

## 7.2.2

### **SITUACIÓ DE L'AGRICULTURA DE PRECISIÓ I LES NOVES TECNOLOGIES EN LES PETITES EXPLOTACIONS. NECESSITAT DE FORMACIÓ I D'INVESTIGACIÓ APLICADA<sup>1</sup>**

**EMILIO GIL MOYA**

*Departament d'Enginyeria Agroalimentària i Biotecnologia.  
Universitat Politècnica de Catalunya  
emilio.gil@upc.edu*

#### **Resum**

Aquesta comunicació explica la situació de l'aplicació d'agricultura de precisió en explotacions petites i mitjanes en què s'observa la dificultat d'implementar tota la tecnologia desplegada en aquest àmbit. En aquest sentit, es proposen un seguit d'estratègies perquè aquest tipus d'explotacions es beneficiïn de les fites i de les innovacions de l'agricultura de precisió. La formació i la difusió dels avenços es destaquen com a aspectes clau.

#### **Paraules clau:**

agricultura de precisió, petites explotacions, formació.

#### **Resumen**

Esta comunicación explica la situación de la aplicación de la agricultura de precisión en explotaciones pequeñas y medianas donde se observa la dificultad de implementar toda la tecnología desarrollada en este ámbito. Para ello se proponen un seguido de estrategias para que este tipo de explotaciones se beneficien de los desarrollos e innovaciones de la agricultura de precisión. La formación y la difusión se destacan como son factores claves.

#### **Palabras clave:**

agricultura de precisión, pequeñas explotaciones, formación.

#### **Abstract**

This paper explains the AP situation in small and medium farms. Actually, it is observed the difficulties of implementing AP technologies. In this context, it is proposed some strategies in order to facilitate the adoption of AP processes for small and medium farms. For that reason, training and dissemination are key points.

<sup>1</sup>Aquest document és un resum de les discussions i conclusions obtingudes pel grup d'experts de la UE centrat en l'agricultura de precisió (EIP-Focus Group Precision Agriculture), del qual l'autor de la present comunicació en forma part.

#### **Keywords:**

precision agriculture, precision farming, small farms, training.

#### **Introducció**

L'agricultura de precisió es basa en el concepte de gestió de l'agricultura fonamentada en l'observació, la mesura i la resposta de la variabilitat interparcel·la i intraparcels dels cultius i les explotacions agropecuàries, incloent també els aspectes relacionats amb la cria d'animals. Els beneficis per als agricultors i per al medi ambient estan relacionats amb l'augment dels rendiments dels cultius, més rendibilitat de les explotacions, millora de les condicions de treball, augment de benestar dels animals, així com la reducció dels productes fitosanitaris i altres productes químics. A Europa l'agricultura de precisió (d'ara en endavant AP) pot contribuir a una agricultura més sostenible i productiva.

L'aplicació de l'AP ha augmentat considerablement a causa de la ràpida evolució de l'electrònica, els sistemes integrats, l'emmagatzematge de dades i la seva transformació, i les tecnologies de sensors en miniatura, combinats amb mètodes per connectar la distribució espacial derivats del treball del sòl, la sembra, la fertilització, l'aplicació de plaguicides i d'herbicides, la recol·lecció i la cria d'animals.

Segurament l'element que ha permès la fàcil implantació de l'AP és el baix cost dels sistemes de geoposicionament, imprescindibles per al coneixement de la situació del equip sobre el camp, i que estan basats en sistemes de navegació global per satèl·lit (GNSS). De totes maneres, el posicionament exacte no és un objectiu en si mateix, però és la manera de permetre l'AP per al control del trànsit agrícola (CTF), sistemes d'autoguiatge i ajuda al guiatge, aplicació de dosis variable (VRA) de fertilitzats i productes fitosanitaris, i mètodes de processament d'imatges, entre altres tècniques.

