

OTIVINYA: Optimització del control de maduració i quantitat de la collita de la vinya**Resum**

El projecte té com a finalitat fer ús de la tecnologia per tal d'avaluar l'estat de les parcel·les en la seva totalitat, posant el focus en la gestió de l'explotació com a conjunt de parcel·les. La unitat de gestió i estudi han estat les actuals parcel·les agrícoles. Per això, aquesta eina que s'ha desenvolupat, pot ser de gran ús per associacions que agrupen gran quantitat de productors, com per exemple les cooperatives, les ADV, les DO, etc.

Amb aquest objectiu, el projecte s'ha basat en determinar la utilitat de la teledetecció d'alta resolució mitjançant series temporals d'imatge satèl·lit i imatges puntuals amb sistemes dron per a la determinació del vigor de les plantes i correlacionar-lo amb diferents variables que permetin preveure la quantitat de collita i la seva classificació en funció de la qualitat. Per això, a més de capturar dades des de sistemes aeris per tal de calcular índex de vegetació, durant el projecte s'ha fet un intens treball de camp per tal de mesurar paràmetres de rendiment i qualitat del raïm des de la finalització del verol (100%) fins a verema. La relació existent entre aquests paràmetres permet establir algorismes que són base per establir prediccions avançades de rendiments de collita i data de collita òptima en funció de la velocitat de maduració del raïm ja que una de les variables que incideixen en l'evolució de la maduració és l'estat de la coberta vegetal (vigor, densitat, estat sanitari, etc.). Cal remarcar que a més, la peculiaritat de la zona del Penedès, és que la vinya es produeix sota condicions de secà, fent molt més complicat el seguiment i predicció dels paràmetres de creixement del cultiu i maduració del raïm.

Objectius

L'objectiu principal del projecte és tractar de proveir al sector vitivinícola (especialment el de secà) d'eines per fer un control de la quantitat de la collita i de maduració de les diferents parcel·les per poder determinar tan la data de verema de forma més acurada i objectiva com de la seva qualitat a partir de dades obtingudes amb sistemes de teledetecció.

Com a objectius específics s'ha establert:

- Desenvolupar la correlació i validació de les dades aèries amb les variables de camp per a cadascuna de les varietats en estudi (Xarel·lo i Macabeu).
- Confeccionar corbes de creixement al llarg del període de maduració del raïm per tal de poder determinar de manera avançada les previsions de collita.
- Determinar models de classificació per tractar de projectar paràmetres de qualitat a les diferents parcel·les de l'estudi.
- Avaluar la qualitat enològica de les vinificacions produïdes a partir de la collita dels diferents grups estudiats.
- Avaluar la viabilitat econòmica de les accions dutes a terme.

Descripció de les actuacions dutes a terme en el projecte**1. Teledetecció per al seguiment del cultiu:**

Selecció de 30 parcel·les vitivinícoles per digitalitzar els seus contorns segons les unitats de control agronòmic i carrega a la plataforma online E-STRATOS, que ofereix la possibilitat d'obtenir i visualitzar les dades de satèl·lit a una resolució de 3,5 m/píxel.

Des de març de 2018 i fins a finals de setembre de 2020 es va prendre una imatge setmanal per satèl·lit de cadascuna d'aquestes 30 parcel·les vitícoles. Es van definir un total de 63 blocs experimentals dins de les parcel·les classificats en 3 vigors (Alt, Mig i Baix). Per a cada bloc setmanalment s'han extret els valors del Normalized Differential Vegetation Index (NDVI). Paral·lelament, l'última setmana de juliol dels anys 2018 i 2019 es van sobrevolar totes les parcel·les del projecte amb l'ajuda d'un dron d'ala fixa (de l'empresa Catuav), equipat amb una càmera multiespectral de 5 canals, B, G, R, RE, i NIR (Micasense Red Edge), amb l'objectiu de validar les informacions dels satèl·lits.

