

Casos d'aplicació de la mesura de CEa en Cultius Extensius

Introducció

La conductivitat elèctrica aparent (CEa) del sòl és una mesura ràpida i es pot adquirir en multitud de punts dins d'una parcel·la amb una alta resolució espacial. A partir d'aquí, mitjançant interpolació, es poden generar mapes continus amb l'estimació del valor de la CEa a cada punt de la parcel·la. Això pot servir per conèixer com és el camp quant a la variabilitat de les propietats del sòl, obtenint amb això una informació complementària a la proporcionada pels mapes de vigor o els de rendiment. I és que aquests mapes (vigor i/o rendiment) no proporcionen per ells mateixos tota la informació necessària per al coneixement de les causes de la variabilitat dels cultius ni per conèixer les possibles actuacions de millora. En altres casos, els mapes de CEa poden posar de manifest una variabilitat induïda per accions antròpiques, que no són fàcilment detectables per altres mitjans.

A continuació, s'exposen diversos casos d'aplicació en cultius extensius, en què els autors han treballat en diversos projectes de recerca i estudis duts a terme pel Grup de Recerca en AgròTICa i Agricultura de Precisió de la Universitat de Lleida / Agrotecnio-CERCA Center.

Coneixement de les causes de la variabilitat i relació amb el rendiment del cultiu

Moltes de les parcel·les actuals provenen de les transformacions de terres i reparcel·lacions que van tenir lloc des de la segona meitat del segle XX per tal de facilitar la mecanització de les tasques agrícoles. S'han creat parcel·les de majors dimensions en base a moviments de terres i anivellacions, alterant les característiques inicials i induint una major variabilitat en les propietats dels sòls a les parcel·les resultants. Això, alhora, produeix un comportament desigual en el desenvolupament dels cultius i els seus rendiments.

Tenir coneixement de les propietats dels sòls i la seva variabilitat espacial és clau per millorar-ne els rendiments i també la qualitat de la producció, però també per millorar l'eficiència en l'ús d'insums. Un exemple de l'aplicació de la mesura de la CEa a parcel·les de cultius extensius és el que es mostra a la

Figura 1. Aquesta figura mostra una parcel·la, d'aproximadament 100 ha, que



va ser creada a partir de la transformació de terres realitzada durant la dècada de 1980, passant de nombroses parcel·les més petites, separades per marges i bancals, a l'actual de més extensió (**Figura 1.1 i 1.2**). El mostreig de la CEa amb el sensor Veris 3100 va mostrar un rang de valors molt variable, de 6 a 211 mS/m, amb un patró de variabilitat espacial que mostra diferents zones amb valors baixos, mitjos i alts (**Figura 1.3**). A més, també es mostra el mapa de collita (rendiment) de blat de moro a la parcel·la (**Figura 1.4**).

