



UNIVERSITAT
ROVIRA i VIRGILI

Treball Final de Grau

Facultat d'Enologia. Universitat Rovira i Virgili

**INFLUÈNCIA DE L'ESPORGA EN PARÀMETRES
FISIOLÒGICS I PRODUCTIUS DE LA VARIETAT
MACABEU**

JORDI CENDRÓS SORLÍ

Grau d'Enologia

Tutora: Sumpta Mateos Fernández

Tarragona, juny 2025

AGRAÏMENTS

M'agradaria donar les gràcies en primer lloc a la meva tutora, Sumptha Mateos, per l'acompanyament rebut durant aquest any d'estudi. L'ajuda no només ha servit per completar el treball sinó que ha estat una font d'aprenentatge o coneixement profund útil per a la vida personal i professional.

A Míriam Lampreave pels consells en el tractament estadístic de les dades; la muntanya hauria estat més alta sense el seu impuls.

A tot l'equip tècnic del laboratori de CEVIPE Grup Cooperatiu, SCCL i Castell d'Or, SL, i en especial a Laia Valldosera per la seva predisposició a l'hora d'analitzar les mostres dels controls de maduració setmana rere setmana.

Gràcies també a Arnau Roig, tècnic ADV de la Cooperativa de Vila-rodonà, per cedir-me i dedicar temps a explicar-me de forma desinteressada el funcionament i processament de dades del mesurador de clorofil·la i nitrogen.

Per acabar, vull donar les gràcies als meus pares, Josep i Imma, per estar sempre al meu costat als moments més difícils durant el treball i ser crítics i fer-me tocar de peus a terra quan tocava. Sense vosaltres el meu amor per la terra no seria el mateix.

Als meus pares, Josep i Imma.

GRÀCIES

ÍNDEX DE CONTINGUTS

RESUM	5
ABSTRACT	6
1.- INTRODUCCIÓ	7
1.1 El sector vitivinícola	7
1.2 El cep i gestió de la canòpia.....	8
2.- OBJECTIUS.....	11
3.- MATERIALS I MÈTODES	12
3.1 Localització de la finca vitícola	12
3.2 La varietat macabeu	12
3.3 Característiques edàfiques.....	13
3.4 Característiques climàtiques	13
3.5 Plantejament de l'estudi	15
3.6 Operacions realitzades i paràmetres analitzats	15
3.6.1 Poda en verd.....	15
3.6.2 Mesures de creixement, vigor vegetatiu i producció.....	16
3.6.3 Penetració de fitosanitaris	17
3.6.4 Seguiment de la maduració del raïm	17
3.6.5 Mesura de la clorofil·la, índex NBI i índex de flavonols de la fulla	18
3.6.6 Poda d'hivern	18
3.7 Anàlisi estadística	18
4.- RESULTATS I DISCUSSIÓ	19
4.1 Mesures de creixement i vigor vegetatiu	19
4.2 Recompte de redoltes i raïms	19
4.3 Penetració de fitosanitaris	20
4.4 Paràmetres de maduració del raïm.....	21
4.5 Mesura de la clorofil·la, índex de flavonols i índex NBI de la fulla	25
4.6 Poda d'hivern	27
5.- CONCLUSIONS	30
6.- BIBLIOGRAFIA	32

ÍNDIX DE FIGURES I TAULES

Figura 1: Parts del cep.	8
Figura 2: Vista aèria de la finca d'estudi amb el visor SIGPAC.	12
Figura 3: Diagrama ombrotèrmic històric gener 2015 - desembre 2024 a Vila-rodona.	14
Figura 4: Diagrama ombrotèrmic abril 2024 – març 2025 a Vila-rodona.	14
Figura 5: Plantejament de la zona d'estudi.....	15
Figura 6: Estadis fenològics de la vinya.	15
Figura 7: Vista dels tractaments de poda en verd realitzats als ceps d'estudi després de la pràctica.....	16
Figura 8: Tira hidrosensible abans de l'ús i maquinària emprada per al tractament fitosanitari.	17
Figura 9: Representació de l'efecte de l'esporga sobre el nombre de redoltes i raïms.	20
Figura 10: Tires hidrosensibles després del tractament fitosanitari.	21
Figura 11: Evolució dels paràmetres físico-químics de la baia de raïm durant la maduració.....	23
Figura 12: Representació de l'evolució d'ATS i pH per CNT, EP i ET durant la maduració del raïm.	23
Figura 13: Representació de l'evolució del pes de 100 baies i GAP per CNT, EP i ET durant la maduració del raïm.....	24
Figura 14: Representació de l'efecte de l'esporga sobre la concentració de clorofil·la a la fulla.	26
Figura 15: Representació de l'efecte de l'esporga sobre l'índex de flavonols a la fulla.	26
Figura 16: Representació de l'efecte de l'esporga sobre l'índex NBI a la fulla.	27
Figura 17: Representació de l'efecte de l'esporga sobre el pes de les redoltes a la poda d'hivern.	28
Figura 18: Representació de l'efecte de l'esporga sobre el diàmetre de les redoltes a la poda d'hivern.....	29
Taula 1: Caracterització edàfica de la finca.	13
Taula 2: Influència de la poda en verd en el creixement i vigor vegetatiu als ceps.	19
Taula 3: Efecte de l'esporga al nombre de redoltes i raïms.	19
Taula 4: Evolució dels paràmetres analitzats en maduració del grup CNT.	21
Taula 5: Evolució dels paràmetres analitzats en maduració del grup EP.....	22
Taula 6: Evolució dels paràmetres analitzats en maduració del grup ET.	22
Taula 7: Efecte de l'esporga sobre la concentració de clorofil·la, índex de flavonols i índex NBI a les fulles.	25
Taula 8: Efecte de l'esporga sobre el pes de les redoltes, el diàmetre de poda i el nombre de talls a la poda d'hivern.....	27

RESUM

La poda en verd manual és una operació realitzada tradicionalment a la vinya però que amb el temps ha anat perdent protagonisme dins del conjunt de pràctiques realitzades als ceps. L'objectiu d'aquest treball és avaluar l'efecte de l'esporga sobre el conjunt de paràmetres reconeguts clàssicament on aquesta pràctica té influència i veure si, realment, la decisió d'alguns viticultors de deixar-la de fer té sentit en la viticultura i enologia actual. Durant un període de 8 mesos (juny 2024-gener 2025) s'han realitzat mesures periòdiques dels paràmetres estudiats en ceps de la varietat macabeu sense gestió de canòpia (CNT), amb una gestió de canòpia intermèdia (EP) i una gestió de canòpia més agressiva (ET).

No s'han trobat diferències significatives per les mesures de creixement i vigor vegetatiu, si bé sí que se n'observen en el número de redoltes i raïms restants després de l'esporga. La penetració dels fitosanitaris també va millorar en aquells ceps en què s'havia fet la pràctica de poda en verd, de la mateixa manera que la cinètica madurativa és més ràpida en aquestes mateixes plantes. La poda en verd no té un impacte significatiu en l'índex de flavonols mesurat a les fulles, però sí que suposa un canvi significatiu en la concentració de clorofil·la i, per conseqüència, a l'índex NBI. Tampoc es perceben diferències significatives en el diàmetre de les redoltes i el pes de les restes de poda durant la poda d'hivern, encara que sí en els talls que s'han de fer durant aquesta pràctica.

Es pot concloure que el fet de realitzar la poda en verd sí que mostra una tendència avantatjosa respecte de no fer-ho, però no hi ha resultats significatius que demostrin que és millor fer-ho d'una forma més o menys agressiva. No obstant, el temps d'estudi és limitat i els resultats obtinguts no es poden atribuir de forma certa a l'esporga, pel que fóra necessari ampliar el període d'experimentació per confirmar les tendències observades.

Paraules clau: Poda en verd, esporga, macabeu, creixement vegetatiu, penetració de fitosanitaris, maduració, clorofil·la, flavonols, vinya, gestió de la canòpia.

ABSTRACT

Manual green pruning is a traditional vineyard operation that has gradually lost importance among the set of practices applied to grapevines. The aim of this study is to evaluate the effect of green pruning on a range of parameters classically associated with this practice, and to evaluate whether the decision by some winegrowers to abandon it is justified in the context of modern viticulture and oenology. Over a period of eight months (June 2024-January 2025), periodic measurements were carried out on vines of Macabeu variety under three canopy management treatments: no canopy management (CNT), moderate canopy management (EP), and intensive canopy management (ET).

No significant differences were found in growth and vegetative vigour measurements; however, differences were observed in the number of shoots and clusters remaining after thinning. The penetration of phytosanitary products also improved in the vines that had undergone green pruning, and the ripening kinetics progressed more rapidly in those plants. Green pruning had no significant impact on the flavonol index measured in the leaves, but it did result in significant changes in chlorophyll concentration and, consequently, in the NBI index. No significant differences were found in the diameter of the shoots or in pruning waste weight during winter pruning, although differences were observed in the number of cuts required.

Overall, green pruning appears to provide certain advantages compared to not performing it, although no significant results were obtained regarding whether it is better to perform it more or less aggressively. Given the limited duration of the study, the observed trends cannot be conclusively attributed to shoot thinning, and a longer experimental period would be necessary to confirm the findings.

Keywords: Green pruning, shoot thinning, Macabeu, vegetative growth, phytosanitary penetration, ripening, chlorophyll, flavonols, vineyard, canopy management.

1.- INTRODUCCIÓ

1.1 El sector vitivinícola

La península ibèrica és coneguda arreu a dia d'avui per la seva llarga i reconeguda tradició vitivinícola. L'existència de diverses troballes en jaciments estesos pel territori espanyol demostren el seu origen al voltant dels segles VIII-IV aC, en època de grecs i fenicis (Celestino & Blánquez, 2007). És durant l'Imperi romà que la vinya i el vi arriben al seu auge expansiu, i pateixen una gran sacsejada amb la invasió àrab a partir de l'any 711 (Yravedra, s.d.).

A mesura que els territoris reconquistats augmentaven, el cultiu de la vinya i la producció de vi ho feien de la mà; aquesta tònica fou constant fins l'any 1878, quan la fil·loxera (*Daktulosphaira vitifoliae*) entrà a Espanya per la província de Màlaga, poc després per Girona i també pel curs del riu Duero a Portugal (Piqueras, 2005). Aquest insecte va causar un gran impacte a la vitivinicultura espanyola, arribant a destruir 1 036 807 hectàrees de vinya fins l'any 1909. La solució a aquesta plaga fou l'empelt amb peu americà, del qual s'obtenia una part aèria que produïa un raïm amb les característiques de *Vitis vinífera* i les arrels del peu americà, resistent a la fil·loxera (Azcarate, 1996). Tot i això, la viticultura espanyola va tardar tres dècades a recuperar-se del sotrac i va perdre pel camí varietats autòctones d'arreu del territori estatal. No obstant, la proliferació de cooperatives i l'aposta per les Denominacions d'Origen Protegides van fer treure el cap a un sector tocat de mort (García-Escudero & Martínez-Zapater, 2022).

La vitivinicultura espanyola va quedar ancorada a la producció tradicional i aquesta situació es va fer palesa amb l'entrada a la Comunitat Econòmica Europea l'any 1986; Espanya es trobava en un clar desavantatge respecte la resta de competidors de la Comunitat per la seva manera de concebre el cultiu de la vinya. En aquell moment i davant la impossibilitat de lluitar al mercat, es plantejaren dues noves estratègies: per una banda, mantenir la concepció clàssica però posant èmfasi en la qualitat i tipicitat que envolta el territori i, per una altra, una viticultura enfocada en la producció abundant, sacrificant la representativitat de la zona. Fruit d'això en va sortir un sector molt més enfortit que ha perdurat fins a dia d'avui, tot i que afronta els nous reptes climàtics i de mercat amb preocupació davant d'un nou canvi de paradigma (García-Escudero & Martínez-Zapater, 2022).

Espanya, amb dades del 2020, té un total de 23,9 milions d'hectàrees totals conreades, de les quals 860 024 (un 3,6%) ho són de vinya (INE, 2020). D'aquesta superfície l'any 2023 se'n van obtenir 28,4 milions d'hectolitres (OIV, 2023), i el conjunt del sector vitivinícola va generar més de 20 330 milions d'euros de valor afegit brut, al voltant del 2% del PIB espanyol (OIVE, 2023).

Pel que fa a Catalunya, també amb dades del 2020, la superfície conreada és de 763 395 hectàrees, de les quals un 7,8% (59533 hectàrees) són de vinya (IDESCAT, 2020). El volum de vi i most català l'any 2023 va ser superior als 1,9 milions d'hectolitres (OARA, 2024) i la facturació al voltant d'aquest volum fou de 3 267 milions d'euros, que representà un 1,2% del PIB de Catalunya (ACCIÓ, 2024).