Els experts de l'EIP-Focus Group Precision Agriculture, repartits en diversos grups, van discutir sobre les millors formes i estratègies d'arribar als agricultors i la superació de la complexitat percebuda de les solucions proposades per l'AP. Un grup es va centrar en els problemes de compatibilitat per integrar l'AP, com les solucions del programari actual i de format de dades no segueixen cap norma i no pot ser compartida, intercanviada o integrada. Un altre grup es va centrar en l'anàlisi cost-benefici i a avaluar diverses maneres de demostrar clarament als agricultors i als consumidors els beneficis quan els mètodes de l'AP s'utilitzen correctament. Un altre grup d'experts es va centrar en qüestions relacionades amb les estratègies seguides en les explotacions agrícoles petites i mitjanes, basant-se en els reptes per demostrar la rendibilitat i l'interès pel que fa als petits camps típics del sud i algunes regions de l'est de la UE. Aquest grup d'experts també va debatre sobre la figura



dels assessors que donen suport a les explotacions agràries, ja que en alguns casos les noves tecnologies evolucionen més ràpidament que el mateix assessorament, sobretot en solucions tècniques d'emmagatzematge de dades.

Els diversos experts van identificar alguns aspectes, com les solucions tècniques, l'emmagatzematge de dades i les qüestions de compartició per a la incorporació de l'AP com a crítics per a l'aplicació reeixida de l'AP, ja que les "solucions" són normalment una combinació de maquinària i programari amb la correcta aplicació i la recollida de dades, l'emmagatzematge i l'intercanvi. També es va discutir el problema fonamental dels drets i permisos dels agricultors en virtut de plans de dades obertes, amb un altre grup centrat en les necessitats de recerca per impulsar la innovació i la transferència de coneixements en l'AP.

### Com arribar als agricultors

Un dels reptes fonamentals per a l'adopció amb extensa i estesa de l'AP a Europa és arribar als agricultors per al suport tecnològic i la transferència de coneixement, ajudant a superar la complexitat percebuda de solucions d'AP i per ajudar-los a descobrir els beneficis específics per a l'agricultor individual.

Als inicis de l'AP, ja a la dècada del 1990, aquesta tecnologia no va poder aportar solucions d'èxit, i deixà molts agricultors escèptics sobre qualsevol aspecte de la tecnologia. Si bé alguns aspectes tecnològics (autoguiatge, aplicació de dosi variable, control de trànsit agrícola, etc.) es comercialitzen amb èxit pel que fa a la indústria de la maquinària i algunes empreses privades, hi ha una necessitat de serveis d'assessorament a les explotacions "independents" o plans de transferència de tecnologia promoguts pel mateix Govern. Serveis d'assessorament independents estan en una millor posició per fer front a la implementació de l'AP, i l'ajuden a fer una millor gestió dels cultius i el bestiar utilitzant aquest concepte.

Se suposa que els mètodes de l'AP tindran un efecte positiu a llarg termini en la gestió de les explotacions a causa que les dades espacials es poden fer servir de manera intuïtiva per a l'agricultor per ajustar els mètodes de gestió de les explotacions. No obstant això, actualment és difícil definir un valor monetari per a aquest efecte positiu per enganxar l'agricultor en l'adopció d'aquests mètodes, malgrat que molt sovint el benefici no li és evident.

La vida d'un agricultor està molt vinculada a un especial vincle amb la terra i a una certa vida tradicional de vida al camp, en què probablement no està gaire disposat a passar moltes hores davant un ordinador per analitzar les dades generades en el context de l'AP. Nogensmenys, es necessita certa experiència per tractar el conjunt de dades obtingudes dels sensors utilitzats en l'AP, que en gran part s'intenta facilitar amb l'ús d'aplicacions per a telèfons de darrera generació.

### Estratègies per a la difusió de l'AP a les petites explotacions

En les petites finques i granges amb ingressos limitats, la rendibilitat de la inversió en l'AP és difícil de provar. No obstant això, la realitat és que cada vegada les explotacions agràries i pecuàries són més grans, i l'equipament utilitzat en l'AP és més econòmic. Això fa pensar que els serveis prestats que utilitzin l'AP poden ser utilitzats per grans empreses que poden donar servei a les petites explotacions. Aleshores el repte esdevé crear un interès atractiu per als agricultors perquè estiguin disposats a utilitzar l'AP fins i tot en explotacions petites.

