

Agricultura de precisão

Considerações gerais

FERNANDO SANTOS *

Introdução

A aplicação homogénea de factores de produção leva à sua sobre ou sub-aplicação, conduzindo a primeira à poluição do meio e a segunda à diminuição da sua eficiência; só a quantidade correcta permite maximizar o seu desempenho, minimizando o impacto ambiental.

Tendo as parcelas diferentes tipos de solo, com potenciais de produção diferentes, a aplicação de doses médias dos factores conduz a subestimar as necessidades de parte dos solos e a sobrestimar outras, pelo que a entidade agronómica não deve ser a parcela, mas sub-unidades desta, que tenham características homogéneas.

A utilização de novas tecnologias na agricultura tem permitido quantificar a variabilidade intraparcelar que resulta das características do solo (propriedades físicas, mecânicas e químicas), das plantas cultivadas (estados de desenvolvimento, doenças, rendimento, qua-

lidade, etc.), das infestantes e doenças e, mais raramente, do clima, o que tem conduzido à melhoria da eficiência de aplicação dos factores.

A divulgação das vantagens resultantes da introdução destes meios, assim como da informática na gestão das explorações agrícolas, tem contribuído para a sua aceitação pelos agricultores e sociedade em geral.

1 - A agricultura tradicional vs a agricultura de precisão

A agricultura tradicional é uma actividade cada vez menos praticada, pois os tempos modernos, altamente competitivos, não se compadecem com a utilização de técnicas “padrão”, estabelecidas em função das condições de referência da região. Embora estas técnicas apresentem riscos mínimos, não têm em consideração as diferenças dentro e entre as parcelas, que são condições fundamentais para se definirem itinerários técnicos específicos

para cada situação e para a condução modular das actividades.

Assim, para fazer face aos novos desafios da agricultura, é fundamental a utilização de tecnologia que inclua:

- Sistemas de Posicionamento Global (GPS), que permitem posicionar geograficamente os equipamentos e a informação recolhida;
- captadores, para recolha da informação;
- Sistemas de Informação Geográfica (SIG), para a gestão georeferenciada dessa informação;
- sistemas de controlo automático dos equipamentos, para fazer variar, de uma forma contínua, a aplicação dos factores, sem intervenção do operador.

Esta tecnologia, ao possibilitar a execução das intervenções correctas no momento e local adequados, ao ter em consideração as características do meio e ao identificar a varia-

Quadro 1 – Comparação entre a tecnologia utilizada na agricultura tradicional e na de precisão

Crítérios de decisão	Tecnologia tradicional	Tecnologia futura
Trabalho do solo: Escolha da técnica em função do tipo de solo e rotação.	Escolha correcta do binómio tractor-alfaia e racionalização das actuações.	Regulação automática dos equipamentos, em função do estado do solo e tipo de cultura.
Sementeira: Escolha da variedade e doses em função dos condicionantes (“fecha” da sementeira e estado do terreno).	Comprovação prévia da dose a distribuir, utilização de semente certificada, manutenção do semeador.	Modulação da dose durante a sementeira, segundo a variabilidade intraparcelar.
Fertilização: Escolha das doses em função dos objectivos de produção; utilização dos balanços de azoto.	Comprovação da largura óptima de trabalho, utilização de adubos com características físicas adequadas, comprovação do débito da máquina.	Modulação intraparcelar das doses segundo as características do solo (tipo, profundidade), dos locais identificados e do estado da cultura.
Protecção das culturas: Modulação das doses e dos volumes; redução das perdas por deriva; estimativa dos riscos utilizando modelos de previsão.	Escolha adequada dos parâmetros (velocidade, pressão), controlo periódico dos bicos, regulação antes de cada aplicação, adaptação do pulverizador à cultura.	Aplicação selectiva dos produtos; sensores ópticos para identificação das infestantes, etc.
Agricultura	Agricultura tradicional	Agricultura de precisão

Fonte: Gil, E. (1997)

bilidade entre e dentro das parcelas, permite ajustar as técnicas culturais a essas condições.