1.2 El cep i gestió de la canòpia

El cep és un arbust sarmentós i trepador que dona com a fruit el raïm. La morfologia de la planta es pot dividir en tres parts (Figura 1): el sistema radicular, que ajuda a la planta en l'absorció i emmagatzematge de nutrients i aigua a més de fixar-la al sòl; el rabassó o tronc, que és permanent, origina els braços de la planta i defineix el sistema de conducció i, per últim, els braços i les redoltes o sarments. Dels primers n'hi surten les redoltes i els rebrots, mentre que de les segones se'n deriven les fulles, els raïms, els cavalls o néts i els circells (Hellman, 2003). D'aquesta part aèria també se'n pot dir canòpia.

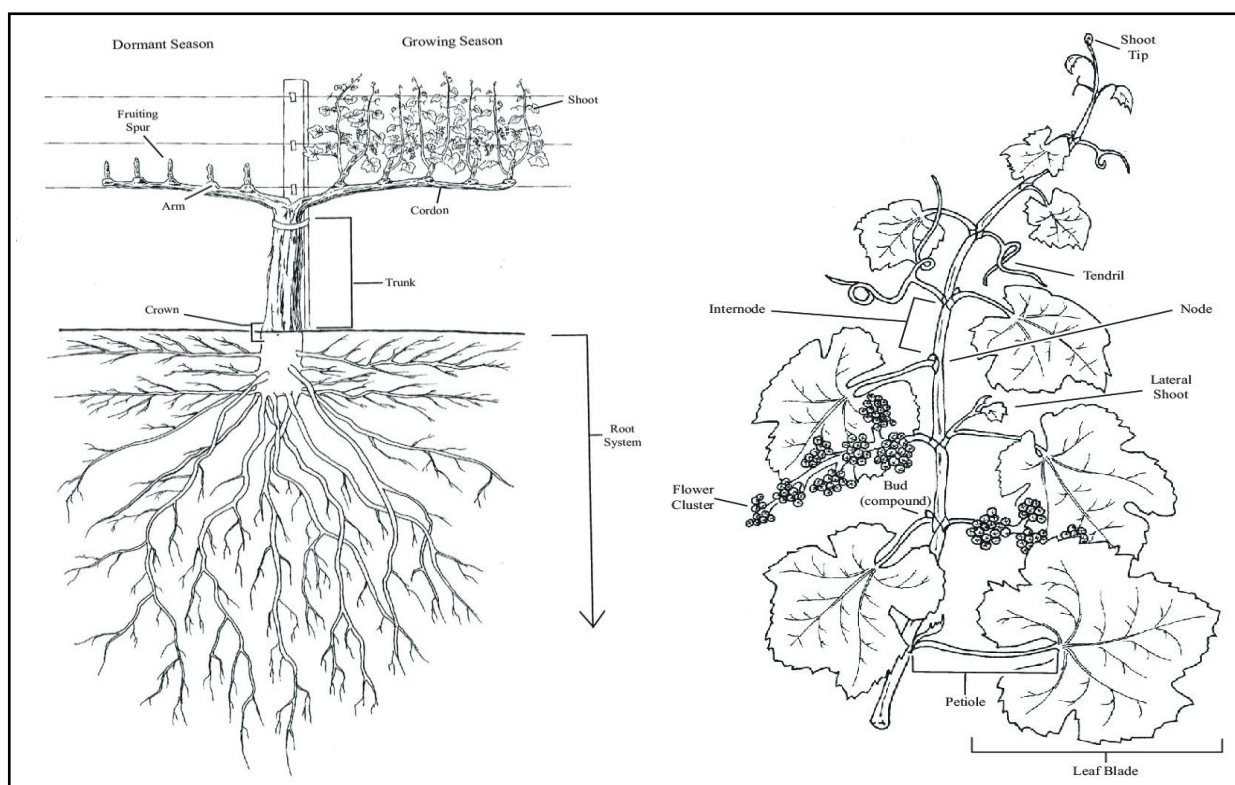


Figura 1: Parts del cep. La imatge de l'esquerra mostra la planta sencera mentre que la imatge dreta una redolta verda (adaptat de Hellman, 2003).

La gestió d'aquesta canòpia (o *canopy management* en anglès) ha estat present en el calendari dels viticultors des de dècades enrere ja que era evident que tenia un benefici de cara a la producció final, i és pròpia de cada varietat i de la zona climàtica (Smart & Robinson, 1991). Del conjunt de pràctiques que es realitzen a la part aèria del cep després de la brotada se'n diu poda en verd (Poni

et al, 2023), i inclou tractaments com l'aclarida de rebrots i raïms, la defoliació, el despuntat o la recollida de vegetació (Diago & Tardáguila, 2010; Poni et al., 2023). Aquestes operacions van dirigides a millorar l'exposició de la canòpia a la llum solar i l'aire, amb el què s'aconsegueix reduir la incidència de malalties com *Botrytis cinerea* (i en conseqüència reduir els tractaments fitosanitaris químics) per la davallada de la humitat a l'interior de la planta fent que hi hagi menys pèrdues de rendiment (Smart & Robinson, 1991; Hunter & Visser, 1990; Diago & Tardáguila, 2010). A més, també s'assoleix una riquesa superior en components solubles de la baia de raïm (augment de la concentració de sucres, reducció d'acidesa i augment de pH) per estimulació d'enzims que participen en l'acumulació de sucres i consum d'àcid màlic, i reducció de l'efecte dilució del most, a part d'ajudar a controlar el vigor del cep (Asenjo et al., 2004; Poni et al, 2023).

En aquest sentit, cal remarcar que les fulles són el principal motor de la fotosíntesi, tot i que no totes reben la mateixa radiació degut a la direcció del sol o la geometria de la canòpia, i s'assumeix que la concentració de sucres de la baia està relacionada amb l'àrea foliar funcional del cep i amb la llum ambiental. Les redoltes exposades reben més llum fotosintèticament activa cada segon (PPFD, photosynthetic photon flux density) que no pas aquelles que estan parcialment exposades o les totalment ombrejades, fet que durà a una major capacitat per generar sucres acumulables a la baia (Reynolds & Wardle, 1989; Mabrouk & Sinoquet, 1998; Davies et al., 2012). Els pigments fotosintètics són els responsables de l'absorció de llum per un correcte desenvolupament de la fotosíntesi, i entre ells s'hi troba la clorofil·la (Senge et al., 2014). La concentració d'aquest pigment, a més de ser funció de la fotosíntesi, és dependent del subministrament de nitrogen de la planta que, a sobre, també juga un paper cabdal com a factor limitant per al creixement de la mateixa (Friedel et al., 2020). Una limitació severa de nitrogen disponible al sòl fa disminuir la concentració de clorofil·la a les fulles i augmenta la sensibilitat a la llum de la planta; en aquest punt es dona un augment de compostos amb capacitat fotoprotectora com els flavonols (Stewart et al., 2001; Laoué et al., 2022). Tant la determinació de clorofil·la com de flavonols són eines útils per conèixer l'estat de nitrogen a la planta i de la relació entre els dos paràmetres se n'obté el NBI (Nitrogen Balance Index), un indicador de creixement i de presa de decisions molt usat per l'aplicació de nitrogen al cultiu (Fan et al., 2022).

La poda en verd és ideal per vinyes de raïm dens i compacte, propenses a problemes fitosanitaris i una maduració incompleta o deficient (Poni et al., 2023). A part, els rebrots de la fusta vella sovint no són fructífers i adquireixen nutrients que podrien ser més beneficiosos per aquells que sí ho són; no obstant, treure'ls pot causar un excés de creixement dels cavalls (Smart & Robinson, 1991).

De tota manera, la situació climàtica actual suposa un repte per la viticultura. Les temperatures elevades i la manca de precipitació han fet que enologia i viticultura es fusionin encara més i s'utilitzi la poda en verd com una eina per combatre el canvi climàtic. Els llargs períodes de sequera fan que el vigor de la vinya hagi disminuït i la poda en verd concebuda fins ara no té cabuda en la viticultura actual. Una exposició sobtada del raïm al sol pot traduir-se en una acumulació massa ràpida de sucres i desfasar l'equilibri entre aquest paràmetre i la maduresa fenòlica (Poni et al., 2023), pot produir cremades a les baies (Smart & Robinson, 1991; Spayd et al., 2002) i dur a la deshidratació excessiva de la baia, perdre aromes, reduir de forma desmesurada l'acidesa o donar propietats organolèptiques de sobremaduració no desitjades (Gatti et al., 2015). És per això que la poda en verd s'ha d'adaptar en època i severitat i ha d'estar dirigida a mantenir algunes fulles que no permetin l'exposició excessiva (Poni et al., 2023; Gatti et al., 2015).

Relacionat amb això, les èpoques de realització de la poda en verd són entre floració i verol (Kozina et al., 2008), idealment entre dues i quatre setmanes abans del verol ja que si es fan massa a sobre de l'època de floració el rendiment del quallat és inferior ja que les fulles representen la principal font de nutrients per l'èxit d'aquest (Smart & Robinson, 1991; Diago & Tardáguila, 2010). Si aquesta operació es duu a terme durant el verol disminueix la capacitat fotosintètica del cep, reduint la concentració de sucres final de la baia (Iacono et al., 1995).

La poda en verd també pot condicionar la poda d'hivern dels ceps. Esporgar la vinya o no fer-ho, com s'ha comentat anteriorment, pot fer canviar el repartiment de nutrients i aigua a les redoltes. Sarments amb valors de diàmetre petits usualment indiquen poc vigor i potencial productiu a l'anyada següent (González et al., 2010). A més del diàmetre, el pes de les redoltes també s'utilitza amb aquesta finalitat; es considera que el rang de 20 a 40 grams és l'òptim per un sarment de grossor mitjana (Aliquó et al., 2010). No obstant, tot i tractar-se d'unes mesures orientatives molt usades per saber la disponibilitat hídrica i nutricional del cep, es recomana la mesura de la variació de diàmetre per un resultat més fiable (van Leeuwen et al., 2000).

2.- OBJECTIUS

Els objectius d'aquest treball són els detallats a continuació:

1. Estudiar els efectes de realització i intensitat de poda en verd al desenvolupament vegetatiu i el vigor de la varietat macabeu.
2. Verificar si la poda en verd té un efecte sobre el rendiment quantitatiu de raïm.
3. Corroborar la repercussió de l'esporga sobre la penetració dels productes fitosanitaris a la part interior del cep en aplicacions després de floració.
4. Avaluar la resposta de la maduració del raïm en funció del tipus de poda en verd realitzada a la planta.
5. Estudiar les conseqüències d'esporgar la vinya sobre la quantitat de clorofil·la a les fulles adultes, la seva relació amb la fotosíntesi i la protecció de la planta davant de l'exposició a la radiació solar.
6. Avaluar l'impacte de la poda en verd en relació al diàmetre i pes de les redoltes a la poda d'hivern, així com les conseqüències derivades del nombre de talls a realitzar en aquesta pràctica vitícola.

3.- MATERIALS I MÈTODES

3.1 Localització de la finca vitícola

L'estudi s'ha realitzat al municipi de Vila-rodona (Alt Camp, Tarragona, Catalunya) en una finca corresponent a la partida denominada Pons, polígon 4, parcel·la 103 i recinte 27 segons SIGPAC (MAPA, s.d.-b) (Figura 2). La localització per coordenades és 41° 19' 48" N i 1° 22' 48" E.

Es tracta d'una finca de 0,50 hectàrees plantades de varietat macabeu amb peu 140 Ruggeri l'any 2020, amb un marc de plantació de 2,9 x 1,2 metres i amb conducció en espatllera amb poda tipus royat doble. Hi ha 1175 ceps sense reg incorporat i es troba inclosa dins del sistema agrari de producció integrada i de la Denominació d'Origen CAVA.



Figura 2: Vista aèria de la finca d'estudi amb el visor SIGPAC (MAPA, s.d.-b).

3.2 La varietat macabeu

El macabeu és, juntament amb la parellada i el xarel·lo, la varietat més carismàtica i plantada de la D.O. CAVA, i juntes conformen la tríada del cava. Es caracteritza per un vigor elevat i per uns raïms grossos i compactes, a més de tenir una sensibilitat important pels atacs de *Botrytis cinerea*. Al vi aporta un perfil aromàtic subtil i un bon equilibri acidesa-dolçor (tot i que de forma moderada) que, sumat al seu potencial d'envelliment, el fan excepcional per a l'elaboració de vins escumosos (D.O. CAVA, s.d.; MAPA, s.d.-a).

Per les característiques esmentades al paràgraf anterior es va considerar la varietat idònia per realitzar l'estudi ja que permet avaluar el canvi degut a la poda en verd dels paràmetres de vigor, sanitat vegetal i diferències en el grau de maduració del raïm obtingut.

3.3 Característiques edàfiques

Les mostres de sòl van ser recollides en tres punts de la finca a 30 cm de profunditat. Una vegada recollides, es van agrupar en una sola mostra i van ser analitzades per ABGROLAB Analítica, S.L. (Mutlva Baja, Navarra) l'octubre de 2023 (Taula 1). L'anàlisi revela una textura franc-argilosa, amb un contingut de matèria orgànica del 0,92% (proper als valors adequats entre 1 i 1,5% fonamentals per un correcte desenvolupament dels microorganismes del sòl segons Viader (2018)) i un pH moderadament bàsic.

