



DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE ALIMENTARI E AMBIENTALI

CORSO DI LAUREA IN: SCIENZE E TECNOLOGIE AGRARIE

CURRICULUM: VITICOLTURA ED ENOLOGIA

RIDUZIONE DELLA SUPERFICIE
FOGLIARE DELLA VITE E RIPERCUSSIONI
IN RELAZIONE AL CAMBIAMENTO
CLIMATICO

REDUCTION OF THE VINE LEAF SURFACE
AND REPERCUSSIONS IN RELATION TO CLIMATE
CHANGE

Tipo Tesi: compilativa

Studente:

TOMMASO AMADIO

Relatore:

PROF.SSA VANIA LANARI

Correlatore:

DOTT. LUCA PALLOTTI

ANNO ACCADEMICO 2022-2023

A mia madre.

A tutte le persone che ci sono state per me e a tutte quelle persone
che non ci sono più ,perché hanno contribuito a farmi diventare la
persona che sonsono oggi.

Seneca ha detto:” È l’animo che devi cambiare, non il cielo sotto cui vivi.”

Aveva proprio ragione.

SOMMARIO

| | |
|---|----|
| SOMMARIO..... | 3 |
| ELENCO DELLE TABELLE..... | 4 |
| ELENCO DELLE FIGURE..... | 5 |
| ACRONIMI E ABBREVIAZIONI..... | 7 |
| CAPITOLO 1 DEFOGLIAZIONE FOGLIARE..... | 8 |
| 1.1 Defogliazione: introduzione..... | 8 |
| 1.2 Defogliazione: periodi e tempi diversi di svolgimento dell'operazione ed effetti sulla composizione chimica del grappolo..... | 10 |
| 1.3 Defogliazione su vitigni differenti e risultati..... | 11 |
| CAPITOLO 2 CIMATURA DEI GERMOGLI..... | 21 |
| 2.1 Cimatura: introduzione..... | 21 |
| 2.2 Cimatura: periodi e tempi diversi di svolgimento dell'operazione..... | 21 |
| 2.3 Cimatura su vitigni differenti e risultati..... | 22 |
| CONCLUSIONI..... | 26 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 28 |
| SITOGRAFIA..... | 33 |

Tabella 1-1: Composizione del mosto di viti di Sangiovese coltivate in pieno campo e sottoposte a tre differenti tecniche per il controllo della resa. Questi sono i dati medi riferiti al triennio che va dal 2007 al 2009 (*Gatti et al., 2011*)12

Tabella 1-2: Antociani totali (Tot.Anto), antociani estraibili (Anto.Estr), polifenoli totali (Tot.Polif.) e contenuto di polifenoli estraibili (Polif.Estr) di Cabernet Sauvignon trattata con tre diverse gestioni di defogliazione: rimozione di quattro foglie (FR4), rimozione di otto foglie (FR8) e nessuna defogliazione (C). Le misurazioni sono state condotte a piena invaiatura (31 luglio 2018 e 25 luglio 2019), in media maturazione (27 agosto 2018 e 20 agosto 2019) e in piena maturazione (25 settembre 2018 e 18 settembre 2019). I dati (media SE, n = 10) sono stati sottoposti ad ANOVA unidirezionale (analisi della varianza). Lettere diverse all'interno dello stesso parametro e la stessa riga indicano differenze significative (test LSD, $p = 0,05$) (*Cataldo et al., 2021*)15

Tabella 1-3: Contenuto di zucchero ($^{\circ}$ Brix), acidità titolabile (AT), pH e peso dell'acino di Cabernet Sauvignon trattata con tre diverse gestioni di defogliazione: rimozione di quattro foglie (FR4), rimozione di otto foglie (FR8) e nessuna defogliazione (C). Le misurazioni sono state condotte a piena invaiatura (31 luglio 2018 e 25 luglio 2019), a metà maturazione (27 agosto 2018 e 20 agosto 2019) e a piena maturazione (25 settembre 2018 e 18 settembre 2019). I dati (media \pm SE, n = 10) sono stati sottoposti ad ANOVA unidirezionale (analisi della varianza). Lettere diverse all'interno dello stesso parametro e riga indicano differenze significative (test LSD, $p \leq 0,05$) (*Cataldo et al., 2021*)16

Tabella 1-4: Effetto della varietà e della variante del trattamento (A=controllo, B= 40%, C=70%) sul contenuto di acido tartarico, acido malico e pH nell'uva al momento della raccolta dal 2017 al 2019. ANOVA (analisi della varianza) è stata utilizzata per confrontare i dati. Le medie all'interno di ciascuna colonna di varietà seguita da lettere diverse (a,b,c,d,e,f) sono significativamente diverse l'uno dall'altro con $p < 0,05$ per il test delle differenze meno significative (LSD) non protetto di Fisher. X: la variante A non è stata monitorata nel 2019 (*Horák et al., 2021*).....20

Tabella 2-1: Effetti della cimatura singola (CS) e della cimatura doppia (CD) sulla composizione del mosto per i vitigni 'Grenache' (2014 e 2015, Badarán, La Rioja, Spagna). I dati sono stati analizzati con ANOVA (unidirezionale); *, **, ***, ns: significativo con $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$, $p \leq 0,001$ o non significativo, rispettivamente. Quando le differenze tra i trattamenti erano significative, è stato utilizzato il metodo S-N-K per separare le medie; lettere diverse (a, b) rappresentano medie diverse con $p \leq 0,05$. b L'acidità titolabile è espressa come acido tartarico g·L-1 (*Zheng et al., 2017*).....23

| | |
|--|----|
| Figura 1-1: Vite defogliata di Cabernet Sauvignon. (Fonte: http://www.farmwithscience.org/it/programma2014-2017/viticultura/nuove-tecniche-in-vigneto/defogliazione-della-vite-una-prevenzione-contro-le-malattie-fungine) | 8 |
| Figura 1-2: Filari di vigneto defogliati. (Fonte: http://www.farmwithscience.org/it/programma-20142017/viticultura/nuove-tecniche-in-vigneto/defogliazione-della-vite-una-prevenzione-contro-le-malattie-fungine) | 8 |
| Figura 1-3: Caratterizzazione termo-pluviometrica della stagione vegetativa presso il vigneto sperimentale di Tebano, negli anni di prova. (GG = gradi giorno dal 1° aprile al 30 settembre; P apr-sett = piovosità giornaliera dal 1° aprile al 30 settembre). Le frecce indicano la data di applicazione dei trattamenti e di vendemmia) (<i>Gatti et al., 2011</i>) | 11 |
| Figura 1-4: Effetto della defogliazione e cimatura delle viti di Aglianico sulla relazione tra zuccheri e rapporto tra la superficie fogliare e la resa della vite, calcolato includendo i dati dei 3 anni raccolti nei vitigni controllo (cerchio pieno) e nei vitigni che sono stati sottoposti a due trattamenti di cimatura post-invaiatura che hanno asportato il tutto le porzioni di germogli sopra il 7° (triangolo vuoto) o il 15° (triangolo pieno) nodo dei germogli principali e a due trattamenti di defogliazione post-invaiatura che hanno rimosso il 50% (D50) (quadrato pieno) e 75% (D75) (quadrato vuoto) delle foglie sui germogli laterali. Ogni punto rappresenta i dati medi per trattamento. $y = 2,31 \ln(x) + 20,26$, $r^2 = 0,88$, $P < 0,001$. La barra verticale rappresenta la differenza meno significativa ($P \leq 0,05$) tra i trattamenti (<i>Caccavello et al., 2017</i>) | 13 |
| Figura 1-5: Peso del grappolo (A), 2018; (B), 2019, resa/ceppo (C), 2018; (D), 2019 e numero di grappoli/ceppo (E), 2018; (F), 2019 di Cabernet Sauvignon con tre diverse gestioni di defogliazione: rimozione di quattro foglie (FR4, colonna verde), rimozione di otto foglie (FR8, colonna rosa) e nessuna defogliazione (C, colonna blu). Le misurazioni sono state condotte a piena maturazione (25 settembre 2018 e 18 settembre 2019). Lettere diverse all'interno dello stesso parametro indicano differenze significative. I dati (media \pm SE, n = 10) sono stati sottoposti ad ANOVA unidirezionale (ossia l'analisi della varianza) (test LSD, $p \leq 0,05$) (<i>Cataldo et al., 2021</i>) | 18 |
| Figura 1-6: L'effetto della riduzione dell'area fogliare sul contenuto dell'uva di solidi solubili totali (SST) e sull'acidità titolabile (AT) durante la maturazione nelle uve delle varietà Pinot Grigio (a,b), Sauvignon Blanc (c,d) e Riesling Renano(e,f) nel 2017 (curva rosso), 2018 (curva blu) e 2019 (curva nera) con una riduzione dello 0% (cerchio), 40% (triangolo) e il 70% (quadrato) dell'area fogliare; (GPR=giorni prima della raccolta) | |

| | |
|---|----|
| <i>(Horák et al., 2021)</i> | 20 |
| Figura 2-1: Cimatrice a barre falcianti in un vigneto di Bonarda (<i>Poni et al., 2004</i>)..... | 22 |
| Figura 2-2: Temperature medie mensili durante le stagioni di crescita a (a) Logroño e (b) Badarán (<i>Zheng et al., 2017</i>) | 24 |
| Figura 2-3: Andamento dei solidi solubili totali nei diversi trattamenti tra il 2013 e il 2018 in funzione dei giorni giuliani (GG) (Dal 1° gennaio al 27 ottobre) (<i>Molitor et al., 2019</i>)..... | 26 |

ACRONIMI E ABBREVIAZIONI

SST SOLIDI SOLUBILI TOTALI

AT ACIDITÀ TITOLABILE

CV CULTIVAR

La defogliazione è uno strumento molto versatile che il viticoltore ha a disposizione per produrre uve sane e di qualità. L'intervento consiste nell'eliminare alcune foglie in prossimità dei grappoli (Figg. 1-1 e 1-2), con l'obiettivo di migliorare le condizioni microclimatiche, ottenere una miglior esposizione dei frutti e facilitare la difesa fitosanitaria.

