Unido, espera-se que o mercado das culturas para produção de biomassa cresça significativamente - graças à legislação implementada e aos objetivos estabelecidos pelo governo para aumentar a utilização de energia renovável (www.gov.uk). Os agricultores interessados em produzir culturas energéticas perenes (árvores de crescimento rápido ou capim-elefante) podem ser elegíveis para uma ajuda à instalação.

4. Análise comparativa das vantagens do uso de novos métodos e ferramentas face aos convencionais

Tradicionalmente, a caneta e o papel eram as ferramentas utilizadas para recolher dados no campo e na monitorização e avaliação dos projetos em áreas rurais. No entanto, esta abordagem é demorada e suscetível de erros humanos que podem afetar a produtividade e rigor dos dados recolhidos. As tecnologias de informação e comunicação (TIC) estão a ser amplamente utilizadas, com resultados positivos notáveis, para realizar estas tarefas em projetos agrícolas.

Numa recente discussão global organizada pelo Banco Mundial para identificar as vantagens das novas ferramentas e métodos, em relação aos tradicionais, especialistas em várias matérias e de organizações de todo o mundo partilharam experiências e discutiram as formas de uso das TIC - telemóveis, *tablets*, aplicações, *software*, etc. - para recolher dados no campo e proceder à Monitorização e Avaliação (M & A) de projetos de desenvolvimento, trabalhando em estreita colaboração com as comunidades rurais e recolhendo as suas reações. As conclusões foram apresentadas sumariamente num relatório que descreve as vantagens do uso das TIC na recolha de dados. Os seguintes fatores importantes não devem ser ignorados:

- **A tecnologia por si só não é suficiente, é também necessária uma equipa adequada:** casos de estudo mostram que investir exclusivamente em tecnologia não assegurará o sucesso da aplicação das TIC, sendo necessário não só investir numa equipa que possa efetivamente realizar tarefas de M & A, mas também na formação dos agricultores, que são quem garantirá a sustentabilidade do projeto.
- **TIC complexas ou plataformas complexas não são necessariamente indispensáveis:** devem ser tidas em conta as tecnologias que já são usadas pelos agricultores. Por exemplo, “Feed the Future”, um projecto da iniciativa dos EUA dirigido às questões da fome e segurança alimentar, recorre a uma combinação de instrumentos tradicionais para recolher dados básicos no campo, que são gravados em folhas de Excel e posteriormente, partilhados gratuitamente com potenciais interessados, em tempo real, através da DropBox.
- **Fatores de contexto:** fatores locais como a falta de recursos adequados devem ser identificados de antemão (por exemplo, eletricidade, questões de género, cobertura de rede limitada e baixa largura de banda, idiomas locais). As abordagens de implementação devem identificar as necessidades específicas dos potenciais utilizadores trabalhando em colaboração com eles. Não existe uma solução que se adequa a todos os projetos: o contexto, as políticas, os esforços de marketing e os incentivos são fatores essenciais para assegurar a participação dos membros da comunidade.
- **A integridade e a segurança dos dados** devem ser garantidas ao longo do projeto e quando sejam usadas aplicações TIC. Os especialistas concordaram que a integração de dados de localização e outros metadados com registos individuais, ajudam a manter a sua integridade.

Mais detalhadamente, a **Agricultura de Precisão (AP)** pode melhorar a produtividade agrícola e reduzir os potenciais riscos ambientais. Os principais benefícios são (<http://www.iris-eng.com>):

- Monitorizar os parâmetros físico-químicos do solo e da planta: a colocação de sensores (condutividade elétrica, teor de nitratos, temperatura, evapotranspiração, radiação,

humidade do solo, teor de água na planta, etc.), permite alcançar as condições ideais para o crescimento das plantas.