Taula 1: Caracterització edàfica de la finca.

ASSAIG	RESULTAT	UNITATS	METODOLOGIA
Humitat Capacitat de Camp (CC)	24,7	g/100g	Gravimetria
Punt Marciment Permanent (PMP)	11,8	g/100g	Gravimetria
Sorra	28,4	g/100g	Tamifat
Llim	43,0	g/100g	Sedimentació discontinua
Argila	28,7	g/100g	Sedimentació discontinua
pH	8,3	Unitats pH	pHmetre
Matèria orgànica oxidable	0,92	g/100g	Mètode Walkley - Black
Nitrogen total	0,06	g/100g	Mètode Kjeldahl
Potassi assimilable	221,0	mg/kg	Fotometria de flama E.A.
Magnesi assimilable	216,9	mg/kg	Fotometria de flama A.A.
Calci assimilable	2786,5	mg/kg	Fotometria de flama A.A.
Sodi assimilable	41,4	mg/kg	Fotometria de flama E.A.
Carbonats totals	47,28	g/100g	Mètode Bernard - Calcimetria
Calç activa	9,22	g/100g	Mètode Droineau – Valoració KMnO ₄

3.4 Característiques climàtiques

Per a la caracterització climàtica de la zona d'estudi s'usen les dades obtingudes de l'estació meteorològica del Servei Meteorològic de Catalunya a Vila-rodona. El diagrama ombrotèrmic històric, que comprèn del gener de 2015 al desembre de 2024 (Figura 3), mostra una tendència pluviomètrica més abundant a la tardor i a la primavera, mentre que l'hivern és l'època amb menys pluja al municipi. La precipitació mitjana anual es troba al voltant dels 450 mm. Pel que fa a la temperatura, els registres més elevats es donen al juliol i a l'agost, tot i que les mitjanes no superen els 25°C en cap dels dos casos.

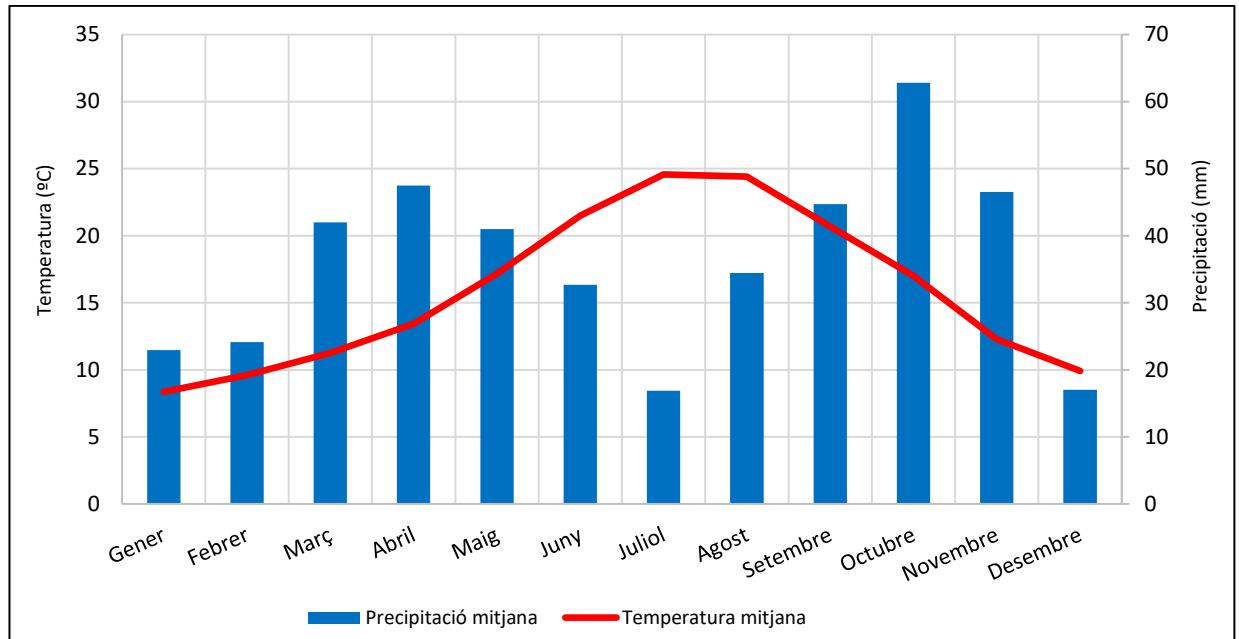


Figura 3: Diagrama ombrotèrmic històric gener 2015 - desembre 2024 a Vila-rodona.

També s'han recollit les dades de pluviometria i temperatura relatives al període comprès entre l'1 d'abril de 2024 i el 30 de març de 2025, des de l'inici de l'època vegetativa de l'anyada 2023-2024 fins al començament de la mateixa època de l'anyada 2024-2025, coincidint amb el moment de realització de l'estudi (Figura 4). En comparació amb les dades recollides a la Figura 4, la majoria de mesos mostren una pluviometria superior que en alguns casos fins i tot arriba a doblar els registres històrics. No obstant, el maig de 2024 i el gener de 2025 van ser dos mesos excepcionalment secs. A diferència de les precipitacions, els valors de temperatura es mostren dins de la tendència marcada per la figura anterior.

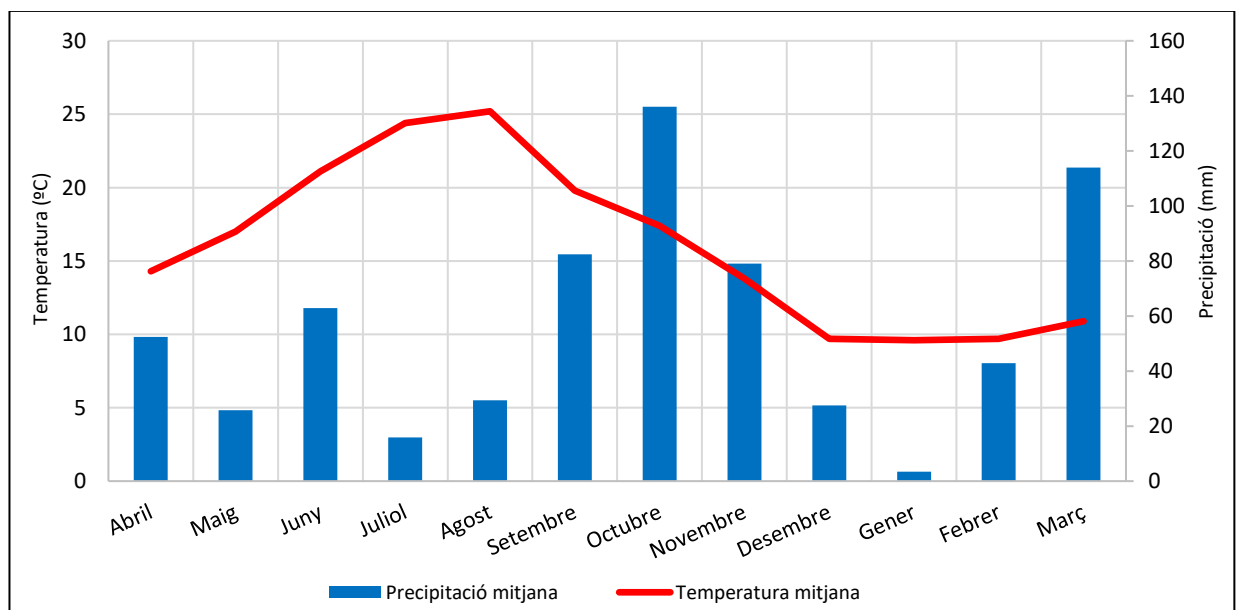


Figura 4: Diagrama ombrotèrmic abril 2024 - març 2025 a Vila-rodona

3.5 Plantejament de l'estudi

La zona d'estudi es va limitar amb una matriu de 3x3 consistent en tres fileres consecutives de ceps que inclouen els tres tipus de tractament realitzat. Dins de cada filera es va escollir un tram de nou pals consecutius i paral·lels entre ells (trenta-sis ceps, quatre ceps per pal) que es van dividir en tres trams de tres pals cada un, de tal manera que per cada tipus de tractament hi hagués dotze ceps amb el mateix tipus d'esporga aplicada. A més, els tractaments es van fer de forma esglaonada entre fileres per tal que no hi hagués de manera paral·lela cap tractament igual entre fileres (Figura 5). A la vegada es va senyalar un cep de referència en cada sub-tram (el segon de cada pal tret de que no fos representatiu) al que se li van fer les mesures al llarg del període d'experimentació.

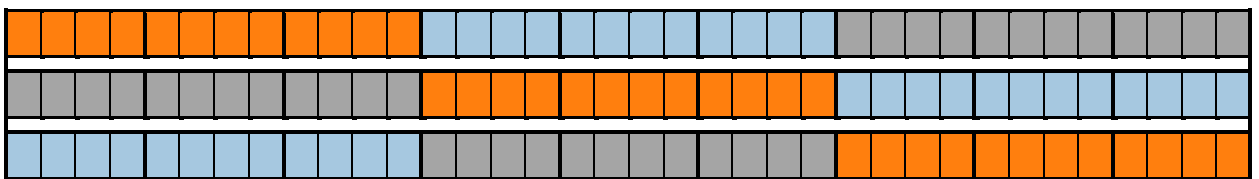


Figura 5: Plantejament de la zona d'estudi. Es mostra la matriu 3x3 esglaonada amb la pràctica de poda en verd realitzada representada a color. Taronja = CNT; Blau = EP; Gris = ET.

En l'elecció de la zona de tractament es van excloure aquelles fileres pròximes a marges i camins, l'inici i final de les mateixes així com aquelles que tenien un nombre de baixes o ceps no representatius (replantats i/o malmesos per animals salvatges o per tractaments de la vinya) dins de la matriu massa elevat que comprometés la representativitat de la operació realitzada.

3.6 Operacions realitzades i paràmetres analitzats

3.6.1 Poda en verd

L'operació de la poda en verd es va realitzar a tots els ceps d'estudi quan un 50% de la finca es trobava en estadi fenològic I, corresponent a l'inici de floració del raïm (Figura 6).

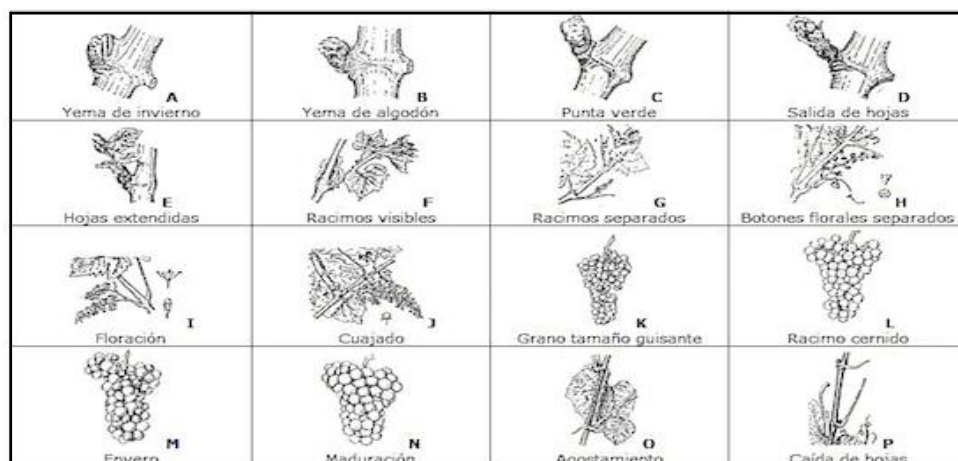


Figura 6: Estadis fenològics de la vinya (Barrachina, 2016).

En aquest punt, es van fer tres tipus diferents d'esporga (Figura 7), tots ells de forma manual i descrits a continuació:

- **Control (CNT):** Únicament es treuen els rebrots de la fusta vella fins a la creu del cep.
- **Esporga parcial (EP):** Es treuen els rebrots de la fusta vella fins a la creu, els rebrots dels braços, els cavalls i les bessones en cas d'haver-n'hi.
- **Esporga total (ET):** Es treuen els rebrots de la fusta vella fins a la creu, els rebrots dels braços, els cavalls, les bessones en cas d'haver-n'hi i les fulles fins a l'altura del raïm, sense incloure la que l'acompanya.