1.1 Defogliazione: introduzione

La defogliazione è una tecnica di gestione della chioma che può essere svolta in diversi momenti del ciclo della vite a seconda dell'obiettivo di interesse. La defogliazione può essere applicata dalla primavera fino alla fine dell'estate (*Sabbatini et al., 2010*). L'esecuzione manuale della defogliazione richiede un impegno di manodopera piuttosto elevato, compreso tra 40 e 60 ore/ha. L'introduzione di macchine defogliatrici in grado di effettuare un lavoro di buona qualità ha portato a ridurre il tempo necessario a 4 ore/ha (*Castaldi et al., 2018*). Sebbene la defogliazione sia sempre più applicata su viti vigorose o in climi freddi, dove le condizioni ambientali e il microclima dei grappoli sono diverse e a volte inadeguate a garantire una giusta maturazione degli acini, questa pratica agronomica è ampiamente utilizzata, anche nei climi più caldi e su piante che non sono eccessivamente vigorose per migliorare le loro prestazioni. La defogliazione è una pratica che deve essere intrapresa con cura per prevenire il rischio di surriscaldamento e bruciatura delle bacche. Inoltre, nei nostri tempi con l'avvenire dei cambiamenti climatici un obiettivo sempre più importante, per ottenere un vino di qualità è quello di raggiungere e mantenere un rapporto ottimale tra resa dell'uva e area di assimilazione (*Howell et al., 1987*).



Figura 1-1: Vite defogliata di Cabernet Sauvignon. (Fonte: <http://www.farmwithscience.org/it/programma2014-2017/viticultura/nuove-tecniche-in-vigneto/defogliazione-della-vite-una-prevenzione-contro-le-malattie-fungine>)



Figura 1-2: Filari di vigneto defogliati. (Fonte: <http://www.farmwithscience.org/it/programma-20142017/viticultura/nuove-tecniche-in-vigneto/defogliazione-della-vite-una-prevenzione-contro-le-malattiefungine>)

1.2 Defogliazione: periodi e tempi diversi di svolgimento dell'operazione ed effetti sulla composizione chimica del grappolo

L'effetto della defogliazione dipende dal numero di foglie rimosse, dai tempi, dal vitigno e dal clima (*Kliewer et al., 1970*). A seconda dello stadio fenologico, la defogliazione può essere precoce (in pre-fioritura), media (in allegagione) o tardiva (in pre o post- invaiatura). La defogliazione precoce riduce la resa dell'uva e diminuisce il numero di acini e quindi il peso del grappolo, mentre la rimozione delle foglie durante o dopo l'invaiatura influisce sulla sintesi primaria e secondaria dei metaboliti (*Intrieri et al., 2008*). Si è riscontrato che la defogliazione prima della fioritura va a ridurre l'allegagione e la resa in uva di molte varietà (ad es. Sangiovese e Merlot), mentre in diverse condizioni microclimatiche va ad aumentare le concentrazioni di antociani e fenoli. Inoltre, gli effetti della defogliazione sulla resa variano anche in base alla quantità di foglie eliminate (*May. et al., 1969*). Poiché l'apporto di carboidrati all'antesi è un determinante fondamentale dell'allegagione, la rimozione delle foglie tre o quattro settimane prima dell'antesi normalmente va a ridurre la compattezza del grappolo, la resa e la quantità totale di zucchero per bacca e questi risultati sono stati visti sulla varietà Riesling in una sperimentazione durata cinque anni (*Reynolds et al., 1966*). D'altra parte, se le foglie vengono rimosse più tardi nella stagione (ad es. invaiatura) o se ne vengono rimosse meno, la resa non ne risente significativamente e può addirittura aumentare rispetto ai trattamenti non defoglianti (*Zoecklein et al., 1992*). L'Istituto di ricerca orticola dell'Ontario in Canada, in una sperimentazione sulle varietà di Riesling, Cabernet Franc e Optima, effettuato dal 1990 al 1991, ha osservato che con la defogliazione pre-fioritura e la conseguente maggiore esposizione alla radiazione solare, si è formato uno strato più spesso di cere cuticolari sugli acini e sono arrivati a vedere che questo ispessimento portava a una maggiore resistenza al marciume dei grappoli (*Percival et al., 1993*). L'intervento in allegagione migliora il microclima nella fascia produttiva, rendendo la chioma a livello dei grappoli più aperta, favorendo la circolazione dell'aria e la penetrazione della luce. L'esecuzione in post-fioritura porta anche alla pulizia dei residui floreali, eliminando un possibile inoculo per la botrite. In una sperimentazione che è stata condotta nel 2002 su uve di Sauvignon Blanc e Riesling nel vigneto del Dipartimento di Viticoltura ed Enologia e centro di ricerca della Facoltà di Agraria nella regione vinicola continentale della Croazia si è notato che, eliminando le foglie basali fino al primo grappolo nel periodo seguente la fioritura e all'allegagione (rispetto alla defogliazione all'invaiatura) aumenta il contenuto di monoterpeni (soprattutto nerolo, linalolo e geraniolo), ma anche l'alcool e diminuisce la concentrazione di esteri volatili in bacche bianche (*Belancic et al., 1997*). L'ombreggiamento della chioma differentemente ha implicazioni per le alterazioni della bacca nera: un microclima della chioma troppo ombreggiato può causare un aumento dell'acidità titolabile (acidi malico e tartarico) e del contenuto di ammonio e potassio nel succo (*Perez et al., 1982*). I cambiamenti nella composizione degli acini dovuti all'ombra si associano agli effetti noti del fitocromo sull'attività enzimatica (inclusi l'enzima malico, la fenilalanina ammoniacica liasi, l'invertasi, la PEP-carbossilasi e la malico deidrogenasi). La defogliazione tardiva (pre o post-invaiatura) rimuovendo sei o sette foglie basali e alcuni germogli laterali dai due terzi superiori della chioma, nella cultivar Sangiovese ha causato una diminuzione dell'accumulo di zucchero (a circa 12°Brix) senza influenzare negativamente la concentrazione di antociani e composti fenolici (*Poni et al., 2013*). Un'eccessiva defogliazione può portare a frutti troppo esposti (sottoponendo gli acini ad alte temperature e ad alta intensità luminosa) e nelle cultivar a bacca nera, può ridurre il contenuto di antociani (*Tardaguila et al., 2008*).

1.3 Defogliazione su vitigni differenti e risultati

In una sperimentazione effettuata nel triennio 2007-2009 in un vigneto adulto di Sangiovese, messo a dimora nel 2000 nella provincia di Ravenna, a Tebano nell'Azienda Sperimentale Terre Naldi dove sono stati svolti i seguenti trattamenti: diradamento delle infiorescenze in pre-fioritura (DIR1), diradamento dei grappoli in preinvaiatura (DIR2), defogliazione precoce in pre-fioritura (DEFp) confrontati con un testimone di controllo non diradato e non defogliato (Gatti *et al.*, 2011). La defogliazione precoce (pre-fioritura) si basava sull'asportazione delle 6 foglie basali del giovane germoglio. Questa sperimentazione è avvenuta in un periodo con temperature attive dal 1°aprile al 30°settembre è oscillata tra 1893 gradi/giorno nel 2008 e 2068 gradi/giorno nel 2009. La stagione più piovosa, con 252 mm, si è verificata nel 2008 mentre nelle altre due annate si sono registrate precipitazioni inferiori come vediamo nella figura 1-3. Nel 2007, il mese precedente la vendemmia è risultato più piovoso rispetto alle altre due annate. Inoltre, la defogliazione precoce ha ridotto di molto il numero di fiori allegati al 29,6%, quindi ha ridotto anche le produzioni di grappoli d'uva ed è anche diminuito il peso dell'acino e del grappolo; quindi, il grappolo è risultato meno compatto, con meno acini ma più resistente ai marciumi. La defogliazione in pre-fioritura ha portato nelle uve di Sangiovese ad ottenere un grado zuccherino superiore a 23°Brix rispetto a un testimone senza defogliazione che aveva 21,2°Brix, come vediamo nella tabella 1-1. Gli antociani e i polifenoli totali nelle uve delle viti defogliate sono risultati superiori rispetto al controllo, soprattutto i polifenoli totali sono aumentati del 20%.

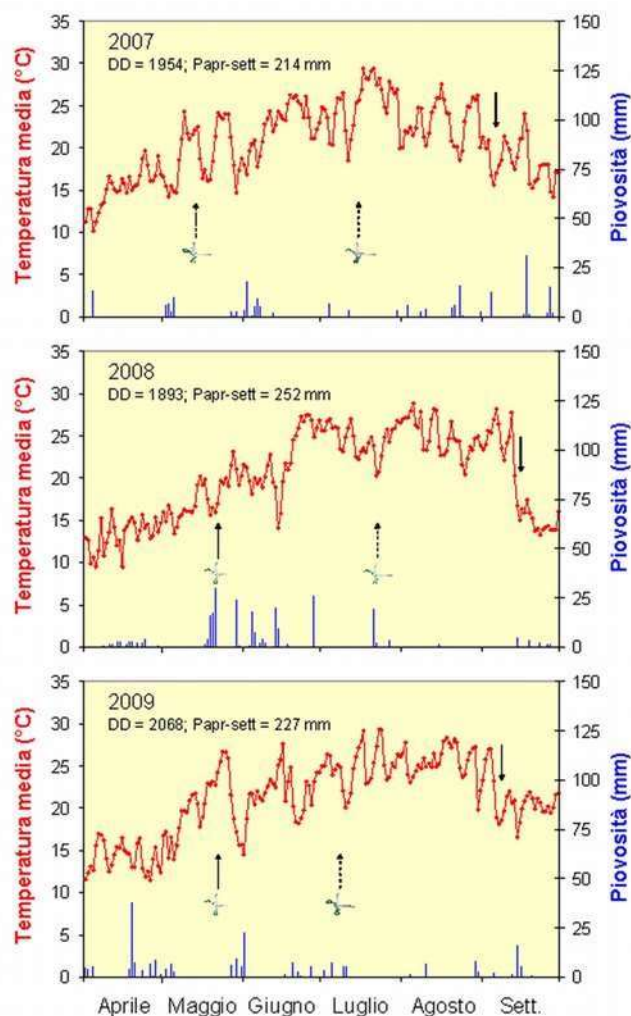


Figura 1-3: Caratterizzazione termo-pluviometrica della stagione vegetativa presso il vigneto sperimentale di Tebano, negli anni di prova. (GG = gradi giorno dal 1° aprile al 30 settembre; P apr-sett = piovosità giornaliera dal 1° aprile al 30 settembre). Le frecce indicano la data di applicazione dei trattamenti e di vendemmia) (Gatti et al., 2011).