- Obter dados em tempo real: a utilização de sensores no campo permitirá uma monitorização contínua dos parâmetros definidos para o solo e para as plantas, fornecendo dados em tempo real e garantindo uma atualização permanente e contínua desta informação.
- Automatizar a gestão de campo: ao incorporar um Sistema de Apoio à Decisão (SAP) no âmbito da **Agricultura de Precisão**, com base nos dados obtidos pelos sensores serão automaticamente otimizadas as melhores condições específicas para o solo e para as plantas. O SAP sugerirá o melhor momento para regar (ou se há, ou não, carência de água), a necessidade de regar para lavar um excesso de sais na zona radicular, a necessidade de fertilizar, etc.
- Economizar tempo e reduzir custos: ao introduzir a Agricultura de Precisão na exploração agrícola, economiza-se tempo devido à medição on-line de dados. Os dados dos sensores são transmitidos automaticamente para um servidor central e podem ser consultados usando um *smartphone* ou *portátil*. Podem ser programados alertas de email ou SMS para notificar o agricultor quanto à necessidade de regar, de fertilizar ou de resolver qualquer outro problema. Além disso, os custos em termos de água, pesticidas e outros fatores de produção são otimizados, podendo ser reduzidos.
- Melhorar a imagem do agricultor: ao usar a Agricultura de Precisão na sua exploração, não só o rendimento e os lucros aumentarão, mas também será melhorada a perceção do público em geral e da Administração Pública (através da Agricultura Inteligente e proteção do ambiente) em relação à atividade agrícola.

Assim, a Agricultura de Precisão pode trazer muitos benefícios aos agricultores e proprietários de terras que decidem usar esta tecnologia para melhor gerirem as suas explorações.

A deteção remota usada para avaliar a capacidade da terra para a agricultura tem por objetivo fornecer ao agricultor informações oportunas sobre a evolução da cultura. A seguir

apresentam-se alguns dos benefícios associados ao uso da deteção remota na atividade agrícola:

- Identificação precoce de doenças e stress nas culturas.
- Capacidade de usar essa informação para resolver o problema.
- Melhoria da produtividade das culturas.
- Realização de previsões de produção.
- Redução de custos.
- Redução do impacte ambiental.
- Gestão das culturas ao longo do ano agrícola, tendo em vista a maximização do seu rendimento.
- Gestão das culturas para otimização das suas produtividades.

Os dados da deteção remota, se forem usados adequadamente e nos momentos certos, têm reflexos positivos na sanidade das culturas, aumentando a sua produtividade (<http://www.regional.org.au>).

A **Proteção Integrada (PI)** centra-se no uso, a longo prazo, de métodos ambientalmente amigáveis para a proteção das plantas recorrendo nomeadamente a predadores naturais, a estirpes de plantas resistentes, esterilização de machos, etc. A PI visa reduzir lentamente o uso de pesticidas através de métodos de controlo biológico. Os principais benefícios da PI são (<http://greentumble.com>):

- Desenvolvimento mais lento da resistência aos pesticidas: as pragas podem, ao longo do tempo, ir desenvolvendo resistência aos pesticidas. Quando as aplicações dos produtos químicos são usadas repetidamente, as pragas podem desenvolver resistência aos pesticidas através da seleção natural, em que os indivíduos que sobrevivem à aplicação dos produtos químicos passarão os seus genes para a sua descendência.

- Manter um ecossistema equilibrado: o uso de pesticidas pode erradicar uma população de pragas. No entanto, existe o risco de que os organismos não visados pela aplicação desses pesticidas também sejam afetados, o que pode resultar em perda de espécies. A PI permite erradicar as pragas mantendo o equilíbrio do ecossistema.
- Nível económico de ataque: a redução do uso de pesticidas é mais rentável a longo prazo, já que a PI permite controlar as pragas apenas quando há surtos, em oposição à aplicação calendarizada de pesticidas.

A **valorização agrícola de resíduos orgânicos** pode proporcionar benefícios agronómicos e ambientais que no passado não foram plenamente percecionados e/ou que são cruciais para abordar problemas ambientais emergentes, associados às alterações climáticas. A aplicação de estrume pode traduzir-se em benefícios ambientais se na sua aplicação, em termos do teor em nutrientes, do calendário e dos locais de incorporação, forem seguidas as melhores práticas de gestão. Se comparado com um fertilizante convencional, o estrume aplicado nestas condições tem potencial para proporcionar benefícios ambientais, incluindo:

- Aumento do sequestro de carbono no solo e redução dos níveis de carbono atmosférico.
- Redução da erosão do solo e escoamento superficial.
- Redução da lixiviação de nitratos.
- Redução da necessidade de energia (gás natural) para produção de fertilizantes azotados.

Vários estudos de aplicação de estrume a longo prazo evidenciam a sua capacidade para retardar ou reverter o declínio dos níveis de matéria orgânica dos solos agrícolas. A capacidade do estrume para manter, ou aumentar, o nível de matéria orgânica do solo tem impacto direto no aumento do sequestro de carbono nos solos cultivados. A matéria orgânica do estrume contribui para melhorar a estrutura do solo, proporcionando melhor infiltração da água e maior capacidade para a sua retenção, contribuindo para a diminuição do stress hídrico das culturas, da erosão do solo e para o aumento da retenção de nutrientes (<http://articles.extension.org>).