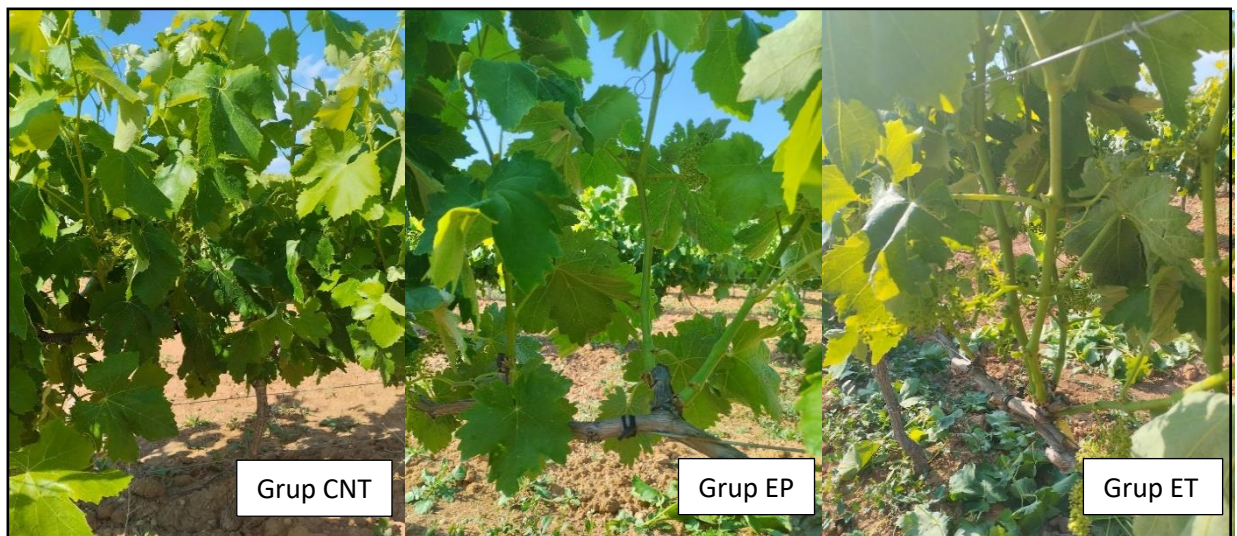


Figura 7: Vista dels tractaments de poda en verd realitzats als ceps d'estudi després de la pràctica.

3.6.2 Mesures de creixement, vigor vegetatiu i producció

Des del dia de realització de la poda en verd i cada dues setmanes fins al final de creixement de la canòpia es van realitzar mesures d'altura (H), profunditat (P), amplada (A), longitud d'una redolta (L) i diàmetre de la mateixa al quart nus (D); aquests últims dos paràmetres van ser registrats sempre a la mateixa redolta, marcada després de la poda en verd.

A partir d'aquesta relació de mesures anterior s'ha calculat la superfície exposada al sol (SE) i el volum del cep (Vol) per les fórmules següents, assumint en tot moment que la forma espacial del cep és similar a la d'un prisma quadrangular:

$$SE = 2(A \cdot H) + (P \cdot H)$$

$$VOL = H \cdot P \cdot A$$

Per aquestes mesures es van emprar una cinta mètrica d'1 centímetre de precisió (STANLEY, model Fatmax Xtreme de 5 metres) i un peu de rei d'1 mil·límetre de precisió (CONNEX, model COXT710520).

Paral·lelament, també es va realitzar el recompte de redoltes restants al cep i de raïms per cada tipologia de poda en verd, en ambdós casos als ceps de referència.

3.6.3 Penetració de fitosanitaris

Per avaluar l'efecte de l'esporga en l'arribada dels fitosanitaris al punt d'acció es va fer un tractament amb una solució d'aigua i oxiclòrid de coure XOQUE 52% (Exclusivas Sarabia, S.A., Fraga, Espanya) amb una dosi del 0,25%, la recomanada pel fabricant per al míldiu en vinya de vinificació. La pressió de realització va ser de 10 atm, a 1500 rpm i una velocitat d'aplicació de 3 km/h.. Es van col·locar nou tires hidrosensibles de la marca Syngenta repartides a cada tram d'esporga de manera que el canvi de color de groc a blau servís com a indicador de l'arribada del fitosanitari a l'interior del cep.

L'aplicació es va fer amb un atomitzador de 1000 litres de capacitat (ATASA, model TURBO 1000, Librilla, Espanya de l'any 2007) arrossegada per un tractor convencional de 85 cv (New Holland, model TN-85 FA 4WD, Itàlia de l'any 2006) (Figura 8).



Figura 8: Tira hidrosensible abans de l'ús i maquinària emprada per al tractament fitosanitari.

3.6.4 Seguiment de la maduració del raïm

La presa de dades relatives a l'evolució del grau de maduració del raïm es va fer des de l'inici de verol i de forma setmanal fins a la data de verema. Es va realitzar un mostreig de 100 baies per cada tipus d'esporga de forma heterogènia dins de la matriu experimental, recollint baies de tots els ceps, de les diferents orientacions al sol i posició dins de l'estructura del raïm. Posteriorment, les mostres eren pesades en una balança domèstica digital de 0,01 grams de precisió (Shao Shi,

model 8435668630368) i enviades al laboratori de CEVIPE Grup Cooperatiu, SCCL i Castell d'Or, SL a Vila-rodon a per la determinació del grau alcohòlic probable (GAP, per refractometria amb el refractòmetre ATAGO model PAL-1), pH (amb el pHmetre HI-5222 de la marca Hanna Instruments) i acidesa total expressada en grams d'àcid sulfúric per litre (ATS, per valoració amb l'indicador blau de bromotimol i NaOH N/4,9 de GAB System). Totes aquestes pràctiques queden recollides al *Recueil des Méthodes internationales d'analyse des vins et moûts* (OIV, 2025).

3.6.5 Mesura de la clorofil·la, índex NBI i índex de flavonols de la fulla

La tercera setmana de verol es va fer una anàlisi de la concentració de clorofil·la ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$, per recta de calibració interna), de l'índex de flavonols i de l'índex NBI (Nitrogen Balance Index, resultat el quocient de la clorofil·la i l'índex de flavonols) a les fulles dels ceps estudiats. El mostreig va consistir en la mesura de l'anvers i el revers de 60 fulles aleatòries repartides per cada tram de tipus de poda en verd amb el sensor foliar DUALEX Scientific+ (Force-A, Orsay, França) que, de forma automàtica en acabar les mesures, ofereix els valors obtinguts per cada paràmetre.

3.6.6 Poda d'hivern

Als ceps inclosos dins del treball experimental, abans de ser podats, se'ls va mesurar el diàmetre del quart nus de les redoltes marcades una vegada agostats amb el mateix peu de rei emprat per les mesures en verd. Posteriorment es va realitzar una poda a dos borrons vistos amb tisores elèctriques (Campagnola, model Stark M, Itàlia de l'any 2024) i se'n van registrar els talls fets a cada planta de referència. Seguidament, amb una balança de contrapès de 0,01 kg de precisió (Stube) es van pesar les restes de poda exclusivament dels ceps marcats.

3.7 Anàlisi estadística

Tota l'estadística numèrica derivada dels valors obtinguts a les mesures (càlcul de mitjanes i error estàndard), així com el test ANOVA i el test HSD de Tukey s'ha realitzat amb el software IBM SPSS Statistics 30.0.0.

4.- RESULTATS I DISCUSSIÓ

4.1 Mesures de creixement i vigor vegetatiu

La canòpia és una de les parts fonamentals per al correcte funcionament del cep; per això, quan s'hi realitzen estudis, s'ha de valorar quin és l'impacte de la pràctica en el seu desenvolupament.

La Taula 2 mostra la diferència dels paràmetres H, P, A, L, D, SE i Vol entre la mesura 1 i la mesura 5 (primera i darrera presa de dades) per cada tipus de poda en verd. A primer cop d'ull destaca l'absència de diferències significatives en tots els paràmetres, si bé es cert que s'observa una tendència diferenciadora entre CNT per una banda i EP i ET per una altra, sent aquests últims els que tenen uns valors superiors en termes generals. Pot atribuir-se a un repartiment superior de nutrients i d'aigua per redolta als grups de tractament EP i ET degut a l'eliminació del rebrot de fusta vella i cavalls, que també necessiten aquests substrats per desenvolupar-se i poden comprometre el creixement dels brots fructífers.

Taula 2: Influència de la poda en verd en el creixement i vigor vegetatiu als ceps. Valors mitjans \pm error estàndard. No hi ha diferències significatives segons el test de Tukey per $p > 0,1$. H (altura); P (profunditat); A (amplada); L (longitud redolta referència); D (diàmetre redolta referència); SE (superfície exposada al sol); Vol (volum canòpia).

	H (m)	P (m)	A (m)	L (m)	D (cm)	SE (m ²)	Vol (m ³)
CNT	0,34 \pm 0,04	0,23 \pm 0,01	0,00 \pm 0,00	0,38 \pm 0,03	0,21 \pm 0,02	1,12 \pm 0,10	0,50 \pm 0,03
EP	0,37 \pm 0,03	0,22 \pm 0,01	0,00 \pm 0,00	0,48 \pm 0,06	0,27 \pm 0,03	1,19 \pm 0,08	0,49 \pm 0,02
ET	0,46 \pm 0,05	0,23 \pm 0,01	0,00 \pm 0,00	0,42 \pm 0,03	0,28 \pm 0,03	1,44 \pm 0,14	0,54 \pm 0,05

Cal remarcar que l'evolució del paràmetre A és nul·la degut a que el cep en un sistema de conducció en espatllera com l'emprat en aquesta vinya no creix en amplada durant la seva època vegetativa sinó que aquesta ve donada per la llargada de la fusta vella que conforma els braços.

4.2 Recompte de redoltes i raïms

La influència del tipus d'esporga sobre el número total de redoltes i raïms als ceps tractats es representa a la Taula 3 i a la Figura 9.

Taula 3: Efecte de l'esporga al nombre de redoltes i raïms. Valors mitjans \pm error estàndard. Els valors amb lletres diferents indiquen diferències significatives entre si segons el test de Tukey ($p > 0,1$).

	REDOLTES	RAÏMS
CNT	20,11 \pm 0,45 ^a	13,44 \pm 0,38 ^a
EP	16,44 \pm 0,44 ^b	10,78 \pm 0,28 ^b
ET	16,33 \pm 0,37 ^b	10,67 \pm 0,33 ^b

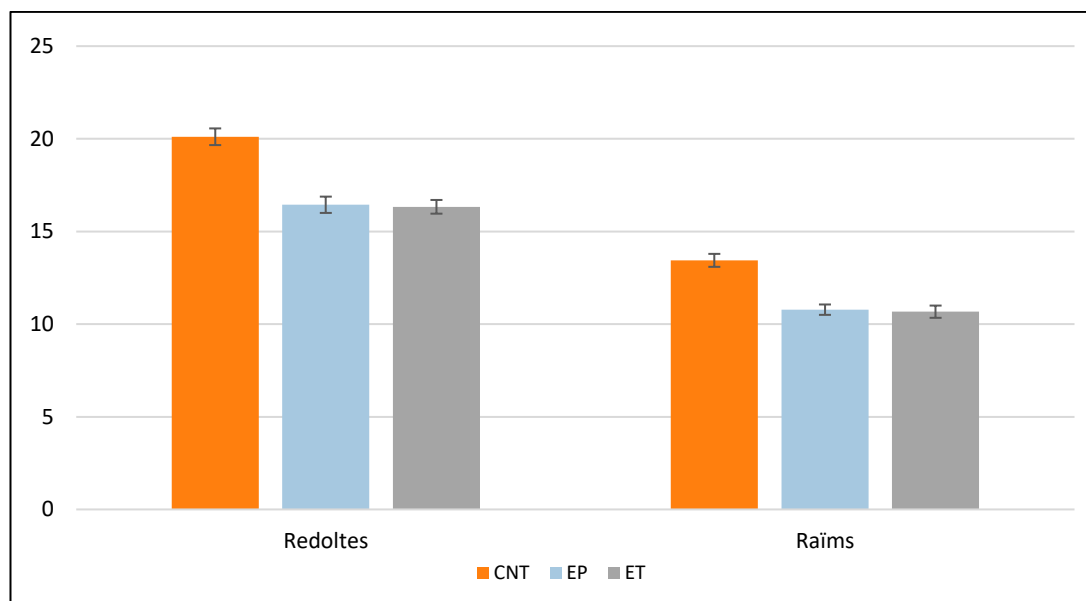


Figura 9: Representació de l'efecte de l'esporga sobre el nombre de redoltes i raïms. Valors mitjans \pm error estàndard.

Tal i com demostren els valors numèrics, el fet de no realitzar cap tipus de pràctica a la canòpia al grup CNT es tradueix en un nombre significativament superior tant de redoltes com de raïms ja que alguns dels rebrots o bessones trets a EP i ET tenen fruit. En aquest sentit, no s'observen diferències significatives en el recompte realitzat en aquests dos últims mètodes de poda en verd perquè l'única diferència entre aquests dos grups és el fet de treure les fulles.