Els agricultors amb petites parcel·les o amb un petit nombre d'animals per granja sembla que creuen que les dades de rendiment, cartografia de sòls o d'animals individuals, no afegeixen nova informació per a la seva gestió. No hi ha moltes granges comercials que apareguin com a demostrador de tècniques de l'AP per atraure l'interès d'altres agricultors amb mides dels camps més petits. L'interès de l'AP no ha d'estar vinculat a la de la finca en si, sinó a les característiques de la producció i de la zona i de la filosofia que hi ha darrere de l'AP. En funció dels ingressos, els agricultors augmenten l'interès i la consciència sobre l'ús d'eines simples però efectives per millorar els ingressos. Les fruites, l'oli d'oliva, el vi, la llet de cabra o alguns productes hortícoles especials són ben apreciats en els mercats de productes frescos i podrien ser objectius importants per millorar i augmentar progressivament amb l'ús de les noves tecnologies o nous instruments creats (és a dir, sistemes DSS-suport a les decisions) per millorar aspectes bàsics com el fertilitzant o pesticida en el procés de sol·licitud. Un altre aspecte que cal tenir en compte es relaciona amb la inversió necessària per posar en pràctica l'AP en granges petites i mitjanes empreses. Els investigadors i el personal de serveis d'extensió han de centrar els esforços en el creixement, la millora i la difusió de la tecnologia simple, barata i amigable disponible per a la majoria dels professionals. Això podria ser un primer pas important en la difusió de les noves tecnologies. Els dispositius complicats i costosos condueixen a una experiència negativa clara dels usuaris.

L'intercanvi de serveis i equips representa una de les mesures més directament aplicables. Alguns exemples ja s'estan executant en petites àrees productives i específicament per a alguns temes particulars. Els equips d'aplicació de productes fitosanitaris poden ser considerats com uns dels exemples clau, especialment en les petites àrees dedicades a la producció d'aliments frescos, productes d'alta qualitat o els que formen part d'una zona amb denominació d'origen. També en aquests casos, la inversió es pot reduir a través d'una adquisició comuna per compartir l'ús dels equips. Però en tots els casos la formació representa el



factor principal per a l'èxit de les accions. Es converteix en obligatòria per garantir professionals qualificats sigui quin sigui el sector. Molts exemples clars dels efectes beneficiosos de les bones accions de formació s'han actualitzat en membres de la UE en els últims anys. Exemples com el projecte TOPPS (UE - projecte de vida) es van centrar en les activitats de formació i difusió sobre bones pràctiques agrícoles en l'aplicació de productes fitosanitaris i indiquen que les noves tecnologies podrien ser adoptades per tots els professionals, però sempre després d'un bon programa de capacitació i formació.

Una altra via d'aplicació potencial de l'AP pot ser l'ús de serveis remots de sensors lliures, barats o subvencionats per a explotacions agràries petites i mitjanes. Bons exemples en són els mapes d'humitat de sòls amb una resolució de 10 m o mapes d'índex de vegetació de diferència normalitzada (NDVI) per identificar les deficiències dels cultius i que aviat estaran disponibles gratuïtament. Si aquestes eines s'utilitzen juntament amb serveis accessibles als agricultors, és més fàcil que siguin adoptats per aquesta mena d'explotacions o agricultors.

L'increment del coneixement sobre què és l'AP i quins són els beneficis que pot aportar a les mitjanes i petites explotacions és molt necessari. En molts dels casos els agricultores no han sentit a parlar mai d'aquest terme i els espanta implicar-se amb la tecnologia. Potser una bona alternativa és començar amb els sistemes d'autoguiatge i d'ajuda a la conducció, que són fàcils d'utilitzar (*plug and play*) i tenen uns beneficis directes.

