Smart Agro

Aplicando as tecnologias
na gestão agrícola inteligente

Este guia foi elaborado no âmbito do projeto **Comunidad Rural Digital (CRD)**. Este é um projeto de colaboração entre Administrações Públicas de Portugal e Espanha, aprovado no âmbito do Programa de Cooperação Transfronteiriça Interreg V-A Espanha-Portugal 2014-2020 (POCTEP) e cofinanciado através de fundos FEDER, cujo objetivo é melhorar a inovação tecnológica das instituições do meio rural em ambos os lados da fronteira, fomentando a cooperação e a sua competitividade.

Aviso Legal

Esta publicação foi realizada pela Consejería de Fomento e Medio Ambiente da Junta de Castilla y León para o desenvolvimento do projeto Comunidade Rural Digital, no âmbito do projeto de Cooperação Transfronteiriça Espanha-Portugal, e encontra-se sob a licença Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 3.0 Espanha.

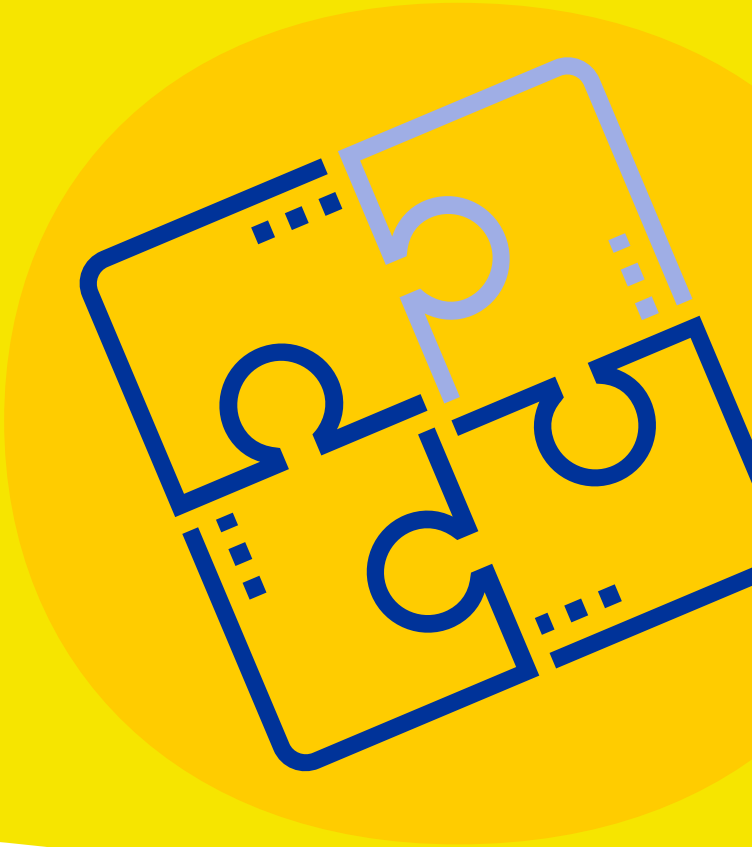
É livre de copiar, fazer obras derivadas, distribuir e comunicar publicamente esta obra, de forma total ou parcial, sob as seguintes condições:

- Reconhecimento: Deve citar-se a sua autoria assim como a sua procedência, fazendo referência expressa ao projeto Comunidade Rural Digital.
- Uso Não Comercial: Não se pode utilizar esta obra para fins comerciais.

Índice

1. Introdução
2. Objetivos na Gestão Inteligente Agrária
3. Tecnologias aplicadas à agricultura inteligente
4. Soluções inovadoras e Casos de sucesso
5. Conclusões

Referências e bibliografia



1. Introdução

1. Introdução

Com a introdução das novas tecnologias, como o uso de sensores, o processamento de grandes quantidades de dados (big data) ou a inteligência artificial, está a produzir-se uma revolução no mundo agrário que deu lugar ao conceito que se conhece como **Smart Agro ou Agricultura Inteligente**. Este conceito permite que a produção do sector primário seja mais eficiente e se consiga uma maior qualidade, controlo e impacto.

As **vantagens** que se obtêm ao utilizar estas tecnologias são:

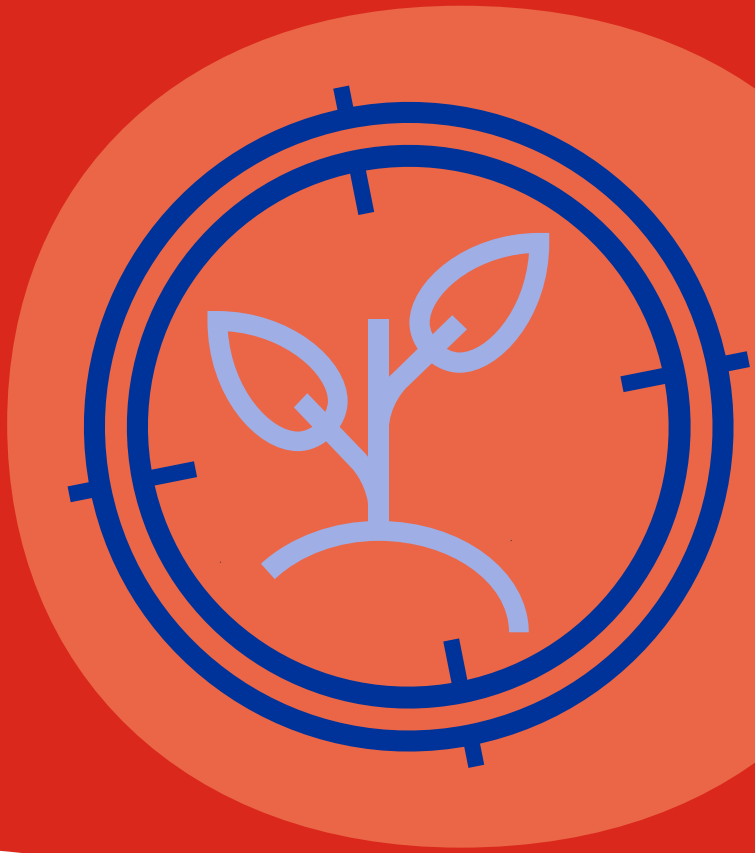
- Melhorar os processos operativos, poupando custos.
- Aumentar a produtividade.
- Melhorar o controlo das explorações.
- Controlar cultivos e quintas para diminuir a aparição de doenças e pragas.
- Optimizar o tempo de trabalho e a mão de obra.
- Fazer um uso mais sustentável do meio ambiente e dos recursos naturais.

Os processos *smart* na agricultura significam uma nova medida para impulsionar uma melhoria na atividade do sector, podendo dispor de informação em tempo real sobre a exploração dos cultivos, para a sua análise e previsão de comportamentos futuros.

Este guía pretende ser uma primeira aproximação ao conceito de Smart Agro, explicando as **tecnologias básicas** que se utilizam e expondo diferentes **casos de sucesso** de aplicação. Embora o termo Smart Agro seja muito amplo e inclua sectores como a indústria agroalimentária, do gado, das pescas e florestal, pela sua amplitude, neste guia apenas nos centraremos no **âmbito agrícola**.

Neste documento, analisaremos o estado atual no qual se encontra o campo de aplicação das TIC à agricultura e identificaremos os principais desafios de desenvolvimento que se abordarão no futuro, com o objetivo de responder a perguntas como:

- Que papel desempenham as TIC na Smart Agro?
- Que partes interessadas estão envolvidas e como estão organizadas?
- Quais são as perspetivas de mudança esperadas pela implementação das TIC?
- Que desafios devem abordar- se no futuro?