2. Mostreig a camp per fer seguiment de la maduració:

Entre verol 100% i collita, es van establir diferents jornades de mostreig a camp per tal de poder determinar el moment de maduració del raïm de cada bloc experimental i relacionar-lo amb la informació obtinguda mitjançant les tècniques de teledetecció. Per a cada bloc experimental i data de mostreig es van prendre 2 repeticions. Les dades que se n'extreien, eren: Pes de 100 baies, volum desplaçat per a les 100 baies, Calibre mitjà de la baia, Graus Brix, Grau alcohòlic probable, pH i Acidesa Total expressada pel Tartàric. Un cop a verema, es van planificar 10 micro-vinificacions per temporada de blocs experimentals.

3. Avaluació de la qualitat:

L'objectiu final del projecte és poder ajudar als responsables de cada celler que han de prendre la decisió de quan s'ha de collir, i sobre tot quines parcel·les cal collir. Així es va proposar com a objectiu avaluar la qualitat que cada enòleg (de cada celler) posaria a la combinació entre els paràmetres grau, pH i Acidesa Total (ATOT). Per fer-ho, els tres paràmetres de qualitat de les mostres de verema dels blocs experimentals en els que es van fer les micro-veremes es van passar a cegues als enòlegs de cadascun dels cellers beneficiaris, que les van classificar en Excel·lent, Bo i Regular segons el seu criteri.

4. Protocol d'anàlisi de les dades:

Després de comparar les evolucions del vigor entre parcel·les dins el mateix any i entre anys, es va optar per calcular la integral de la corba descrita pels valors setmanals de NDVI recollint els valors i dinàmiques del vigor en els moments de brotació i creixement actiu dels sarments (abril-juliol) fins que son retallats. Degut a la gran quantitat de variables descriptives per a cadascuna de les micro-parcel·les en estudi de que es disposen, en el projecte Optivinya s'han fet servir algoritmes multivariants i de Machine Learning per tal de poder trobar les relacions entre diverses variables que queden amagades i que no són visibles quan es comparen dos variables en una regressió lineal simple. Per aquest motiu es va utilitzar el mètode de Components Principals (Principal Component Analysis, PCA) així com els models de Machine Learning Random Forest (RFC), Decision Tree (CART), K-nearest Neighbors (KNN), Naive Bayes (NB) i Support Vector Machine (SVM). A priori, RFC és l'algoritme que pot funcionar millor pel tipus de dades que tenim, ja que treballa de forma satisfactòria amb classificacions multi-classe (més de 2 classes).

Resultats finals i recomanacions pràctiques

1. Teledetecció per al seguiment del cultiu:

Possibilitat de realitzar un seguiment setmana per setmana dels mapes de variabilitat a cada parcel·la vitivinícola, fer comparacions entre parcel·les i anys, o parcel·les i dates, a més de disposar d'alertes per variacions sobtades de vigor.

S'ha comprovat en aquest projecte que els mapes calculats mitjançant les imatges satèl·lits representen les condicions vegetatives de la vinya d'una forma fidedigna, permetent comparacions relatives i absolutes de vigor fiables.

La informació proporcionada pel satèl·lit és altament fiable i ens permet determinar diferències de vigor entre vinyes, i aquestes diferències son consistents entre dates.

2. Seguiment-predicció quantiat, maduració i qualitat

La diferència de pes de 100 baies entre els anys 2018 i 2019 és significativa ($\alpha=0.05$), tant considerant les dues varietats (Macabeu i Xarel·lo) en conjunt o per separat. En quant a les diferències entre el creixement

de la baia i la zona de vigor a la parcel·la, no s'han trobat diferències significatives per cap de les dues temporades.

S'han confeccionat regressions entre el creixement percentual del raïm (de verol a verema) i l'índex NDVIacum, i s'ha trobat una relació positiva i significativa entre aquests dos valors, fet que porta a pensar que es pot estimar el creixement percentual del fruit a partir de les dades de teledetecció.