A agricultura, quando utiliza estes meios, designa-se, genericamente, por agricultura de precisão (AP), gestão localizada dos factores de produção ou aplicação variável dos factores de produção.

Como se pode constatar no quadro 1 os meios a utilizar na agricultura de precisão implicam grandes alterações relativamente aos sistemas tradicionais pois, para além das modificações profundas das práticas culturais, é necessário actualizar o sistema educativo e de formação do mundo rural. São fundamentais conhecimentos informáticos para aquisição, tratamento e utilização da informação e para a gestão das culturas e meio, devendo a realização da experimentação agronómica ser efectuada nas parcelas dos agricultores e não nas estações experimentais.

Considerando os custos da tecnologia necessária para a agricultura de precisão, actualmente apenas nas grandes explorações se justifica a sua utilização, embora se possam utilizar alguns desses meios nas explorações de menor dimensão. Mesmo para a utilização em grandes áreas deve ter-se em consideração alguns aspectos, tais como:

- o grau de variabilidade da produção potencial, por forma a saber se justifica o investimento;
- a proporção da variação da produção que pode ser controlada pelos agricultores;
- a área que vai ser utilizada em agricultura de precisão;
- o preço da tecnologia necessária.

O conhecimento pelos agricultores das áreas com problemas é importante, mas insuficiente, pois é necessário calcular as produções críticas rentáveis para justificar o seu cultivo ou para melhorar o seu potencial.

2 - A agricultura de precisão; aspectos gerais

A agricultura de precisão, não sendo uma

ideia recente, tem vindo a impor-se com o aparecimento de novas tecnologias, especialmente dos sistemas GPS, pois é, basicamente, uma ferramenta que permite gerir a variabilidade espacial e temporal e criar formas de compreensão e controlo dos factores do meio.

O conjunto de informação recolhida (mapas de produção, cartas de solo, imagens de satélites, etc.), juntamente com os meios de gestão e decisão (fertilização, drenagem, pulverização, etc.) podem ser usados para diferentes fins, o que tem ajudado à sua implementação.

2.1 - Objectivos da agricultura de precisão

Os principais objectivos da agricultura de precisão são:

- maximizar a produção, o que implica, por exemplo, que não sejam utilizados modelos de fertilização homogéneos baseados na uniformidade das características do solo, mas que a aplicação dos factores tenha em consideração o potencial de cada zona das parcelas;
- minimizar o impacto ambiental, o que pressupõe, por exemplo, que não se façam tratamentos uniformes que conduzam à aplicação de doses de pesticidas superiores às necessárias que, ao não serem utilizados, vão poluir a natureza.
- maximizar as vantagens económicas, para que se obtenha a mesma produção com menos factores de produção;
- minimizar os "inputs", para o que é necessário o conhecimento dos factores que limitam o crescimento das plantas, por forma a calcular as necessidades locais para se potenciar a produção;

Em resumo, pode afirmar-se que o objectivo é a micro-gestão das parcelas baseada na informação precisa das condições e necessidades do solo e culturas, por forma a aumentar as receitas dos agricultores, a protecção ambiental e a competitividade da actividade agrícola.

2.2 - Diferentes formas de fazer agricultura de precisão

A agricultura de precisão pode utilizar tecnologias baseadas em cartas de preconização ou em sensores.

A primeira destas metodologias inclui a recolha de amostras no campo e sua posterior análise, sendo os dados obtidos georeferenciados e utilizados na elaboração de mapas, que serão utilizados pelos equipamentos de aplicação controlada. Durante a amostragem e utilização dos equipamentos é usado um sistema para identificação dos diferentes pontos do campo.

A segunda metodologia utiliza sensores que medem, em tempo real, o valor de vários parâmetros, especialmente os relacionados com as características do solo e plantas, que são utilizados de imediato para regular os equipamentos. Este método, que não necessita a utilização de sistemas GPS, permite aplicar a quantidade de factor de produção em função daqueles parâmetros.