A **rega gota-a-gota** é um tipo de rega localizada que tem o potencial de poupar água e nutrientes, permitindo que a água goteje lentamente até às raízes das plantas, seja acima da superfície do solo, ou abaixo desta. O objetivo é colocar a água diretamente na zona da raiz e minimizar a evaporação.

As vantagens da rega gota-a-gota e das tecnologias de conservação da água são (<http://www.agriinfo.in>):

- Uso eficiente da água disponível.
- Inexistência de água disponível para infestantes.
- Maximização da produtividade das culturas.
- Grande eficiência no uso de fertilizantes.
- Menor crescimento de infestantes e limitação das populações de potenciais hospedeiros.
- Diminuição da mão de obra e custo de operação relativamente baixo.
- Eliminação da erosão do solo.
- Melhoria da infiltração em solos de baixa permeabilidade.
- Possibilidade de ajustamento rápido em virtude do sofisticado controlo automático.
- Eliminação das escorrências de fertilizantes para as águas subterrâneas.
- Redução das perdas de água por evaporação, em comparação com a rega superficial.
- Melhoria da germinação das sementes.
- Diminuição do número de mobilizações.

A Energia Renovável tornou-se comum por múltiplas razões, incluindo os benefícios económicos, ambientais e sociais. As principais vantagens da **energia renovável e da sua aplicação como fonte de energia para a agricultura** são (<http://harvestenergysolutions.com>):

- **Água limpa:** As turbinas e os painéis solares não produzem emissões de partículas que contribuam para a contaminação dos rios e lagos com mercúrio. A energia renovável também conserva os recursos hídricos. Por exemplo, produzir a mesma quantidade de eletricidade pode gastar cerca de 600 vezes mais água com energia nuclear e cerca de 500 vezes mais água com carvão.

- Ar limpo: Outras origens de eletricidade produzem emissões de partículas nocivas, que contribuem para as alterações climáticas globais e chuvas ácidas. As energias eólica e solar não são poluentes.
- Mineração e transporte: O recurso ao vento e sol preserva os recursos porque não há necessidade de uma mineração destruidora de recursos nem do transporte de combustível para as refinarias.
- Preservação da terra: Os parques eólicos estão localizados em grandes áreas geográficas, mas a sua "pegada" real cobre apenas uma pequena área de solo, resultando num impacto mínimo na produção agrícola ou nas áreas de pastagem. Edifícios de grandes dimensões não podem ser construídos perto da turbina, pelo que os parques eólicos privilegiam o espaço aberto.

As culturas energéticas são únicas porque não só produzem energia renovável, mas também fornecem outros benefícios ambientais e económicos (www.cleanenergycouncil.org.au), uma vez que da sua colheita podem resultar novos alimentos e energia, no âmbito de uma economia circular. Mais do que criar energia renovável, a **bioenergia e as culturas energéticas** também conduzem a:

- Benefícios rurais e regionais.
- Existência de centrais de produção elétrica distribuídas pelo território.
- Produção de energia renovável a custos comprovadamente competitivos.

As culturas energéticas proporcionam, portanto, grandes oportunidades económicas e sociais para as comunidades rurais e regionais. Agricultores, motoristas profissionais, empreiteiros, fornecedores, bem como restaurantes locais e lojas são impulsionados pelo dinamismo económico. Em muitas áreas rurais, isto constitui uma fonte de emprego permanente a tempo inteiro, onde apenas existiam oportunidades de trabalho sazonal.

As culturas energéticas também incentivam o desenvolvimento de novas técnicas agrícolas e inovadoras e podem permitir que terrenos e resíduos de culturas que não tinham qualquer outro

valor de mercado ou ambiental possam passar a gerar rendimento económico. À medida que estas comunidades lidam com os impactes das alterações climáticas, as culturas energéticas proporcionam às zonas rurais uma população activa mais auto-suficiente e menos vulnerável aos impactos da seca e das inundações.

5. Conclusões

Os avanços tecnológicos no sector agrícola e, em particular, as novas tecnologias para as competências acima mencionadas, serão transferidos para os agricultores no quadro do projeto SAGRI.