## El procés de la innovació i les causes del fracàs

La tendència general entre els agricultores és identificar l'AP com una eina que és beneficiosa per a explotacions grans, tant agrícoles com ramaderes. A més, aquesta idea està relacionada amb uns alts costos i una elevada complexitat del procés i la tecnologia que es necessita. Per permetre que les petites explotacions adoptin aquesta tecnologia i els mètodes de l'AP, s'haurien de complir alguns requeriments:

- Abaixar els preus dels serveis i productes de manera que les inversions en petites explotacions puguin ser rendibles.
- Reduir el nivell de complexitat amb la formació, això és especialment important per a petites explotacions.
- Adoptar la tecnologia pas a pas, per evitar grans inversions i un risc elevat a l'inici.
- Promoure i compartir els serveis i l'equipament.
- Oferir solucions senzilles, simples, assequibles i robustes a les petites explotacions.

- Establir un sistema de formació com a clau per a l'èxit.
- Estimular la robustesa de manera que les innovacions per explotacions petites puguin ser (re) aplicades en diversos sectors.

## Necessitats d'investigació

Normalment, la falta de coneixement és la principal causa per la falta de difusió i implementació de l'AP, especialment en les explotacions petites i mitjanes. Com que l'AP implica la utilització de nova tecnologia, és crucial conèixer els següents aspectes per assegurar que la seva adopció sigui beneficiosa en petites explotacions:

- Cal una recerca relacionada amb l'avaluació dels escenaris cost-benefici, sobretot en explotacions petites i mitjanes.
- La recerca ha d'orientar-se en el disseny de dispositius senzills, barats i *plug and play*, i ha de donar a les explotacions l'oportunitat de veure els beneficis i l'interès de l'AP de manera senzilla i immediata.
- S'ha de quantificar l'equilibri raonable cost-benefici per a explotacions i proveïdors per assegurar el benefici en petites explotacions.
- Cal investigar mètodes que requereixin una inversió inicial petita que pugui ser directament aplicable, que minimitzi el risc i asseguri el benefici.

Pel que fa a la producció potencial, l'organització de les cadenes de producció i la disponibilitat de treballadors, el crèdit, els proveïdors de serveis i de tecnologia, hi ha moltes diferències entre les regions d'Europa. Per donar suport a les diverses situacions, cal tenir el coneixement i les xarxes que facilitin el suport específic a les petites i mitjanes explotacions, i la col·laboració entre els diversos actors implicats és imprescindible per a un desplegament i implementació més grans. A més, l'elevada qualitat dels aliments i la transparència en la producció poden relacionar-se amb l'AP. La utilització de noves tecnologies ha de difondre's entre els consumidors mitjançant una estreta col·laboració entre els usuaris i els proveïdors d'AP. L'etiquetatge dels mètodes d'AP s'hauria d'iniciar de forma similar al del maneig integrat dels cultius. També caldria investigar la possibilitat de relacionar l'AP amb les cadenes de distribuïdors. A més, també s'haurien de relacionar productes d'alta tecnologia amb l'AP. També és altament recomanable la implicació de les cooperatives. Plans que incloguin la utilització de noves tecnologies podrien ser fàcilment adoptats per grups de treball d'agricultors, per compartir les inversions i despeses, i també el coneixement i els beneficis.



La difusió representa un punt clau per a la adopció amb èxit de l'AP en petites explotacions. Les activitats de formació han d'estar vinculades amb programes d'informació sobre l'AP. Les revistes locals divulgatives d'índole agrícola poden tenir un paper clau per difondre els resultats obtinguts amb mètodes d'AP en explotacions petites i mitjanes, i amb relació a solucions específiques per a explotacions petites. És important crear material de premsa i audiovisual per convèncer i mostrar als agricultors les bondats d'aplicar tècniques d'AP. El paper dels serveis d'assessorament és cabdal per a la difusió de l'AP entre els agricultors de petites i mitjanes explotacions, tasca que podrien dur a terme assessors. Es considera crucial la difusió de projectes de recerca que dissenyin mètodes simples i demostrin el paper de les eines assequibles i serveis potencials a explotacions petites. Es podrien prioritzar accions que tinguessin en compte aspectes com el maneig de la fertilització, la distribució acurada dels productes fitosanitaris, la collita controlada, així com l'alimentació precisa dels animals o el control concret del comportament del bestiar. Altres prioritats d'investigació podrien estar marcadament orientades als petits agricultors o ramaders, cadenes cooperatives i formació dirigida.

