

# ÚS DE MONITORS DE COLLITA I IMATGES DE SATÈLLIT EN VITICULTURA: OPORTUNITAT DE LA VEREMA SELECTIVA

**JAUME ARNÓ;<sup>1</sup> JOSÉ A. MARTÍNEZ-CASASNOVAS;<sup>2</sup> XAVIER BORDES;<sup>3</sup>**

**JOAN R. ROSELL<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> DEPARTAMENT D'ENGINYERIA AGROFORESTAL, UNIVERSITAT DE LLEIDA

<sup>2</sup> SERVEI CIENTIFICOTÈCNIC SIG I TELEDETECCIÓ, UNIVERSITAT DE LLEIDA

<sup>3</sup> CODORNÍU, DIVISIÓ AGRÍCOLA, BODEGAS RAIMAT  
*jarno@eagrof.udl.es*

## Resum

La utilització de sensors i monitors de collita en veremadores ha posat de manifest que la producció de raïm dins una mateixa parcel·la pot ser molt variable. Ara bé, com s'obté un mapa de collita en vinya?, quina informació es pot treure d'un mapa de collita? Els viticultors són coneixedors de la variabilitat espacial de les seves vinyes, la qual afecta no només la producció, sinó també determinats paràmetres relacionats amb la qualitat del raïm. En aquest sentit, l'anàlisi de la possible influència de la variabilitat intraparcèl·laria de la collita sobre la qualitat del raïm és una circumstància que també cal tenir en compte. En aquesta comunicació es fa una sinopsi sobre els mètodes d'obtenció de mapes de verema a partir de les dades subministrades pels monitors de collita, i sobre l'oportunitat de la utilització conjunta d'aquests mapes i imatges de satèl·lit a l'hora de planificar la verema selectiva sobre la base de la delimitació de zones de maneig (recol·lecció) diferencial.

## 1. Introducció

Fruit de la col·laboració entre Codorníu i la Universitat de Lleida s'estan portant a terme, a la finca vitivinícola de Raimat (Lleida), des de l'any 2002, un seguit de projectes sobre diferents aspectes relacionats amb la viticultura de precisió (Arnó *et al.*, 2005). L'obtenció de mapes de verema, la quantificació de la variabilitat espacial de la collita i l'anàlisi de les possibles causes d'aquesta variació han centrat una part important d'alguns dels estudis realitzats. Per això, en la primera part de la comunicació es mostra el fonament dels sensors i dels monitors de collita, i la metodologia utilitzada per a l'obtenció dels mapes de verema.

El plantejament de la verema selectiva d'una parcel·la arran la possible variabilitat espacial de certs paràmetres de qualitat del raïm és, sens dubte, un dels temes de recerca de més actualitat. En aquest sentit, la segona part de la comunicació mostra la idoneïtat dels mapes de verema (atesa la seva estabilitat temporal) i de les imatges de satèl·lit per a la delimitació de zones de diferent qualitat global dins una mateixa parcel·la, per a fer-ne factible la seva verema diferencial en l'espai i/o en el temps.

L'obtenció d'un mapa de collita, a partir de la informació subministrada per un monitor instal·lat en una veremadora, és una tasca relativament senzilla (Arnó *et al.*, 2005), però, la interpretació adequada d'un mapa de collita pot arribar a ser més complicada. De fet, les qüestions que preocupen el viticultor són diverses: per què la collita és tan diferent dins d'una mateixa parcel·la?; quines són les causes d'aquesta variació?; si la producció és variable, també ho serà la qualitat del raïm?, estaria justificat, tècnicament i econòmicament, portar a terme un maneig diferencial de les parcel·les davant la variabilitat espacial que contenen? La investigació iniciada al final dels anys noranta en països com Austràlia, Sud-àfrica, França, Xile i, una mica més tard, Espanya, comença a fer possible una nova forma de fer i entendre la viticultura, on la idea clàssica de *parcel·la* com a unitat mínima territorial se substitueix pel concepte de *subparcel·la* (o zona de maneig diferencial), els límits de la qual, ara dinàmics, es poden modificar any rere any un cop valorats diferents paràmetres i tenint en compte criteris productius i/o qualitius.

## 2. Sobre l'ús de sensors i monitors de collita en viticultura

### 2.1. Fonament del sistema Farmscan

Atès que la implantació de la viticultura de precisió comença amb la monitorització del rendiment de les parcel·les, és lògic plantejar-se, en primer lloc, què és i com funciona un monitor de collita per a vinya (figures 1 i 2).