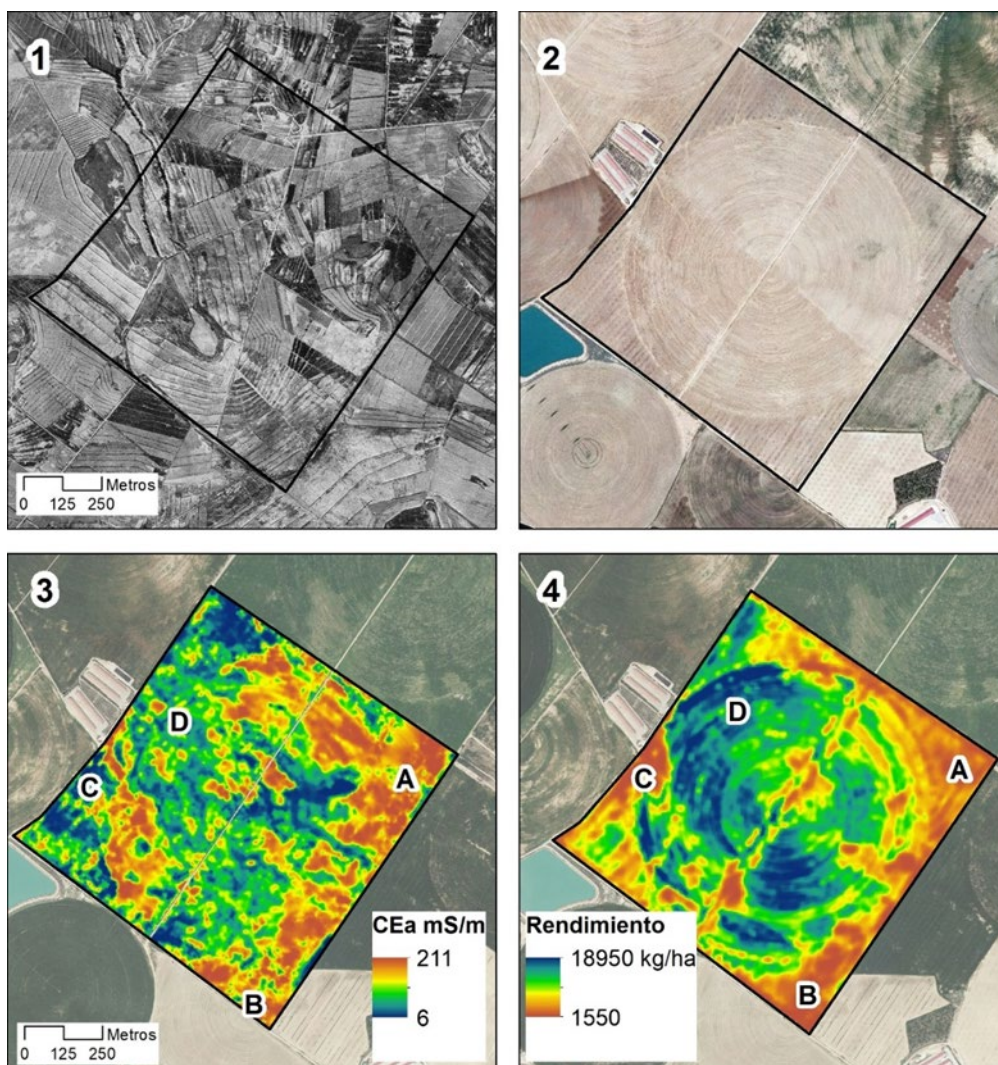


Figura 1. Ortofotografia de la zona d'estudi a finals de la dècada de 1940 (Vol America Sèrie A 1946-47), on s'observa la parcel·lació existent a l'època. S'hi aprecia la disposició de les parcel·les, que s'adaptaven a la morfologia del terreny. 2) Parcel·la resultant de la transformació de terres duta a terme a la zona a la dècada de 1980. S'observa com, aparentment, la parcel·la és força homogènia. 3) Mapa de la CEa profunda (0-90 cm) obtingut a partir de la interpolació de dades adquirides amb el sensor Veris 3100. S'observa una gran variabilitat en els valors a diferents zones de la parcel·la. 4) Mapa de rendiment del blat de moro obtingut mitjançant interpolació a partir de les dades d'un monitor de rendiment FMX de Trimble instal·lat en una recol·lectora Fendt 6335 CPL. Les diferents zones marcades amb



REPOSITORI DIGITAL
AGRICULTURA DE PRECISIÓ



Lletres s'expliquen al text. Font: elaboració pròpia a partir d'ortofotos a la pàgina web del Pla Nacional d'Ortofotografia Aèria (<https://pnoa.ign.es/>) i dades d'estudis desenvolupats pels autors.

La **Figura 1** mostra la importància de disposar de mapes de CEa per al coneixement de les causes de la variabilitat de la collita. En primer lloc, si només disposéssim de l'ortofoto de la **Figura 1.2**, es podria arribar a pensar que, després de la transformació de terres realitzada, la parcel·la és homogènia. Això no obstant, el mapa de collita de la **Figura 1.4** demostra que no és així, sinó que hi ha una variabilitat considerable. Amb el mapa de collita es poden conèixer les zones on hi ha més o menys rendiment, o un rendiment mitjà, però no les causes de la variabilitat.

Què vol dir això?

Que potser no totes les zones amb un mateix color al mapa (p.e., tonalitats taronges a la **Figura 1.4**, que indica baix rendiment) han de tenir el mateix problema o causa per a aquest baix rendiment. Si es compara el mapa de collita (**Figura 1.4**) amb el mapa de la CEa (**Figura 1.3**), a les zones indicades amb les lletres A, B i C, es veu que hi ha un baix rendiment del cultiu, però a la **Figura 1.3** els valors de la CEa són molt diferents (alts a la zona A i baixos a la zona C). Això indica que les causes de la variabilitat són diferents, i que el baix rendiment que es dona a les dues zones no té la mateixa causa.