2. Objetivos na Gestão Inteligente Agrária

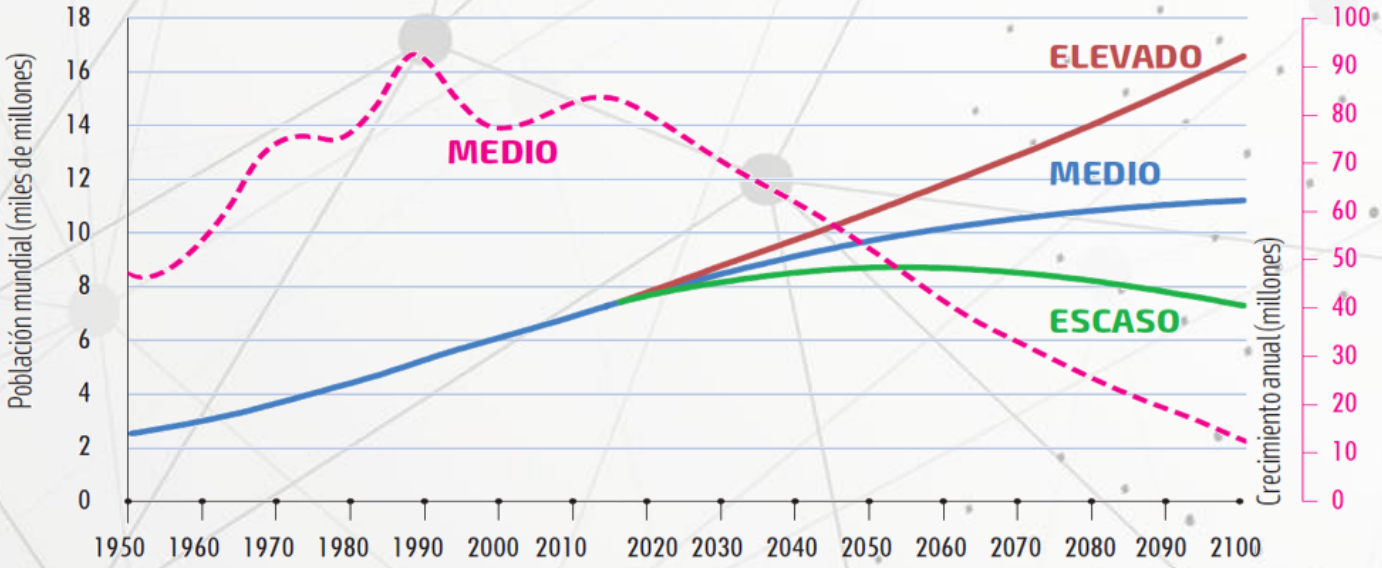
2. Objetivos na Gestão Inteligente Agrária

Nos últimos anos tem vindo a observar-se um aumento dos esforços para alcançar uma agricultura de precisão, caracterizada por quebrar o foco tradicional da mera produção primária.

Nos dias de hoje, são muitos os desafios que enfrenta o sector agrícola, intensificados nos últimos anos pela desaceleração do rendimento dos cultivos, o aumento do número de pragas e doenças ou a presença de condições climatológicas extremas. Estes problemas limitam a produção e conduzem a preços cada vez mais altos em todo o mundo.

Ainda assim, a frequência de aparição de secas, inundações e tempestades, aumentou nos últimos 30 anos. **Este tipo de fenómenos têm um impacto muito negativo na agricultura**, afetando notavelmente o processo de produção e gerando uma elevada perda de recursos ativos.

Estima-se ainda que esta situação se possa ver afetada pelo efeito das alterações climáticas, acentuado por sua vez pela produção e libertação de gases de efeito estufa durante a atividade agrícola.



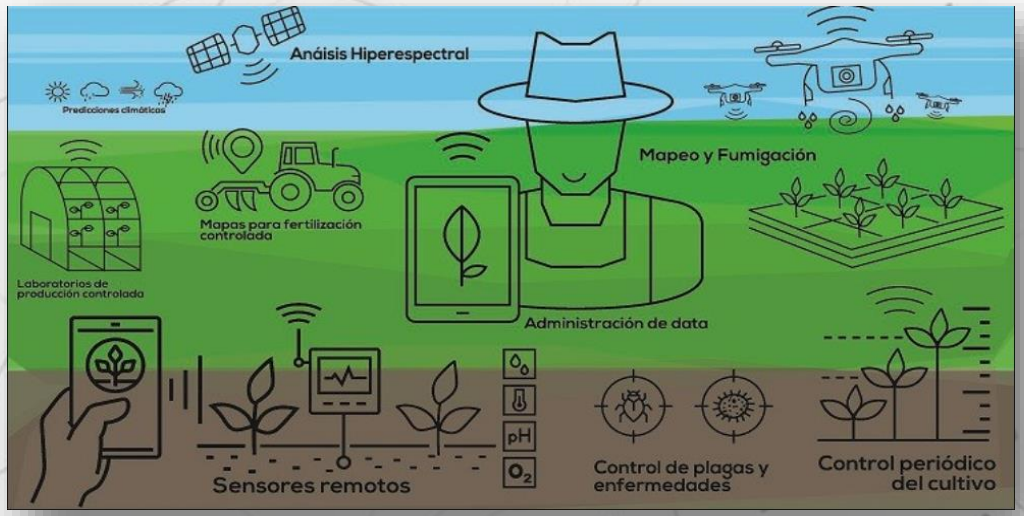
2. Objetivos na Gestão Inteligente Agrária

Neste contexto de previsão, a Smart Agro constitui uma nova ferramenta que ajuda a orientar as ações necessárias para transformar e reorientar os sistemas agrícolas, com o objetivo de apoiar de forma eficaz o desenvolvimento do sector.

É possivel aplicar as tecnologias para realizar uma gestão inteligente em toda a cadeia de produção agrária, desde a produção até à distribuição. A gestão inteligente agrária através do conceito de Smart Agro, pretende **promover a transformação digital e a inovação tecnológica em toda a cadeia de desenvolvimento**: produção, processamento, distribuição e comercialização, com o fim de obter uma optimização em todos os níveis de qualidade, efetuar controlos precisos e, ao mesmo tempo, limitar os impactos meio ambientais.

Na **fase de produção**, a maior eficiência é possível graças às seguintes ações:

- Automatização das operações de produção, mediante redes de monitorização em tempo real e tomada de decisões.
- Uso de tecnologia de poupança de energia.
- Instalação de infraestruturas tecnológicas para a automatização do arrefecimento, irrigação, drenagem e gestão de resíduos.
- Sistemas para minimizar as emissões de gases de efeito estufa, especialmente de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso.



Exemplo de aplicação de tecnologia aplicada ao processo agrário.

2. Objetivos na Gestão Inteligente Agrária

Entre os **passos mais importantes** da **etapa de processamento**, podemos destacar os seguintes:

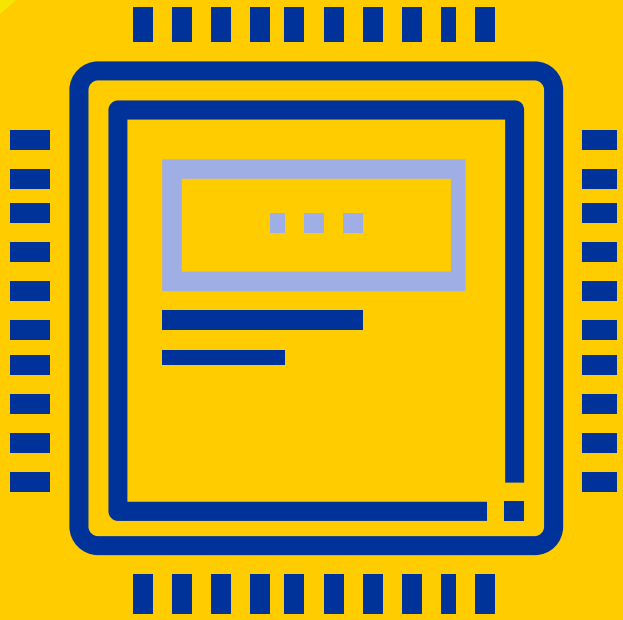
- Análise de processos de obtenção de água e cultivos resistentes ao calor para contrariar a seca.
- Medição de parâmetros para a deteção de pragas, optimizando o processo de prevenção e erradicação.
- Realização de estimativas que permitam avaliar os tempos de semear mais eficientes.

No que diz respeito à **distribuição e comercialização**, o uso de armazenamento e análise de dados massivos permite levar um controlo financeiro e contável das explorações, assim como a uma rastreabilidade integral de cada produto e uma completa gestão analítica de custos e rentabilidade.

Estas **ferramentas** também têm um papel fundamental no momento de identificar novos domínios de atividade económica, nos quais uma determinada exploração agrícola possa mostrar todo o seu potencial e sobressair comercialmente.