Les dades manifesten que la poda en verd té un efecte directe sobre el rendiment final de la finca a l'hora de veremar perquè treure redoltes amb raïms com són els rebrots duu a una producció per hectàrea menor. No obstant, aquesta baixada de rendiment és compensada per un augment de la qualitat del raïm sobretot gràcies a la redistribució de fotoassimilats dins la planta, però també per la creació d'un microclima menys propici pel desenvolupament de malalties que, en alguns casos, podrien provocar una davallada de rendiment superior al causat per la poda en verd (Yuste, 2005).

4.3 Penetració de fitosanitaris

Una de les raons per les quals es realitza la poda en verd és per millorar l'arribada dels productes fitosanitaris a la part interior del cep. La Figura 10 mostra com les tires hidrosensibles col·locades als ceps del grup de tractament CNT presenten un menor canvi de color de groc a blau (funció del contacte amb l'aigua) respecte a les pertanyents al grup ET, que és completament blava. Enmig s'hi troben les tires del grup EP que representen un abast de fitosanitaris mitjà.

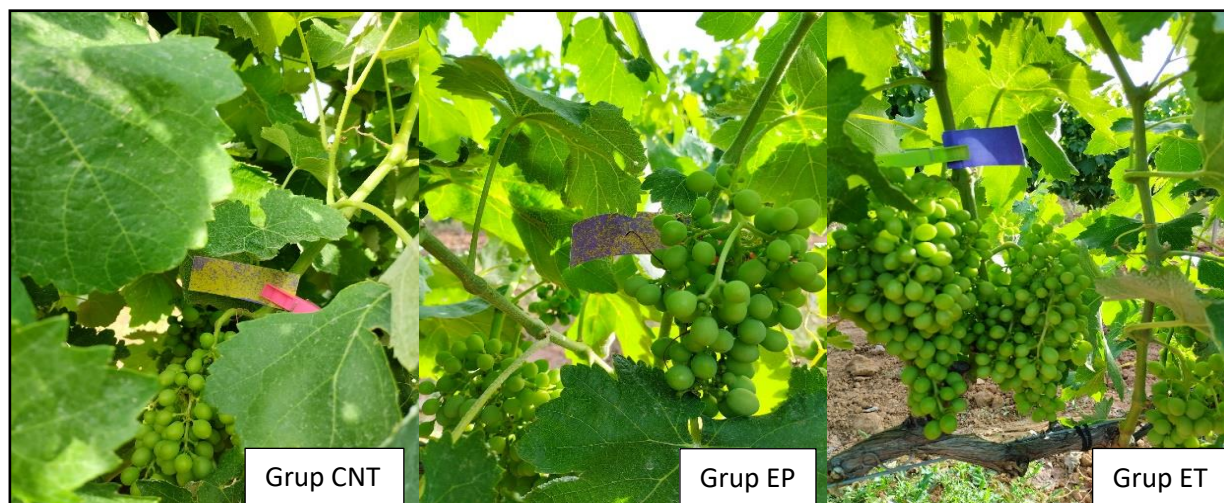


Figura 10: Tires hidrosensibles després del tractament fitosanitari.

No tenir obstacles que permetin l'arribada del producte a l'interior del cep (on es situa el raïm) com serien les fulles o brots no fructífers explica la major efectivitat dels tractaments a ET respecte EP i CNT. El fet de deixar els raïms completament exposats no només permet reduir el nombre d'aplicacions de productes fitosanitaris per campanya degut a l'alta eficàcia del tractament, sinó que es suma a l'efecte de disposar d'una canòpia ventilada i amb una incidència de llum elevada que fa poc propícia l'aparició de malalties que perjudiquin a la planta i al rendiment de la collita. La combinació d'aquests dos factors redueix dràsticament el cost temporal i sobretot econòmic del viticultor a l'hora de fer els tractaments fitosanitaris, la qual cosa també es veu reflectida en la seguretat alimentària del producte final obtingut.

4.4 Paràmetres de maduració del raïm

Per conèixer el moment òptim de collita del raïm es duen a terme controls de maduració, normalment des del verol fins que es decideix veremar. Les Taules 4, 5 i 6 revelen l'evolució de maduració de cada raïm en funció del tractament de poda en verd realitzat basant-se en quatre paràmetres bàsics: pes de 100 baies, pH, ATS i GAP.

Taula 4: Evolució dels paràmetres analitzats en maduració del grup CNT.

	CNT			
	<i>Pes 100 baies (g)</i>	<i>pH</i>	<i>ATS (g H₂SO₄/L)</i>	<i>GAP (% vol/vol)</i>
12/08/2024	157,68	2,99	7,4	8,2
19/08/2024	203,36	3,11	4,9	7,7
26/08/2024	230,97	3,24	3,9	8,4
02/09/2024	234,81	3,23	3,6	8,9
09/09/2024	247,14	3,35	2,7	9,1

Taula 5: Evolució dels paràmetres analitzats en maduració del grup EP.

	EP			
	<i>Pes 100 baies (g)</i>	<i>pH</i>	<i>ATS (g H₂SO₄/L)</i>	<i>GAP (% vol/vol)</i>
12/08/2024	154,47	2,91	8,3	7,7
19/08/2024	209,44	3,11	4,5	7,8
26/08/2024	220,51	3,24	3,4	8,9
02/09/2024	223,49	3,30	3,1	9,5
09/09/2024	235,38	3,31	3,2	9,6

Taula 6: Evolució dels paràmetres analitzats en maduració del grup ET.

	ET			
	<i>Pes 100 baies (g)</i>	<i>pH</i>	<i>ATS (g H₂SO₄/L)</i>	<i>GAP (% vol/vol)</i>
12/08/2024	150,05	2,91	8,1	7,9
19/08/2024	196,15	3,13	4,2	8,7
26/08/2024	210,15	3,30	2,9	9,1
02/09/2024	208,18	3,31	3,0	9,5
09/09/2024	209,16	3,45	2,5	10,2

Pel que fa al grup CNT, s'aprecia un pic de creixement al pes de les baies entre les dues primeres mesures. La Figura 11 mostra com a les primeres fases de maduració les baies augmenten el seu pes degut a l'acumulació d'aigua, sucres i àcids, pel que és esperable un comportament com l'obtingut. A més, s'ha d'afegir una precipitació total de 26 L durant aquests primers set dies, motiu pel qual també s'explicaria aquesta pujada tan marcada. Igual que en la primera setmana, entre el 2 i el 9 de setembre també es van acumular un total de 57 L de pluja i, tot i veure un augment més subtil, també seria la raó per la qual augmenta el pes de les baies. Aquesta precipitació també explica l'estancament del grau alcohòlic probable degut a la dilució dels sucres de l'interior de la baia, mateix motiu pel qual l'acidesa total i, en conseqüència, el pH baixen i pugen respectivament de forma més brusca en comparació amb la cinètica model de la Figura 13 en aquestes últimes mesures abans de la collita.

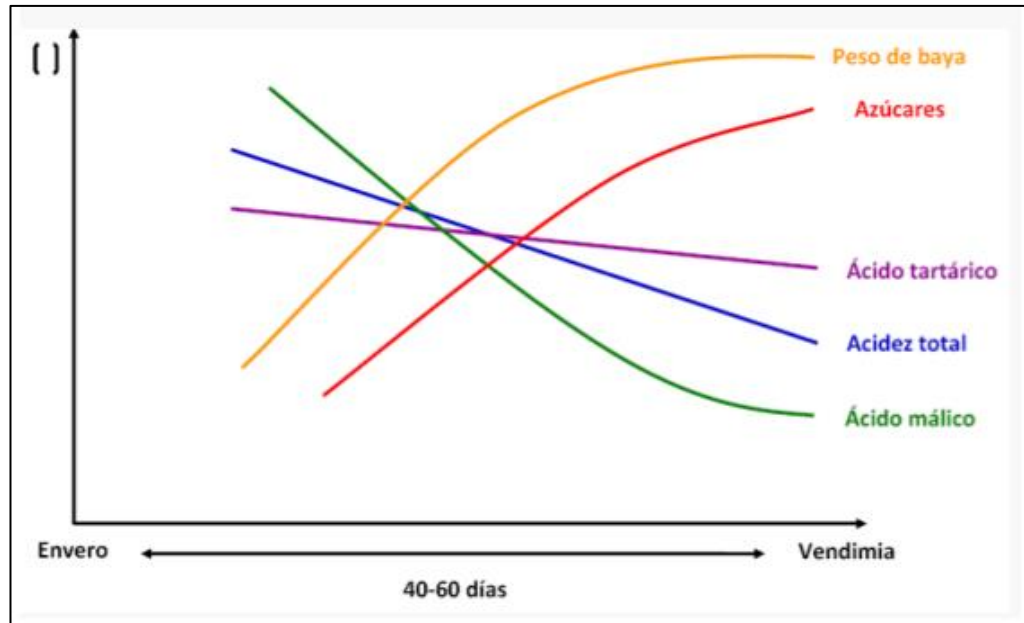


Figura 11: Evolució dels paràmetres físico-químics de la baya de raïm durant la maduració (INNOTEC, 2022).

Una situació similar a l'esmentada anteriorment ocorre al grup EP en relació a l'evolució madurativa del raïm. La principal diferència s'observa a la última setmana, on la pluja si bé fa augmentar lleugerament el pes de les baies, a penes modifica els valors de GAP, ATS i pH. Si es tenen en compte els controls realitzats, es veu com els paràmetres analitzats (a excepció del GAP) comencen a estabilitzar-se a la quarta setmana després del verol (Figura 12 i 13), pel que s'està assolint la maduració plena del raïm que, combinat amb la parada vegetativa que coincideix amb

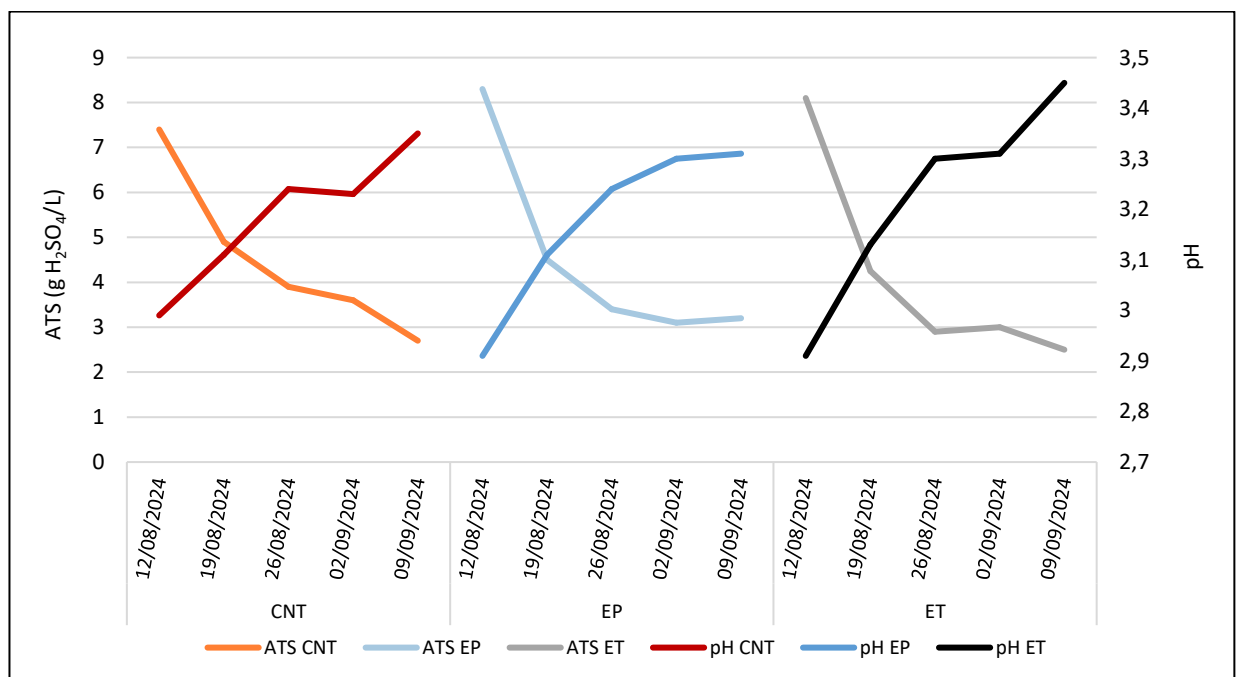


Figura 12: Representació de l'evolució d'ATS i pH per CNT, EP i ET durant la maduració del raïm.

el verol, fa que el cep comenci a expressar els primers símptomes d'agostament com la menor captació d'aigua del sòl (Lissarrague, 2008). És probable que l'òptim de maduració s'hagués establert entre la quarta i cinquena setmana després del verol, però la pluja ha pogut emmascarar-lo o endarrerir-lo.