O principal objetivo é identificar as tecnologias ambientais com interesse para os destinatários finais participantes deste projeto e, também, para os agricultores europeus em geral. Este projeto centra-se em novas práticas e métodos agrícolas para aplicar os avanços nas tecnologias ambientais, constituindo-se num desafio para os agricultores e visando facilitar as suas atividades quotidianas.

A informação será tratada de modo a facilitar a transferência do conhecimento dos aspetos mais críticos para os agricultores. A aquisição destas competências é um passo importante para alcançar uma agricultura tecnologicamente mais avançada e social, económica e ambientalmente sustentável. Hoje, é evidente o papel do agricultor que conhece não só as práticas tradicionais para produzir culturas diferentes, mas que tem de ter em consideração as novas técnicas e tecnologias associadas a uma agricultura sustentável.

6. Referências bibliográficas

- Alcon F., de Miguel M.D., Burton M., 2011. Duration analysis of adoption of drip irrigation technology in southeastern Spain. *Technological Forecasting & Social Change* 78, 991–1001.
- Blaschke T., Biberacher M., Gadocha S., Schardinger I., 2013. “Energy landscapes”: Meeting energy demands and human aspirations, *Biomass and Bioenergy* 55, 3–16. doi:10.1016/j.biombioe.2012.11.022.
- Cedefop, 2016. Analytical Highligts. Skilled agricultural, forestry and fishery workers: skills opportunities and challenges. (http://skillspanorama.cedefop.europa.eu/en/analytical_highlights/skilled-agricultural-forestry-and-fishery-workers-skills-opportunities-and) accessed in January, 2017.
- Chel A., Kaushik G., 2011. Renewable energy for sustainable agriculture. *Agron. Sustain. Dev.* 31:91-118.
- Cicore P.; Serrano J., Sousa A., Shahidian S., Marques da Silva J.R. 2016. Assessment of the spatial variability in Tall wheatgrass forage using LANDSAT 8 satellite imagery to delineate potential management zones. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188(9), 1-11.
- Delivand M.K., Cammerino A.R.B., Garofalo P., Monteleone M., 2015 Optimal locations of bioenergy facilities, biomass spatial availability, logistics costs and GHG (greenhouse gas) emissions: a case study on electricity productions in South Italy *Journal of cleaner production* 99: 129-139.
- Dipti, Priyanka, 2013. Bioenergy Crops an Alternative Energy. *International Journal of Environmental Engineering and Management*. ISSN 2231-1319, Volume 4, Number 3 (2013), pp. 265-272
- Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC

- European Initiative for Sustainable Development in Agriculture, 2012. European Integrated Farming Framework. A European Definition and Characterisation of Integrated Farming (IF) as Guideline for Sustainable Development of Agriculture.
- 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.
- European Parliamentary Research Service, 2016. Precision agriculture and the future of farming in Europe - Scientific Foresight Study.
- European Parliamentary Research Service, 2017. What if intensification of farming could enhance biodiversity? Scientific Foresight Unit (STOA).
- Gebbers R., 2014. Current Crop and Soil Sensors for Precision Agriculture. ConBap - Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão.
- Hohn J., Lehtonen E., Rasi S., Rintala J., 2014. A Geographical Information System (GIS) based methodology for determination of potential biomasses and sites for biogas plants in southern Finland. Appl. Energy 113, 1–10. doi:10.1016/j.apenergy.2013.07.005.
- Levidow L., Zaccaria D., Maiac R., Vivas E., Todorovic M., Scardigno A., 2014. Improving water-efficient irrigation: Prospects and difficulties of innovative practices. Agricultural Water Management 146, 84–94.
- Marques C., Baptista F.J., Silva L.L., Murcho D. and Rosado M. 2015. Less or more intensive crop arable systems of Alentejo region of Portugal: What is the option to sustainable production? Revista de Economia e Sociologia Rural, 53(1): 81-90.
- Marques da Silva J.R., Damásio, C., Sousa, A.M.O., Bugalho L., Pessanha L. and Quaresma, P. 2015. Agriculture pest and disease risk maps considering MSG satellite data and Land Surface Temperature. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 38:40-50.
- Panigrahy, S., Manjunath, K.R., Ray, S.S., 2006. Deriving cropping system performance indices using remote sensing data and GIS. Int. J. Remote Sens. 26, 2595–2606.