No geral, toda a gestão integral fundamentada na aplicação destas disciplinas no âmbito agrícola deve executar as seguintes operações básicas:

- **Deteção e monitorização**: medição do rendimento real dos processos agrícolas, quer seja manualmente ou de forma automatizada mediante o uso de tecnologia de deteção como sensores ou satélites. Além disso, podem obter-se dados externos para complementar as observações realizadas de forma direta.
- **Análise e tomada de decisões**: comparação das medições com as normas que especificam o rendimento desejado (objetivos do sistema em relação a, por exemplo, quantidade, qualidade e aspetos do tempo de entrega), ressalvando a presença dos possíveis desvios e originando uma decisão acertada para a correta intervenção que permita eliminar as discrepâncias assinaladas.
- **Intervenção**: planificação e implementação da decisão escolhida, com o objetivo de corrigir o rendimento de cada um dos processos.

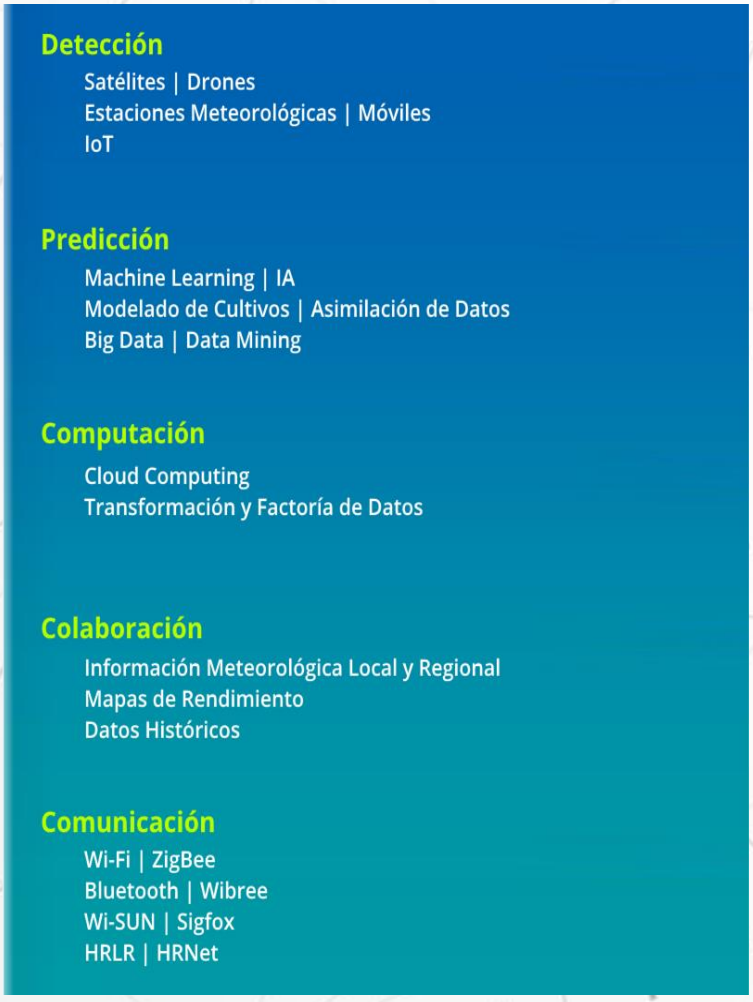


3. Tecnologias aplicadas na agricultura inteligente

3. TECNOLOGIAS APLICADAS NA AGRICULTURA INTELIGENTE

As novas tecnologias oferecem uma utilização mais eficaz dos recursos da unidade agrícola. No processo de aplicação global que oferecem as ditas tecnologias, podemos diferenciar as seguintes fases:

- Deteção.
- Comunicação.
- Colaboração.
- Computação.
- Previsão.



3. TECNOLOGIAS APLICADAS NA AGRICULTURA INTELIGENTE

Deteção

Na **fase de deteção** existe toda uma gama de tipos de sensores que permitem obter informação chave de cada elemento da unidade agrícola. A dita rede de dispositivos ligados à Internet ou rede de IoT (Internet of Things ou Internet das Coisas) é a base sobre a que se sustenta o resto das fases implicadas na cadeia de desenvolvimento. Por exemplo, **são chave os sistemas de geoposicionamento e perceção remota**, caracterizados principalmente pela implementação de sistemas de navegação por satélite como o GPS e sensores de precisão, respetivamente.

Os dispositivos de posicionamento GPS permitem georreferenciar diferentes pontos de amostragem e elaborar mapas de tratamento por lugares específicos, que permitirão o ajuste adequado de cada tipo de tratamento em função da localização que se tenha em cada momento, assim como em identificar um sitio de possíveis incidências dentro do próprio cultivo durante a fase de monitorização.

No caso de ter integrados um sistema de autoguia, os dispositivos referidos indicam e conduzem diretamente o utilizador em direção àquelas zonas da unidade agrícola que estão pendentes de tratamento ou as que já o estão a realizar, com a ideia de gerir processos tão fundamentais como:

- Colheita.
- Sementeira.
- Lavrado.
- Plantação.
- Adubamento.
- Tratamento fitosanitário.

Além disso, mediante um sistema de informação geográfica (GIS), é possível relacionar medições realizadas em tempo real com informação sobre posicionamento, que permite o processamento de uma grande quantidade de dados geoespaciais.

3. Tecnologias aplicadas na agricultura inteligente

Os sensores remotos também têm um papel fundamental no processo de deteção e recoleção de dados. Especificamente, os sensores de solo e ambiente permitem captar informação básica do ambiente como, por exemplo, a temperatura, humidade, pH, nível de radiação solar, etc., assim como transferir a dita informação a uma equipa remota.

O sensor envia os dados registados a servidores na Internet, onde se armazenam e podem ser facilmente consultados pelo utilizador através de uma aplicação.

Entre os diferentes tipos de sensores de precisão na agricultura, destacamos os seguintes:

- **Sensores de localização**: usam sinais dos satélites GPS para determinar parâmetros de localização como a latitude, longitude e altitude. Requerem-se três satélites no mínimo para triangular uma posição. O posicionamento preciso é a pedra angular da agricultura de precisão.
- **Sensores óticos**: usam luz para medir as propriedades do solo e os seus constituintes, através de medições de diferentes frequências de reflectância em espectros de luz infravermelha. Os sensores podem colocar-se em veículos ou plataformas aéreas, como drones ou inclusivé satélites. A reflectância do solo e os dados de cor da planta são só duas variáveis dos sensores óticos que se podem agregar e processar.
- **Sensores electroquímicos**: proporcionam informação sobre níveis de pH e nutrientes do solo mediante eléctrodos que detetam iões específicos no solo.

3. TECNOLOGIAS APLICADAS NA AGRICULTURA INTELIGENTE

- **Sensores mecânicos**: medem a resistência do solo, usando uma sonda que penetra no mesmo e regista as forças de resistência mediante o uso de células de carga ou medidores de tensão. Uma forma similar desta tecnologia é usada em tratores grandes para prever os requisitos de tração para a equipa de conexão a terra.
- **Sensores de humidade do solo**: avaliam os níveis de humidade medindo a constante dielétrica do solo, ao tratar-se de uma propriedade elétrica que muda dependendo da quantidade de humidade presente no mesmo.
- **Sensores de fluxo de ar**: para medir a permeabilidade do ar no solo.
- **Sensores acústicos**: para a classificação de sementes, mediante a análise do espectro de absorção do som.
- **Sensores inteligentes**: para monitorizar a transpiração das plantas em tempo real.

Sensor de força tração-compressão.

3. TECNOLOGIAS APLICADAS NA AGRICULTURA INTELIGENTE

A aplicação de **drones ou veículos aéreos não tripulados** é uma mais das opções que nos últimos tempos se estão a colocar à disposição das explorações agrícolas, **principalmente pela sua capacidade de monitorizar os cultivos, em combinação com a rede de sensores do solo**.