2.2.1 - Aplicações baseadas em cartas com características georeferenciadas

A utilização de cartas com as características georeferenciadas é a situação mais frequente de fazer agricultura de precisão, pois a facilidade da determinação laboratorial da maioria das características, nomeadamente as relacionadas com o solo, tem propiciado a sua implementação; a inexistência de sensores para determinação de algumas características importantes do meio justifica, igualmente, a sua maior divulgação.

Os mapas detalhados das parcelas, com as respectivas características, são, actualmente, feitos utilizando programas de computador (GIS), que permitem executar interpolações entre os dados por forma a atenuar as suas variações. A utilização destes mapas implica a sua conversão para um formato reconhecível pelos sistemas de aplicação, para que estes possam calcular a quantidade de factor a aplicar em cada momento; a presença de um GPS é necessária para relacionar a localização no campo do equipamento com a quantidade

de a aplicar.

As principais vantagens das cartas são a possibilidade de poderem ser utilizadas para planejar as actividades a médio-longo prazo e permitirem uma análise detalhada de cada situação. A sua utilização é especialmente indicada para a recolha de dados que não apresentem grandes variações entre as estações do ano, exemplo do teor de matéria orgânica (MO), a textura do solo, etc. As variáveis que influenciam a fertilidade do solo e que apresentam variações durante o ciclo vegetativo, devem ser determinadas em intervalos de 2-3 anos (exemplo do fósforo e do potássio) mas, se as variações forem significativas (exemplo do azoto), devem ser efectuadas todos os anos.

Nos sistemas de modulação em que é possível determinar a velocidade de deslocamento do equipamento pode-se, através da análise prévia do mapa, sincronizar a quantidade a aplicar com a posição no campo. Em algum equipamento, nomeadamente os pulverizadores com rampas, é necessário que o débito dos bicos possa ser controlado individualmente pois, caso contrário, a distribuição seria uniforme em toda a largura de trabalho; a utilização de um sistema para controlo individual dos bicos só é possível com cartas de alta resolução.

Em resumo, pode afirmar-se que a principal vantagem da utilização de cartas de preconização se deve à possibilidade de saber previamente a quantidade de produtos a aplicar em cada operação, ou seja, funcionar de uma forma semelhante à utilizada quando se aplica um volume constante.

2.2.2 - Aplicações baseadas em determinações efectuadas por sensores

As tecnologias que permitem a determinação, em tempo real, de diferentes características do meio e o controlo dos sistemas de aplicação dos factores, tem vindo gradualmente a impor-se.

A utilização de eléctrodos para determinação do tipo de solo, seu teor em MO, capa-

cidade de troca catiónica, humidade e quantidade de nitratos, quando da execução das operações culturais, permite prescindir dos mapas de preconização; caso se pretenda registar estes dados para posterior utilização, é necessário criar mapas com estas características referenciadas geograficamente.

Um dos principais problemas relativos à utilização desta metodologia, prende-se com a dificuldade em sincronizar as medições dos sensores com as quantidades de factor a aplicar, pois é necessário que aqueles sejam montados na parte dianteira das unidades de tracção, para que os sistemas de aplicação controlada "tenham tempo" para regular os sistemas de distribuição, antes que passem no local em que o sensor fez as medições.

Dos vários tipos de sensores os mais utilizados são os que permitem medir a MO do solo, que utilizam fotodiodos (LED's) que emitem luz contra aquele, sendo a luz reflectida medida pelos sensores; a quantidade de luz reflectida depende da quantidade de MO do solo e da humidade deste.

Para além deste tipo de sensores existem outros, alguns ainda em fase de desenvolvimento, para determinação do teor de nitratos, pH, potássio, fósforo, textura do solo, etc., que podem ser montados nos equipamentos agrícolas, aeronaves ou em satélites. A análise de imagens obtidas de fotografias aéreas, é um dos meios mais promissores de obtenção de dados para utilização na AP.