El dispositiu que es mostra a les figures 1 i 2 correspon al monitor Canlink 3000, de Farmscan. El sistema consta bàsicament dels elements següents: tres cèl·lules de càrrega (*load cells*), situades a la cinta de descàrrega, un sensor de velocitat de la cinta (detector de proximitat), un receptor de senyal GPS/dGPS, la caixa de connexions i, finalment, el mo-

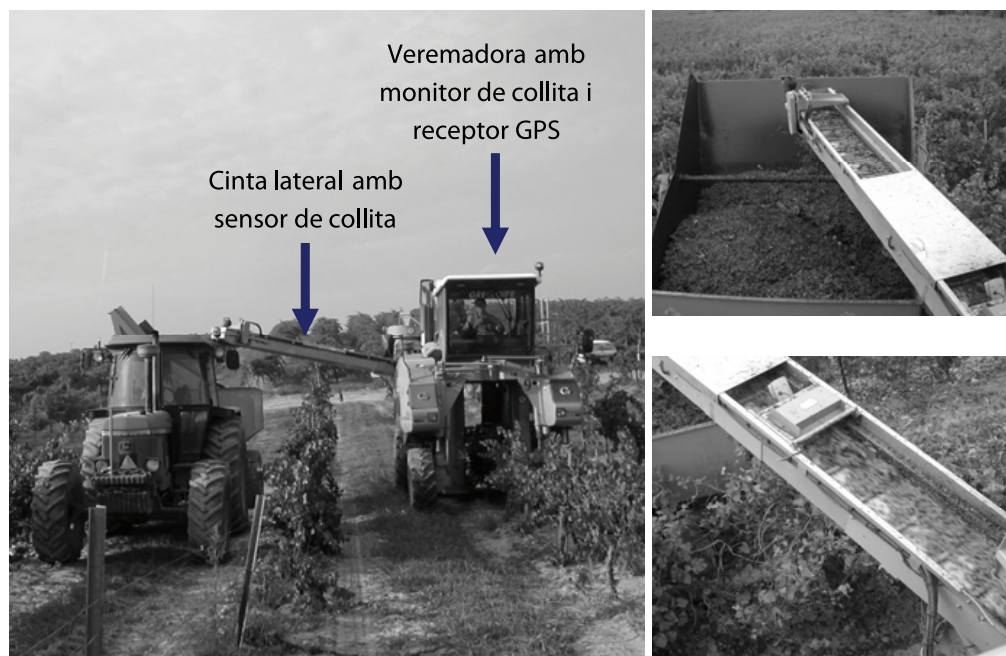


Figura 1. Veremadora Gregoire G-140 SW.

nitor pròpiament dit per a la visualització de la collita en temps real, la configuració del sistema i l'emmagatzemament de les dades. El principi de funcionament és el següent. Havent definit prèviament en el monitor el temps que ha de transcórrer en segons per a la presa de cada dada (temps d'adquisició o temps de cicle), les cèl·lules de càrrega van mesurant el pes del raïm (degudament corregit segons la velocitat de la cinta i la seva inclinació) i el receptor GPS, la posició de la màquina. Coneguda la velocitat de la cinta mitjançant el detector de proximitat (*proximity switch*), la de desplaçament de la màquina (mitjançant el mateix receptor GPS) i l'amplada del carrer o distància entre fileres, el monitor pot calcular finalment el valor de la collita en tones/ha i assignar-li una localització en coordenades GPS. La manipulació adequada de les dades del monitor condueixen a l'obtenció final d'un mapa de verema.

## 2.2. Obtenció de mapes de collita en vinya

A continuació es mostren els mapes de collita d'una parcel·la situada a Raimat (Lleida), concretament de la parcel·la 5 (Merlot), de 8,3 ha i amb un marc de plantació de 3,2 m × 2,1 m. Per a l'obtenció de les dades necessàries, es va utilitzar una veremadora Gregoire G-140 SW (figura 1), equipada amb receptor GPS/dGPS i amb el monitor de collita Canlink 3000 mostrat en la figura 2. Les dades obtingudes corresponen a la verema de l'any 2002.

