

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

Prof. Emilio Gil Moya

Departament d'Enginyeria Agroalimentària i Biotecnologia. Universitat Politècnica de Catalunya

a/e: emilio.gil@upc.edu

---

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

## **Resum**

Aquesta comunicació explica la situació de l'aplicació d'agricultura de precisió en explotacions petites i mitjanes on s'observa la dificultat d'implementar tota la tecnologia desenvolupada en aquest àmbit. En aquest sentit es proposen un seguit d'estratègies per a que aquests tipus d'explotacions es beneficiïn dels desenvolupaments i innovacions de l'Agricultura de Precisió. La formació i la difusió dels avenços són destacats com aspectes claus.

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.

Keywords: precisionagriculture, precisionfarming, small farms, training

## Introducció

L'agricultura de precisió es basa en el concepte de gestió de l'agricultura basada en l'observació, la mesura i la resposta de la variabilitat inter i intra-parcel·la dels cultius i les explotacions agropecuàries, incloent també els aspectes relacionats amb la cria d'animals. Els beneficis per als agricultors i pel medi ambient estan relacionats amb l'augment dels rendiments del cultius, major 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 d'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 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 una fàcil implantació de l'AP és el baix cost dels sistemes de geoposicionament, imprescindibles per al coneixement de la situació dels equips 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 per 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 processat d'imatges, entre altres tècniques.

Els Experts de l'*EIP-Focus Group PrecisionAgriculture*, 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 AP. Un grup es va centrar en els problemes de compatibilitat per a la integració de 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 en avaluar diverses maneres de demostrar clarament als agricultors i els consumidors els beneficis quan els mètodes d'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, centrant-se en els reptes per demostrar la rendibilitat i l'interès pel cas dels 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 propi assessorament, sobretot en solucions tècniques d'emmagatzematge de dades.

Els diferents experts van identificar alguns aspectes com les solucions tècniques, emmagatzematge de dades i qüestions de compartició per a la incorporació de l'AP com a crítics per a l'aplicació exitosa de l'AP, ja que les "solucions" són normalment una combinació de maquinaria 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 AP.

### **Com arribar als agricultors**

Un dels reptes fonamentals per a l'adopció amb extensa i estesa d'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 en la dècada de 1990, aquesta tecnologia no va poder aportar solucions d'èxit, deixant a molts agricultors escèptics sobre qualsevol aspecte de la tecnologia. Si bé alguns aspectes tecnològics (auto guiatge, aplicació de dosis variable, control de trànsit agrícola, etc.) es comercialitzen amb èxit per 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 propi govern. Serveis d'assessorament independents estan en una millor posició per fer front a la implementació de l'AP, i l'ajudaran a fer una millor gestió dels cultius i el bestiar utilitzant el aquest concepte.

Se suposa que els mètodes d'AP tindran un efecte positiu a llarg termini en la gestió de les explotacions a causa de que les dades espacials es poden fer servir de manera intuïtiva per 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 molt sovint el benefici no és evident per a l'agricultor.

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, on probablement no està massa disposat a passar moltes hores

davant un ordinador per analitzar les dades generades en el context de l'AP. No gens menys es necessita una certa experiència per tractar el conjunt de dades obtingudes dels sensors utilitzats en 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 AP és més econòmic. Això fa pensar que els serveis prestats que utilitzin 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 per a que estiguin disposats a utilitzar la AP fins i tot en explotacions petites.

Els agricultors amb petites parcel·les i / o amb un petit nombre d'animals per granja semblen creure que les dades de rendiment, cartografia de sòls o d'animals individuals no afegixen nova informació per a la seva gestió. No hi ha moltes granges comercials que apareguin com a demostrador de tècniques d'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 augmentaran el seu interès i consciència sobre l'ús d'eines simples però efectives per millorar els seus ingressos. Fruïtes, oli d'oliva, el vi, la llet de cabra, o alguns productes hortícoles especials estan ben apreciada en els mercats de productes frescos i podria ser objectius importants per millorar i augmentar progressivament l'ús de les noves tecnologies o nous instruments desenvolupats (és a dir, sistemes DSS-suport a les decisions) a millorar aspectes bàsics com a fertilitzant o pesticida procés de sol·licitud. Un altre aspecte a tenir en compte es relaciona amb la inversió necessària per a posar en pràctica l'AP en granges petites i mitjanes empreses. Els investigadors i el personal de serveis d'extensió han de centrar els seus esforços en el desenvolupament, la millora i la difusió de la tecnologia simple, barat i amigable disponible per a la majoria dels professionals. Això podria ser un primer pas important en la difusió de les noves tecnologies disponibles. A partir de dispositius complicats i costosos conduirà a una experiència negativa clara entre els usuaris.