Em conclusão, a informação obtida das cartas de preconização ou directamente dos sensores, juntamente com a agronómica, permite adaptar o sistema de produção à variabilidade das características da parcela, ou seja, permite ajustar a regulação dos equipamentos às necessidades específicas de cada ponto desta. A utilização das novas tecnologias é igualmente importante na determinação do comportamento das culturas nos diferentes meios, pois permitem obter indicadores e definir métodos para melhorar a sua gestão e fazer a sua modelização.

2.3 - As diferentes fases da agricultura de precisão

A execução das operações culturais na agricultura de precisão, apresenta quatro fases distintas, que são:

- a recolha da informação;
- a análise da informação;
- a tomada de decisão;
- a execução das operações.

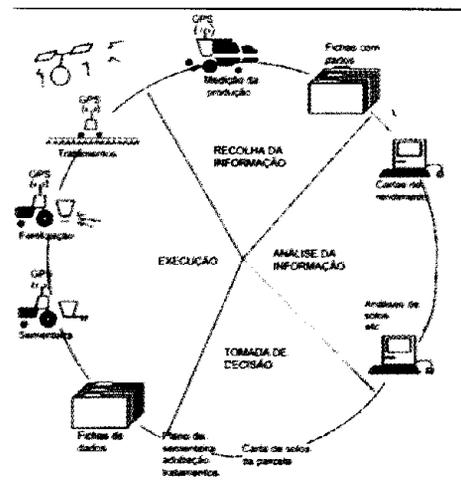


Figura 1 - As diferentes fases da agricultura de precisão.

Fonte: Bologontier, D. (1992)

2.3.1 - Recolha da informação

A recolha da informação, que consiste na obtenção de dados que determinam e põem em evidência a variabilidade das parcelas, pode ser obtida directamente no campo, caso do rendimento da cultura, grau de infestação, etc., ou através de estações meteorológicas, satélites, laboratórios de análise de solos, e outros.

Esta fase começa, geralmente, na colheita, pois a utilização de mapas de rendimento, permite identificar as áreas críticas sendo, no entanto, necessário dispor de informação sobre as propriedades do solo, condições meteorológicas, etc., para se poderem tomar decisões relativas à quantidade de factores a utilizar. A criação de mapas correspondentes às diferentes fases do ciclo das plantas é importante para que a variabilidade no tempo e espaço possa ser estimada; a identificação das áreas que tenham a mesma resposta permite reduzir o número de medições a efec-

tuar.

Desde que se disponha dos meios necessários esta fase é, hoje em dia, tecnicamente simples, mas o volume de dados implica que sejam fáceis de obter sem, no entanto, perderem rigor; a limitação da recolha de dados é, essencialmente, económica.

Os dados relativos ao meio devem permitir quantificar de uma forma precisa as variáveis agronómicas clássicas, ou seja, as que caracterizam o clima, solo e planta, devendo estar associados às coordenadas do local onde foram medidos.

A cartografia das parcelas baseia-se em indicadores espaciais e temporais, sendo os primeiros permanentes, ou relativos ao estado actual da cultura e, os segundos, relacionados com a heterogeneidade das culturas em dado momento, ou durante o seu ciclo.

A informação deve assim incluir quer os dados que os agricultores têm das parcelas, fun-

damentais para a caracterização e valorização da sua heterogeneidade, quer os referentes à sua cartografia, com os parâmetros necessários à operação cultural a realizar.

2.3.1.1 - Indicadores espaciais permanentes

Os indicadores espaciais permanentes caracterizam as principais variáveis do meio, especialmente as relacionadas com o solo, nomeadamente, a sua profundidade, tipo, topografia, taxa de MO, etc. O carácter permanente desta informação permite que a sua medição seja efectuada uma vez e utilizada, como uma carta de solos ou de rendimento, na racionalização das operações culturais seguintes.