Tabella 1-1: Composizione del mosto di viti di Sangiovese coltivate in pieno campo e sottoposte a tre differenti tecniche per il controllo della resa. Questi sono i dati medi riferiti al triennio che va dal 2007 al 2009 (Gatti et al., 2011).

| Tesi | Solidi solubili (°Brix) | pH | Acidità titolabile | | Polifenoli totali (mg/kg) |
|--------------------------------|-------------------------|--------|--------------------|--------------------------|---------------------------|
| | | | (g/L) | Antociani totali (mg/kg) | |
| Testimone | 21,2 b | 3.18 c | 6.82 b | 1333 b | 3434 c |
| DIR I | 23.3 a | 3.28 a | 6.47 c | 1571 a | 4202 b |
| DIR II | 23.2 a | 3.30 a | 6.35 c | 1603 a | 4017 b |
| DEFp | 23.4 a | 3.22 b | 7.01 a | 1640 a | 5030 a |
| Significatività | *** | ** | *** | ** | *** |
| Interazione anno x trattamento | ns | ** | ns | ns | ns |

Separazione tra le medie entro colonna con il test di Student Newman Keuls (SNK). *, **, ns: Significatività per $p \leq 0.05$, 0.01, o non significativo, rispettivamente.

In un'altra sperimentazione che è stata condotta dal 2012 al 2014 in un vigneto sperimentale di Aglianico situato nell'Italia meridionale, sono stati eseguiti i seguenti trattamenti: defogliazione in post-invaiatura che ha rimosso il 50% (D50) delle foglie dei germogli laterali, defogliazione in post-invaiatura che ha rimosso il 75% (D75) delle foglie dei germogli laterali, cimatura in post-invaiatura che ha eliminato tutte le porzioni di germogli sopra al 7° nodo dei germogli principali, cimatura post-invaiatura che ha eliminato tutte le porzioni sopra al 15° nodo (T15) dei germogli principali e un testimone di controllo dove le viti sono state lasciate non defogliate e non cimare dopo l'invaiatura (Caccavello, et al., 2017). La defogliazione tardiva (post-invaiatura) è stata svolta in due trattamenti differenti che rimuovevano il 50% (D50) o il 75% (D75) delle foglie. In questi 3 anni la sperimentazione è avvenuta con una temperatura media della stagione di crescita di 21,2–21,5°C.

Secondo questo indice, il clima dell'area dove è stata effettuata la sperimentazione è classificato come "molto caldo" (Jones, et al. 2010). Le precipitazioni annuali invece sono state di circa 900 mm nel 2012 e nel 2014 e intorno a 1100 mm nel 2013. Quindi l'applicazione dei trattamenti di defogliazione svolti ha stimolato solo leggermente la crescita laterale e hanno indotto un aumento significativo dell'età media della chioma della vite. Contrariamente ai risultati visti nella sperimentazione precedente, i trattamenti non hanno influenzato molto la proporzione tra germogliamento e allegagione visto che abbiamo avuto un germogliamento medio di 88% e 84% rispettivamente nel 2013 e nel 2014 e un'allegagione media di 17,5% e 17% nel 2013 e nel 2014. Alla raccolta, le viti controllo hanno mostrato sempre una concentrazione zuccherina e un peso secco degli acini più elevati, rispetto alle viti defogliate. I SST sono aumentati con il rapporto tra la superficie fogliare totale e la resa per vite, però il trattamento D50 si nota che porta a un maggior accumulo di zuccheri rispetto al trattamento D75 (Figura 1-4). Uno studio ha riportato che maggiore è l'intensità della defogliazione, maggiore è stata la riduzione vista al momento della raccolta dei SST delle bacche (Lanari et al., 2013). Nei 3 anni, la defogliazione di moderata intensità (D50) non ha influenzato la concentrazione di antociani e sostanze fenoliche delle bacche rispetto alle viti controllo, invece nella defogliazione post-invaiatura più intensa (D75) la concentrazione di antociani e sostanze fenoliche sono apparse più variabili. Quindi, in questa sperimentazione una defogliazione più drastica (75%) non consente il raggiungimento di una maggiore riduzione della concentrazione zuccherina rispetto ai trattamenti di moderata intensità (50%) o comunque rispetto a una defogliazione precoce.

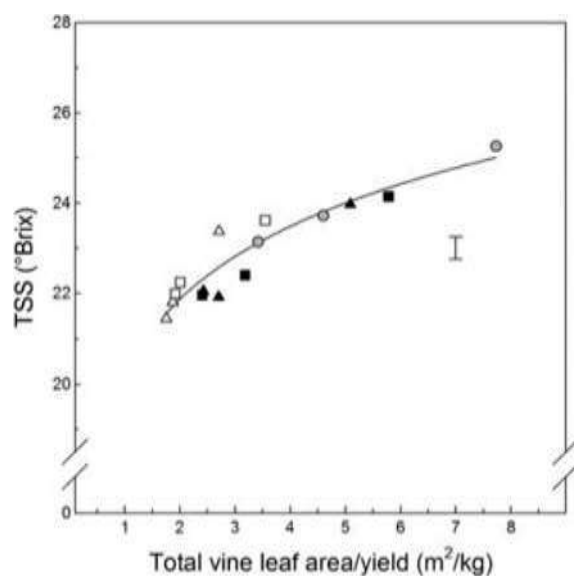


Figura 1-4: Effetto della defogliazione e cimatura delle viti di Aglianico sulla relazione tra zuccheri e rapporto tra la superficie fogliare e la resa della vite, calcolato includendo i dati dei 3 anni raccolti nei vitigni controllo (cerchio pieno) e nei vitigni che sono stati sottoposti a due trattamenti di cimatura post-invaiatura che hanno asportato il tutto le porzioni di germogli sopra il 7° (triangolo vuoto) o il 15° (triangolo pieno) nodo dei germogli principali e a due trattamenti di defogliazione post-invaiatura che hanno rimosso il 50% (D50) (quadrato pieno) e 75% (D75) (quadrato vuoto) delle foglie sui germogli laterali. Ogni punto rappresenta i dati medi per trattamento. $y = 2,31\ln(x) + 20,26$, $r^2 = 0,88$, $P < 0,001$. La barra verticale rappresenta la differenza meno significativa ($P \leq 0,05$) tra i trattamenti (Caccavello et al., 2017).

Un'ulteriore differenza si è riscontrata in un'altra sperimentazione condotta in un vigneto sperimentale di Cabernet Sauvignon situato su un terreno sabbioso in Toscana, nel corso di due stagioni consecutive (2018 e 2019) dove è stata effettuata una defogliazione nel periodo di allegagione che consisteva nel togliere le prime quattro foglie di ciascun germoglio primario (FR4), e nell'altro le prime otto foglie di ciascun germoglio primario (FR8) e confrontati con un testimone di controllo senza nessuna defogliazione (C) (Cataldo et al., 2021). La defogliazione all'allegagione ha portato in questa sperimentazione a una riduzione della superficie fogliare delle viti di circa il 25% nel trattamento FR4 e del 45% nel trattamento FR8. Le precipitazioni durante tutta la stagione, da aprile a ottobre, sono state relativamente più elevate nel 2019 con 378,4 mm rilevati, mentre nel periodo di maturazione delle bacche (da giugno ad agosto), nel 2019 è risultata più secca: 29,4 mm contro i 39,8 mm del 2018. La temperatura media dell'aria, da aprile a ottobre, è stata di 20,2°C nel 2018 e 20,8°C nel 2019. Il contenuto zuccherino ha mostrato grandi differenze, infatti alla raccolta gli zuccheri degli acini che sono stati rilevati in entrambe le stagioni: nel trattamento dove si toglievano 4 foglie (FR4) e nel testimone di controllo (C) si sono avuti valori più alti (26,88 e 26,16 °Brix nel 2018 e rispettivamente 27,75 e 26,90 °Brix nel 2019). Una defogliazione come quella in FR8 ha portato al momento della raccolta a una riduzione della concentrazione dei solidi solubili nella bacca: il contenuto di zucchero di FR8 era inferiore rispetto agli altri due trattamenti, come a metà maturazione (27 agosto 2018) si nota un valore di 20,81°Brix del trattamento FR8 rispetto ai 22°Brix del controllo (Tabella 1-3). In piena invaiatura e a media/piena maturazione, gli acini del trattamento FR4 hanno mostrato un contenuto di antociani estraibili significativamente più elevato rispetto agli acini di FR8 e di C nel 2018 e nel 2019 (Tabella 1-2). Probabilmente il trattamento FR8 ha mostrato un minore accumulo sia di antociani che di polifenoli, a causa dell'eccessiva esposizione al sole e alla temperatura. Il peso del grappolo tra i tre diversi trattamenti non ha portato come vediamo nella figura 1-5 a grandi differenze tra di loro, però ci sono state alcune differenze relative alla resa per vite tra il trattamento di FR4 nel 2018 dove c'è stato un valore più alto rispetto al trattamento FR4 nel 2019. Quindi la defogliazione basale all'allegagione ha un impatto più forte sull'equilibrio source/sink e sull'esposizione alla luce e alla temperatura rispetto alla defogliazione dell'invaiatura (tardiva) (Pastore et al., 2013).