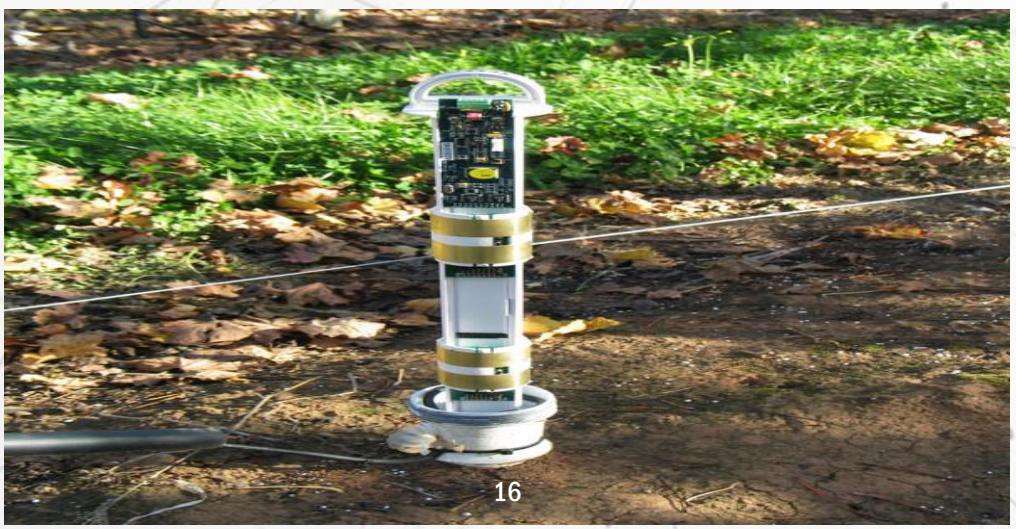
A principal vantagem no uso agrícola em relação a outros meios aéreos é a sua facilidade de implantação, que permite realizar observações sobre parcelas de terreno de uma forma muito simples e rápida, com objetivo de proporcionar informação de elevado valor para a tomada de decisões no campo.

Os próprios drones vêm equipados com sensores multiespectrais, que permitem a realização de imagens aéreas de muito alta resolução, assim como de módulos de posicionamento GPS, oferecendo a partir de uma planificação e traçados previamente definidos informação altamente relevante ao agricultor.

3. TECNOLOGIAS APLICADAS NA AGRICULTURA INTELIGENTE

Outros tipos de sensores são os seguintes:

- Espectroscopia de infravermelhos por transformada de Raman e Fourier: para avaliar diferenças estruturais entre celulosas de várias origens.
- Sensores baseados no nível de água macia: para caracterizar o rendimento hidrológico em água agrícola.
- Sondas de capacitância: para a medição da humidade do solo em zonas tropicais.
- Metodologias para regulação de aspersores de barra: para garantir que a dose de produto aplicado seja homogénea através do campo.
- Reflectómetros: para determinar o teor de humidade em frutos de palma de óleo.
- Sensores de covariância de Eddy: para quantificar o metabolismo do carbono em turfeiras.
- Atuadores sem fios autónomos acionados por energia solar: para sistemas de irrigação.
- Termopares infravermelhos: para a medição da temperatura em campos de cultivo.



3. TECNOLOGIAS APLICADAS NA AGRICULTURA INTELIGENTE

Comunicação

No que diz respeito ao processo de comunicação, as tecnologias de transmissão sem fios constituem os principais sistemas de comunicação entre todos os dispositivos IoT. A transferência e receção da informação entre estes dispositivos é fundamental no proceso de monitorização de cada uma das fases da cadeia agrícola.

Atualmente existem uma variedade de opções de comunicação sem fios de uso comum que se podem utilizar em sistemas de Smart Agro que incluem entre outras:

- Redes de comunicações móveis (GSM, GPRS, 3G ou 4G).
- Redes sem fios de largo alcance de baixa potência (LoRa)
- Sigfox
- Narrowband IoT (NB-IoT)

Outras tecnologias de comunicações de curto alcance que se podem utilizar para conectar sensores são as seguintes:

- Wi-Fi
- ZigBee

3. TECNOLOGIAS APLICADAS NA AGRICULTURA INTELIGENTE

Colaboração

Assim que os dados recolhidos pelos sensores estejam armazenados, é possível integrá-los com informação meteorológica local e regional, mapas de desempenho de diferentes campanhas e anotações históricas.

Computação

A grande quantidade de dados obtidos através dos sensores requer uma tecnologia de armazenamento especial e de acesso através da internet. **Este serviço proporciona, de uma maneira segura e minimizando os custos, os sistemas de Cloud Computing ou armazenamento na nuvem**.

As principais **vantagens do armazenamento na nuvem** são:

- Redução de custos: o modelo de faturação é de cobrança retroativa, só segundo a sua utilização.
- Fácil acesso: ao tratar-se de dados armazenados numa nuvem de servidores externos, pode dispor-se deles a partir de qualquer lugar com acesso à internet.
- Constante atualização: por se tratar de software que está instalado fora do nosso computador, as atualizações são muito fáceis de realizar e vêm acompanhadas com melhorias nos serviços.
- Colaboração: oferece a possibilidade de partilhar qualquer tipo de informação, em tempo real, com o resto dos membros da nuvem que estejam conectados com as nossas plataformas.
- Agilidade na escalabilidade: permite dar resposta a necessidades cada vez mais exigentes.

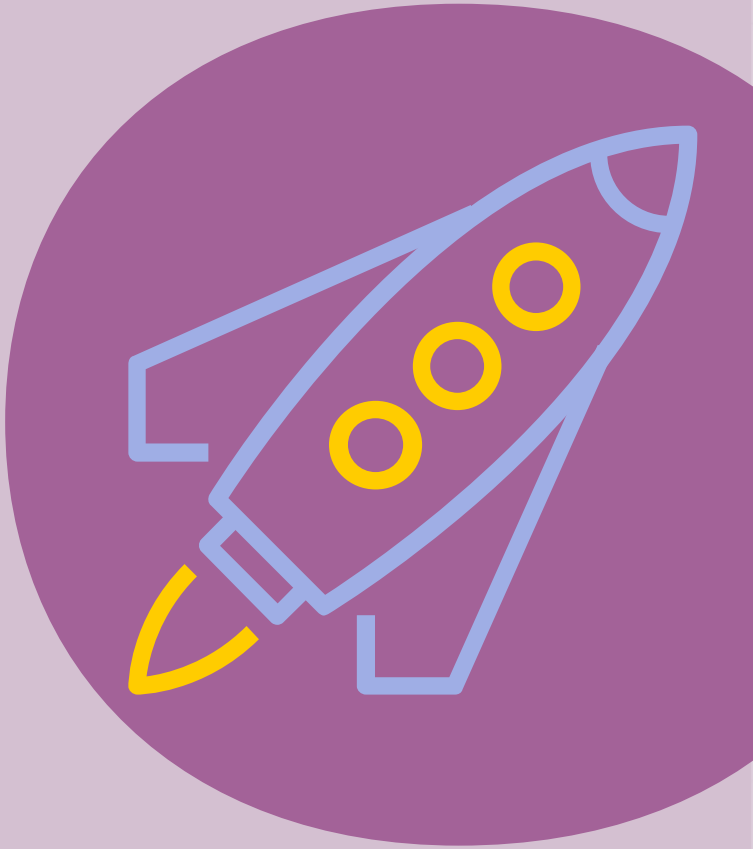
3. TECNOLOGIAS APLICADAS NA AGRICULTURA INTELIGENTE

Previsão

Na **fase de previsão**, podem aplicar-se técnicas de Inteligência Artificial dos dados obtidos para ter um enfoque global da exploração e das suas necessidades mais prementes.

Toda a **informação recolhida e analisada** vai permitir a **ótima realização de funções** tão importantes como:

- Monitorização da colheita de forma precisa.
- Fumigação de precisão no campo.
- Deteção de pragas e ervas daninhas de forma prematura.
- Localização dos possíveis problemas na rega.
- Elaboração de mapas representativos das características e do estado metabólico do solo, assim como dos parâmetros biofísicos dos cultivos.
- Peritagem e inventário de terrenos de cultivo.
- Teledeteção automatizada.
- Assistência à polinização.



4. Soluções inovadoras e Casos de sucesso

4. Soluções inovadoras e Casos de sucesso

Adegas Emilio Moro e Vodafone

Trata-se de um projeto de colaboração entre as **Adegas Emilio Moro** e **Vodafone** através da sua solução 'Sensing4Farming' com a ajuda de sócios locais num ambiente rural.

A instalação nas vinhas consta de uma rede de sensores avançada que, junto a imagens de satélite obtidas em alta resolução e em tempo real, permitem medir fatores ambientais chave como: humidade, temperatura, conductividade do solo e absorção de água, assim como o vigor e a saúde das próprias videiras.