### Innovació del procés i factors d'error

Amb relació a la recerca, en els anys vinents calen diverses innovacions. En general, la idea és que molta de la investigació que s'està duent a terme encara està concentrada en el desplegament, prova i tecnologia de sensors. De fet, les aplicacions clau en l'AP s'han centrat gairebé totalment en la utilització d'aquesta tecnologia de sensors, i en particular en l'ús de localització GPS del tractor i en els sistemes d'autoguiatge. Els mètodes d'acumulació de dades que utilitzen les innovacions han experimentat un gran progrés, però, en canvi, encara es necessita molta feina en relació amb la presa de decisió basada en les dades recollides. Alguns dels reptes que s'afronten en els anys vinents són els següents:

- Cal canviar l'actitud de la recerca tenint en compte l'opció i els consells dels agricultors. La investigació i el llançament de productes requereixen la interacció activa amb els agricultors i altres usuaris de les dades i la informació que utilitzaran aquestes dades. Cal que els projectes tinguin un caràcter de cocreació entre socis privats i públics.
- La innovació ha d'estimular el sector agrícola, tot i les barreres existents en l'intercanvi d'idees entre els diversos sectors. De fet, s'esperen grans avenços d'innovació que vinguin de sectors aliens a l'agrícola. Els reptes en la innovació inclouen aspectes d'increment de la consciència-

ció del creixement i estimular els especialistes del camp de l'agricultura per fer que aquesta tecnologia estigui disponible per a l'agricultura i el sector agroalimentari. Es necessita innovació per a una integració reeixida de la recerca de diversos sectors i àrees per complir els requeriments de les organitzacions que necessiten transferir els resultats en problemes de tota mena. Cal una xarxa d'investigadors interdisciplinaris que treballi en el tema de l'AP. En particular, es necessita especial atenció en la implementació pràctica i per adoptar la filosofia de l'*smart farming*. La innovació és necessària en l'anàlisi de dades i en la visualització en temps real d'un gran nombre de dades, intel·ligència artificial i per transformar en temps real en un sistema de presa de decisió i en un procediment estàndard de treball.

### Conclusions

1. La tecnologia, la transferència i la interacció amb els agricultors són clau per tirar endavant les eines de l'AP molt lligades a les decisions diàries. Arribant als agricultors, han d'ajudar a entendre les decisions i necessitats degudes al comportament mateix dels agricultors. Així, doncs, els agricultors han de formar part dels grups operatius que es creen, com també de la cadena de difusió.
2. Els temes de compatibilitat en AP limiten el desplegament de la tecnologia a la vegada que dificulten l'intercanvi i la interconnexió entre instruments. Hi ha una manca o un deficient compliment de les normes d'elaboració de programari i formats de dades, limitació en les infraestructures de dades per a explotacions específiques, les quals no estan dissenyades per a l'intercanvi de dades, i una gran protecció de la marca per part de les grans empreses. Solucions potencials podrien ser la introducció de sistemes TIC (tecnologies de la informació i comunicació) provinents d'altres sectors, el desplegament i el compliment amb els estàndards i demostració dels beneficis de compartir dades. L'adopció de l'AP comporta els següents requisits en les explotacions: infraestructures TIC que permeten recollir, emmagatzemar, visualitzar, analitzar i utilitzar gran quantitat de dades. Quan les infraestructures TIC no estan disponibles, les solucions s'haurien de basar en mètodes ubicats en el núvol.
3. Actualment molts agricultors encara no són conscients dels beneficis potencials de l'AP. En alguns casos, tècnics i formadors no tenen les eines necessàries per demostrar els potencials beneficis i avantatges. Això és parcialment degut a la poca



claredat dels models de negoci de les eines de l'AP i els costos i beneficis associats. Per superar aquest problema, cal que es dissenyin eines de càlcul per a l'AP en diverses regions geogràfiques, sistemes de cultiu i variabilitat socioeconòmica a través d'Europa. A més a més, els models de suport i les eines d'anàlisi d'AP validats cal que estiguin disponibles per a la formació de formadors i agricultors.