- Patel L.C., 2015. Advancement in Integrated Pest Management (IPM). Research & Reviews: Journal of Agriculture and Allied Sciences.
- Rao, D.P., Gautam, N.C., Nagaraja, R., Ram Mohan, P., 1996. IRSIC application in land use mapping and planning. Curr. Sci. 70, 575–578.
- Regulation (EU) No 1305/2013 of the European Parliament and of the Council of 17 December 2013 on support for rural development by the European Agricultural Fund for Rural Development (EAFRD).
- Scientific Advisory Board on Fertilizer Issues at the Federal Ministry of Food and Agriculture, 2015. Application of Organic Fertilizers and Organic Residual Materials in Agriculture.
- Seelan S.K., Laguette S., Casady G.M., Seielstad G.A., 2003. Remote sensing applications for precision agriculture: A learning community approach. Remote Sensing of Environment 88, 157-169.
- Serrano J., Shahidian S., Marques da Silva J., Carvalho M. 2015. Monitoring of soil organic carbon over ten years in a Mediterranean silvo-pastoral system: potential evaluation for differential management. *Precision Agriculture*. DOI: 10.1007/s11119-015-9419-4.
- Serrano J., Shahidian S., Marques da Silva J.R. 2016. Monitoring pasture variability: optical OptRx® crop sensor versus Grassmaster II capacitance probe. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188(2): 1-17. DOI: 10.1007/s10661-016-5126-5.
- Serrano J., Shahidian S., Marques da Silva J.R. 2016. Spatial variability and temporal stability of apparent soil electrical conductivity in a Mediterranean pasture. *Precision Agriculture*. DOI: 10.1007/s11119-016-9460-y.
- Serrano J., Shahidian S., Marques da Silva J.R., Carvalho M. 2016. Monitoring of soil organic carbon over ten years in a Mediterranean silvo-pastoral system: potential evaluation for differential management. *Precision Agriculture*, 17(3), 274-295. DOI: 10.1007/s11119-015-9419-4.
- Shahidian S., Valverde P., Coelho R., Santos A., Vaz M., Rato A., Serrano J., Rodrigues S. 2016. Leaf water potential and sap flow as indicators of water stress in Crimson

'seedless' grapevines under different irrigation strategies. Theoretical and Experimental Plant Physiology 28: 221-239. doi:10.1007/s40626-016-0064-8.

- Sousa A. M. O., Gonçalves A. C., Mesquita P. and Marques da Silva J. R. 2015. Biomass estimation with high resolution satellite images: A case study of Quercus rotundifolia. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 101: 69–79.
- Statistical Yearbook, 2014. Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland: Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup
- Statuto D., Picuno P., 2017. Planning the energy valorization of agricultural co-products, by-products and waste in a landscape context. In: 11th International AIIA Conference: July 5-8, 2017 Bari – Italy “Biosystems Engineering addressing the human challenges of the 21st century”.
- Sun R., Zhang X., 2004. Top-down versus bottom-up learning in cognitive skill acquisition. Cognitive Systems Research 5:63–89.
- Toureiro C., Serralheiro R., Shahidian S., Sousa A. 2017. Irrigation management with remote sensing: Evaluating irrigation requirement for maize under Mediterranean climate condition. Agricultural Water Management. 184:211-220, (online a 28 Feb.2016).

- <https://www.unce.unr.edu/programs/sites/ipm/plant/>
- <http://farmnxt.com/>
- <http://www.legislation.act.gov.au/ni/2002-242/20020404-2968/pdf/2002-242.pdf>
- <http://www.seos-project.eu/modules/agriculture/agriculture-c04-p03.html>
- <http://ec.europa.eu/environment/waste/framework/>
- http://www.ucsus.org/clean_energy/smart-energy-solutions/increase-renewables/renewable-energy-and.html
- <https://www.gov.uk/guidance/industrial-energy-and-non-food-crops-business-opportunities-for-farmers>
- <http://www.iris-eng.com/5-benefits-of-precision-agriculture-to-increase-your-field-productivity/>

- <http://www.regional.org.au/au/gia/08/259woodrow.htm>
- <http://greentumble.com/advantages-and-disadvantages-of-integrated-pest-management/>
- <http://articles.extension.org/pages/14879/environmental-benefits-of-manure-application>
- <http://www.agriinfo.in/default.aspx?page=topic&superid=8&topicid=2243>
- <http://harvestenergysolutions.com/benefits-renewable-energy/>
- <https://www.cleanenergycouncil.org.au>