Tabella 1-2: Antociani totali (Tot.Anto), antociani estraibili (Anto.Estr), polifenoli totali (Tot.Polif.) e contenuto di polifenoli estraibili (Polif.Estr) di Cabernet Sauvignon trattata con tre diverse gestioni di defogliazione: rimozione di quattro foglie (FR4), rimozione di otto foglie (FR8) e nessuna defogliazione (C). Le misurazioni sono state condotte a piena invaiatura (31 luglio 2018 e 25 luglio 2019), in media maturazione (27 agosto 2018 e 20 agosto 2019) e in piena maturazione (25 settembre 2018 e 18 settembre 2019). I dati (media SE, n = 10) sono stati sottoposti ad ANOVA unidirezionale (analisi della varianza). Lettere diverse all'interno dello stesso parametro e la stessa riga indicano differenze significative (test LSD, p = 0,05) (Cataldo et al., 2021).

| PERIODO | Tot. Anto. (mg L ⁻¹) | | | Anto.Estr. (mgL ⁻¹) | | |
|-------------------|--|--------------------|-------------------|--|-------------------|-------------------|
| | C | FR4 | FR8 | C | FR4 | FR8 |
| 31 Luglio 2018 | 751,41 ± 27,68 b | 880,25 ± 16,44 a | 738,50 ± 10,68 b | 370,40 ± 9,21 b | 393,73 ± 13,86 a | 344,15 ± 9,41 c |
| 27 Agosto 2018 | 1450,75 ± 24,87 b | 1550,50 ± 21,22 a | 1312,50 ± 17,89 c | 638,75 ± 15,87 b | 653,75 ± 11,04 a | 595,00 ± 14,16 c |
| 25 Settembre 2018 | 1690,15 ± 23,55 b | 1830,12 ± 19,48 a | 1490,75 ± 14,32 c | 737,15 ± 7,60 b | 850,15 ± 10,09 a | 645,25 ± 13,91 c |
| 25 Luglio 2019 | 938,23 ± 11,74 b | 1030,20 ± 8,86 a | 910,51 ± 7,53 b | 561,22 ± 7,60 b | 743,20 ± 15,58 a | 505,34 ± 14,78 c |
| 20 Agosto 2019 | 1605,20 ± 10,00 b | 2030,77 ± 12,62 a | 1459,50 ± 12,62 c | 1241,27 ± 9,44 b | 1470,50 ± 7,66 a | 1025,31 ± 11,73 c |
| 18 Settembre 2019 | 1711,00 ± 23,14 b | 2227,50 ± 7,08 a | 1437,30 ± 21,98 c | 782,51 ± 16,12 b | 1087,78 ± 9,12 a | 695,37 ± 10,07 c |
| | Tot. Polif. (mg L⁻¹) | | | Poifl.Estr. (mg L⁻¹) | | |
| PERIODO | C | FR4 | FR8 | C | FR4 | FR8 |
| 31 Luglio 2018 | 3164,54 ± 46,76 b | 3247,10 ± 43,16 a | 3195,27 ± 36,89 b | 2832,80 ± 39,67 a | 2889,67 ± 45,98 a | 2876,90 ± 42,76 a |
| 27 Agosto 2018 | 3395,87 ± 31,72 b | 3439,08 ± 33,05 ab | 3457,15 ± 29,34 a | 2920,60 ± 45,00 a | 2974,97 ± 34,16 a | 2901,56 ± 67,81 a |
| 25 Settembre 2018 | 3367,29 ± 49,15 a | 3155,70 ± 54,25 b | 3389,34 ± 44,21 a | 2889,45 ± 32,57 a | 2950,12 ± 54,15 a | 2745,98 ± 64,75 b |
| 25 Luglio 2019 | 4021,65 ± 24,43 a | 4005,21 ± 37,78 a | 4051,81 ± 37,60 a | 3682,59 ± 29,62 a | 3614,36 ± 55,08 a | 3669,18 ± 63,12 a |
| 20 Agosto 2019 | 3996,14 ± 43,22 a | 4013,25 ± 47,25 a | 3848,61 ± 34,31 b | 3600,45 ± 42,00 a | 3609,67 ± 24,17 a | 3565,45 ± 35,90 b |
| 18 Settembre 2019 | 3576,17 ± 38,27 a | 3520,16 ± 32,25 a | 3598,28 ± 34,46 a | 3369,11 ± 57,51 b | 3481,57 ± 55,15 a | 3306,21 ± 45,32 b |

Tabella 1-3: Contenuto di zucchero (°Brix), acidità titolabile (AT), pH e peso dell'acino di Cabernet Sauvignon trattata con tre diverse gestioni di defogliazione: rimozione di quattro foglie (FR4), rimozione di otto foglie (FR8) e nessuna defogliazione (C). Le misurazioni sono state condotte a piena invaiatura (31 luglio 2018 e 25 luglio 2019), a metà maturazione (27 agosto 2018 e 20 agosto 2019) e a piena maturazione (25 settembre 2018 e 18 settembre 2019). I dati (media ± SE, n = 10) sono stati sottoposti ad ANOVA unidirezionale (analisi della varianza). Lettere diverse all'interno dello stesso parametro e riga indicano differenze significative (test LSD, $p \leq 0,05$) (Cataldo et al., 2021).

| PERIODO | Contenuto di zuccheri (°Brix) | | | AT (mg L ⁻¹ di acido tartarico) | | |
|-------------------|-------------------------------|----------------|----------------|--|----------------|----------------|
| | C | FR4 | FR8 | C | FR4 | FR8 |
| 31 Luglio 2018 | 12,92 ± 0,09 a | 13,81 ± 0,28 a | 12,7 ± 0,35 a | 13,84 ± 0,07 a | 13,68 ± 0,05 a | 14,52 ± 0,09 a |
| 27 Agosto 2018 | 22,00 ± 0,12 a | 21,89 ± 0,18 a | 20,81 ± 0,20 a | 6,90 ± 0,10 b | 7,30 ± 0,07 ab | 7,74 ± 0,03 a |
| 25 Settembre 2018 | 26,16 ± 0,09 a | 26,88 ± 0,15 a | 25,19 ± 0,05 b | 5,98 ± 0,03 ab | 5,86 ± 0,04 b | 6,41 ± 0,06 a |
| 25 Luglio 2019 | 13,10 ± 0,06 b | 16,29 ± 0,10 a | 13,08 ± 0,07 b | 13,42 ± 0,08 a | 13,00 ± 0,06 a | 13,82 ± 0,07 a |
| 20 Agosto 2019 | 22,50 ± 0,07 a | 22,59 ± 0,03 a | 21,26 ± 0,15 a | 6,36 ± 0,04 b | 6,70 ± 0,08 ab | 7,54 ± 0,010 a |
| 18 Settembre 2019 | 26,90 ± 0,22 b | 27,75 ± 0,21 a | 25,98 ± 0,19 c | 5,43 ± 0,07 b | 5,53 ± 0,09 b | 6,02 ± 0,06 a |
| | pH | | | Peso delle bacche (g) | | |
| PERIODO | C | FR4 | FR8 | C | FR4 | FR8 |
| 31 Luglio 2018 | 2,60 ± 0,05 a | 2,75 ± 0,02 a | 2,55 ± 0,05 a | 0,88 ± 0,02 a | 0,81 ± 0,04 a | 0,82 ± 0,02 a |
| 27 Agosto 2018 | 3,28 ± 0,08 a | 3,22 ± 0,04 a | 3,10 ± 0,05 a | 1,12 ± 0,10 a | 1,00 ± 0,08 ab | 0,90 ± 0,05 b |
| 25 Settembre 2018 | 3,53 ± 0,03 a | 3,54 ± 0,02 a | 3,22 ± 0,04 b | 1,18 ± 0,05 a | 1,16 ± 0,02 a | 1,13 ± 0,03 a |
| 25 Luglio 2019 | 3,04 ± 0,08 a | 3,02 ± 0,03 a | 3,02 ± 0,07 a | 0,85 ± 0,04 a | 0,75 ± 0,03 a | 0,70 ± 0,04 b |
| 20 Agosto 2019 | 3,30 ± 0,02 a | 3,28 ± 0,03 a | 3,21 ± 0,01 a | 1,03 ± 0,05 a | 0,92 ± 0,05 a | 0,98 ± 0,03 a |
| 18 Settembre 2019 | 3,70 ± 0,05 a | 3,64 ± 0,03 a | 3,05 ± 0,02 b | 1,15 ± 0,08 a | 1,12 ± 0,05 a | 1,12 ± 0,03 a |

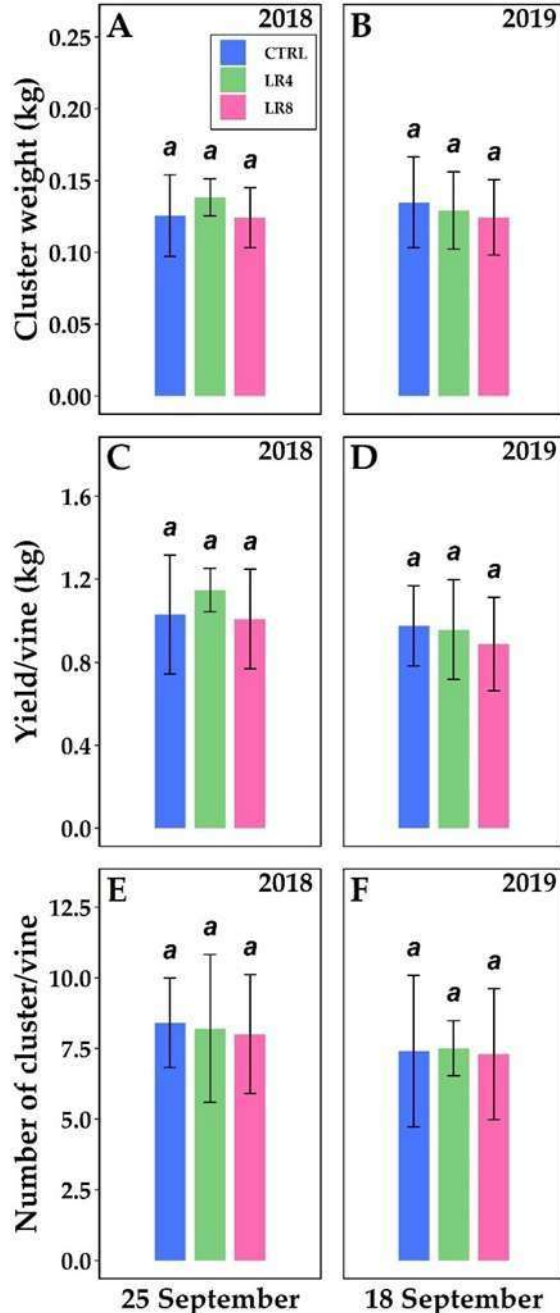


Figura 1-5: Peso del grappolo (A), 2018; (B), 2019, resa/ceppo (C), 2018; (D), 2019 e numero di grappoli/ceppo (E), 2018; (F), 2019 di Cabernet Sauvignon con tre diverse gestioni di defogliazione: rimozione di quattro foglie (FR4, colonna verde), rimozione di otto foglie (FR8, colonna rosa) e nessuna defogliazione (C, colonna blu). Le misurazioni sono state condotte a piena maturazione (25 settembre 2018 e 18 settembre 2019). Lettere diverse all'interno dello stesso parametro indicano differenze significative. I dati (media \pm SE, n = 10) sono stati sottoposti ad ANOVA unidirezionale (ossia l'analisi della varianza) (test LSD, $p \leq 0,05$) (Cataldo *et al.*, 2021).