2.3.1.2 - Indicadores espaciais do estado da cultura

Os indicadores espaciais do estado das culturas são obtidos por observação ou recolha de amostras e têm, devido ao seu número e fre-

quência de medição, uma utilização limitada; por exemplo, o número de medições efectuadas nas plantas e solo para as adubações azotadas, tornam esta operação muito dispendiosa, pelo que tem sido pouco utilizada.

2.3.1.3 - Indicadores temporais de heterogeneidade das culturas

Os indicadores temporais da heterogeneidade das culturas traduzem as alterações que se verificam nestas como resultado, por exemplo, do aparecimento de doenças, "stress" hídrico ou azotado, estragos provocados por geadas, etc., ou pela avaliação do estado da cultura em diferentes fases.

2.3.1.4 - Indicadores temporais da evolução das culturas

Os indicadores temporais da evolução das culturas permitem acompanhar, em contínuo, o seu ciclo, por forma a conhecer o seu

desenvolvimento e determinar a sua produtividade.

Considerando o volume de informação possível de ser recolhido constata-se, geralmente, que a dimensão do ficheiro de um dado tipo de dados não levanta, normalmente, problemas, mas a diversidade da origem da informação pode implicar que se tenham que ignorar alguns dos parâmetros, ou reduzir o número de medições. Ao considerarem-se várias unidades elementares dentro das parcelas a quantidade de dados recolhidos aumenta em função do número dessas unidades.

Normalmente a maior dificuldade que surge com a informação é a que se prende com a sua utilização nos diferentes equipamentos, pois esta tem várias origens e os programas para a sua análise e para modulação das aplicações são muito diferentes. Para simplificar a utilização da informação proveniente de várias fontes é importante transferi-la para computadores pessoais que façam a sua análise enviando-a, depois de tratada, para os equipamentos.

A solução para tornar compatível a informação entre os vários equipamentos terá de passar pela normalização dos inúmeros dispositivos, à semelhança do que se utiliza para outras situações. No seio da ISO - International Standard Organisation, o comité técnico "Electrónica em Agricultura" tem vindo a estudar normas que permitam solucionar a falta de compatibilidade entre equipamentos.

2.3.2 - A análise da informação

A informação utilizada na agricultura de precisão tem de ser georreferenciada, ou seja, os parâmetros medidos (rendimento, pH, etc.) devem estar associados a um dado local, que é determinado por um Sistema de Posicionamento Global Diferencial (DGPS), sendo a sua gestão e análise efectuada por Sistemas de Informação Geográfico (SIG), que são programas que estabelecem uma relação entre aqueles parâmetros e uma base de dados com as características dos elementos meio.

Estes objectos podem ser pontos, linhas ou superfícies, sendo o sistema informático responsável pela organização, gestão e análise linear ou cruzada dos dados, por forma a apresentar a informação localizada geograficamente.

Os programas SIG utilizados na agricultura de precisão, que estão normalmente associados aos captadores de rendimento, transformam os diferentes tipos de dados em mapas de rendimento, de caracterização do solo, etc., cujos ficheiros são gravados num suporte informático, a partir da qual são utilizados pelo computador de bordo ou pessoal. Estes mapas, juntamente com a informação introduzida pelo utilizador, permitem criar cartas de preconização, que serão utilizadas pelos sistemas informáticos dos equipamentos para tornar possível a aplicação modulada dos factores.

Relativamente ao funcionamento dos programas SIG, a identificação espacial dos objectos baseia-se na atribuição de coordenadas por forma a localizar a sua posição. Assim, por exemplo, o desenho de uma parcela pode ser feito utilizando uma grelha na qual se identificam os pontos (modo "raster"), ou desenhando o seu limite, utilizando linhas, por forma a constituir um polígono (modo vectorial); neste caso para, por exemplo, desenhar um quadrado, é suficiente conhecer as coordenadas dos quatro vértices.

O modo "raster", ao utilizar uma grelha em que cada unidade elementar (pixel) tem um valor, permite uma análise espacial fácil e pouco dispendiosa, mas torna os ficheiros muito grandes e gera representações gráficas de baixa qualidade; a fotografia aérea e as imagens digitalizadas são exemplos deste modo.