Graças à inteligência artificial e à aplicação de tecnologia baseadas em Big Data, esses dados são processados ao instante e enviados de forma imediata para as ferramentas móveis dos enólogos e técnicos da adega. Isto permite que conheçam com absoluta precisão a quantidade ideal de rega e fertilizante que necessitam as suas videiras em cada momento. Também propicia a tomada de decisão sobre que áreas necessitam ser podadas ou quando fazer a colheita.

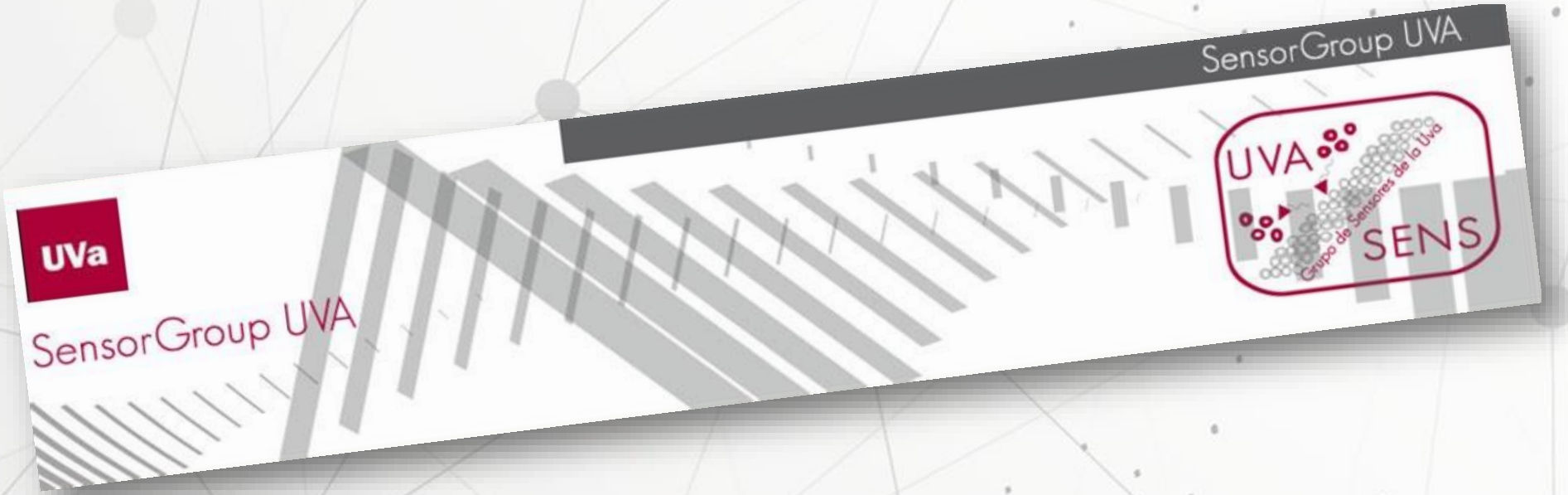
Sensores em umas vinhas Bodegas Emilio Moro

4. Soluções inovadoras e Casos de sucesso

Sensores electroquímicos

O grupo formado por especialistas em física, química e engenharia da Universidad de Valladolid, denominado UVaSens, com a colaboração da Estação Enológica de Castilla y León, o Instituto Tecnológico Agrário de Castilla y León (ITACyL) e o departamento de I+D da Bodega Cooperativa de Cigales, desenvolve um novo método para ajudar a determinar a data ideal para apanhar a uva. Este novo método permite identificar as alterações que se produzem na pele da uva durante a fase de maduração atuando como um monitor do estado da fruta.

O método aplicou-se a amostras de três variedades autóctones de Espanha: Mencía, Prieto Picudo e Juan García, e para a análise das alterações, empregou-se um sistema de eléctrodos sensíveis às variações electroquímicas na pele da uva. O dispositivo calibra os processos de redução-oxidação, uma reação química na qual têm um papel essencial os compostos fenólicos pelas suas propriedades antioxidantes.



4. Soluções inovadoras e Casos de sucesso

Sensores multiespectrais (I)

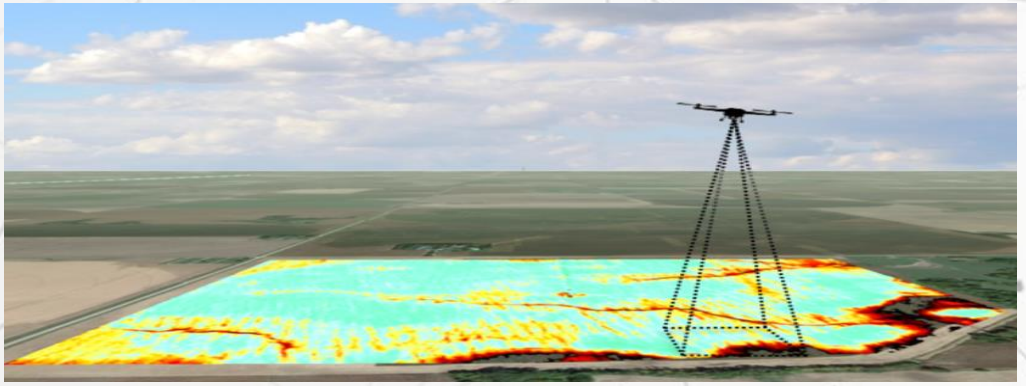
Entre os dispositivos desenhados para desenvolver uma agricultura de precisão, pelo seu grau de inovação e funcionalidade, os **sensores multiespectrais** são chave no momento de registar um elevado número de dados da exploração e ter além disso a capacidade de o fazer em diferentes bandas do espectro electromagnético, revelando assim uma multiplicidade de informação que o olho humano e o resto dos dispositivos tradicionais do campo não são capazes de detetar.

Neste sentido, o sensor multiespectral **Sequoia**, da empresa Parrot, é capaz de capturar imagens de **drones** através de quatro bandas espectrais que trabalham dentro do espectro visível e fora dele, proporcionando dados de alta precisão e exactidão para analisar condições do solo e dos cultivos:

- Saúde e qualidade.
- Crescimento e evolução.

O sistema está fundamentado em dois elementos. Em primeiro lugar, consta de uma câmara multiespectral cuja tarefa é inspecionar o terreno, enquanto simultâneamente um sensor solar mede e regista as condições de luz nas mesmas bandas do espectro que o sensor multiespectral.

Desta forma, os dados lumínicos recolhidos permitem confirmar os valores dos dados espectrais identificados e comparar assim estes dados com a atividade solar e o estado do cultivo.

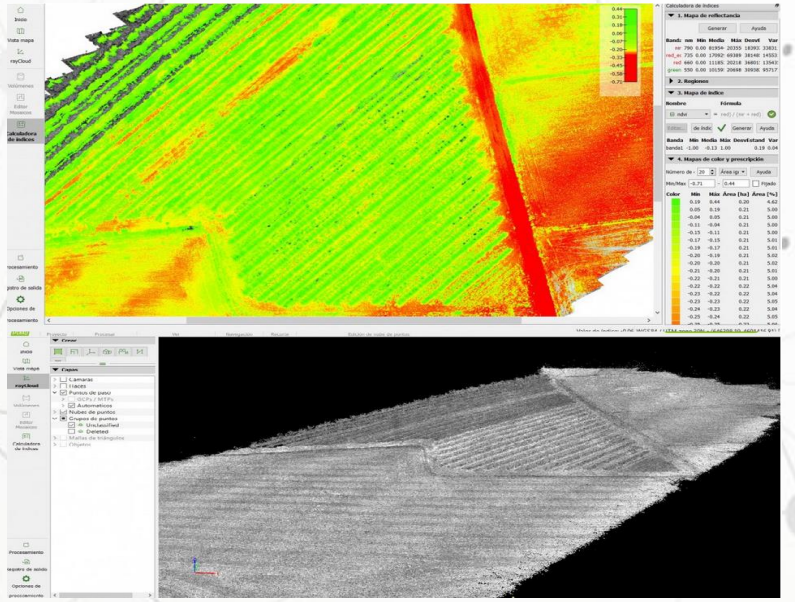


4. Soluções inovadoras e Casos de sucesso

Sensores multiespectrais (II)

Estão fornecidos das seguintes características:

- Quatro câmaras espectrais 1.2 Mpx 10 bits para a captura ultraprecisa de imagens.
- Câmara RGB 16 Mpx para gerar ortomosaicos e imagens panorâmicas de campos agrícolas.
- Calibração radiométrica automática mediante sensor solar.
- Capacidade de armazenamento de 64 GB.
- Captura de alta velocidade (uma fotografia por segundo).
- IMU e magnetómetro.
- Conexão Wi-Fi.
- Protocolo standard (PTP) de comunicação com o dispositivo drone.
- Dimensões: 41 x 28 x 59 (mm)
- Peso da câmara: 72g.