Situazione diversa la possiamo trovare in una sperimentazione effettuata nel triennio che va dal 2017 al 2019 nel comune di Popice, in Repubblica Ceca in un vigneto biologico di tre varietà: Riesling Renano, Pinot Grigio e Sauvignon Blanc (Horák *et al.*, 2021). Ognuna delle tre varietà è stata sottoposta a tre trattamenti: l'eliminazione delle foglie in eccesso sui germogli è avvenuta, con l'obiettivo di rimuovere il 40% (variante B) e il 70% (variante C) dell'area fogliare totale e confrontate con un controllo (variante A) dove non è stata effettuata nessuna defogliazione. Nel periodo di sperimentazione è stato molto freddo nel 2017, con una

temperatura media di 15,5°C. Il 2019 ha avuto una temperatura media che è stata di 15,8°C, mentre il 2018 è stata la stagione più calda, con una temperatura media di 17,4°C. La dimensione della superficie fogliare era correlata positivamente con i SST e questa tendenza è stata particolarmente evidente per le varietà di Riesling Renano e Sauvignon Blanc. La ragione più importante potrebbe essere la differenza nel peso dei grappoli per queste due varietà o le diverse condizioni meteorologiche di ogni stagione durante la sperimentazione. Anche se in altri studi è stato visto che l'uva aveva i SST inferiori sulle viti con un'area fogliare inferiore (*Ollat et al., 1998*). I SST nell'uva misurati per le piante con la riduzione dell'area fogliare come nella variante C sono stati fino a meno 3°Brix rispetto alle piante con aree fogliari maggiori (Sauvignon Blanc e Pinot Grigio). Le differenze più grandi per i valori di SST sono state registrate nel 2017 per le varietà Sauvignon Blanc e Pinot Grigio, soprattutto per quando riguarda i SST nel trattamento della variante A del Pinot Grigio sono di più rispetto alla variante A del Sauvignon Blanc (Fig. 1-6). L'acidità titolabile (AT) ha avuto in generale una tendenza al ribasso nel corso della maturazione delle bacche. I risultati visti hanno, inoltre, dimostrato che, mentre la regolazione dell'area fogliare dopo la fioritura può influenzare in modo abbastanza efficace il contenuto di AT nell'uva, ma altrettanto importante è lo sviluppo delle condizioni climatiche durante la stagione. Le uve di Sauvignon Blanc coltivate su piante senza riduzione dell'area fogliare (variante A) hanno mostrato che il rapporto acido era da 0,17 a 2,64 inferiore rispetto a quello delle uve provenienti da piante con la massima riduzione dell'area fogliare (variante C) come si può notare nella tabella 1-4. L'acido malico che è molto importante per le caratteristiche organolettiche del vino è molto influenzato dalle condizioni climatiche e dai cambiamenti climatici.

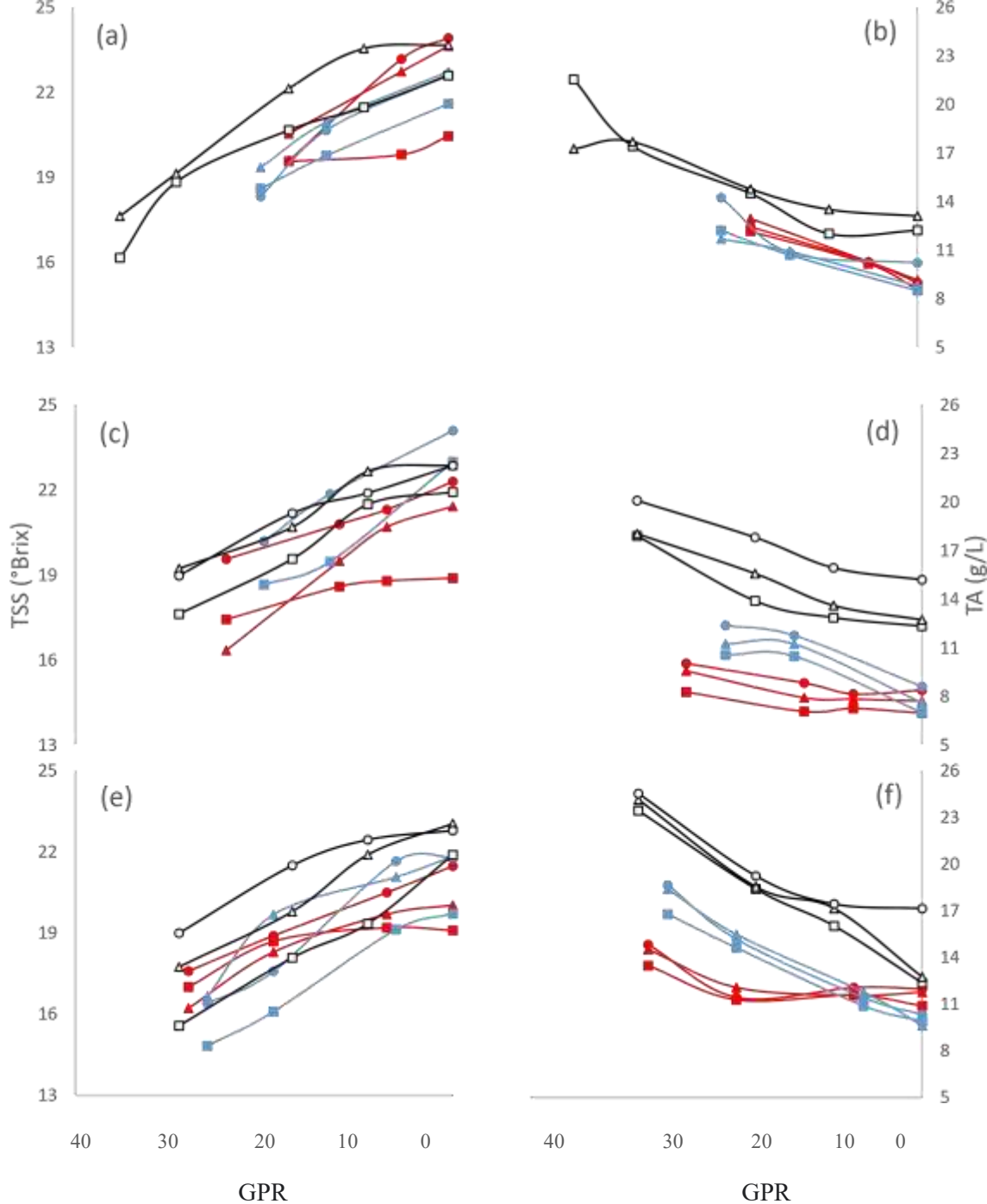


Figura 1-6: L'effetto della riduzione dell'area fogliare sul contenuto dell'uva di solidi solubili totali (SST) e sull'acidità titolabile (AT) durante la maturazione nelle uve delle varietà Pinot Grigio (a,b), Sauvignon Blanc (c,d) e Riesling Renano (e,f) nel 2017 (curva rosso), 2018 (curva blu) e 2019 (curva nera) con una riduzione dello 0% (cerchio), 40% (triangolo) e il 70% (quadrato) dell'area fogliare; (GPR=giorni prima della raccolta) (Horák et al., 2021).

Tabella 1-4: Effetto della varietà e della variante del trattamento (A=controllo, B=40%, C=70%) sul contenuto di acido tartarico, acido malico e pH nell'uva al momento della raccolta dal 2017 al 2019. ANOVA (analisi della varianza) è stata utilizzata per confrontare i dati. Le medie all'interno di ciascuna colonna di varietà seguita da lettere diverse (a,b,c,d,e,f) sono significativamente diverse l'uno dall'altro con $p < 0,05$ per il test delle differenze meno significative (LSD) non protetto di Fisher. X: la variante A non è stata monitorata nel 2019 (Horák et al., 2021).

| VARIETA | STAGIONE | VARIANTE DEL TRATTAMENTO DELL'AREA FOGLIARE | AT/AM | AT (g/L) | AM (g/L) | pH | |
|-----------------|-------------------|--|--|--|--|--|-------------------|
| PINOT GRIGIO | 2017 | A B | 2,41 ^a | 8,14 ^b | 3,38 ^c | 3,11 ^a | |
| | | C | 2,38 ^a | 8,05 ^b | 3,38 ^c | 3,11 ^a | |
| | | | 2,33 ^a | 7,37 ^a | 3,16 ^c | 3,09 ^a | |
| | 2018 | A B | 2,92 ^b 3,57 ^c | 9,18 ^c | 3,14 ^c | 3,37 ^b 3,42 ^c | |
| | | C | 4,12 ^d | 8,07 ^b | 1,96 ^a | 3,39 ^{b,c} | |
| | 2019 | A B | × 2,45 ^a | × 10,50 ^d | × 4,90 ^d | × 3,62 ^d | |
| | | C | 2,14 ^a | 11,27 ^e | 4,60 ^d | 3,65 ^d | |
| | SAUVIGNON BLANC | 2017 | A B | 2,89 ^b | 8,81 ^{c,d} | 3,04 ^d | 3,03 ^a |
| | | | C | 3,75 ^{c,d} | 7,14 ^a | 1,90 ^b | 3,01 ^a |
| | | | 4,90 ^c | 7,11 ^a | 1,45 ^a | 3,10 ^a | |
| 2018 | | A B | 3,18 ^{b,c} | 8,08 ^b | 2,54 ^c | 3,49 ^b 3,56 ^c | |
| | | C | 4,00 ^d | 7,82 ^b | 1,97 ^b | 3,36 ^c | |
| 2019 | | A B | 1,52 ^a | 9,90 ^f | 6,50 ^e | 3,67 ^c 3,69 ^c | |
| | | C | 2,69 ^{a,b} | 9,18 ^e | 3,41 ^d | 3,69 ^c | |
| 2019 | | C | 2,62 ^{a,b} | 9,25 ^d | 3,52 ^d | 3,69 ^c | |
| | | 2017 | A B | 3,84 ^c | 11,35 ^c | 2,96 ^b | 2,78 ^a |
| C | 3,29 ^d | | 9,71 ^d | 2,95 ^b | 2,87 ^b | | |
| | 4,10 ^c | | 9,05 ^{b,c} | 2,21 ^a | 2,89 ^b | | |
| RIESLING RENANO | 2018 | A B | 2,69 ^c 3,02 ^{c,d} | 8,45 ^a 8,75 ^{a,b} | 3,14 ^b 2,89 ^b | 3,18 ^c 3,19 ^c | |
| | | C | 3,18 ^d | 9,24 ^c | 2,91 ^b | 3,14 ^c | |
| | 2019 | A B | 1,28 ^a 1,85 ^b | 10,92 ^c 10,08 ^d | 8,54 ^d 5,46 ^c | 3,67 ^d 3,68 ^d | |
| | C | 1,68 ^{a,b} | 9,30 ^c | 5,55 ^c | 3,66 ^d | | |

CAPITOLO 2 CIMATURA DELLA VITE

La cimatura è una tecnica usata per la riduzione della vegetazione e il rinnovamento della parete fogliare, ottenendo l'emissione di nuove femminelle con la formazione di foglie fotosinteticamente attive nel periodo di maturazione dei grappoli (*Poni et al., 2001*).