Aquesta informació es podrà fer servir aquesta informació per millorar les prediccions de collita i sobre tot poder-les fer d'una forma més eficient per incrementar el número de parcel·les estimades.

Malgrat Optivinya no tenia com a objectiu determinar els paràmetres qualitius del raïm (grau, pH i acidesa) mitjançant la teledetecció i l'anàlisi de dades es va estudiar la correlació entre les dades espectrals i les analítiques del raïm. Aquestes regressions son altament significatives per Graus Brix ($R^2 = 0,79$) i no tant importants per pH i ATOT.

Per últim, s'ha procedit a dissenyar un model de predicció del grup de qualitat al que pertanyen cadascuna de les mostres dels anys 2018 i 2019 per separat (pel disseny experimental no es permet fer aquest model amb les mostres de 2018 i 2019 agrupades). El resultat és una pre-classificació de les parcel·les el 15 d'agost de cada any amb una fiabilitat promig del 63% (la classificació és més fiable el 2018 que el 2019). Quan es van afegir les dades dels mostrejos realitzats a camp es va poder incrementar la fiabilitat fins a un 80%, millorant la planificació de la collita.

En quant a les microvinificacions, per les dues varietats, els mostos de parcel·les qualificades com Alt Vigor presenten valors superiors d'acidesa total, àcid màlic, i N amoniacal i amínic. També presenten valors inferiors en els paràmetres de grau Brix, grau alcohòlic en potència i àcid tartàric.

Cal tenir present per interpretar aquests resultats el número limitat de mostres (microvinificacions) emprades per aquest anàlisi, ja que només s'han inclòs 10 microvinificacions per any, de dues varietats diferents i tres vigors per varietat, reduint en gran manera les mostres per varietat i vigor.

Conclusions

Amb el projecte Optivinya, junt amb d'altres que també incideixen en el Penedès (GLOBALVITI, ADAPTSEQUERA, CLINOMICS, Observatori de la Sequera...) s'ha contribuït a iniciar aquesta transformació digital a camp amb la introducció de tecnologia que permeti al celler a fer una millor planificació dels actius de que es disposen a la vinya i que impactaran directament amb la qualitat final del producte elaborat.

Amb la tecnologia per satèl·lit proporcionada per nous sistemes amb una alta freqüència de pas i alta resolució s'han pogut trobar: 1) Diferències en el vigor de les plantes i relacionar aquestes diferències amb els paràmetres productius més importants i 2) S'ha vist que la producció potencial del cep queda relacionada, entre altres factors, amb la quantitat de massa vegetal que disposa la planta, i aquesta densitat vegetal pot ser monitoritzada i quantificada mitjançant l'àrea que es defineix sota l'evolució temporal de l'índex NDVI.

Tot i la escassa mida temporal, espacial i ambiental de l'històric de mostres amb que s'ha treballat, s'ha aconseguit: 1) Una bona correlació entre els paràmetres de vigor i el creixement percentual del fruit des de verol a verema i 2) Això obre les vies per fer més viable una predicció de producció a gran escala (moltes parcel·les a la vegada) fent que els mostreigs a camp puguin reduir-se aconseguint nivells de precisió similars.

Els models dissenyats han tingut bona resposta tot i el baix número de mostres de partida, amb nivells de precisió de fins al 63% (pujant fins el 80% si s'introdueix un mostreig a camp de 15 a 20 dies abans de verema).

Pel que fa a la viabilitat econòmica, i comptant que avui en dia la informació de partida (dades satèl·lit i ambientals) te un cost màxim de 10 €/ha*any, considerem que el preu no ha de ser una barrera d'entrada. Gràcies a les eines i protocols descrits en el present projecte, es fa viable el control de grans superfícies de conreu, disseminades i normalment petites com les que trobem sovint a Catalunya, i que d'una altra forma es fa molt difícil poder disposar de mitjans humans per a procedir a la seva monitorització contínua. En el cas de poder establir d'una forma robusta i fiable les taxes de precisió en la predicció observades en el mètode combinat de teledetecció + un mostreig a camp, aquest protocol de treball proporciona una reducció important del número de mostreigs i de les hores destinades a agafar mostres i analitzar-les al laboratori.