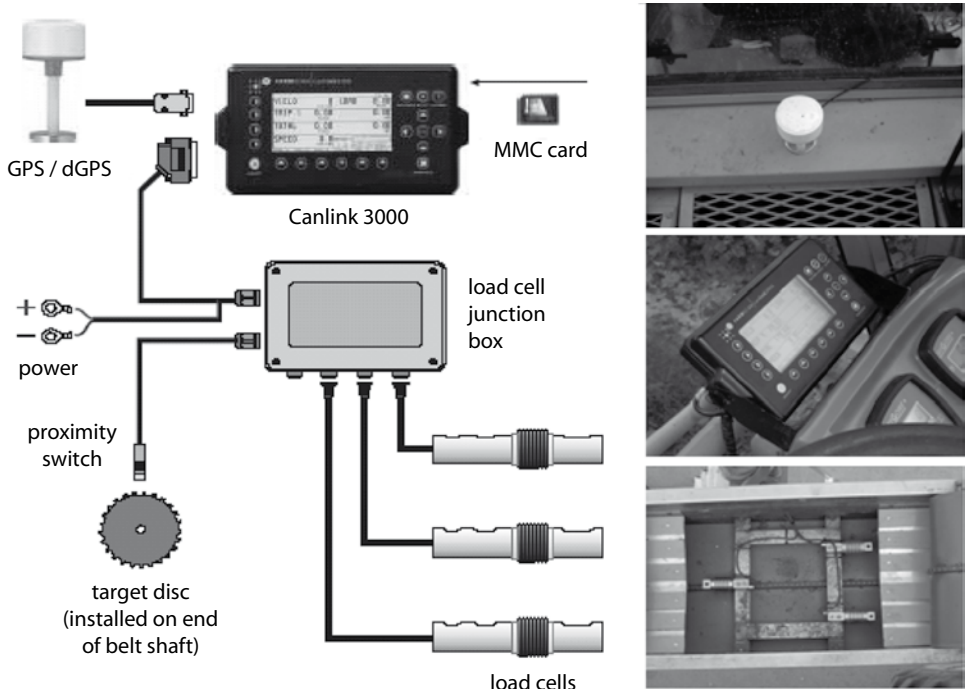


Figura 2. Monitor de collita Canlink 3000.

Si bé la collita mitjana fou de 14,990 t/ha, varen ser especialment destacables els valors de dispersió de la collita dins la parcel·la. Així, amb un rang de variació en t/ha de 0,026; 31,980, es varen assolir valors de la desviació estàndard de 5,672 t/ha i del 37,84 % del coeficient de variació. Si ens fixem en el mapa *b* de la figura 3, és evident l'existència d'un patró de variació espacial de la collita en aquesta parcel·la. El fet que es mostrin quatre mapes diferents de la mateixa parcel·la (figura 3) obeeix a la utilització de quatre metodologies diferents de mapeig.

Seguint les directrius establertes per Bramley (2005) per a l'obtenció de mapes de verema, la idea era la construcció de quatre mapes de superfície on els valors interpolats, a partir de les dades originals subministrades pel monitor, es projectaven segons una malla quadrada (o mida de pixel) de 3 m. Les diferències entre els quatre mapes eren degudes a l'aplicació de quatre mètodes diferents d'interpolació espacial (*kriging*). Així, els mapes *a* i *b* es varen construir sobre la base de la consideració d'un únic variograma global a escala de parcel·la, i la diferència entre ambdós mapes és la realització d'una interpolació o *kriging* puntual en *a* i una interpolació en blocs de 10 m, en *b*. En els mapes *c* i *d* es varen repetir els dos tipus d'interpolació espacial (puntual en *c* i en blocs de 10 m en *d*), però tenint en