2.1 Cimatura: introduzione

La cimatura è una operazione colturale che permette l'asportazione della porzione terminale dei germogli, siano esse femminelle che apici vegetativi. La cimatura è utilizzata soprattutto per lo scopo del contenimento del volume della vegetazione e la conseguente riduzione degli strati fogliari in modo da mantenere le condizioni microclimatiche giuste (penetrazione della luce ecc...), tali da non fare sviluppare le più importanti malattie fungine e permettere allo stesso tempo una giusta maturazione del grappolo (*L'informatore agrario*). La cimatura è una tecnica della gestione della chioma che avviene di solito tra la fase fenologica di post-fioritura e quella di pre-chiusura del grappolo (*L'informatore agrario*). Quindi la cimatura si effettua in epoca variabile l'importante è che i germogli abbiano superato l'ultimo filo di contenimento o sostegno e si eseguono dalle 2 alle 4 cimature con tagli meccanizzati degli apici/cime con le cimatrici o le potatrici (*Pedò et al., 2020*). Con la cimatura meccanica (Fig. 2-1), invece che 80-100 ore/uomo si scende fino a 4-5 ore/uomo per ettaro (*Mondo macchina*). La cimatura, consistendo in un'eliminazione delle foglie più giovani, determina anche un invecchiamento istantaneo della chioma, che prosegue in modo lineare nel tempo. I tipi di cimature intense e ripetute nel tempo modificano la geometria e l'altezza della chioma e va anche a ridurre sensibilmente l'incidenza del disseccamento del grappolo, fisiopatia complessa di origine nutrizionale e climatica.



Figura 2-1: Cimatrice a barre falcianti in un vigneto di Bonarda (*Poni et al., 2004*).

2.2 Cimatura: periodi e tempi diversi di svolgimento dell'operazione

L'epoca ideale di cimatura per quanto riguarda la fisiologia della vite dovrebbe essere entro la metà di giugno con, massimo due interventi e una seconda cimatura da eseguire tra post-fioritura e pre-chiusura grappolo (*Regione del Veneto*). Questi due interventi consentono alla vite di creare femminelle con foglie mature e fotosintetizzanti in prossimità dell'invaiaura. In generale, la cimatura dei germogli può esser fatta in maniera precoce usata nel sistema di allevamento a cordone libero che è importante per dare un aspetto assurgente (*Informatore agrario*). Con le cimature precoci la composizione finale delle uve è influenzata, dalla quantità di femminelle che si sono sviluppate in seguito, se troppo ridotta e quindi tale da determinare valori del rapporto superficie fogliare totale/produzione inferiori a 1, rallenta l'accumulo di zuccheri e di antociani totali (*Poni et al., 2004*).

2.3 Cimatura su vitigni differenti e risultati

Nel biennio 2014-2015, è stata effettuata una sperimentazione nel Nord della Spagna in un vigneto sperimentale di Tempranillo a Logroño e in un vigneto di Grenache a Badarán dove è stata eseguita una severa cimatura dopo l'allegagione, e per ogni vigneto sono stati compiuti tre trattamenti diversi: il testimone di controllo senza cimatura (C), un trattamento con una sola cimatura (CS) e un altro trattamento con due cimature (CD) (Zheng *et al.*, 2017). Il 2014 ha avuto un'estate relativamente fresca, ma settembre e ottobre estremamente caldi. Nel mese di settembre si è verificata una quantità innaturale e abbondante di precipitazioni. Il 2015 ha avuto una primavera ed un'estate calde ed una prolungata ondata di caldo tra l'allegagione e l'invaiaura. Durante la maturazione, le temperature sono state inferiori alla media degli anni passati (Fig. 2-2). La cimatura in entrambi i vigneti ha ritardato l'invaiaura rispetto al controllo, nello specifico di 3-5 giorni con CS e 4-8 giorni con CD nella cv Tempranillo, e nella cv Grenache di 13 giorni con CS e 1518 con CD. I trattamenti di cimatura nel 2014 hanno portato ad un peso delle bacche più elevato mentre nel 2015 questo aumento non è stato osservato. Ciò è in contraddizione con altri studi, i quali affermano che la cimatura potrebbe ridurre la dimensione degli acini (Martínez de Toda *et al.*, 2013; Stoll *et al.*, 2010). Per Grenache gli acini di viti sottoposte a CD non hanno raggiunto la stessa maturità del C, poiché effettuando una doppia cimatura sulla vite era rimasta poca superficie fogliare. Per tutte due le annate entrambi i trattamenti di cimatura non ha influenzato la resa delle uve relativamente all'accumulo zuccherino, le viti controllo hanno mostrato uve con una concentrazione di zuccheri maggiore, rispetto alla CS e alla CD durante la fase di maturazione. Alla vendemmia la differenza nei SST tra CS e CD è diventata sempre più piccola. Nel 2015 rispetto al 2014 non sono state osservate altre differenze tra i trattamenti dal punto di vista acido (acido malico e acido tartarico), però sono state viste differenze notevoli tra l'AT del trattamento di CD in Grenache nell'anno 2015 con un valore di AT di 7,02 g·L⁻¹ superiore rispetto ai 4,75 g·L⁻¹ del 2014 (Tab. 2-1). In questa sperimentazione sono state proposte queste tipologie di cimature per ritardare la maturazione delle uve in condizioni di riscaldamento globale.

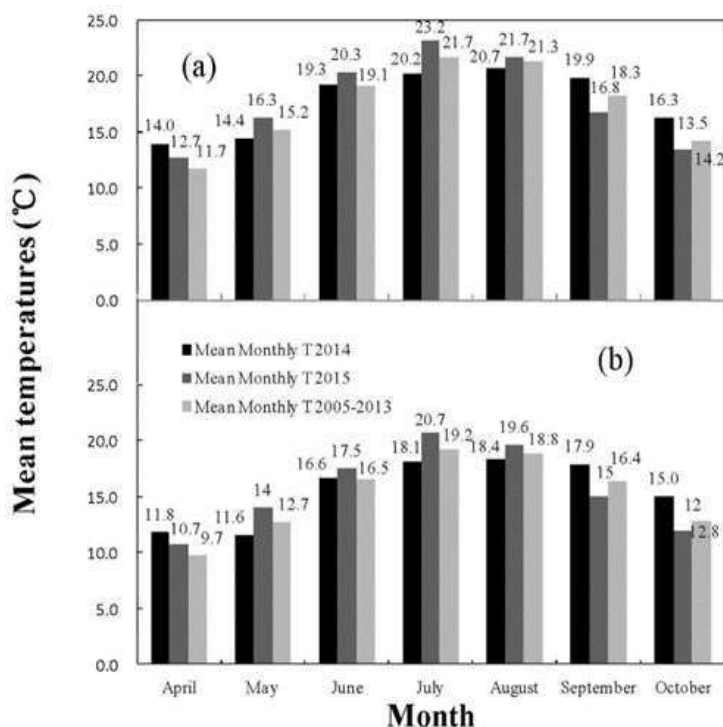


Tabella 2-1: Effetti della cimatura singola (CS) e della cimatura doppia (CD) sulla composizione del mosto per i vitigni 'Grenache' (2014 e 2015, Badarán, La Rioja, Spagna). I dati sono stati analizzati con ANOVA (unidirezionale); *, **, ***, ns: significativo con $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$, $p \leq 0,001$ o non significativo, rispettivamente. Quando le differenze tra i trattamenti erano significative, è stato utilizzato il metodo S-N-K per separare le medie; lettere diverse (a, b) rappresentano medie diverse con $p \leq 0,05$. b L'acidità titolabile è espressa come acido tartarico $g \cdot L^{-1}$ (Zheng et al., 2017).

| TRATTAMENTI | 2014 | | | | 2015 | | | |
|--|--------|--------|--------|-----|--------|--------|--------|-----|
| | C | CS | CD | | C | CS | CS | |
| °Brix alla raccolta | 24,3 a | 23,7 a | 21,8 b | *** | 23,1 a | 22,8 a | 20,9 b | * |
| Acidità titolabile ($g \cdot L^{-1}$) ^b | 4,85 b | 5,05 a | 4,75 b | * | 7,77 a | 6,04 c | 7,02 b | *** |
| pH | 3,43 | 3,43 | 3,48 | ns | 2,97 b | 3,16 a | 3,14 a | *** |
| Acido tartarico($g \cdot L^{-1}$) | 7,3 b | 7,6 a | 6,7 c | *** | 6,3 a | 5,2 b | 5,6 b | ** |
| Acido malico ($g \cdot L^{-1}$) | 1,45 a | 1,00 b | 1,35 a | *** | 2,5 a | 2,0 b | 2,7 a | * |
| Concentrazione di antociani ($mg \cdot g^{-1}$) | 1,44 a | 1,37 a | 0,80 b | *** | 0,67 a | 0,56 a | 0,30 b | *** |
| Contenuto di antociani ($mg \cdot acino^{-1}$) | 2,60 a | 2,12 a | 1,22 b | *** | 1,18 a | 1,08 a | 0,53 b | *** |

A contrasto vediamo che in un'altra sperimentazione a Remich in Lussemburgo, tra il 2013 e il 2018 su un vigneto sperimentale di Pinot Bianco dove sono stati effettuati i seguenti trattamenti:

- Chioma potata semi-minima; cimatura del germoglio principale circa una settimana prima dell'inizio della fioritura (CPSM 1)
- Chioma potata semi-minima; cimatura del germoglio principale all'inizio della fioritura (CPSM 2)
- Chioma potata semi-minima; cimatura del germoglio principale a fine fioritura (CPSM 3)
- Chioma potata semi-minima; cimatura del germoglio principale circa una settimana dopo la fine della fioritura (CPSM 4)
- PTR= potatura a tralcio rinnovato (Guyot)
- Chioma potata semi-minima; diradamento meccanico moderato a 320 battute/min (CPSM M 1)
- Chioma potata semi-minima; diradamento meccanico severo con 370 battiti/min (CPSM M 2)

(Molitor et al., 2019).