Al grup ET, la maduració plena s'assoleix entre la tercera i quarta setmana després del verol, i és evident per l'estabilització dels paràmetres estudiats. Tot i les semblances en l'evolució de pH, ATS i GAP amb el grup CNT a l'última anàlisi, les raons es troben en pols diametralment oposats: al primer cas, la davallada era deguda a l'acumulació d'aigua però com s'ha explicat al paràgraf anterior, el cep capta menys aigua del sòl després de la maduració completa del raïm, pel que l'efecte dilució dins la baia en aquest tractament és poc imaginable. En aquest cas, el fenomen principal que explica els valors obtinguts és l'efecte de la temperatura que, mentre que per una banda afavoreix una maduració més ràpida en comparació amb els dos altres grups de tractament per la major exposició a la radiació solar, també castiga una verema més tardana en termes de pes de les baies i degradació d'àcids (sobretot d'àcid màlic), aspecte negatiu sobretot en mostos destinats a vins per a base d'escumós com el resultant d'aquesta finca. També condiciona tenir una baia més petita, que comporta una acumulació de sucres superior o que el cep reparteixi els fotoassimilats en menys brots fructífers, tot i que la superfície fotosintètica del grup ET sigui menor als tractaments EP i CNT.

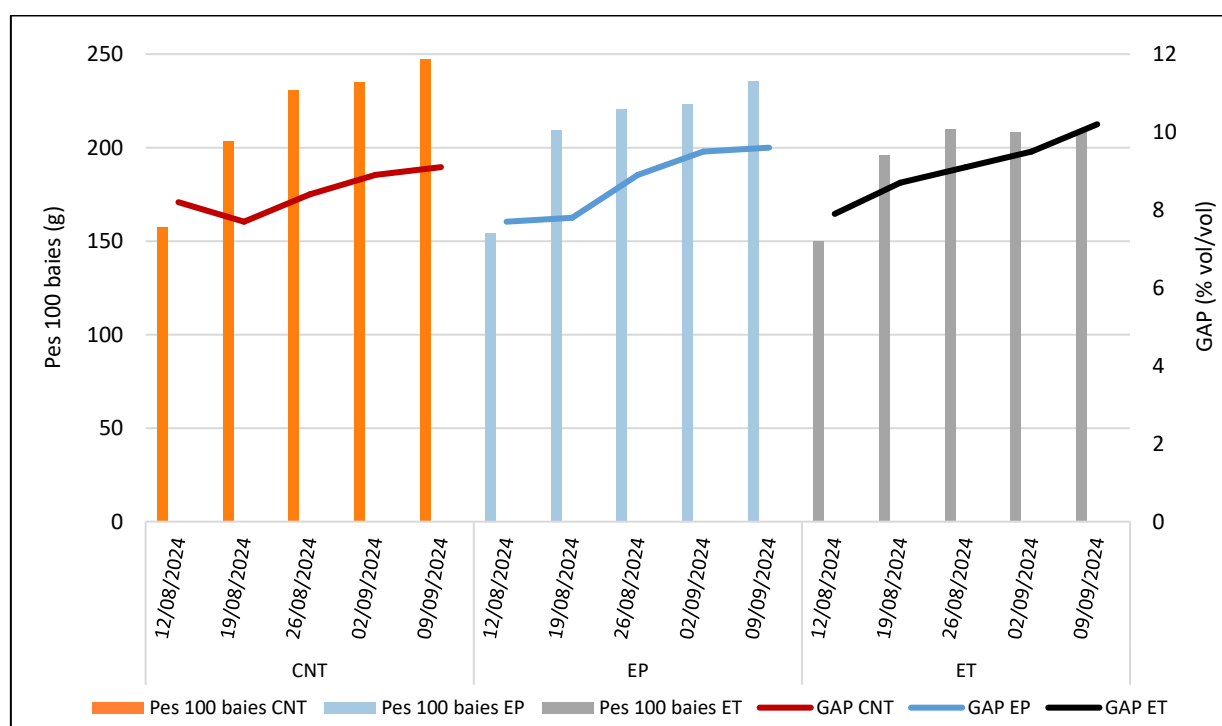


Figura 13: Representació de l'evolució del pes de 100 baies i GAP per CNT, EP i ET durant la maduració del raïm.

4.5 Mesura de la clorofil·la, índex de flavonols i índex NBI de la fulla

Un dels indicadors més usats per conèixer el comportament de les plantes davant de determinades situacions a les quals es veuen sotmeses és la concentració de clorofil·la a les seves parts verdes. No s'observen diferències significatives entre els tractaments CNT i EP per aquest paràmetre, si bé sí que n'hi ha amb el grup ET pels dos grups (Taula 7 i Figura 14). Si es parteix de la base que tots els ceps estudiats es troben sota la influència del mateix sòl i, per tant, tots tenen la mateixa disponibilitat de nitrogen, les diferències obtingudes són degudes a la poda en verd. Les plantes sotmeses a una esporga més agressiva tenen totes les fulles adultes exposades directament al sòl, per la qual cosa és esperable un estrès hídric i tèrmic major que aquelles que part de la seva canòpia es troba parcialment ombrejada. Sota condicions de temperatura elevada com les que es donen al mes d'agost a les hores centrals del dia, pot començar un lleuger procés de degradació de la clorofil·la que pot afectar de manera directa a la fotosíntesi. A més, com queda demostrat a la Taula 6, a la tercera setmana després del verol el grup ET havia assolit el punt òptim de maduració donant pas a un procés d'agostament incipient que també pot explicar la concentració menor de clorofil·la.

Taula 7: Efecte de l'esporga sobre la concentració de clorofil·la, índex de flavonols i índex NBI a les fulles. Valors mitjans \pm error estàndard. Els valors amb lletres diferents indiquen diferències significatives entre si segons el test de Tukey ($p > 0,1$).

	CLOROFIL·LA ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)		ÍNDEX FLAVANOLS		ÍNDEX NBI	
	<i>Anvers</i>	<i>Revers</i>	<i>Anvers</i>	<i>Revers</i>	<i>Anvers</i>	<i>Revers</i>
CNT	31,38 \pm 0,50 ^a	32,61 \pm 0,54 ^a	1,45 \pm 0,02 ^a	0,97 \pm 0,04 ^a	22,07 \pm 0,64 ^a	33,58 \pm 1,78 ^a
EP	32,39 \pm 0,50 ^a	32,04 \pm 0,55 ^a	1,45 \pm 0,02 ^a	0,99 \pm 0,03 ^a	22,66 \pm 0,45 ^a	32,39 \pm 1,07 ^a
ET	26,95 \pm 0,53 ^b	26,87 \pm 0,58 ^b	1,44 \pm 0,02 ^a	1,00 \pm 0,03 ^a	18,21 \pm 0,50 ^b	26,96 \pm 1,04 ^b

Relacionat estretament amb el contingut en clorofil·la s'hi troba el procés de fotosíntesi. La situació esperable és que els ceps amb una esporga més forta tinguin una taxa fotosintètica menor que aquells on la gestió de la canòpia no ha estat tant agressiva. Si a part es té en compte que la varietat macabeu és isohídrica, és a dir, tanca els estomes en condicions d'estrès tèrmic i hídric per evitar perdre aigua i, en conseqüència, tampoc permet l'entrada de diòxid de carboni, la fotosíntesi pot alentir-se o fins i tot aturar-se de forma més acusada en aquest tipus de ceps respecte als grups CNT i EP.

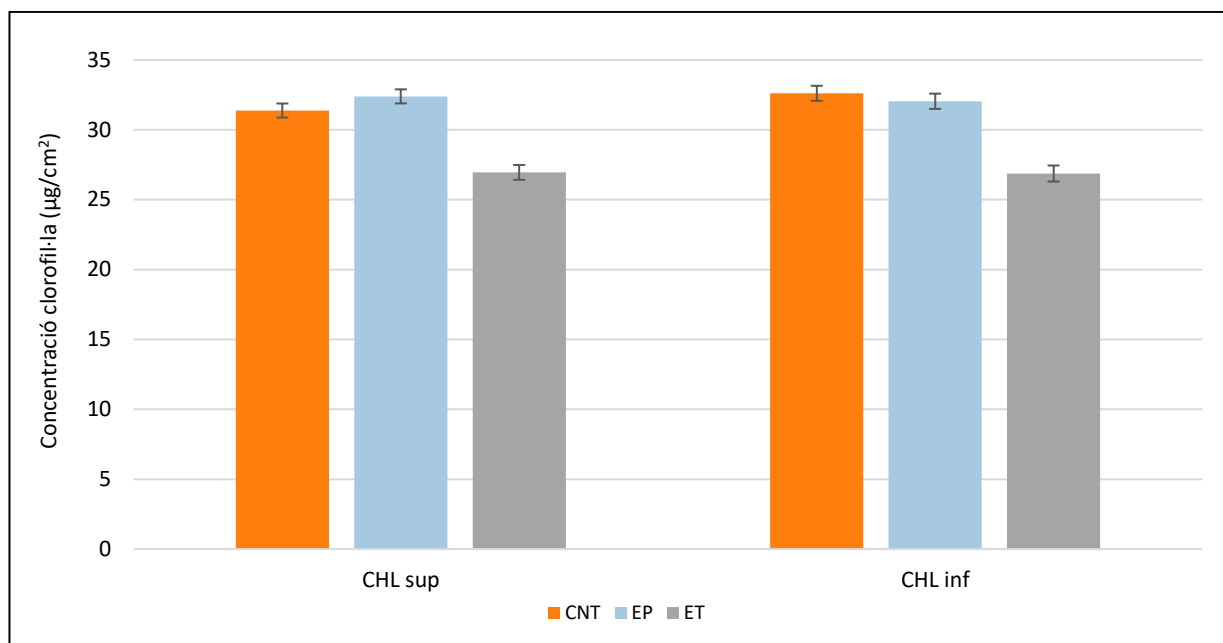


Figura 14: Representació de l'efecte de l'esporga sobre la concentració de clorofil·la a la fulla. Valors mitjans \pm error estàndard.

No s'han observat diferències significatives entre els tractaments realitzats pel que fa a l'índex de flavonols, si bé és evident que l'anvers de la fulla, on hi ha una incidència solar més forta en la majoria de casos, presenta un valor superior respecte al revers de la mateixa (Figura 15). Els flavonols són compostos fenòlics que el cep sintetitza com a resposta a la sensibilitat a la llum solar i que indica una major preparació i resposta de la planta vers l'exposició més forta al sol en aquesta zona de la fulla.

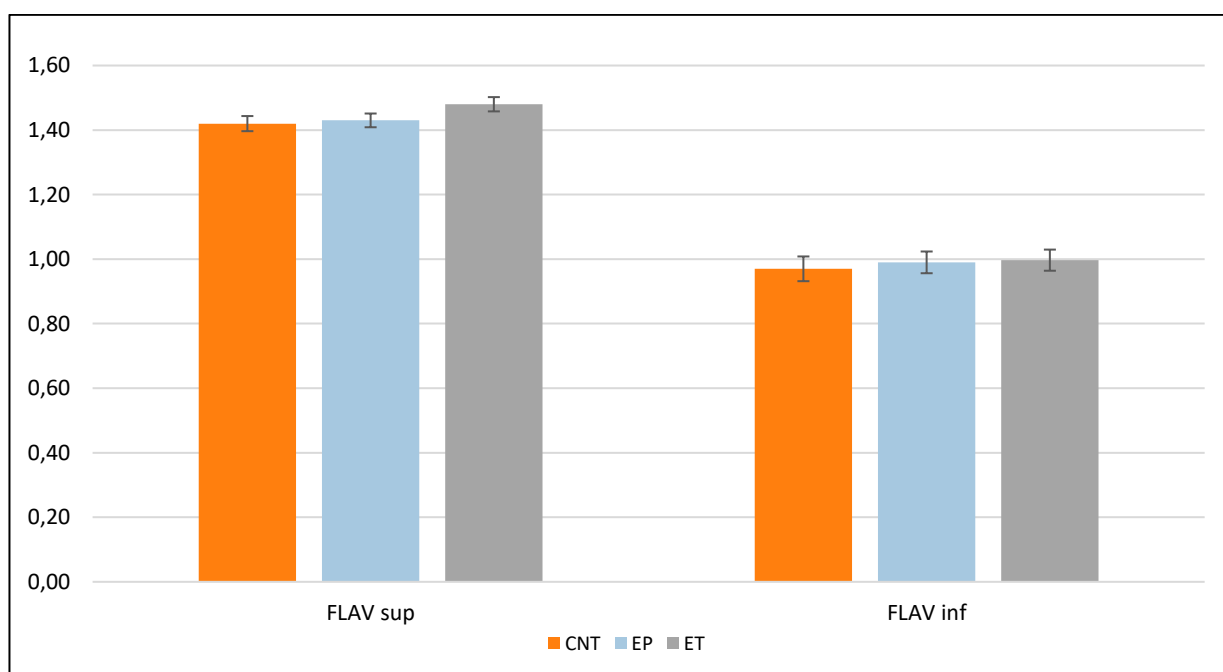


Figura 15: Representació de l'efecte de l'esporga sobre l'índex de flavonols a la fulla. Valors mitjans \pm error estàndard.

