

AESTIMUM 70, Giugno 2017: 31-49

Vasco Boatto,
Luigino Barisan,
Gianni Teo

*University of Padova, Department of
TESAF, Italy*

E-mail: vasco.boatto@unipd.it

*Keywords: Prosecco Superiore
DOCG, emergency drought irrigation,
uncertain business decisions, value of
water resource.*

*Parole chiave: prosecco superiore,
irrigazione di soccorso, decisioni
d'impresa sotto incertezza, valore delle
risorse idriche.*

JEL: Q01, Q12, Q15, Q18

Valutazione della risorsa irrigua di soccorso nella produzione del Conegliano Valdobbiadene Prosecco DOCG¹

In viticulture, the management of water resources is a relevant issue in the profiles of a socio – economic, environmental sustainability policy turned to the development of the vine-growing territories with Designation of Origin. The paper has set itself the goal of an economic assessment on business decisions related to a drought risk in the Conegliano Valdobbiadene Prosecco DOCG, using the Bayesian methodology. The results showed the importance of an investment strategy that provides for the systematic introduction of emergency drought irrigation in the area DOCG's vineyards which will guarantee the quality and the supply of the raw material, taking into account both the current evolution in marketing the product and the climate change scenarios.

1. Introduzione

1.1 Inquadramento dello scenario di riferimento

In agricoltura e con riferimento ai territori vitivinicoli a Denominazione di Origine, la gestione della risorsa idrica rappresenta una tematica rilevante nei profili di una politica di sostenibilità socio – economica ed ambientale volta a contrastare gli effetti dei cambiamenti climatici sulle produzioni agricole (Mastrandrea et al., 2015; NASA, 2015).

In agricoltura, il cambiamento climatico ha alterato e altererà le precipitazioni con impatti negativi sulle attività agricole e sull'economia rurale, con effetti già evidenti alle diverse scale territoriali (Pachauri et al., 2014). Su scala mondiale, assumendo il trend corrente della domanda idrica e dell'utilizzo delle pratiche agricole, al 2030, si stima che la domanda della risorsa idrica supererà del 40% quella dell'offerta (International Commission on Irrigation and Drainage, 2016). Nell'Unione Europea, al 2007, è stato stimato come il 17% del territorio sia stato interessato da una scarsità della risorsa idrica. L'Italia è tra gli Stati membri dell'UE che maggiormente risentono dall'accentuarsi degli eventi estremi e l'87% della sua

¹ Paper presented at the XLVth Incontro di Studi Ce.S.E.T. "Problematiche economiche ed estimative nella gestione delle risorse idriche", Padova, 10 11 dicembre 2015.

produzione dipende in grado diverso dalla disponibilità di acqua irrigua (Associazione Nazionale Bonifiche Irrigazioni e Miglioramenti Fondiari, 2015).

In questo ambito, vi è la necessità di migliorare la *governance* della risorsa idrica attraverso politiche adattative volte a rispondere efficacemente alle sfide dei cambiamenti climatici al fine di minimizzare la vulnerabilità dei sistemi produttivi (Bauer & Steurer, 2015; Garrido et al., 2006; Howden et al., 2007; Nachtnebel et al., 2015). Questo approccio sembra appropriato in quanto, riprendendo i recenti indirizzi dell'Unione Europea, in materia di gestione sostenibile della risorsa idrica, pone in evidenza l'importanza di investire in sistemi di irrigazione volti a migliorarne la sostenibilità e l'efficienza (Pérez Blanco & Thaler, 2014; Zucaro, 2007). Tra questi ultimi un ruolo importante potrà essere ricoperto da modelli innovativi di piante resistenti allo stress idrico e resilienti al cambiamento climatico (Galletto et al., 2014; Tron et al., 2015).