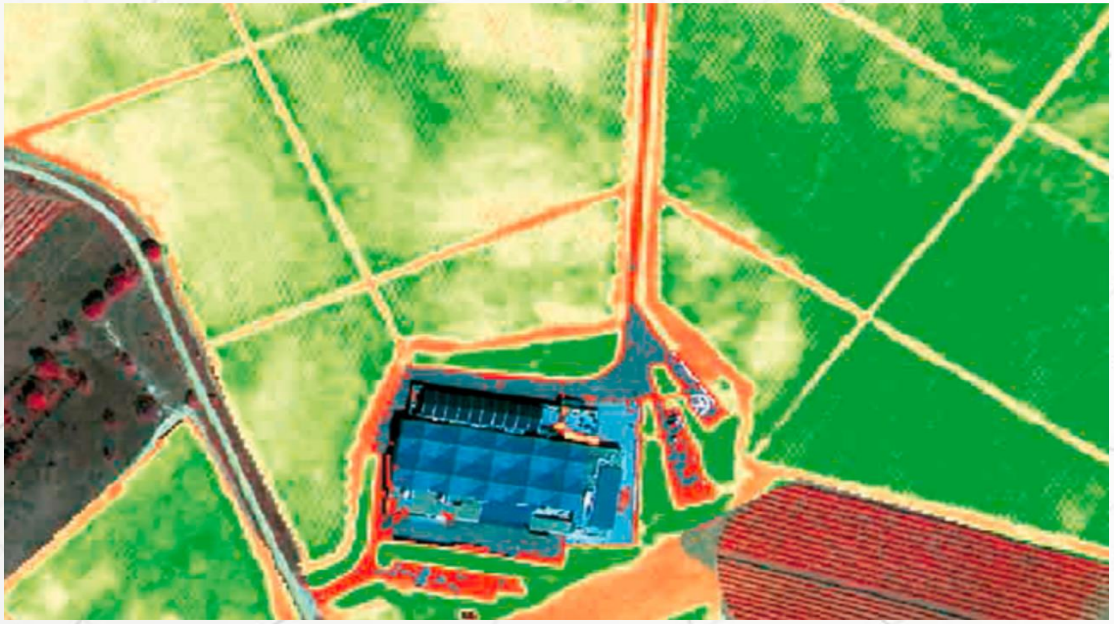
A combinação destes sensores multiespectrais com outras câmaras, como a câmara RGB, permite **gerar modelos digitais do terreno de parcelas agrícolas e um sistema de informação geográfica**, os quais darão cobertura principalmente às seguintes operações:

- Classificação de zonas em função da sua produtividade, mediante o cálculo de índices de crescimento vegetativo como o NDVI ou índice de vegetação de diferença normalizada e de outros como o de stress hídrico (MSI).
- Aplicação de tarefas localizadas em zonas de baixa produtividade, mediante a rega com água ou o uso de fertilizantes e pesticidas químicos.

4. Soluções inovadoras e Casos de sucesso

Sensores multiespectrais (III)

Desta forma, os **dados captados por todos estes sensores armazenam-se digitalmente em forma de tabelas e mapas**, a partir dos quais se gera a informação que ajuda o agricultor na tomada de decisões em campo (fertirrigação, podas ou desbaste). Especificamente, o cálculo e a representação dos índices de vegetação a partir das imagens multiespectrais capturadas pelo sensor fornecem uma informação crucial acerca do desenvolvimento vegetativo dos cultivos e permitem determinar a evolução da colheita.



Índices de vegetação a partir de uma imagem multiespectral.

4. Soluções inovadoras e Casos de sucesso

Drones (I)

Para a captação de imagens em altura através de drones, a empresa vallisoletana **SmartRural** emprega um drone de asa fixa eBee Ag de SenseFly, capaz de sobrevoar com grande rapidez amplas extensões de terreno e registar uma grande quantidade de informação dos cultivos.

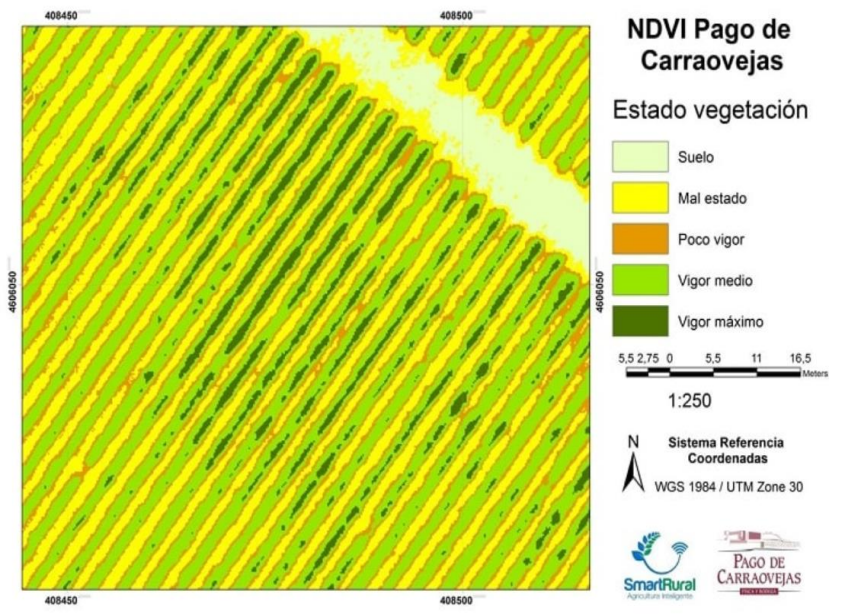
Para isso, este dispositivo incorpora as seguintes tecnologias:

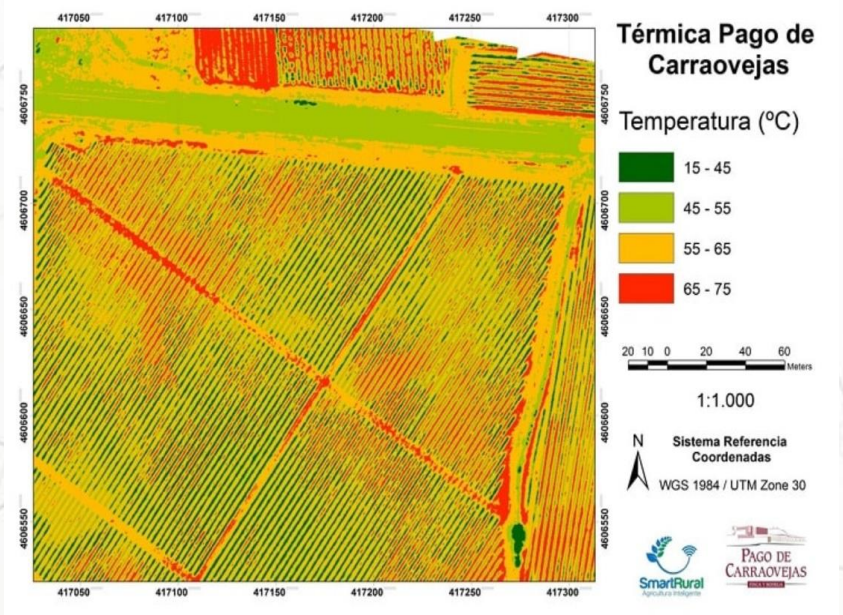
- Uma câmara multiespectral capaz de realizar 200 fotografias em cada voo de 10 minutos.
- Uma câmara secundária RGB e sensores térmicos.
- Um sistema de autoguia por GPS.
- Os principais serviços que proporcionou este tipo de tecnologia à empresa são:
- Desenho de mapas de índices agronómicos.
- Medição de temperatura.
- Cálculo de biomassa.
- Peritagem de danos em parcela e levantamentos topográficos de precisão.