4. La formació i la sensibilització són factors clau per arribar amb èxit a aquestes explotacions, ja que en molts casos els agricultors creuen que les eines d'AP no són rendibles per a petites explotacions. Activitats de difusió i extensió fetes a mida s'han de fer extensibles en àrees productives concretes, tenint com a objectiu grups d'agricultors, cooperatives i comunitats locals. A causa de les diferències en les explotacions, es necessiten enfocaments més regionals. Cal estimular les xarxes regionals, i els grups operatius en diversos sectors han d'estar vinculats i accedir a intercanvis interregionals. Així, doncs, es necessiten eines de l'AP dissenyades per a explotacions mitjanes i petites i, com a requisit principal, que siguin fàcils d'utilitzar, assequibles i robustes.
5. Els assessors agrícoles tenen un paper fonamental en l'adopció de mètodes d'AP; per tant, la captació, el suport i el desplegament d'eines específiques d'anàlisi de dades centrats en els assessors han d'estar disponibles. Els assessors poden utilitzar aquestes eines d'anàlisi de dades per analitzar ràpidament i amb precisió les dades disponibles de les explotacions, i així proporcionar un millor assessorament als agricultors.
6. S'han aconseguit avenços en les solucions tècniques però es requereixen importants passos pel que fa a la introducció i el desplegament de: i) solucions tècniques d'accionament elèctric; ii) Internet de les coses; iii) la nanotecnologia; iv) drons; v) vehicles autònoms, i vi) el desplegament de biosensors. En tot aquest procés, els enfocaments multidisciplinaris en R+D+I, la cocreació i l'eficiència del procés en són els factors crítics.
7. Hi ha problemes amb l'adopció de sistemes de dades oberts, ja que els agricultors generalment són reticents a proporcionar l'accés lliure a les seves dades de gestió de les explotacions, incloses les dades espacials recollides de la variabilitat del sòl, l'estat dels cultius o el conjunt de dades de bestiar. L'accés obert a dades públiques és també una altra limitació en la qual es troben els agricultors. S'han d'establir nous models de negoci per inter-

canviar dades o fonts obertes de dades per l'AP a un nou nivell. Per això, el reconeixement de la propietat de les dades és fonamental. I lògicament, els portals que faciliten l'intercanvi de dades són també un requisit previ.

## Referències bibliogràfiques

- FOUNTAS, S.; GIL, E.; LOKHORST, K.; MERTENS, K. (2014). "Strategy for PF systems in small and medium sized holdings". *EIP-FOCUS GROUP in Precision Agriculture* [en línia]. <<http://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/content/mainstreaming-precision-farming>>.
- KEMPENAAR, C. (2014). *Overview of topics and questions to be addressed by the FG Mainstreaming Precision Farming. Introduction to precision farming*. Brusseles: EIP-AGRI.
- LOKHORST, K.; MERTENS, K.; FOUNTAS, S.; GIL, E. (2014). "Research Needs' within the role of innovation and knowledge transfer". *EIP-FOCUS GROUP in Precision Agriculture* [en línia]. <<http://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/content/mainstreaming-precision-farming>>.
- LOTSCHER, M., DIDELOT, D. DORFLER, R.; FEALY, R.; HOLPP, M. KELLY, R.; LATSCH, A.; THYSEN, I. (2012). *ERA-Net ICT-AGRI Strategic Research Agenda* [en línia]. <[www.ictagri.eu](http://www.ictagri.eu)>. ISBN 978-87-993836-3-4.
- LUNDQVIST, P. APERS, A. SMEULDERS, E. HUIZER, P. MANDERSLOO (2012). *Roadmap ICT for the Top Sectors*.
- ZARCO-TEJADA, P.; HUBBARD, N.; LOUDJANI, P. (2014). "Precision agriculture: an opportunity for EU farmers-potential support with the CAP 2014-2020. Directorate-General for internal policies. Policy department B: structural and cohesion policies. Agriculture and Rural Development" [en línia]. <<http://www.europarl.europa.eu/studies>>.