En el cas de l'exemple de la **Figura 1**, mitjançant observacions de camp i anàlisi de sòls a les zones indicades, es va poder determinar que els problemes a les zones A i B són deguts a la salinitat, que causa la dràstica disminució del rendiment del blat de moro, així com el mal drenatge. Això es posa de manifest al mapa de CEa amb els valors més elevats de la conductivitat elèctrica aparent (majors de 80-100 mS/m). No obstant això, el baix rendiment a la zona C es deu a la textura sorrenca i la baixa profunditat del sòl per un contacte paralític (roca gres). Això es posa de manifest en els valors baixos de CEa en aquesta zona (menors de 20 mS/m), traduint-se en una baixa fertilitat del sòl i menor capacitat de retenció d'humitat, cosa que repercuteix també en el rendiment del blat de moro. La zona D, amb valors intermedis de CEa que es corresponen amb terres de textures més equilibrades sense presència de salinitat, és on es donen els rendiments més elevats.

Tot i això, és cert també que hi ha informació que el mapa de CEa no aporta i sí en canvi el mapa de collita (com també podrien fer-ho els mapes de vigor obtinguts a partir d'imatges de satèl·lit o altres mitjans al llarg del cicle del cultiu), i per això la importància de combinar la informació de diferents fonts. Per exemple, aquest és el cas del canvi brusc de rendiment que s'observa

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



Generalitat de Catalunya
Departament d'Acció Climàtica,
Alimentació i Agenda Rural



Fons Europeu Agrícola
de Desenvolupament Rural:
Europa inverteix en les zones rurals



sobre la zona D i sota la zona C (**Figura 1.4**) i que no s'observa al mapa de CEa (**Figura 1.3**). En aquest cas, l'origen d'aquesta discontinuïtat en els valors del rendiment no és degut a la variabilitat de les propietats del sòl, sinó al sistema de reg, que estaria indicant que en les cobertures d'aspersors (cantons de la parcel·la) es pot estar aplicant dosis inferiors a què aporta el pivot central.

Mostreig dirigit de sòls i zonificació per al maneig diferenciat de les parcel·les

Un altre exemple d'utilització de mapes de CEa és el que es mostra a la **Figura 2**. S'hi mostra la situació anterior a una reparcel·lació duta a terme a final de la dècada de 1990 (**Figura 2.1**) i el resultat de la transformació de terres duta a terme (**Figura 2.2**). A la situació prèvia, s'observa com dins del recinte de la parcel·la actual hi havia una bassa de reg i també travessava un camí. A més, la zona estava dividida en 4 parcel·les o parts. El mapa de CEa generat a partir de dades del sensor Veris 3100 (**Figura 2.3**) va posar de manifest l'estructura lineal del camí soterrat, així com valors molt elevats de CEa a la zona de l'antiga bassa, que va ser emplenada amb materials de zones adjacents on afloraven lutites amb alt contingut en sals. A partir del mapa de CEa es va dirigir un mostreig de terres a dues profunditats (0-30 cm i 30-60 cm) per tal d'establir la correspondència entre la CEa i les propietats dels terres.

El mostreig dut a terme (**Figura 2.3**) va posar de manifest que els terres de la parcel·la són, en general, poc profunds. A la major part dels punts mostrejats, el material originari (lutites) apareixia entre 30 i 45 cm, constituint en molts casos l'horitzó cultivat. Aquest material lutític és ric en sals i té una textura franc argil·lollimosa o franc llimosa, amb un contingut mitjà d'argila del 25%. En particular, a la zona de CEa alta (**Figura 2.4**) es van registrar nivells de sodi molt elevats, la qual cosa feia recomanable eliminar l'excés de sodi al complex de canvi mitjançant una esmena calcària, com per exemple amb l'aportació de guix. També, a aquesta zona es van detectar continguts de nitrats molt elevats, atès que els cultius no es desenvolupen i no es consumeix el nitrogen aportat, ni s'elimina pel mal drenatge d'aquests sòls.

Aquesta informació és de gran interès per a la gestió diferenciada de l'aportació d'insums a la parcel·la, ja que si no es milloren les condicions del sòl (i això, en aquest cas particular, pot ser a llarg termini), hi ha zones a la parcel·la amb un potencial productiu molt baix on, per molt fertilitzant que s'aporti, el cultiu no ho aprofitarà.