4. Soluções inovadoras e Casos de sucesso

Drones (II)

A sua colocação em funcionamento na adega de Pago de Carraovejas durante distintas fases do ciclo biológico da videira permite **quantificar o estado vegetativo de cada parcela e medir assim o vigor das plantas, a uniformidade do cultivo e o seu nível de humidade e temperatura, entre outros parâmetros fisicoquímicos**.





A capacidade do drone de sobrevoar toda a superfície da vinha num só dia permite à adega realizar captação de imagens quando julgar mais necessário, para o qual é vital manter uma correta coordenação com os técnicos da exploração para assinalar as datas mais importantes nas quais se leva a cabo a medição.

Além disso, a **sua aplicação consegue reduzir notavelmente os custos perante outras alternativas como o uso de satélites**.

4. Soluções inovadoras e Casos de sucesso

Mapa de condutividade elétrica aparente do solo

No que diz respeito à gestão de culturas, **aGrae** permite obter **mapas do solo através da medição da condutividade elétrica aparente** do mesmo. Esta magnitude física está intimamente relacionada com fatores como a humidade, a textura ou a salinidade do solo, pelo que a **sua medição permite criar mapas de rendimento e programas de fertilização optimizada do solo**. Todas estas ferramentas possibilitam a aplicação de um semeio variável de precisão e uma melhoria na gestão da rega, constituindo assim uma fonte de informação muito valiosa e supondo uma poupança económica considerável.

Para isso, realizam-se para cada parcela caminhos com uma equipa que consta de diversas sondas que são capazes de obter o valor desta magnitude física com um elevado grau de precisão. Posteriormente, os dados obtidos registam-se e geoposicionam através de um sistema de GPS incorporado no próprio equipamento de medição permitindo assim o seu acesso e localização de uma forma rápida e clara.

Mapa de conductividade elétrica aparente do solo.

Sonda de solo montada em quad para a medição da conductividade elétrica aparente do solo.

4. Soluções inovadoras e Casos de sucesso

Big Data aplicado à agricultura (I)

Como solução Big Data orientada para a agricultura, a aplicação **Bynse** da empresa espanhola **Cubenube**, optimiza a produção em plantações agrícolas mediante medições a nível de planta, solo e microclima. Os seus criadores desenvolveram as suas próprias unidades de sensorização, Bynsebox, para a recolha de dados; capazes de medir até 14 parâmetros diferentes de importância para as necessidades das culturas.

Toda a informação registada é enviada para uma plataforma digital na Nuvem e processa-se junto com os dados dos serviços de previsão meteorológica e dos próprios produtores. Neste processo, **podem relacionar-se parâmetros e aplicar modelos matemáticos personalizados**, que determinam a relação entre os dados registados pelo sistema e as magnitudes que se pretendem conhecer.

4. Soluções inovadoras e Casos de sucesso

Big Data aplicado à agricultura (II)

Os principais benefícios que se alcançam mediante a utilização destas ferramentas são:

- Redução do consumo de água e maior eficiência de rega, optimizando a quantidade de água necessária em função de cada microclima.
- Melhoria na previsão de fenómenos meteorológicos adversos, como tempestades ou granizo, evitando importantes perdas.
- Maior conhecimento do desenvolvimento específico dos cultivos, adaptando e planificando diferentes trabalhos em função das necessidades de cada microclima, o que significa um aumento da eficiência.
- Mais capacidade preditiva perante o possível aparecimento de doenças e pragas, assim como uma melhoria na precisão no momento de aplicar os tratamentos.

4. Soluções inovadoras e Casos de sucesso

Waspmote

A empresa **Libelium** desenha e elabora hardware para rede de sensores sem fios, permitindo a sua implementação numa ampla gama de sistemas de IoT, incluídos sistemas inteligentes de estacionamento, monitorização urbana, gestão de desperdícios, meio ambiente, segurança, emergências e aplicações inteligentes, entre outros.

A sua tecnologia **Waspmote** está baseada num sistema de redes **de sensores sem fios**, que envia dados a qualquer plataforma na nuvem e está desenhada para permitir aos utilizadores que implementem facilmente redes de sensores sem fios escaláveis com custos mínimos de manutençao.

Desta forma, a fase de recompilação de dados consiste basicamente numa coleção de sensores e portas de links. Os sensores diferem no tipo e na quantidade de dados que são capazes de armazenar, nos intervalos de recoleção e nas suas fontes de alimentação. A sua missão é recolher dados acerca de toda uma multiplicidade de parâmetros, pelo que podem utilizar-se para uma grande variedade de tarefas como, por exemplo, optimizar o crescimento dos cultivos ou realizar estimativas sobre as condições meteorológicas. No geral, os tipos de dados recolhidos incluem fatores como a chuva, a luminosidade, a temperatura e humidade do ar e do solo, a radiação solar visível, a velocidade e a direção do vento ou a pressão atmosférica, entre outros.

Assim, as suas principais aplicações centram-se na **agricultura de precisão, os sistemas de rega e as estufas**. Nesse sentido, no que diz respeito ao controlo dos níveis de humidade e temperatura para prevenir o aparecimento de doenças e pragas, destacam-se os três níveis de profundidade do sensor de humidade do solo, que são úteis para reduzir o desperdício de água perante a rega seletiva em zonas secas.

Também existem modelos que se aplicam para controlar e monitorizar os sistemas de rega, conseguindo medir uma dezena de parâmetros de qualidade da água mais relevantes.

4. Soluções inovadoras e Casos de sucesso

Adegas Legaris

Dispoem de quase 100 hectares de superfície total de vinhas repartidas em dois “pagos” situados nos municípios de Curiel de Duero e San Martín de Rubiales. Em Legaris trabalha-se de forma sustentável, aplicando técnicas que lhes permitem conhecer o estado das plantas e as suas necessidades de aplicar apenas os tratamentos estritamente necessários a partir das novas tecnologias:

- RDI (Regulated Deficit Irrigation). Rega segundo as necessidades da planta. Cinco sensores em profundidades distintas que enviam dados para o computador a cada 15 minutos.
- Sistemas de condução. Melhoria da iluminação, produção controlada.
- Sistema anti-geadas. Rega por aspersão para as geadas de primavera.
- Viticultura de precisão. Mapas por satélite.
- Estação meteorológica própria. Fornece dados de temperatura e humidade que ajudam a detetar o risco de surgimento de doenças como o mildio e o oídio. Possibilita a redução de até 80% de aplicações químicas na vinha.
- Coberturas vegetais. Diminuem a erosão, mantêm a humidade, aumentam a permeabilidade. Melhora o ciclo de nutrientes da planta e incorpora nutrientes depois da limpeza e secagem do material vegetal cortado. Mantem a fauna autóctone.

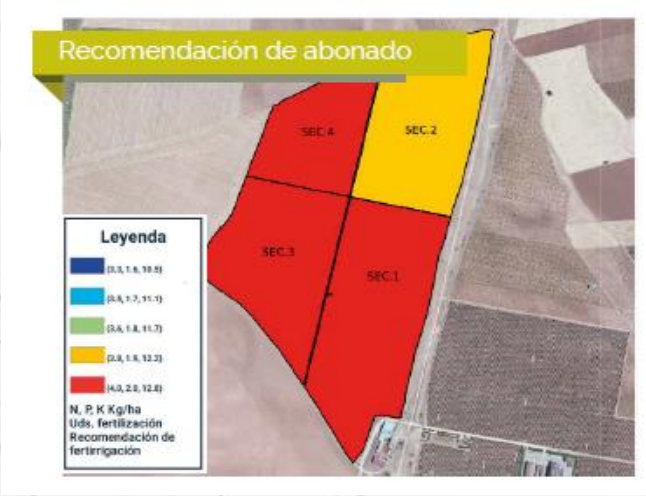
4. Soluções inovadoras e Casos de sucesso

Adegas Lahoz (I)

Outro caso de sucesso de grande importância e implementado em Espanha por **HEMAV** tem como objetivo o controlo e aumento da producção para **Adegas Lahoz**, na região espanhola de Ciudad Real, através da introdução de drones nas suas vinhas.

Para isso, realiza-se um plano de rastreamento de três voos: um primeiro voo na etapa da rebentação, outro antes da fase do início do amadurecimento e outro na de maturação, assim como um seguimento mensal com dados de satélite. Mediante um software especializado, é possível introduzir um plano de assinante, análises foliares, condições climatológicas e índices espectrais, além de dados radiométricos provenientes de tecnologia drone para a realização de relatórios. Os dados resultantes são facilmente visualizados e geridos através de uma plataforma app, dotada de um conjunto de recomendações geoposicionadas, para iOS e Android.