Nella stagione di crescita media ossia quella che va da aprile a ottobre le temperature variavano da 14,7°C nel 2013 a 17,0 °C nel 2018. Le temperature medie annuali più basse sono state misurate nel 2013 ossia 9,8°C e i più alti nel 2018 di 11,8°C. Le precipitazioni più basse all'interno della stagione di crescita sono state viste nel 2018 di 295 mm, invece la precipitazione più elevata nel 2013 di 616 mm. Le percentuali medie di germogliamento variano tra il 69,8% nel 2014 e l'86,9% nel 2018, e il numero medio di infiorescenze per

germoglio variava tra 0,5 nel 2014 e 1,1 nel 2015, ma in generale non ci sono state grandi differenze in nessuna stagione tra i trattamenti CPSM 1 e CPSM 4. I SST e quindi anche il decorso della maturazione nei trattamenti CPSM (1,2,3,4) non cambiava in maniera significativa alla data di raccolta, tranne CPSM 1 nel 2016, che ha raggiunto valori di SST intorno ai 20°Brix, superiore rispetto ai valori dei trattamenti di CPSM 3 e di CPSM 4 (Fig. 2-3). In un ambiente come in Lussemburgo dove le regioni vinicole si trovano in un clima fresco, i tempi della vendemmia sono spesso determinati dallo stato sanitario delle colture che dalla maturità ottimale dell'uva (*Molitor et al., 2015*). Nei cinque anni che vanno dal 2014 al 2018 il livello di 14,12°Brix è stato raggiunto in media 11 giorni dopo nei trattamenti CPSM di cimatura rispetto al trattamento PTR (Fig. 2-3). La maturazione ritardata osservata nei trattamenti di cimatura a CPSM e lo spostamento del periodo di maturazione verso periodi più freschi dell'anno, nonché il prolungamento del periodo di maturazione è dovuto alle temperature più fresche del Lussemburgo.

Quindi i trattamenti di cimatura (CPSM) potrebbe rappresentare una strategia di adattamento al cambiamento climatico. È probabile che eventi meteorologici estremi come grandine o scottature solari si verifichino più frequentemente se le condizioni climatiche cambiano (*Field et al., 2012*). Infatti, i danni causati da grandine, gelo o scottature solari sono risultati generalmente inferiori in CPSM rispetto a PTR a causa del potenziale di rendimento più elevato e della distribuzione specifica dei grappoli all'interno della chioma.

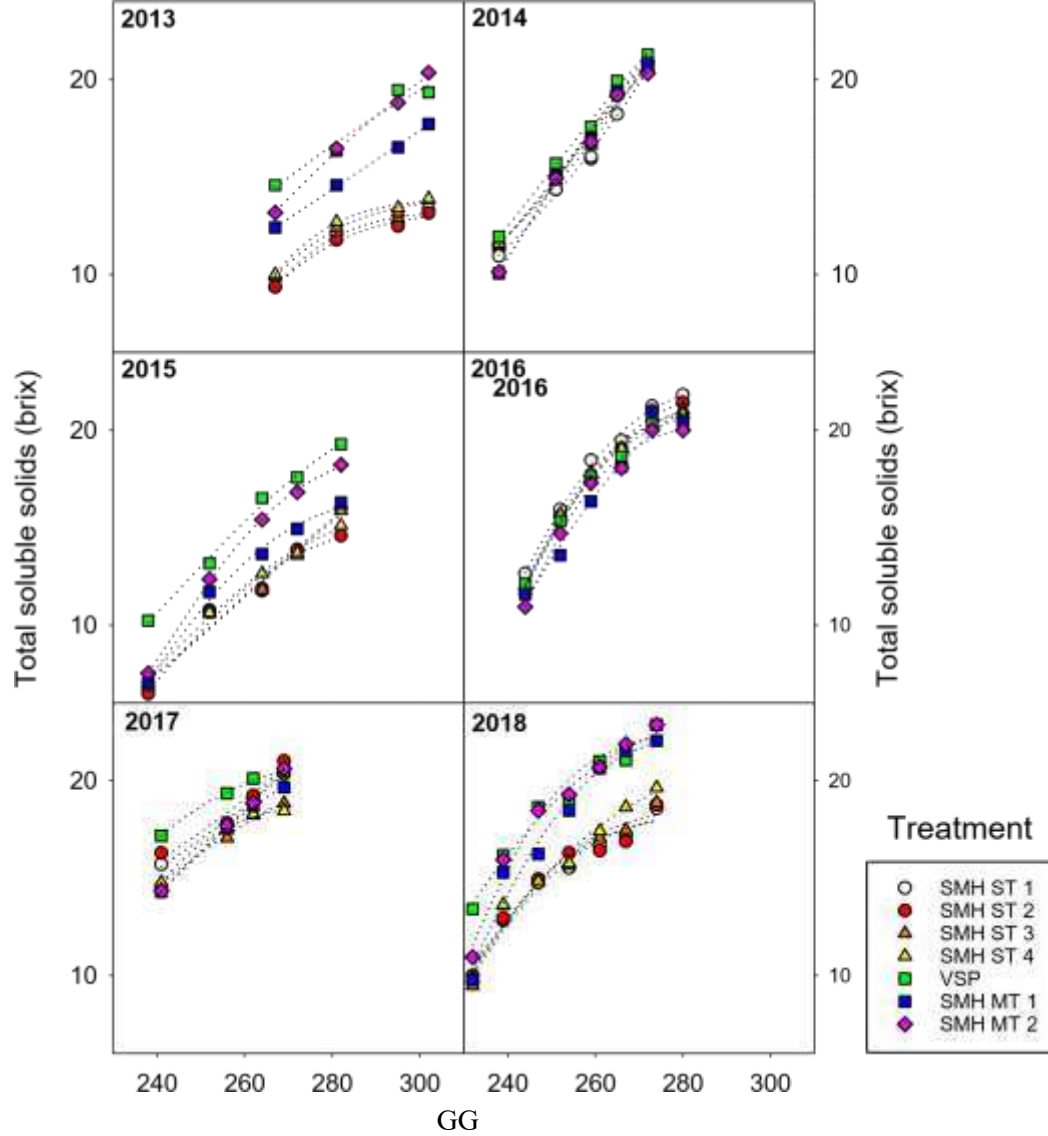


Figura 2-3: Andamento dei solidi solubili totali nei diversi trattamenti tra il 2013 e il 2018 in funzione dei giorni giuliani (GG) (Dal 1° gennaio al 27 ottobre) (Molitor et al., 2019).

CONCLUSIONI

Alla luce dei risultati sopra descritti e secondo l'esperienza da me fatta nel periodo di tirocinio nell'Azienda Agricola F.lli Bucci, la tecnica della defogliazione sembra essere la più efficace ed ha riportato risultati migliori per quanto riguarda il rallentamento della maturazione delle uve rispetto alla cimatura. In effetti la defogliazione rispetto alla cimatura è una tecnica più mirata, perché posso andare a rimuovere le foglie intorno al grappolo (es. dalle 4 alle 6 foglie intorno al grappolo), oppure creare una finestratura nella porzione superiore della chioma. Al contrario, nella cimatura si va solo a eliminare la porzione apicale dei germogli. Inoltre, si può notare che anche tra le diverse defogliazioni ci sono differenze nelle concentrazioni zuccherine degli acini per quanto riguarda il periodo di esecuzione della defogliazione.

La defogliazione nel periodo di prefioritura ha portato a concentrazioni zuccherine maggiori al momento della raccolta, nell'esperimento condotto su uve di Sangiovese, rispetto ai risultati ottenuti a seguito di trattamenti drastici effettuati in post-invaiatura come nell'esperimento sulla cv Aglianico, o ai trattamenti visti negli esperimenti durante l'allegagione su Cabernet Sauvignon. Differenze degne di nota non si sono viste negli altri trattamenti di defogliazione: sono stati osservati alcuni cambiamenti a seguito del trattamento più drastico eseguito in allegagione sulla cv di Cabernet Sauvignon, con una riduzione della concentrazione zuccherina rispetto al controllo. Con trattamenti in post-invaiatura, come quello della sperimentazione sulla varietà Aglianico, i risultati sono simili a quelli ottenibili a seguito di esecuzioni durante l'allegagione, poiché ha portato alla raccolta a un contenuto minore degli zuccheri nei trattamenti defogliati e ad una concentrazione maggiore degli zuccheri nel controllo. Un'altra caratteristica della defogliazione in prefioritura rispetto ai trattamenti in allegagione o in post-invaiatura è la minore radiazione solare a cui è soggetto il grappolo, con le dovute differenze legate anche alla morfologia della chioma, differente in funzione della cv.

In conclusione, si è visto in queste sperimentazioni che una defogliazione moderata in prefioritura ha ridotto notevolmente il tasso di allegagione, il peso medio del grappolo e conseguentemente i livelli produttivi e il numero di grappoli d'uva. Oltretutto il grappolo è risultato più spargolo e di conseguenza più resistente ai marciumi.

Sulla cimatura invece si può vedere che a seguito di trattamenti effettuati in post-allegagione su Tempranillo e Grenache, indipendentemente dalla severità dell'intervento, si sono ottenute poche differenze nel contenuto di SST al momento della raccolta. In aggiunta, la cimatura ha ritardato l'invasatura in tutte e due le cv (da 3 a 18 giorni), rispetto al controllo. Differentemente, si è visto come un intervento effettuato in fioritura abbia portato a una concentrazione zuccherina maggiore alla vendemmia (2 mentre con interventi più tardivi (fine fioritura o 10 giorni dopo la fine della fioritura) è possibile ridurre il contenuto di zuccheri alla vendemmia.