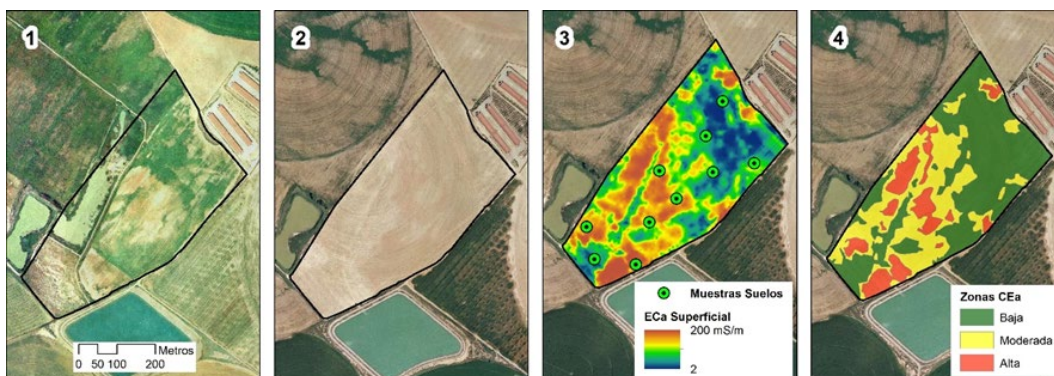


Figura 2. Exemple de mapa de CEa i la seva zonificació en tres zones sobre la base de la reclassificació dels valors, a fi d'establir recomanacions de maneig diferenciat en cultius extensius. 1) Parcel·lació el 1997. 2) Parcel·lació actual. 3) Mapa de la CEa superficial i punts de mostreig per a la caracterització dels sòls. 4) Mapa de zones de maneig diferenciat. Font: elaboració pròpia a partir de dades de CEa adquirides amb el sensor Veris 3100 en estudis realitzats pels autors i ortofotos històriques d'IDEARAGON (Infraestructura de Datos Espaciales de Aragón).

Crèdits

La informació aquí descrita està publicada a: Martínez-Casasnovas, J.A., Arnó, J., Escolà, A., 2022. Sensores de conductividad eléctrica aparente para el análisis de la variabilidad del suelo ne Agricultura de Precisión. En: A. Namesny, C. Conesa, L. Martín, P. Papasseit (Eds.), Tecnología Hortícola Mediterránea. Evolución y futuro: viveros, frutales, hortalizas y ornamentales. Biblioteca de Horticultura, SPE3 S.L., Valencia, España. 1077 pp. ISBN: 978-84-16909-46-9. https://issuu.com/horticulturaposcosecha/docs/tecnologia_horticola_mediterranea, pag 775-796.

Referències

- Fridgen, J.J., Kitchen, N.R., Sudduth, K.A., Drummond, S.T., Wiebold, W.J., Fraisse, C.W. (2004). Management Zone Analyst (MZA). Agronomy Journal, 96: 100-108.
- Monteiro Santos, F.A., Triantafilis, J., Taylor, R., Holladay, S., Bruzgulis, K.E. (2010). Inversion of conductivity profiles from EM using full solution and a 1-D laterally constrained algorithm. Journal of Engineering and Environmental Geophysics, 15: 163-174.
- Uribeetxebarria, A., Daniele, E., Escolà, A., Arnó, J., Martínez-Casasnovas, J.A. (2018a). Spatial variability in orchards after land transformation: Consequences for precision agriculture practices. Science of the Total Environment, 635: 343-352.
- Uribeetxebarria, A., Arnó, J., Escolà, A., Martínez-Casasnovas, J.A. (2018b). Apparent electrical conductivity and multivariate analysis of soil properties to assess soil constraints in orchards affected by previous parcelling. Geoderma, 319:185-193.





REPOSITORI DIGITAL
AGRICULTURA DE PRECISIÓ



L'autoria d'aquest document és del **Grup de Recerca en Agrària i Agricultura de Precisió** i ha estat elaborat per José Antonio Martínez Casasnovas amb la coordinació d'Àlex Escolà i 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



Generalitat de Catalunya
Departament d'Acció Climàtica,
Alimentació i Agenda Rural



Fons Europeu Agrícola
de Desenvolupament Rural:
Europa inverteix en les zones rurals