Líder del Grup Operatiu

ENTITAT: MASIA VALLFORMOSA SL

E-MAIL DE CONTACTE: ferran.vila@vallformosa.com

Coordinador del Grup Operatiu

ENTITAT: ASSOCIACIÓ AEI INNOVI

E-MAIL DE CONTACTE: emontcada@innovi.cat;mmonera@innovi.cat

Altres membres del Grup Operatiu (perceptors d'ajut)

ENTITAT: JUVE & CAMPS, SA

E-MAIL DE CONTACTE: ferran@juveycamps.com

ENTITAT: CELLER JOSEP PIÑOL,SA

E-MAIL DE CONTACTE: vinya@joseppinyol.com

Altres membres del Grup Operatiu (no perceptors d'ajut)

ENTITAT: INCAVI

E-MAIL DE CONTACTE: Xoan.elorduy@gencat.cat

ENTITAT: IRTA

E-MAIL DE CONTACTE: felicidad.deherralde@irta.cat

Àmbit/s temàtic/s d'aplicació

- Sistema de producció agrària
- Pràctica agrària
- Equipament i maquinària agrària
- Ramaderia i benestar animal
- Producció vegetal i horticultura
- Paisatge / Gestió del territori
- Control de plagues i malalties
- Fertilització i gestió dels nutrients
- Gestió del sòl
- Recursos genètics
- Silvicultura
- Gestió de l'aigua
- Clima i canvi climàtic
- Gestió energètica
- Gestió de residus i subproductes
- Gestió de la biodiversitat i del medi natural
- Qualitat alimentària / processament i nutrició

- Cadena de subministrament, màrqueting i consum
- Competitivitat i diversificació agrària i forestal
- General

Àmbit/s territorial/s d'aplicació

PROVINCIA/ES	COMARCA/QUES
Barcelona	Alt Penedès i Anoia

Difusió del projecte (publicacions, jornades, multimèdia...)

Difusió del projecte en la newsletter d'INNOVI (juliol 2018, novembre 2020)
 Presentació del projecte en les memòries d'INNOVI 2018, 2019 i 2020
 Presentació projecte Fires de Maig de Vilafranca (maig 2019)
 Presentació dels resultats preliminars en la Jornada5G i Intel·ligència Artificial (19/02/2020)
 Presentació dels resultats del projecte en la jornada "Digitalització i Viticultura" (gener 2021)

Pàgina web del projecte

www.innovi.cat/optivinya

Altra informació del projecte

DATES DEL PROJECTE	PRESSUPOST TOTAL
Data d'inici (mes-any): juny 2018	Pressupost total: 211.998,48 €
Data final (mes-any): setembre 2020	Finançament DARP: 86.639,38 €
Estat actual: Executat	Finançament UE: 65.359,53 €
	Finançament propi: 59.999,57 €

Amb el finançament de:

Projecte finançat a través de l'Operació 16.01.01 (Cooperació per a la innovació) a través del Programa de desenvolupament rural de Catalunya 2014-2020.

Ordre ARP/133/2017, de 21 de juny, per la qual s'aproven les bases reguladores dels ajuts a la cooperació per a la innovació a través del foment de la creació de grups operatius de l'Associació Europea per a la Innovació en matèria de productivitat i sostenibilitat agrícoles i la realització de projectes pilot innovadors per part d'aquests grups, i Resolució ARP/1868/2017, de 20 de juliol, per la qual es convoca l'esmentat ajut.



Generalitat de Catalunya
 Departament d'Agricultura,
 Ramaderia, Pesca i Alimentació



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