1.2 La scarsità idrica e gli impatti sulla produzione vitivinicola

In questo ambito, una particolare importanza assume la conoscenza della relazione tra la disponibilità della risorsa idrica e lo sviluppo della pianta. Infatti, la suscettibilità alla carenza idrica della vite nelle diverse fasi del ciclo vegeto - produttivo permette la razionalizzazione della pratica irrigua di soccorso al fine di migliorare la qualità delle uve e correggere situazioni di squilibrio. Le conseguenze dello stress idrico hanno impatti diversi in relazione con le fasi di crescita dell'acino che riguardano pure la differenziazione morfologica delle gemme dormienti che schiuderanno nel successivo ciclo della vite (Coombe & Bishop, 1980; Coombe & McCarthy, 2000; Greenspan et al., 1994; Grimes & Williams, 1990; Hardie & Martin, 1990; Hsiao, 1973; Intrieri et al., 1993; Lang & Thorpe, 1989).

In particolare alcuni studi, si sono concentrati sull'impatto dello stress idrico sulle rese produttive (Goodwin, 2002; Kriedemann & Goodwin, 2003; Tomasi et al., 2013), registrando come: i) durante la fioritura e l'allegagione alti livelli di stress hanno rilevanti effetti sui livelli della produzione, riducendo, fino al 50%, i quantitativi di uva vendemmiata nell'annata corrente (le bacche possono cadere o non svilupparsi in modo appropriato) e compromettendo pure il raccolto dell'anno successivo (es. per una scarsa differenziazione delle gemme); ii) dopo l'allegagione e fino all'invaiaura, lo stress idrico può causare perdite fino al 40% della produzione, portando ad una ridotta dimensione della bacca; iii) quando lo stress si verifica da 4 a 6 settimane dopo l'invaiaura si può avere una perdita del potenziale produttivo fino al 40%, in questo caso dovuta unicamente alla mancata distensione cellulare; v) da questa fase in poi, il carico produttivo è meno sensibile ad alti livelli di stress.

Alcuni eminenti studiosi affermano come gli impatti del cambiamento climatico sul settore agricolo e vitivinicolo saranno significativi e variabili (Jones et al., 2005; Mendelsohn, 2014). Nel settore vitivinicolo, gli impatti sulla produzione potranno essere significativi, poiché nelle annate contraddistinte da un favorevole decorso climatico, un aumento della variabilità delle rese in vigneto ha effetti negativi sul-

la qualità e talvolta sulla quantità (Rosenberg, 1981); i raccolti ottenuti nelle annate di scarsa produzione possono non rispondere adeguatamente alle istanze quantitative del mercato e di sostenibilità della struttura dei costi. Impatti variabili si potranno avere sia a scala territoriale sia in relazione alla varietà: su scala territoriale, essi sono in relazione alla presenza di condizioni avverse sia nelle regioni europee (Battaglini et al., 2009; Lereboullet et al., 2013; Riquelme & Ramos, 2005) che in quelle del Nuovo Mondo (Belliveau et al., 2006); in relazione alla varietà coltivata, essi dipendono dalla loro diversa capacità di adattamento ai cambiamenti climatici in grado di incidere sulla diffusione territoriale dei vitigni. Queste condizioni implicano un aumento dell'incertezza e un maggiore rischio economico per i produttori vitivinicoli (Harrison et al., 1995; Kenny et al., 1993).

Nel caso dell'uva Glera, prodotta in Veneto, materia prima alla base della valorizzazione del Prosecco Superiore D.O.C.G. e del Prosecco D.O.C., si è riscontrato una differenza statisticamente significativa sulla produttività (Barisan et al., 2012). Tra i fattori che influenzano questo risultato assumono rilevanza quelli legati a fattori abiotici, quali la temperatura e la disponibilità di acqua. Per quanto riguarda il primo fattore, l'aumento di temperatura ha denotato un impatto negativo sulla produzione di uva Glera. In particolare, l'aumento di 1°C della temperatura media può comportare una riduzione della produzione nell'intervallo tra 6.066 e 3.860 tonnellate nell'area D.O.C. (intervallo di confidenza del 95%) influenzando significativamente i redditi delle Piccole e Medie Imprese (PMI). Mentre per quanto riguarda l'acqua, considerando la fase vegetativa estiva, l'effetto di un deficit idrico del 30%, comporta una riduzione della resa pari almeno al 20%, e in taluni casi si giunge ad una notevole perdita del prodotto (Meggio et al., 2014). La carenza d'acqua influenza anche il risultato qualitativo, particolarmente importante per un vino come il Prosecco che si avvantaggia della presenza di disponibilità di acqua e di temperatura fresche nell'espressione sensoriale in termini di profumi floreali e fruttati e nella fragranza dell'aroma.