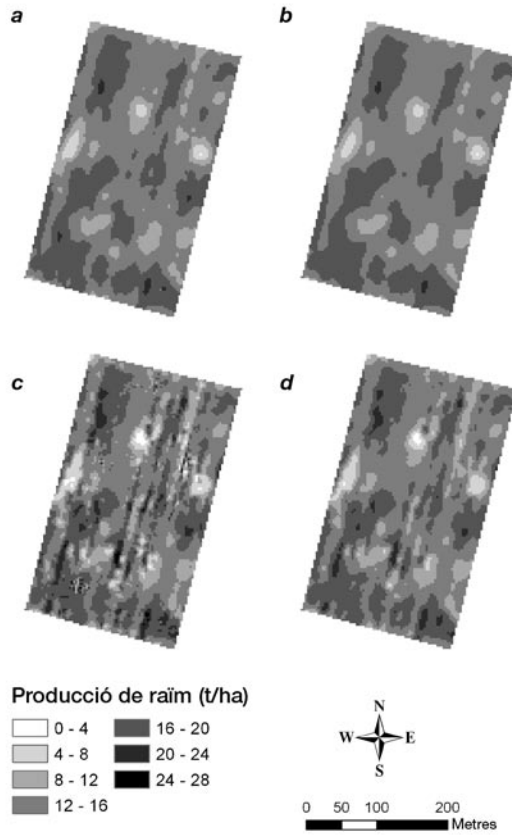
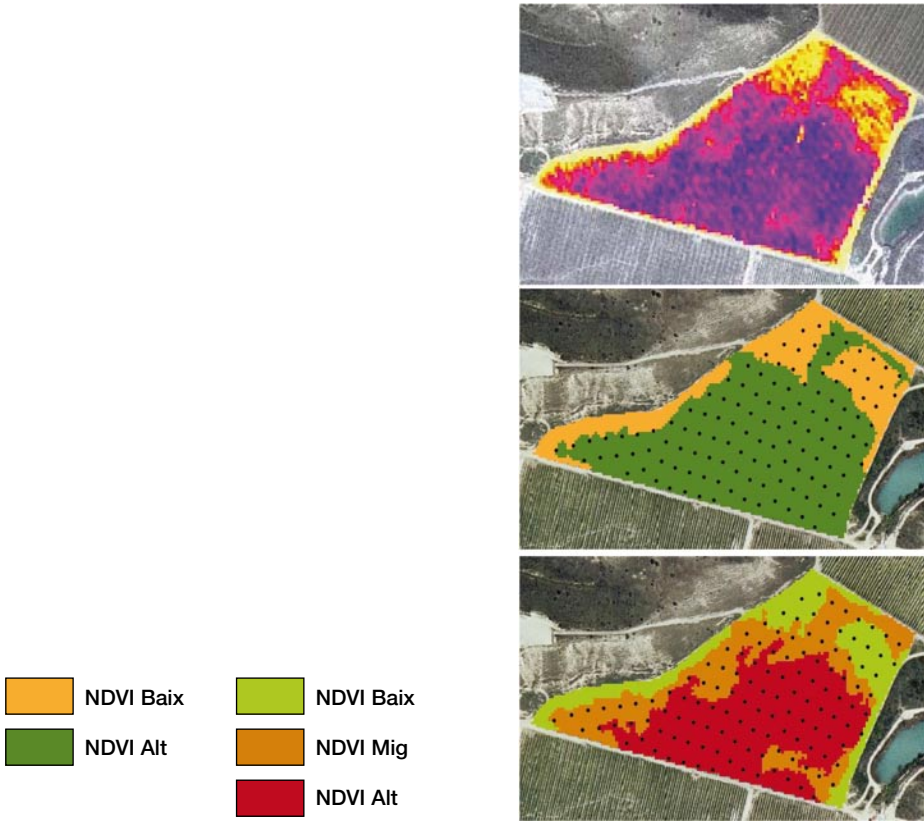


Figura 3. Mapes diferents de la mateixa parcel·la.

compte la informació de variabilitat espacial continguda als variogrames locals per a cadascun dels punts interpolats. El resultat final (dades no mostrades) va permetre concloure que el mapa *d*, resultant de la interpolació en blocs i de la consideració d'una possible estructura de variació local de la collita, era el tipus de mapa que discriminava d'una manera més efectiva les diferents zones de producció existents dins la parcel·la. En la línia apuntada per Whelan *et al.* (2001), es podia concloure que la interpolació en blocs sobre la base de variogrames locals era l'opció més convenient per a la construcció de mapes de collita en vinya.

### 3. Sobre l'ús d'imatges de satèl·lit en viticultura

Les investigacions més recents en el camp de la viticultura de precisió han demostrat, a més de l'estabilitat temporal dels mapes de collita, que la delimitació dins una parcel·la d'una








Clúster NDVI	Collita (t/ha)	Grau (°Bé)	pH	Acidesa (g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /l)	IPT	Color
	4,7a	14,2a	3,9a	2,6a	13,4a	4,9a
	7,5b	14,3a	3,7b	3,1b	11,7b	4,0b
Clúster NDVI	Collita (t/ha)	Grau (°Bé)	pH	Acidesa (g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /l)	IPT	Color
	4,7a	13,7a	3,9a	2,6a	13,7a	4,8a
	6,3b	14,8b	3,8a	2,8b	12,7b	4,5a
	7,8c	14,1a	3,7b	3,2c	11,3c	3,9b