O modo vectorial, ao representar os objectos em diferentes camadas, como desenhos feitos com elementos geométricos permite, quando da sua sobreposição, representar a área em causa. Considerando o exemplo de uma parcela, os pontos representarão poços, casas, etc., as linhas os cursos de água, caminhos, etc., e as superfícies as culturas, sendo cada

um destes objectos, associado aos seus atributos.

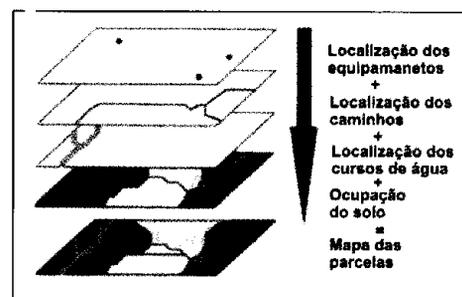


Figura 2 - Representação de uma parcela utilizando o modo vectorial.

Fonte: Bolsontier, D. (1998)

Neste modo os SIG consideram cada um dos tipos de informação determinada, depois de convertida numa carta, como sendo uma camada que, quando sobreposta com outras cartas com outro tipo de informação, permite evidenciar as relações, ou falta delas, dos diferentes fenómenos, por forma a tomarmos as decisões relativas à quantidade de factores a aplicar nos diferentes locais.

O modo vectorial permite obter representações gráficas de boa qualidade, embora com uma análise espacial mais difícil, os ficheiros são pequenos, mas tem uma tecnologia mais dispendiosa e exigente em tempo.

A escolha de um ou outro destes métodos apresenta cada vez menos relevância pois os SIG mais recentes integram os dois modos, embora se tenha que optar pela representação gráfica de um deles. Estes programas são, actualmente, suficientemente potentes para analisarem um volume de dados importante que podem, inclusivamente, ter resoluções espaciais e temporais diferentes; por exemplo, a medição do rendimento de uma cultura poderá ser efectuada de 10 em 10 m e as análises de solo de 100 em 100 m, a produção pode ser medida uma vez por ano mas a presença de infestantes, várias vezes, etc.

2.3.3 - Tomada de decisão

A tomada de decisão quanto à atitude a adoptar face à variabilidade das características intraparcelares, pressupõe o conhecimento

da origem dessa variação e seu impacto na operação cultural a realizar (decisão operacional) e na exploração (incidência económica e no meio ambiente). A interpretação da variabilidade das cartas, especialmente as de rendimento, é normalmente bastante complexa, pois podem existir vários factores que condicionam os resultados (produção).

Os dados recolhidos, depois de estruturados e convertidos em cartas das parcelas, são utilizados pelos SIG que, juntamente com o modelo agronómico adequado, vão ajudar à interpretação dos resultados por forma a definir-se as condições de funcionamento dos equipamentos (fase de modulação da acção dos equipamentos).

Os modelos agronómicos utilizados para a tomada de decisões foram inicialmente desenvolvidos considerando as parcelas como homogéneas, pelo que têm que ser adaptados e validados para as novas situações. Caso não se considere a variabilidade intraparcelar apenas uma medição de cada factor é necessária para o modelo mas, para as situações em que a variabilidade é considerada, o modelo deve considerar todas as zonas heterogéneas.

Estes modelos devem utilizar parâmetros possíveis de se medirem quantitativa e qualitativamente, e que traduzam as características mais ou menos estáveis no tempo, como os parâmetros físicos e mecânicos do solo, ou que evoluam rapidamente, como a água no solo. Para a primeira situação os dados poderão ser determinados a partir de um estudo sistemático da parcela, que permitirá elaborar cartas de preconização mas, para a segunda, terão que ser determinados por captosres, sendo depois utilizados para criação de cartas de intervenção. Esta última situação permitirá actuações pré-programadas ou ajustadas, em tempo real, a partir dos captosres, não sendo necessários os sistemas de localização. Como exemplo do primeiro caso têm-se as cartas de fertilização e, do segundo, a detecção e tratamento das infestantes.