De l'índex NBI se'n pot treure l'equilibri entre el creixement i defensa de la planta a nivell de fulla. La resposta dels ceps del grup ET degut a l'inici d'agostament combinat amb el comportament isohídric duen a les diferències significatives mostrades a la Taula 7 i representades a la Figura 16 amb els altres dos tractaments ja que l'índex de flavanols no presenta un impacte significatiu al càlcul de l'índex NBI.

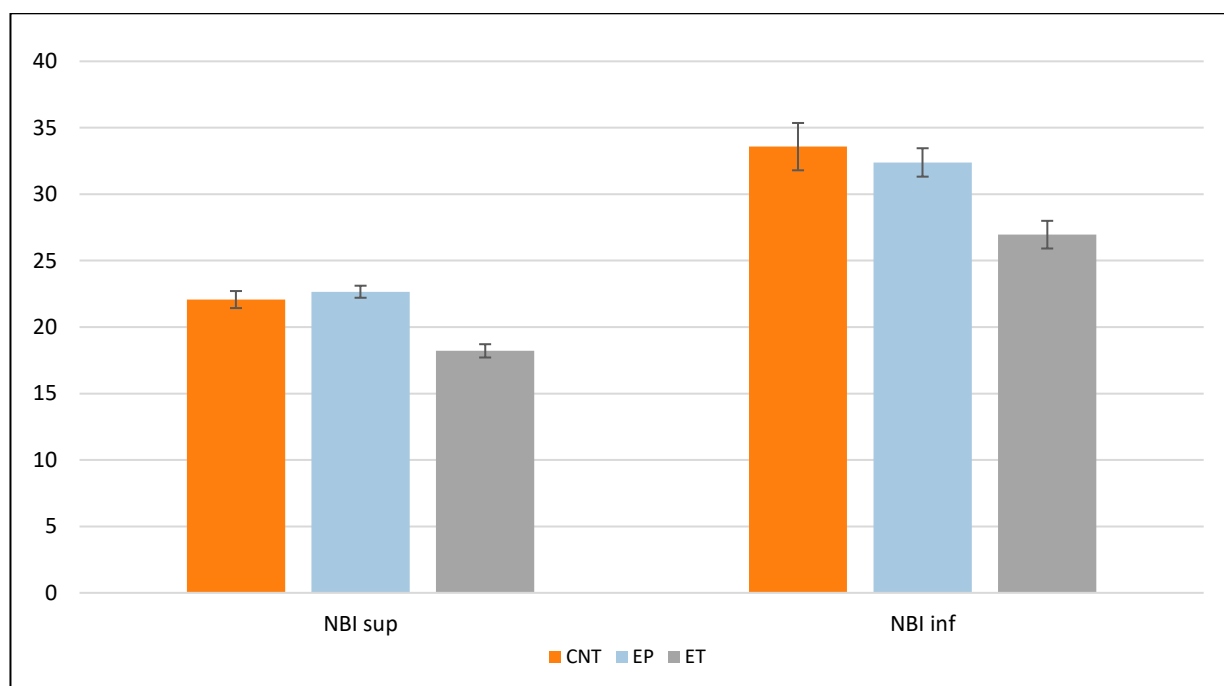


Figura 16: Representació de l'efecte de l'esporga sobre l'índex NBI a la fulla. Valors mitjans \pm error estàndard.

4.6 Poda d'hivern

L'efecte de la poda en verd no mostra diferències significatives en el pes i diàmetre de les redoltes a la poda d'hivern, si bé sí que se n'observen als talls realitzats (Taula 8), que coincideixen amb el número de redoltes comptades al punt 4.2 (Recompte de redoltes i raïms).

Taula 8: Efecte de l'esporga sobre el pes de les redoltes, el diàmetre de poda i el nombre de talls a la poda d'hivern. Valors mitjans \pm error estàndard. Els valors amb lletres diferents indiquen diferències significatives entre si segons el test de Tukey ($p > 0,1$).

	PES REDOLTES (kg)	DIÀMETRE PODA (cm)	TALLS
CNT	0,67 \pm 0,05 ^a	1,22 \pm 0,02 ^a	20,11 \pm 0,45 ^a
EP	0,64 \pm 0,06 ^a	1,25 \pm 0,03 ^a	16,44 \pm 0,44 ^b
ET	0,60 \pm 0,07 ^a	1,26 \pm 0,01 ^a	16,33 \pm 0,37 ^b

El pes dels sarments mostra una tendència a disminuir en funció de la intensitat de la poda en verd (Figura 17), sent el grup ET el que presenta valors inferiors. Una canòpia amb una gestió més

agressiva en verd durà a una exposició solar elevada i un estrès hídric i tèrmic superior que portarà al tancament estomàtic. Si a més s'hi suma el fet de treure fulles fotosintèticament actives i l'aturada fotosintètica a causa d'un agostament prematur causat per l'assoliment de l'òptim de maduració, la síntesi i acumulació de fotoassimilats pot veure's compromesa i comportar un menor pes de la poda a l'hivern. Tampoc cal oblidar que durant l'esporga es van eliminar rebrots que contribueixen al pes mesurat en aquest paràmetre i que pot ser també el causant d'aquesta mínima variació entre resultats.

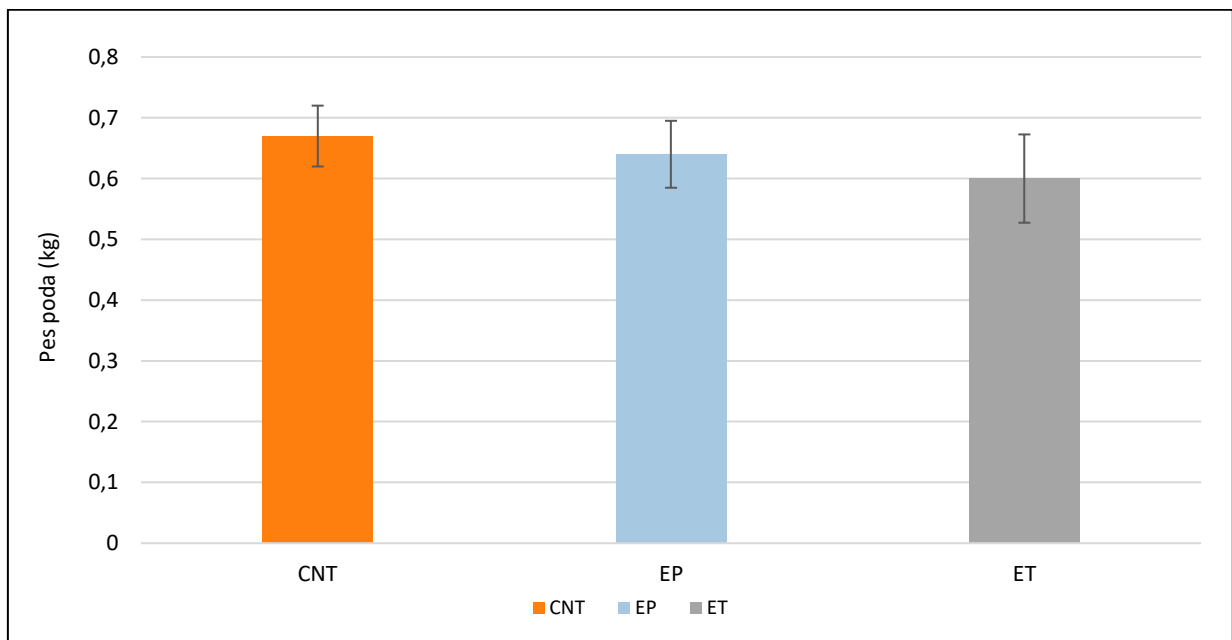


Figura 17: Representació de l'efecte de l'esporga sobre el pes de les redoltes a la poda d'hivern. Valors mitjans \pm error estàndard.

Els valors obtinguts de diàmetre demostren que el cep, independentment del tractament aplicat, és capaç de mantenir-lo de mitjana a tots els ceps de manera similar (Figura 18). Els valors lleugerament inferiors al grup CNT es podria explicar per la distribució que ha de fer la planta de recursos entre tots els brots (el tractament no contempla l'eliminació de rebrots ni cavalls com sí que ho fan els altres dos). Tampoc hi ha cap indicatiu diferenciador que indiqui que disposar de més fulles fotosintèticament actives tingui un impacte significatiu sobre el diàmetre al grup EP respecte de l'ET.

Com era esperable, eliminar rebrots de la fusta vella comporta menys talls a l'hora de podar als tractaments EP i ET respecte de CNT. Com a resultat, en primer lloc, la poda en verd ajuda a reduir el nombre i mida de les ferides de poda d'hivern i, en conseqüència, les vies d'entrada de patògens

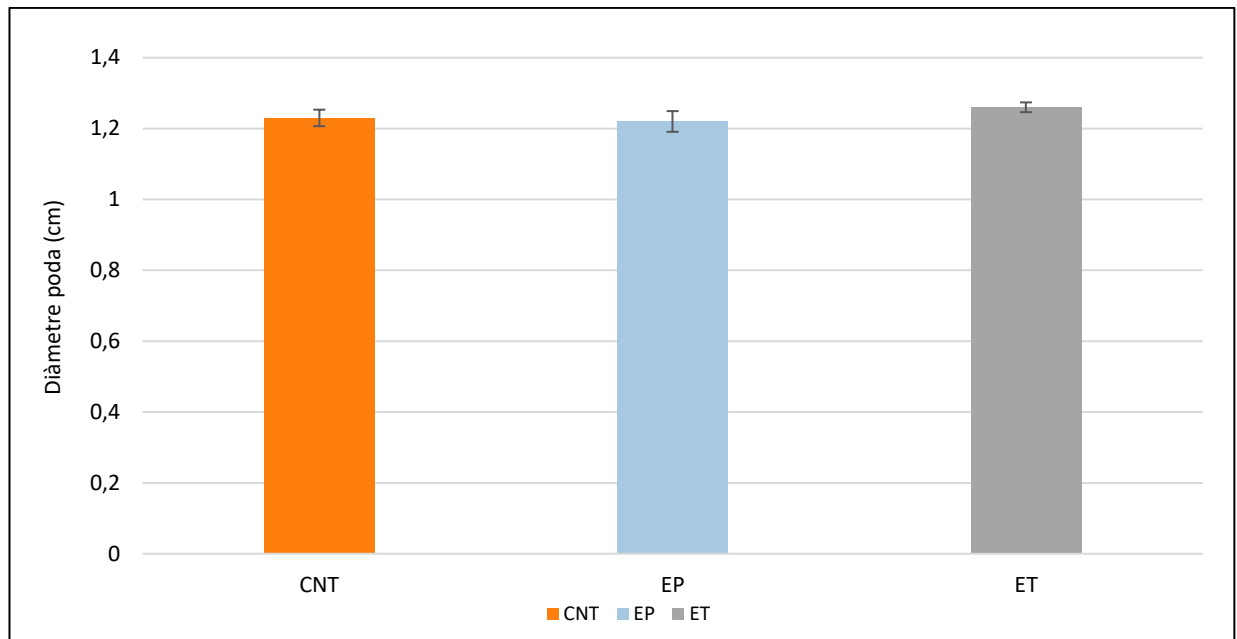


Figura 18: Representació de l'efecte de l'esporga sobre el diàmetre de les redoltes a la poda d'hivern. Valors mitjans \pm error estàndard.

que poden influir a la longevitat productiva del cep. Un altre derivat és el menor desgast de les tisores elèctriques usades per aquesta tasca, així com dels possibles desperfectes que es puguin causar amb les mateixes al material d'emparrat, principalment als filferros; tant les tisores com els recursos emprats per la reparació de l'emparrat tenen un cost econòmic elevat, de tal manera que una de les formes d'allargar la seva vida útil pot ser esporgant la vinya. A més, suposa reduir el temps dedicat a aquesta pràctica sobretot en varietats i anyades que destaquen per afavorir el desenvolupament excessiu de la canòpia del cep, facilitant molt més l'operació.

5.- CONCLUSIONS

La metodologia de gestió de canòpia realitzada en aquest treball no ha demostrat resultats concloents en la majoria dels paràmetres estudiats, si bé permet observar certes tendències que podrien derivar en diferències significatives amb un temps d'estudi més llarg.

Els tres tipus d'esporga realitzats no han desembocat en canvis perceptibles i significatius en relació als paràmetres de creixement vegetatiu estudiats dels ceps, encara que el comportament evidencia una propensió de les plantes a les que s'ha realitzat la poda en verd a créixer amb més força respecte aquelles a les quals no s'hi ha fet res.

En la mateixa línia, els grups d'esporga parcial i total mostren un menor nombre de redoltes i raïms que el grup control a causa de l'aplicació del propi tractament. Aquest efecte es reflexa també a la poda d'hivern, on coincideixen els valors de redoltes amb els de talls a realitzar pels tres tractaments. Per contra, l'esporga no es tradueix en diferències significatives en pes de les redoltes ni diàmetre de les mateixes a la poda d'hivern.

