

Metodologies de l'Agricultura de Precisió

Les diferents operacions de maneig basades en l'Agricultura de Precisió (AP) es poden dur a terme seguint tres metodologies diferents:

- Agricultura de Precisió basada en mapes
- Agricultura de Precisió en temps real
- Fusió de les dos anteriors

En tots els casos, les operacions han de seguir les 4 etapes del cicle de l'AP. La diferència entre elles rau en quins són els resultats de cada etapa i, principalment, el temps que es tarda en completar tot el cicle. A continuació es descriuen cadascuna de les metodologies i les seves característiques.

a) Agricultura de Precisió basada en mapes

Aquesta metodologia consisteix en generar i utilitzar mapes digital d'informació durant tot el cicle de l'AP. En la primera etapa, **ADQUISICIÓ**, s'utilitzen sensors propers i remots per a l'adquisició de dades amb una alta resolució espacial. Els sensors utilitzats poden ser sensors radiomètrics, sensors de conductivitat elèctrica aparent del sòl, monitors de collita, sensors òptics, etc. El resultat d'aquestes mesures són llistats de dades discretes (puntuals) georeferenciades de les diferents lectures obtingudes o imatges de dron o satèl·lit. En la segona etapa, **EXTRACCIÓ D'INFORMACIÓ**, s'utilitzen tècniques geoestadístiques per a generar mapes continus de la distribució espacial de les dades dels sensors. Per exemple, es poden obtenir mapes de rendiment o de collita, mapes del vigor o desenvolupament del cultiu, mapes de la conductivitat elèctrica del sòl o mapes de les dimensions de la vegetació, entre d'altres. En aquesta segona etapa també s'analitza la variabilitat de les dades dels mapes amb tècniques estadístiques i es correlacionen amb altres mapes per veure si es poden crear zones que es comportin de manera similar dins del mateix camp. En la tercera etapa, **PRESA DE DECISIÓ**, s'analitzen tots els mapes generats i, si la variabilitat del cultiu o del sòl ho justifica, es pren la decisió de què fer en cadascuna de les zones del camp. Aquesta decisió pot ser una aplicació variable de fertilitzant o de reg o de sembra o de productes fitosanitaris i, en tots el casos, el format d'aquesta descripció és un mapa de prescripció, és a dir, un mapa del camp a tractar amb les diferents zones i amb les dosis del recurs a aplicar. Així, es pot generar un mapa de prescripció de l'aplicació de fertilitzant o de reg o de

sembrar o de producte fitosanitari, entre d'altres. Finalment, en la darrera etapa del cicle, l'**ACTUACIÓ EN CAMP**, cal portar a la pràctica el mapa de prescripció. Alguns equips són capaços de carregar i executar automàticament els mapes de prescripció. Són els que incorporen les anomenades Tecnologies de Dosificació Variable (o, en anglès, *Variable-Rate Technologies* o *VRT*). Però també seria possible executar els tractaments amb equips convencionals i les zones de maneig estan convenientment distribuïdes i estructurades.

En el cas de l'Agricultura de Precisió basada en mapes, el cicle acostuma a durar alguns dies, depenent del temps que es necessiti per a fer les mesures de camp, processar-les per a crear els mapes, analitzar-los per a prendre decisions i tornar a camp per a executar el mapa de prescripció (Figura 1).



Figura 1. Cicle de l'Agricultura de Precisió basada en mapes.

El que és imprescindible tant en la primera com en la darrera etapa és l'ús dels sistemes satel·litaris de navegació global (SSNG). En la primera, és imprescindible georeferenciar les mesures dels sensors i, en la darrera, cal saber en tot moment la posició de l'equip per tal de saber què cal fer en cada zona del camp d'acord amb el mapa de prescripció.

Un avantatge interessant d'aquesta metodologia és que l'agricultor/a pot saber abans d'anar al camp la quantitat del recurs que ha de carregar a l'equip donat que el mapa de prescripció indica les dosis per hectàrea i la superfície de cada zona. Això és especialment important en el cas dels productes fitosanitaris, en que cal evitar romanents importants una vegada acabada l'operació.

b) Agricultura de Precisió en temps real

En l'Agricultura de Precisió en temps real, tot el cicle es duu a terme sobre a marxa (*on-the-go*, que diuen els anglesos) i en qüestió de mil·lisegons. En aquest cas, els arres o atifells VRT van equipats amb sensors, controladors i actuadors, de manera que els primers fan la mesura, els segons analitzen els senyals elèctrics i els converteixen en valors numèrics que es processen i es fan servir per a prendre decisions i, finalment, els actuadors fan que l'equip apliqui les quantitats necessàries d'aquell recurs determinat. I tot això es fa en dècimes o mil·lèsimes de segon (Figura 2). Exemples d'aplicacions en temps real serien l'aplicació variable de productes fitosanitaris en funció de les dimensions de la vegetació o la sembra variable de panís en funció de la matèria orgànica del sòl.



Figura 2. Cicle de l'Agricultura de Precisió en temps real.

En aquesta metodologia no és necessari l'ús de SSNG donat que l'equip mesura, decideix i actua de manera contínua i no ha de crear pas cap mapa. Tanmateix, seria molt interessant disposar d'un sistema de control de superposició per a evitar aplicar un recurs dos vegades sobre el mateix punt o bé generar mapes d'aplicació, és a dir mesures del que realment fa l'equip en cada punt del camp. En tots dos casos cal disposar d'un receptor SSNG.

Un avantatge important d'aquesta metodologia és que la dosi aplicada de cada recurs es pot adaptar perfectament a cada punt del camp, mentre que amb l'aplicació en base a mapes, les dosis s'agrupen en zones de maneig i, per tant, no són tan específiques per a cada punt. Per contra, amb aquesta metodologia no és possible saber d'avant mà la quantitat de producte que s'aplicarà

c) Fusió de les dos anteriors

La fusió de les dos metodologies anteriors, com bé indica el seu nom, és una barreja entre l'AP basada en mapes i l'AP en temps real. Aquesta fusió es pot explicar amb un exemple d'aplicació de productes fitosanitaris en fruiters. Si es disposa d'un mapa de prescripció i d'un equip amb tecnologies de dosificació variable, l'equip aplicarà la dosi corresponent al lloc on es troba, determinat amb un receptor SSNG. Tanmateix, si en aquell punt hi falta un arbre perquè s'ha arrencat o s'ha mort, no té cap sentit aplicar producte fitosanitari. Si l'equip incorpora un sensor de presència de vegetació podrà decidir si aplica producte o no en temps real. Es podria dir que el mapa de prescripció seria una aproximació macromètrica o macro i els sensors embarcats farien l'ajust micromètric o micro.

L'autoria d'aquest document és del Grup de Recerca en AgròTICa i Agricultura de Precisió i ha estat elaborat per Àlex Escolà amb el suport de Carla Román.



Aquesta obra està sota una llicència de Creative Commons Reconeixement-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

Activitat finançada a través de l'Operació 01.02.01 de Transferència Tecnològica del Programa de desenvolupament rural de Catalunya 2014-2022