L'intercanvi de serveis i equips representa una de les mesures més directament aplicables. Alguns exemples que 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 formen part d'una zona amb denominació d'origen. També en aquests casos, la inversió es pot reduir a través d'una adquisició comú i 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 alts 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 indiquen que les noves tecnologies podrien ser adoptades per tots els professionals, però sempre després d'un bon programa de capacitat 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. Bon exemples 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 y que aviat estaran disponibles gratuïtament. Si aquestes eines s'utilitzen juntament amb serveis accessibles als agricultors, serà més fàcil que siguin adoptats per aquest tipus d'explotacions/agricultors.

L'increment del coneixement sobre que es 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 sistemes d'autoguiatge i d'ajuda a la conducció que són fàcils d'utilitzar (*plugand play*) i tenen uns beneficis directes.

### **El procés de la innovació y les causes del fracàs**

La tendència general entre els agricultores és identificar l'AP com a eina que és beneficiosa per explotacions de mida gran, tan 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 d'AP, s'haurien de complir alguns requeriments:

- Reduir els preus dels serveis i productes de manera que les inversions en petites explotacions poguessin ser rendibles.

- Reduir el nivell de complexitat a través de la formació, això és especialment important per petites explotacions
- Adoptar la tecnologia pas a pas, per evitar grans inversions i un risc elevat a l'inici.
- Promoure 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:

- És necessari la recerca relacionada amb l'avaluació dels escenaris cost-benefici, sobretot en explotacions petites i mitjanes.
- La recerca ha d'orientar-se en el desenvolupament de dispositius senzills, barats i "plugand play", donant a les explotacions l'oportunitat de veure els beneficis i l'interès de l'AP de manera senzilla i immediata.
- Quantificar l'equilibri raonable cost/benefici per explotacions i proveïdors per assegurar el benefici en petites explotacions
- Investigar mètodes que requereixen d'una inversió inicial petita que pugui ser directament aplicable, minimitzant el risc i assegurant el benefici

Pel que fa a la producció potencial, organització de les cadenes de producció i disponibilitat de treballadors, crèdit, proveïdors de serveis i de tecnologia hi ha moltes diferències entre les diferents regions d'Europa. Per donar suport a les diferents situacions, és necessari tenir el coneixement i les xarxes que facilitin un suport específic a les petites i mitjanes explotacions i la col·laboració entre els diferents actors implicats és imprescindible per un major desenvolupament i implementació. 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'haurien d'iniciar de forma similar als del maneig integrat dels cultius. També caldria investigar les possibilitats de relacionar l'AP amb les cadenes de distribuïdors. A més també s'hauria 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, compartint 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 jugar un paper clau per a la difusió dels resultats obtinguts amb mètodes d'AP en explotacions petites i mitjanes, i en relació a solucions específiques per explotacions petites. És important crear material de premsa i audiovisual per convèncer i mostrar als agricultors de 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, una tasca que podria ser desenvolupada per assessors. És considera crucial la difusió de projectes de recerca que desenvolupin mètodes simples i demostrin el paper de les eines assequibles y serveis potencials a explotacions petites. Es podria prioritzar accions que tinguessin en compte aspectes com per exemple el maneig de la fertilització, la distribució acurada dels productes fitosanitaris, la collita controlada, així com l'alimentació precisa dels animals o el control precís del comportament del bestiar. Altres prioritats d'investigació podrien estar marcadament orientades als petits agricultors/ramaders, cadenes cooperatives i formació dirigida

### **Innovació del procés i factors d'error**

En relació a la recerca, en el pròxims anys és necessari diverses innovacions. En general, la idea és que molta de la investigació que s'està duent a terme encara està concentrada en el desenvolupament, prova i tecnologia de sensors. De fet, les aplicacions clau en 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 utilitzant les innovacions han patit un gran progrés, però en canvi encara es necessita molta feina en relació a la presa de decisió basada en les dades recollides. Alguns dels reptes que s'afronten en els pròxim anys són:



- És necessari un canvi en l'actitud de la recerca tenint en compte l'opció i els consells dels agricultors. La investigació i el desenvolupament de productes requereixen de l'activa interacció amb els agricultors i altre usuaris de les dades i informació que utilitzaran aquestes dades. Cal que els projectes tinguin un caràcter de co-creació entre socis privats i públics.
- La innovació estimularà el sector agrícola, tot i les barreres existents entre l'intercanvi d'idees entre els diferents sectors. De fet, s'esperen grans avenços d'innovació que provinguin de sectors aliens a l'agrícola. Els reptes en l'innovació inclouen aspectes d'increment de la conscienciació dels desenvolupament i estimular els especialistes del camp de l'agricultura per a fer que aquests desenvolupament estiguin disponibles per l'agricultura i el sector agroalimentari. Es necessita innovació per una integració exitosa de la recerca de diferents àrees i sectors per tal de complir els requeriments de les organitzacions que necessiten transferir els resultats en una gran diversitat de tipologies de problemes. És necessari una xarxa d'investigadors interdisciplinaris treballant en el tema de l'AP. En particular, es necessita una especial atenció en la implementació pràctica i per adoptar la filosofia de la SmartFarming. La innovació és necessària en l'anàlisi de dades i en la visualització en temps real de un gran nombre de dades, intel·ligència artificial i per transformar en temps real en un sistema de precisió de decisió i en un procediment estàndard de treball.

## **Conclusions**

1. La tecnologia, la transferència i la interacció amb els agricultors és clau per tirar endavant les eines d'AP molt lligades amb les decisions diàries. Arribant als agricultors ajudarà a entendre les decisions i necessitats degudes al propi comportament dels agricultors. Així doncs, els agricultors han de formar part dels grups operatius que es crearan, com també ser part en la cadena de difusió.
2. Temes de compatibilitat en AP limiten el desenvolupament de la tecnologia a la vegada que dificulta l'intercanvi i interconnexió entre instruments. Hi ha una manca o un deficient compliment de les normes de desenvolupament de programari i formats de dades, limitació en les infraestructures de dades per explotacions específiques les quals no estan dissenyades per 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,

desenvolupament i compliment amb els estàndards i demostració dels beneficis de compartir dades. L'adopció de la 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 haurien de ser en base al desenvolupament de 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 AP i els costos i beneficis associats. Per superar aquest problema, cal que es desenvolupin eines de càlcul per la AP en diferents regions geogràfiques, sistemes de cultiu i variabilitat socio-econòmica a través d'Europa. A més a més, models de suport i eines d'anàlisi de 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 diferents sectors han d'estar vinculats accedint a intercanvis inter-regionals. Així doncs, es necessiten eines d'AP dissenyades per explotacions mitjanes i petites, i com a requisit principal que siguin fàcils d'utilitzar, assequible 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 desenvolupament 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 el lliurament d'un millor assessorament als agricultors.
6. S'han aconseguit avenços en les solucions tècniques però es requereixen importants passos pel què fa a la introducció i el desenvolupament de i) solucions tècniques d'accionament elèctric; ii) Internet de les coses; iii) la nanotecnologia; iv) drons; v) vehicles autònoms; i vi) el desenvolupament de biosensors. En tot aquest procés, els enfocaments multidisciplinaris en R+D+i, la co-creació 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 reticent a proporcionar l'accés lliure a les seves dades de gestió de les explotacions, incloses les dades espacials recollides de la variabilitat del sòl, 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 de desenvolupar nous models de negoci per a l'intercanvi de dades o fons obertes de dades per tal de portar AP a un nou nivell. És per això que 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.

### **Referencies bibliogràfiques**

FOUNTAS, S.; GIL, E.; LOKHORST, K.; MERTENS, K. 2014. "Strategy for PF systems in smallandmediumsized holdings". EIP-FOCUS GROUP in PrecisionAgriculture. Disponible a:<http://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/content/mainstreaming-precision-farming>

KEMPENAAR, C., 2014. "Overview of topicsandquestions to be addressedbythe FG MainstreamingPrecisionFarming. Introduction to precisionfarming". EIP-AGRI, Brussels.

LOKHORST, K.; MERTENS, K.; FOUNTAS, S.; GIL, E. 2014. "ResearchNeeds' withintherole of innovationandknowledgetransfer". EIP-FOCUS GROUP in PrecisionAgriculture. Disponible a: <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 StrategicReseach Agenda, 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. "Precisionagriculture: anoportunity for EU farmers-potential suport withthe CAP 2014-2020. Directorate-General for internal policies. Policydepartment B: estructural andcohesiun policies. Agricultureand Rural Development". Disponible:<http://www.europarl.europa.eu/studies>