A utilização de soluções mistas, cartas de preconização e intervenção, são cada vez mais utilizadas pois permitem, por exemplo, corri-

gir a informação das cartas em tempo real, por forma a ter em consideração o estado de desenvolvimento da cultura ou de acidentes que tenham ocorrido posteriormente à criação da carta de preconização como, por exemplo, irregularidade na germinação.

A tomada de decisões agronómicas é da responsabilidade do agricultor embora seja aconselhável o apoio técnico, pois as ferramentas de ajuda à decisão nem sempre são de fácil utilização e nem todos os modelos são adaptáveis à condução modular das parcelas.

2.4 - Execução das operações culturais

A execução das operações culturais tem como objectivo a implementação no terreno da tomada de decisões, por forma a fazer variar a quantidade de factores de produção de acordo com as características da parcela, ou seja, por forma a permitir a modulação dos doses dos factores a aplicar.

O funcionamento dos dispositivos que permitem variar continuamente a regulação dos equipamentos, que é da responsabilidade do construtor, está praticamente resolvido para todas as situações, não acontecendo o mesmo com a compatibilidade da troca de informação e utilização de programas das diferentes marcas. Este controlo pode, como foi referido, ser efectuada por modulação em tempo real, em que os captosres actuam directamente no equipamento durante o trabalho ou, em diferido, em que se utilizam cartas de preconização, relacionadas com a operação cultural a realizar.

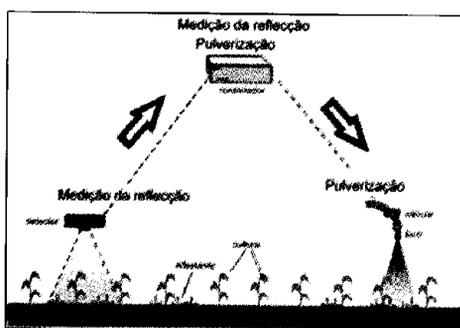


Figura 3 - Detecção óptica de infestantes para aplicação de herbicidas em tempo real.

Fonte: Massé, J. (1993)

Estes métodos podem ser utilizados numa mesma cultura como, por exemplo, na adubação azotada, em que as primeiras aplicações podem ser efectuadas com base na cartografia e as restantes em função dos dados medidos por captosres, relativos às necessidades reais da cultura no momento da adubação. ●

Bibliografia

- Boisgontier, D. (1992). Modulation de la fertilisation d'une parcelle à partir d'une carte de ses hétérogénéités. *Perspectives Agricoles* 170: 81-82
- Boisgontier, D. (1997). L'agriculture de précision en Europe. *Perspectives Agricoles* 225: 18-24
- Boisgontier, D. (1998). Agriculture de précision. Comment la pratiquer dès aujourd'hui! *Perspectives Agricoles* 236: 28-32
- Bosche, L. (1990). Capteurs et électronique dans l'agriculture française et américaine. *Perspectives Agricoles* 150: 63-76.
- Carlier, D. (1999). Agriculture de précision. *Cultivar* 465: 48-52
- Celada, J. (1997). Agricultura de precisión y precisión en la agricultura. *Vida Rural* 41: 28-31.
- Gil, E. (1997). Situación actual de la agricultura de precisión. *Vida Rural* 51: 26-27.
- Gil, E. (1998). Agricultura de precisión, del futuro al presente. *Vida Rural* 77: 54-58.
- Heiniger, R. (1999). Understanding Geographic Information System and Global Positioning Systems in Horticultural Applications.
- Masé, J. (1993). Les outils de pilotage des cultures. *Perspectives Agricoles* 178: 55-58
- Nelson, R. (1998). Los agricultores comprueban las ventajas del GPS. *Vida Rural* 77: 60-62.

UTAD - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Email - fsantos@utad.pt;

HP - www.utad.pt/~fsantos