BIBLIOGRAFIA

Belancic, A.; Agosin, E.; Ibacache, A.; Bordeu, E.; Baumes, R.; Razungles, A.; Bayonove, C. Influenza dell'esposizione al sole sulla composizione aromatica delle cultivar di uva moscato cilena Moscatel de Alejandria e Moscatel rosada. *Sono. J. Enol. Vitico.* 1997, 48, 181–186.

Caccavello.G, Giaccone.M, Scognamiglio.P, Forlani.M e Basile.B; Influenza dell'intensità della defogliazione post-invaiaura o della potatura dei tralci fisiologia della vite, componenti della resa, composizione dell'acino e del vino nel vitigno Aglianico; *Australian Journal of Grape and Wine Research* 23, 226–239, 2017.

Castaldi R. (2018) Defogliazione meccanica, le soluzioni disponibili. *L'Informatore Agrario* 17: 44-46.

Cataldo, E.; Salvi, L.; Paoli, condizioni della Creative Commons F.; Fucile, M.; Mattii, GB Effetti di Defogliazione all'allegagione della vite Fisiologia e composizione degli acini nel vitigno Cabernet Sauvignon *Piante* 2021, 10, 1183.

Field, CB, Barros, V., Stocker, TF, Qin, D., Dokken, DJ, Ebi, KI, Mastrandrea, MD, Mach, KJ, Plattner, G.-K., Allen, SK, et al., Ed.; IPCC. Gestire i rischi di eventi estremi e disastri per promuovere l'adattamento ai cambiamenti climatici. In un rapporto speciale dei gruppi di lavoro I e II del Gruppo intergovernativo sui cambiamenti climatici; Cambridge University Press: Cambridge, Regno Unito; New York, New York, Stati Uniti, 2012; P. 582.

Gatti.M, Civardi.S, Bernizzoni.F, Poni.S; Effetti differenziali del diradamento dei grappoli e della defogliazione precoce su resa, composizione delle uve e qualità dei vini in Sangiovese; *Rivista internet di viticoltura ed enologia*, 2011, n. 8/3.

Hed, B.; Ngugi, Hong Kong; Travis, JW Relazione tra compattezza del grappolo e marciume del grappolo a Vignoles. *Pianta Dis.* 2009, 93, 1195–1201.

Horak, M.; Balik, J.; Bieniasz, M; Effetto della dimensione dell'area fogliare sulla composizione principale nel mosto d'uva di tre varietà di *Vitis vinifera* L. in un vigneto biologico; *Sostenibilità* 2021, 13, 13298.

Howell, GS; Mansfield, Texas; Wolpert, JA Influenza del sistema di allevamento, severità della potatura e diradamento sulla resa, dimensione della vite e qualità del frutto delle viti Vidal blanc. *Sono. J. Enol. Vitico.* 1987, 38, 105–112.

Intrieri, C.; Filippetti, I.; Allegro, G.; Centinari, M.; Poni, S. Defogliazione precoce (manuale o meccanica) per un migliore controllo delle colture e composizione dell'uva nel Sangiovese (*Vitis vinifera* L.). *Aust. J. Vino d'Uva Ris.* 2008, 14, 25–32.

Jones, G.V., Duff, A.A., Hall, A. e Myers, J.W. (2010) Analisi spaziale del clima nelle regioni produttrici di uva da vino negli Stati Uniti occidentali. *American Journal of Enology and Viticulture* 61, 313–326.

Kliewer, WM Effetto del tempo e della gravità della defogliazione sulla crescita e sulla composizione dell'uva Thompson Seedless. *Sono. J. Enol. Vitico.* 1970, 21, 37–47.

Lanari, V., Lattanzi, T., Borghesi, L., Silvestroni, O. e Palliotti, A. (2013) La defogliazione meccanica post-invaiaitura ritarda la maturazione degli acini su vitigni “Sangiovese” e “Montepulciano”. *Acta Horticulturae* 978, 327–334.

Martinez de Toda, F.; Sancha, J.; Balda, P.; 2013: Abbattimento degli zuccheri e del pH dell'uva (*Vitis vinifera* L. cvs. 'Grenache' e 'Tempranillo') mediante rifilatura di un unico tralcio. *S. Afr. J. Enol. Vitico.* 34, 246-251.

May, P.; Shaulis, New Jersey; Antcliff, AJ L'effetto della defogliazione controllata nella vite Sultana. *Sono. J. Enol. Vitico.* 1969, 20, 237–250.

Molitor, Schultz, Mannes, Pallez-Barthel, Hoffmann, Beyer; Siepe potata semi-minima: una potenziale strategia di adattamento ai cambiamenti climatici in viticoltura; *Agronomia* 2019, 9, 173.

Molitor, D.; Barone, N.; Sauerwein, T.; Andrea, CM; Kicherer, A.; Döring, J.; Stoll, M.; Beyer, M.; Hoffmann, L.; Evers, D. Posticipare la cimatura del primo tralcio riduce la compattezza del grappolo e ritarda l'epidemia di marciume del grappolo. *Sono. J. Enol. Viticolto.* 2015, 66, 164–176.

Ollat, N.; Gaudillere, JP L'effetto della limitazione dell'area fogliare durante la fase i della crescita delle bacche sullo sviluppo e sulla composizione delle bacche di *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon. *Sono. J. Enol. Vitico.* 1998, 49, 251–258.

Pastore, C.; Zenoni, S.; Fasoli, M.; Pezzotti, M.; Tornielli, GB; Filippetti, I. La defogliazione selettiva influisce sulla crescita delle piante, sul programma di maturazione trascrizionale dei frutti e sul metabolismo dei flavonoidi nella vite. *BMC Plant Biol.* 2013, 13, 1–16.

Pedò,S, Zanzotti.R, Haas.F, Pettarin PS, Demattè.S - VITE & VINO, 2020.

Percival, DC; Sullivan, JA; Fisher, KH Effetto dell'esposizione dei grappoli, del contatto degli acini e della cultivar sulla formazione della membrana cuticolare e sulla comparsa di marciume del grappolo (*Botrytis cinerea* PERS.: FR.) con 3 cultivar di *Vitis vinifera* L. *Vitis* 1993, 32, 87–97.

Perez, JR; Kliewer, WM Influenza del regime di luce e della fertilizzazione con nitrati sull'attività della nitrato reductasi e sulle concentrazioni di nitrato e arginina nei tessuti di tre cultivar di vite. *Sono. J. Enol. Vitico.* 1982, 33, 86–93.

Poni, S.; Gatti, M.; Bernizzoni, F.; Civardi, S.; Bobeica, N.; Magnanini, E.; Palliotti, A. Defogliazione tardiva mirata a ritardare la maturazione nella cv. Sangiovese: valutazione fisiologica e performance della vite. *Aust. J. Vino d'Uva Ris.* **2013**, 19, 378–387.

Poni S., Giachino E., Magnanini E (2001). Fisiologia ed effetti agronomici della cimatura dei germogli. *L'informatore Agrario* 19: 81 – 89.

Poni.S, Zamboni.M, Gasparinetti.P - ENOLOGO-MILANO-, 2004.

Poni.S, Giachino.E, Magnanini.E - ENOLOGO-MILANO-, 2004.

Reynolds, AG; Wardle, procuratore distrettuale; Naylor, AP Impatto del sistema di allevamento, della spaziatura delle viti e della rimozione delle foglie basali sul Riesling. Prestazioni della vite, composizione delle bacche, microclima della chioma e requisiti di manodopera nel vigneto. Sono. J. Enol. Vitico. 1966, 47, 63–76.

Rösti, J.; Schumann, M.; Cleroux, M.; Lorenzini, F.; Zufferey, V.; Rienth, M. Effetto dell'essiccazione sull'acido tartarico e sull'acido malico nelle bacche di Shiraz e Merlot. Aust. J. Vino d'Uva Ris. 2018, 24, 421–429.

Sabbatini, P.; Howell, GS Effetti della defogliazione precoce sulla resa, sulla composizione dei frutti e sul complesso di marciume dei grappoli della vite durante la stagione del raccolto. HortScience 2010, 45, 1804–1808.

Stoll, M.; Lafontaine, M.; Schultz, risorse umane; 2010: Possibilità di ridurre la velocità di maturazione delle bacche attraverso varie modifiche del rapporto tra area fogliare e frutto nella *Vitis vinifera* L. Riesling. Progr. Agricolo. Vitic. 127, 68-71.

Tardaguila, J.; Petrie, PR; Poni, S.; Diego, deputato; Martinez de Toda, F. Effetti del diradamento meccanico sulla resa e sulla composizione del frutto di uve Tempranillo e Grenache allevate a tralcio verticale. Sono. J. Enol. Vitico. 2008, 59, 412–417.

Tello, J.; Ibanez, J. Cosa sappiamo della compattezza del grappolo di vite? Una revisione all'avanguardia. Aust. J. Vino d'Uva Ris. 2017, 24, 6–23.

Verdenale, T.; Zufferey, V.; Dienes-Nagy, A.; Gindro, K.; Belcher, S.; Lorenzini, F.; Rosti, J.; Koestel, C.; Primavera, JL; Viret, O. La defogliazione pre-fioritura influisce sulla struttura dell'acino e migliora i parametri sensoriali del vino. OENO UNO 2017, 51.

Zheng.W, García.J, Balda.P, Martínez de Toda.F; Effetti di una severa potatura dopo l'allegagione sul processo di maturazione e sulla qualità delle uve; *Vitis* 56, 27–33 (2017).

Zoecklein, BW; Lupo, TK; Duncan, nordovest; Giudice, JM; Cook, MK Effetti della defogliazione della zona del frutto sulla resa, sulla composizione del frutto e sull'incidenza del marciume del frutto delle uve Chardonnay e Riesling bianco (*Vitis vinifera* L.).

Sono. J. Enol. Vitico. 1992, 43, 139–148.

SITOGRAFIA

<https://www.informatoreagrario.it/filiere-produttive/vitevino/cimatura-in-vigneto-esecuzioneed-effetti/>

<http://www.farmwithscience.org/it/programma-2014-2017/viticultura/nuove-tecniche-invigneto/defogliazione-della-vite-una-prevenzione-contro-le-malattie-fungine>

<https://www.mondomacchina.it/it/le-potatrici-per-il-vigneto-il-frutteto-c3117>

<https://repository.regione.veneto.it/public/e8fad1b4295fd0fbf99160d8b7340742.php?dl=true>