Figura 4. Parcel·la 12 (Cabernet Sauvignon), i els punts representatius dels 128 ceps mostrejats.

quantitat petita de zones de diferent productivitat (dos o tres zones) aconseguix discriminar de igual manera zones de diferent qualitat del raïm (en general, les zones de la parcel·la amb menor collita solen presentar una millor qualitat del raïm enfront de les zones més productives) (Bramley i Hamilton, 2004). Aprofitant el fet que els ceps més productius solen ser els ceps de més vigor (o més desenvolupament foliar), i la possibilitat que ofereixen les imatges de satèl·lit de poder discriminar satisfactòriament les zones de diferent vigor dins les parcel·les de vinya (sobre la base de l'obtenció de l'índex de vegetació de la diferència normalitzada, NDVI), es va portar a terme una experiència per tal de comprovar la idoneïtat de les imatges de satèl·lit com a eina de discriminació intraparcèl·laria de zones de diferent qualitat.

En la figura 4 es mostra la parcel·la 12 (Cabernet Sauvignon), de 5,01 ha, i els punts representatius dels 128 ceps mostrejats. Concretament, es varen obtenir dades de qualitat sobre el grau, el pH, l'acidesa total, l'índex de polifenols totals (IPT) i el color del most (Agelet, 2007). Prèviament, s'havia classificat la imatge (NDVI) en dos i tres nivells, mitjançant una anàlisi de conglomerats (anàlisi clúster). La realització final d'una anàlisi de la variància (ANOVA) per a cadascun dels paràmetres de qualitat segons els clústers de vigor (figura 4), va fer possible la comprovació de diferències significatives entre els clústers i, per tant, la validació de l'eficàcia del NDVI com a índex de zonificació de la qualitat en vinya. Sens dubte, aquests resultats demostraven que la verema selectiva sobre la base de la zonificació de la parcel·la podia ser una opció a tenir en compte a l'hora de diferenciar la qualitat del raïm i, en definitiva, una tècnica molt interessant a l'hora d'elaborar i comercialitzar vins de qualitats també significativament diferents.

## Bibliografia

AGELET, J. (2007), «Predicció de paràmetres de qualitat en vinya a partir d'imatges de satèl·lit d'alta resolució i índexs de fertilitat del conreu», projecte final de carrera, J. A. Martínez-Casasnovas (tut.), ETSEA, Universitat de Lleida.

ARNÓ, J.; BORDES, X.; RIBES-DASI, M.; BLANCO, R.; ROSELL, J. R.; ESTEVE, J. (2005a), «Obtaining grape yield maps and analysis of within-field variability in Raimat (Spain)». A: STAFFORD, J. V. (ed.), *Precision Agriculture'05: Proceedings of the Fifth European Conference on Precision Agriculture*, Wageningen, Wageningen Academic Publishers, p. 899-906.

ARNÓ, J.; MARTÍNEZ-CASASNOVAS, J. A.; BLANCO, R.; BORDES, X.; ESTEVE, J. (2005b), «Vitivicultura de precisió a Raimat (Lleida): experiències durant el període 2002-2004», *ACE - Revista d'Enologia*, núm. 73, p. 12-17.

BRAMLEY, R. G. V., «A protocol for the construction of yield maps from data collected using commercially available grape yield monitors». *Supplement No. 1* [en línia]. Adelaide, Austràlia: Cooperative Research Centre for Viticulture, febrer 2005 <[www.crcv.com.au/research/programs/one/Protocol%20Supp1.pdf](http://www.crcv.com.au/research/programs/one/Protocol%20Supp1.pdf)> [Consulta: 1 març 2006].

BRAMLEY, R. G. V.; HAMILTON, R. P. (2004), «Understanding variability in winegrape production systems. 1. Within vineyard variation in yield over several vintages», *Australian Journal of Grape and Wine Research*, núm. 10, p. 32-45.

WHELAN, B. M.; MCBRATNEY, A. B.; MINASNY, B. (2001), «Vesper-Spatial Prediction Software for Precision Agriculture». A: GRENIER, G.; BLACKMORE, S. (ed.), *Proceedings of the Third European Conference on Precision Agriculture*, Montpellier, Agro-Montpellier, p. 139-144.