No obstant, la penetració dels fitosanitaris sí que es veu afectada per la realització de la pràctica fent palès un canvi evident en l'arribada dels mateixos a les parts interiors del cep, sent aquesta directament proporcional a la intensitat d'esporga.

Una altra tendència que es deriva de l'estudi és el canvi de comportament de la maduració en funció del grup de tractament; la maduració és més lenta en aquells ceps on no s'ha fet cap tipus de gestió de la canòpia i s'escurça el temps entre verol i òptim de maduració amb l'agressivitat de la poda en verd. Cal destacar, però, que l'esporga total es veu castigada més aviat per la sobremaduració del raïm, una situació poc desitjada en el context enològic actual per l'efecte del canvi climàtic i la conseqüent obtenció de vins cada vegada més alcohòlics i amb menor acidesa, pel que es busca veremar en un punt d'equilibri entre els dos atributs.

L'efecte de l'esporga també es va poder veure en la concentració de clorofil·la a les fulles amb diferències significatives per aquest paràmetre entre els grups CNT i EP respecte del grup ET. El mateix comportament es va poder observar amb l'índex NBI. En canvi, aquestes diferències no s'observen entre tractaments en l'índex de flavonols tot i haver-hi un contrast evident entre els valors obtinguts per l'anvers i el revers de les fulles als tres tipus de poda en verd.

Tenint en compte els resultats obtinguts, es pot afirmar que fer poda en verd presenta un benefici respecte de no fer-ne, sobretot per la major incidència en l'aplicació de fitosanitaris i per la

reducció de ferides de poda que representa fer menys talls a la poda d'hivern. Així mateix, la concentració de clorofil·la no sembla variar entre aquells ceps on no s'ha esporgat i els que sí.

Val a dir també que un estudi de viticultura i en concret de gestió de canòpia com el que ocupa no és usual que mostri resultats significatius durant el primer any de tractament, sinó que foren necessaris fins a dos o tres anys més per assegurar que les diferents pràctiques a les que han estat sotmeses els ceps realment representen un canvi visible i significatiu en el comportament fisiològic i maduratiu de la planta i dels seus fruits. Per aquest motiu, els resultats en aquest punt d'estudi mostren la tendència que podria seguir cada paràmetre recollit i, en cap cas, representar la conducta real per cada tractament realitzat.

6.- BIBLIOGRAFIA

ACCIÓ (2024). *La cadena de valor vitivinícola a Catalunya*. Generalitat de Catalunya.

<https://www.accio.gencat.cat/web/.content/bancconeixement/documents/pindoles/ACCIO-pindola-sector-vitivinicola-a-catalunya.pdf>

Aliquó, G.; Catania, A.; Aguado, G. (2010). *La poda de la vid*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

https://www.researchgate.net/profile/GustavoAliquo/publication/335636085_LA_PODA_DE_LA_VID

Asenjo, J.L.; Arranz, C.; Yuste, J. (2004). Mejora de la calidad de la uva a través del deshojado. *Vida Rural*, 187, 46-50. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_vrural/Vrural_2004_187_46_50.pdf

Azcárate, I. (1996). Plagas agrícolas y forestales en España (Siglos XVIII y XIX). *Estudios*, 131. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/fondo/pdf/14985_all.pdf

Barrachina, C. (2016). Enología y procesos químicos (II): ciclo biológico y ciclo de cultivo de la vid. Nociones y terminología español-italiano. *La Linterna del Traductor*, 12.

<https://lalinternadeltraductor.org/n12/ciclo-vid.html>

Celestino, S. & Blánquez, J. (2007). Origen y desarrollo del cultivo del vino en el mediterráneo: la península Ibérica. *Universum (Talca)*, 22(1), 32-60. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-23762007000100004>

Davies, C.; Boss, P. K.; Geros, H.; Lecourieux, F.; Delrot, S. (2012). Source/sink relationships and molecular biology of sugar accumulation in grape berries. *The Biochemistry of Grape Berry*, 44-66. <https://doi.org/10.2174/97816080536051120101>

Denominació d'Origen CAVA (s.d.). *Varietats de raïm autoritzades*. Denominació d'Origen CAVA. <https://www.cava.wine/ca/origen/varietats-de-raim/>

Diago, M. P. & Tardáguila, J. (2010). Estudio y desarrollo del deshojado precoz como técnica para el control del rendimiento productivo de la vid (*Vitis vinifera L.*). Efectos sobre el desarrollo vegetativo, los componentes de la producción, así como sobre la composición y la calidad de la uva y el vino. <http://hdl.handle.net/10261/45304>

Fan, K.; Li, F.; Chen, X.; Li, Z.; Mulla, D. J. (2022). Nitrogen Balance Index Prediction of Winter Wheat by Canopy Hyperspectral Transformation and Machine Learning. *Remote Sensing*, 14(14), 3504. <https://doi.org/10.3390/rs14143504>

Friedel, M.; Hendgen, M.; Stoll, M.; Löhnertz, O. (2020). Performance of Reflectance Indices and of a Handheld Device for Estimating In-field the Nitrogen Status of Grapevine Leaves. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 26(2), 110-120. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12424>

García-Escudero, E. & Martínez-Zapater, J. M. (2022). Evolución del cultivo de la vid en España en los últimos cincuenta años. *Tecnología Hortícola Mediterránea. Evolución y futuro: Viveros, Frutales, Hortalizas y Ornamentales*, 959-986. <http://hdl.handle.net/10261/306893>

Gatti, M.; Garavani, A.; Cantatore, A.; Parisi, M. G.; Bobeica, N.; Merli, M. C.; Vercesi, A.; Poni, S. (2015). Interactions of Summer Pruning Techniques and Vine Performance in the White *Vitis vinifera* cv. Ortugo. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 21(1), 80-89. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12107>

González, A. B.; Valenciano, J. B.; Marcelo, V.; Rodríguez-Pérez, J.R. (2010). *Análisis de la variación temporal de parámetros de calidad de la uva y madera de poda de cuatro variedades de viñedo en la D.O. Bierzo*. https://www.researchgate.net/profile/Ana-Gonzalez-Fernandez-2/publication/277016319_ANALISIS_DE_LA_VARIACION_TEMPORAL_DE_PARAMETROS_DE_CALIDAD_DE_LA_UVA_Y_MADERA_DE_PODA_DE_CUATRO_VARIEDADES_DE_VINEDO_EN_LA_DO_BIERZO

Hellman, E. W. (2003). Grapevine structure and function. Grape Grower's Handbook. *Oregon viticulture*, 5-19.

https://www.researchgate.net/publication/237296145_Grapevine_Structure_and_Function

Hunter, J. J. & Visser, J. H. (1990). The effect of partial defoliation on growth characteristics of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon I. Vegetative growth. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 11(1), 18-25. <http://hdl.handle.net/10019.1/101783>

Iacono, F.; Bertamini, M.; Scienza, A.; Coombe, B. G. (1995). Differential Effects of Canopy Manipulation and Shading of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon. Leaf gas exchange, photosynthetic electron transport rate and sugar accumulation in berries. *Vitis*, 34(4), 201-206. <https://openpub.fmach.it/bitstream/10449/18167/1/W09603c0024.pdf>

INNOTEC (2012). *Seguimiento analítico de la maduración de la uva y fermentación alcohólica*. INNOTEC Laboratorios. <https://www.innotec-laboratorios.es/seguimiento-analitico-de-la-maduracion-de-la-uva-y-fermentacion-alcoholica/>

Institut d'Estadística de Catalunya (2020). *Cens Agrari 2020*. Institut d'Estadística de Catalunya. <https://www.idescat.cat/pub/?id=censag&n=16075>

Instituto Nacional de Estadística (2020). *Censo Agrario. Año 2020*. Instituto Nacional de Estadística. https://www.ine.es/prensa/cea_2020.pdf

Kozina, B.; Karoglan, M.; Herjavec, S.; Jeromel, A; Orlic, S. (2008). Influence of Basal Leaf Removal on the Chemical Composition of Sauvignon Blanc and Riesling Wine. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 6(1), 28.

https://www.researchgate.net/publication/237103334_Influence_of_basal_leaf_removal_on_the_chemical_composition_of_Sauvignon_Blanc_and_Riesling_wines

Laoué, J.; Fernandez, C.; Ormeño, E. (2022). Plant Flavonoids in Mediterranean Species: A Focus on Flavonols as Protective Metabolites under Climate Stress. *Plants*, 11(2), 172. <https://doi.org/10.3390/plants11020172>

Lissarrague, J. R. (2008). *Biología de la vid*. Universidad Politécnica de Madrid, Grupo de Investigación en Viticultura. https://moodle.upm.es/enabierto/pluginfile.php/858/mod_label/intro/tema2biologia.pdf?time

Mabrouk, H. & Sinoquet, H. (1998). Indices of Light Microclimate and Canopy Structure of Grapevines Determined by 3D Digitising and Image Analysis, and Their Relationship to Grape Quality. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 4(1), 2-13. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.1998.tb00129.x>

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (s.d.-a). *Material vegetal. Macabeo*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. <https://www.mapa.gob.es/app/MaterialVegetal/fichaMaterialVegetal.aspx?idFicha=479>

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (s.d.-b). *Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC)*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. <https://sigpac.mapa.es/feqa/visor/>

Observatori Agroalimentari, Rural i Ambiental (2024). *Recull Estadístic del Sector Vinya i Vi*. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació.

https://agricultura.gencat.cat/web/.content/de_estadistiques_observatoris/02_estructura_i_producio/02_estadistiques_agricoles/Recull_estadistic_agricoles/Fitxer_estatic/RECULL_VINYA.pdf

Organisation Internationale de la Vigne et du Vin (2025). *Recueil des Méthodes internationales d'analyse des vins et des moûts*. Organisation Internationale de la Vigne et du Vin.

<https://www.oiv.int/sites/default/files/publication/202504/Recueil%20MA%202025%20FR%20Complet.pdf>

Organisation Internationale de la Vigne et du Vin (2023). *Statistiques par pays. Espagne*.

Organisation Internationale de la Vigne et du Vin. <https://www.oiv.int/fr/ce-que-nous-faisons/country-report?oiv=>

Organización Interprofesional del Vino de España (2023). *La relevancia del económica y social del sector vitivinícola en España, 2023*. https://interprofesionaldelvino.es/wp-content/uploads/2023/11/Informe_relevancia_economica_y_social_del_sector_vitivinicola-en-Espana_2023_OIVE_vf.pdf

Piqueras, J. (2005). La filoxera en España y su difusión espacial: 1878-1926. *Cuadernos de geografía*, 77, 101-136. <http://hdl.handle.net/10550/31310>

Poni, S.; Frioni, T.; Gatti, M. (2023). Summer Pruning in Mediterranean Vineyards: is climate change affecting its perception, modalities, and effects?. *Frontiers in Plant Science*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1227628>

Reynolds, A. G. & Wardle, D. A. (1989). Influence of Fruit Microclimate on Monoterpene Levels of Gewürztraminer. *American Journal of Enology and Viticulture*, 40(3), 149-154. <https://doi.org/10.5344/ajev.1989.40.3.149>

Senge, M. O.; Ryan, A. A.; Letchford, K. A.; MacGowan, S. A.; Mielke, T. (2014). Chlorophylls, Symmetry, Chirality, and Photosynthesis. *Symmetry*, 6(3), 781-843. <https://doi.org/10.3390/sym6030781>

Smart, R. E. & Robinson, M. (1991). *Sunlight into Wine: A Handbook for Winegrape Canopy Management*. Winetitles, Adelaide.

Spayd, S. E.; Tarara, J. M.; Mee, D. L.; Ferguson, J. C. (2002). Separation of Sunlight and Temperature Effects on the Composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot Berries. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53(3), 171-182. <https://doi.org/10.5344/ajev.2002.53.3.171>

Stewart, A. J.; Chapman, W.; Jenkins G. I.; Martin, T.; Crozier, A. (2001). The Effect of Nitrogen and Phosphorus Deficiency on Flavonol Accumulation in Plant Tissues. *Plant, Cell & Environment*, 24(11), 1189-1197. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3040.2001.00768.x>

van Leeuwen, C.; Lerich, O.; Renard, R.; Trégoat, O.; Alla, P. L. (2000). Micromorphometric Changes in Trunk Diameter in Relation to Mild Water Stress in Field Grown Vines. *OENO One*, 34(2), 41-47. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2000.34.2.1009>

Viader, R. (2018). Sobre el terroir y la mineralidad. *Acenología*. https://www.acenologia.com/sobre_terroir_y_mineralidad_cor0618/

Yravedra, G. (s.d.). *Antecedentes históricos de la vid y del vino en Hispania*. <https://yravedra.com/historia/10-historia/1543-8-antecedentes-historicos-de-la-vid-y-del-vino-en-hispania>

Yuste, J. (2005). Operaciones en verde para mejorar la calidad de la uva. *Vida Rural*, 207(6), 52-56. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Vrural/Vrural_2005_207_52_56.pdf