A partir de toda a informação registada mediante este plano, determinou-se que existia um potencial de melhoria considerável o qual se repercutiria notavelmente num aumento da produção.



4. Soluções inovadoras e Casos de sucesso

Adegas Lahoz (II)

A nível corretivo, **o sistema determinou que a melhoria das videiras devia ter origem de um ajuste da fertilização mais do que da rega**.

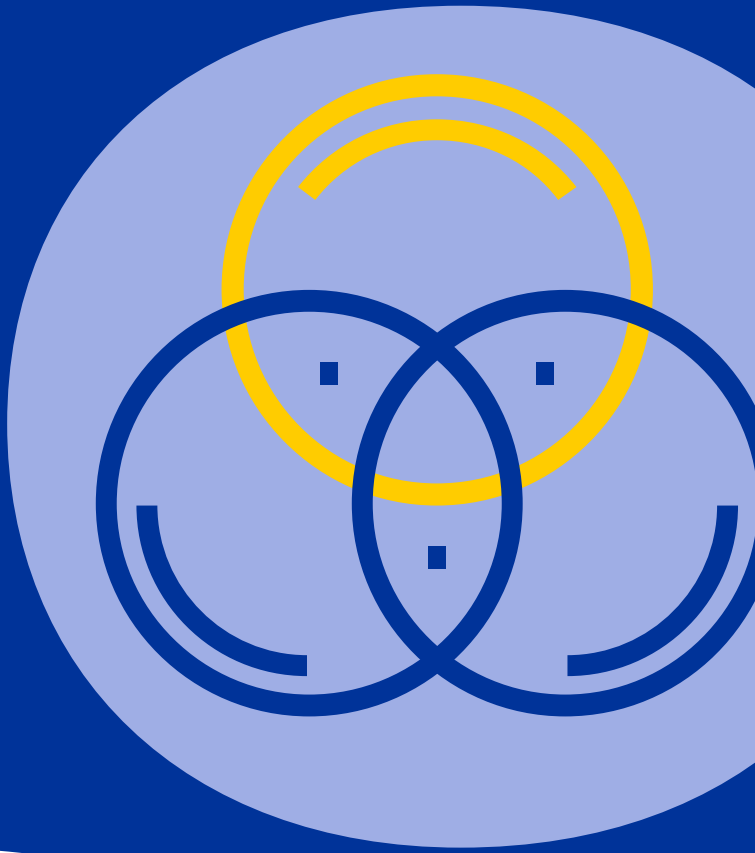
Além disso, **observou-se uma falta de Nitrogénio foliar na maioria dos sectores e um excesso generalizado de rega, alertando para uma possível presença de praga**.

Da mesma forma, **a análise integral de HEMAV é capaz de discriminar cada tratamento de forma isolada**. Mediante a sua aplicação, observou-se uma clara evolução positiva tanto na gestão dos recursos como na produtividade de cada uma das parcelas tratadas, podendo resumir nos seguintes pontos os objetivos mais importantes que se alcançaram:

- Digitalização de um 10% das culturas, tendo sido possível aplicar adequadamente as correcções derivadas a partir da mesma.
- Poupança média em toda a campanha de 7% em fertilizante e de 11,4% na irrigação.
- Aumento da colheita em 1.000 Kg/ha superior à esperada.
- Estimativa final com uma precisão de 97% na maturação e de 94% no início do amadurecimento, quando o desvio da adega era na ordem dos 12%.

Recomendação de assinatura a dois meses.
Observa-se uma melhoria considerável em todos os sectores.

Dosificação de rega. Produz-se uma poupança de 9.13% contando a correção de zonas com necessidade de aumentar a dosificação hídrica.



5. Conclusões

5. Conclusões

O **conceito Smart Agro está a alargar-se rapidamente**. A instalação massiva de sensores e o compromisso para impulsionar a sua expansão constituem **uma grande oportunidade para desenvolver uma agricultura de precisão moderna e inteligente, caracterizada por um alto grau de eficiência em áreas de uma maior sustentabilidade**.

Disciplinas de análise e processamento de dados como Big Data, Data Mining ou Machine Learning estão a ampliar o alcance e a organização da agricultura através do seu uso, optimizando cada um dos processos existentes em toda a cadeia agrícola. O seu registo e classificação podem realizar-se mediante uma ampla variedade de sistemas de geolocalização, sensores, drones ou satélites, **proporcionando todo o tipo de informação acerca dos principais processos agrícolas e criando uma capacidade e síntese dos dados com um plano de tomada de decisões que antes não era possível**.

A adoção destas novas tecnologias e metodologias de informação constitui, portanto, uma solução essencial para a racionalização do sistema de produção agrícola moderno que, em resumo, já demonstrou alcançar os seguintes objetivos básicos mediante a sua implementação:

- Optimizar a quantidade de fertilizantes ou corretivos aplicados nos solos e cultivos.
- Estabelecer a magnitude da correlação da variabilidade espacial e/ou temporal entre os fatores associados ao solo e o desenvolvimento das culturas.
- Determinar a disponibilidade e presença de diferentes elementos como nutrientes, matéria orgânica, água, pragas, ervas daninhas... assim como o valor de diferentes parâmetros físicos como a temperatura, acidez, textura e reflectância, entre outros.
- Reduzir os custos de produção e a poluição ambiental.
- Melhorar a qualidade das colheitas.

As perspetivas de futuro derivadas desta nova revolução apontam a que o seu impulso sobre o sector agrícola terá uma importância vital num futuro próximo, favorecendo a consecução de novas soluções e de uma situação de estabilidade perante os complexos desafios que se apresentam e ao estabelecimento de um novo cenário de transformação a nível global.

REFERÊNCIAS E BIBLIOGRAFIA

- Organización de las Naciones Unidas para a Alimentación e a Agricultura (FAO): El futuro de a alimentación e a agricultura: tendencias e desafíos (2017).
- Organización de las Naciones Unidas para a Alimentación e a Agricultura (FAO): El estado mundial de a agricultura e a alimentación (2016).
- Gestión do cuaderno de explotación Hispatec Agrointeligencia (2016).
- EPP views on the future of common agriculture policy: for a strong, sustainable and innovative EU agriculture – The European People's Party.
- Junta de Castilla e León: Planificación e Criterios de Prioridad de las Infraestructuras Agrarias em Castilla e León. Mapa de Infraestructuras Agrarias, Horizonte 2014-2020.
- IoT Sector Smart Agro Fimart – IBM Watson IoT (2016).
- Big Data in Smart Farming – Agricultural Systems 153, 69 (2017).
- Communication from the Commission to the European Parlament, the Council, the European Economic and Social Committee of the regions – The future of food and farming (2017).
- Challenges facing European agriculture and possible biotechnological solutions – Critical Reviews in Biotechnology 36, 875 (2016).
- Swedish International Development Cooperation Agency (Sida): Climate Smart Agriculture (2017).
- Smart farm using wireless sensor network – International Journal of Computer Applications 6, 8 (2016).
- Advances in sensors applied to agriculture and forestry – Sensors 11, 8930 (2011).
- Smart irrigation in agriculture – Journal of Electrical and Electronics Engineering 9, 34 (2014).
- Smart farming and food safety Internet of Things applications – AIOTI WG06 (2015).
- Cloud Computing and agriculture – International Journal of Agriculture Sciences 8, 1429 (2016).
- A Smart agricultural model by integrating IoT, Mobile and Cloud-based Big Data Analytics – International Journal of Pure and Applied Mathematics 118, 365 (2018).
- Agro Genius: an emergent expert system for querying agricultural clarification using Data Mining technique – International Journal of Engineering and Science 1, 34 (2012).
- Deep Learning in agriculture: a survey – Computers and Electronics in Agriculture 147, 70 (2018).
- Libro Blanco do Agua em España (1998).
- Control e aumento de a producción para Bodegas Lahoz – HEMAV (2017).
- Enabling the Smart agriculture revolution. The future of farming through the IoT perspective – Libelium (2016).

Junta de Castilla y León

REGTSA

Diputación de Valladolid

ALMEIDA

SABUGAL

Interreg España - Portugal

Comunidad Rural Digital