Considerata la tipicità di queste produzioni, nell'area del Conegliano Valdobbiadene Prosecco D.O.C.G. emergono delle criticità, rappresentate dalla scarsa disponibilità d'acqua limitata perlopiù all'irrigazione di soccorso². Per le produzioni della D.O.C.G., l'insieme dei fattori abiotici, come la temperatura, ma soprattutto la disponibilità di acqua, possono avere rilevanti impatti economici. Mentre per i fattori biotici come le avversità legate alla diffusione della peronospora oppure quelle relative alla flavescenza dorata, mal dell'esca o più in generale ai giallumi, essi sono oggetto di studi (Causin & Zanzotto, 2014).

Non altrettanto analizzati sono i riflessi dei mutamenti climatici sull'economia della produzione vitivinicola di queste aree, legati alla vulnerabilità (Battaglini et al., 2009; Belliveau et al., 2006) e alla probabilità del rischio siccità a livello di territorio vitivinicolo.

² Il disciplinare di produzione del Conegliano Valdobbiadene Prosecco D.O.C.G. non consente l'irrigazione come pratica di forzatura ma consente, all'Art. 4, comma 5 norme per la viticoltura, l'irrigazione di soccorso (Decreto Ministeriale del 17 Luglio 2009, 2009).

Nel tentativo di fornire un contributo alla conoscenza di questi aspetti, il presente studio si è posto l'obiettivo di una valutazione della probabilità del rischio siccità nell'area della DOCG Conegliano Valdobbiadene Prosecco DOCG. In particolare, la ricerca presenta una valutazione economica:

- dei livelli del fabbisogno e del deficit idrico, in relazione alle diverse situazioni operative, caratterizzate da diversa esposizione, tipo di suolo, tessitura, pendenza, ecc;
- delle fonti di approvvigionamento e dei sistemi di irrigazione;
- dei costi dell'irrigazione di soccorso;
- delle scelte dell'irrigazione di soccorso sotto incertezza;
- del valore dell'acqua (irrigazione di soccorso) nel garantire la produzione, la qualità ed assicurare l'approvvigionamento di mercato.

Per le imprese del territorio, l'esame di questi aspetti appare di interesse nei profili della sostenibilità socio – economica, ambientale e di mercato. Al 2015, il Distretto del Conegliano Valdobbiadene Prosecco annovera la presenza di oltre 5.500 addetti al settore vitivinicolo, di cui 3.364 sono rappresentati da viticoltori, che si dedicano alla coltivazione di 7.549 ettari di Glera DOCG, da cui si ottengono 95.544 tonnellate di uva atta a dare il vino base Prosecco Superiore DOCG. Il mercato del Conegliano Valdobbiadene Prosecco DOCG è *pari a* 83,7 milioni di bottiglie. Il Prosecco Superiore DOCG è commercializzato da 178 case spumantistiche in oltre 100 Paesi del mondo (Boatto et al., 2016).

Il paper è stato strutturato in tre parti. La prima parte introduce la metodologia e l'approccio teorico – interpretativo adottati nello studio. La seconda parte sono discussi i risultati relativi al caso delle imprese del Conegliano Valdobbiadene Prosecco DOCG. La terza parte presenta le conclusioni e le implicazioni della ricerca.

2. Metodologia utilizzata

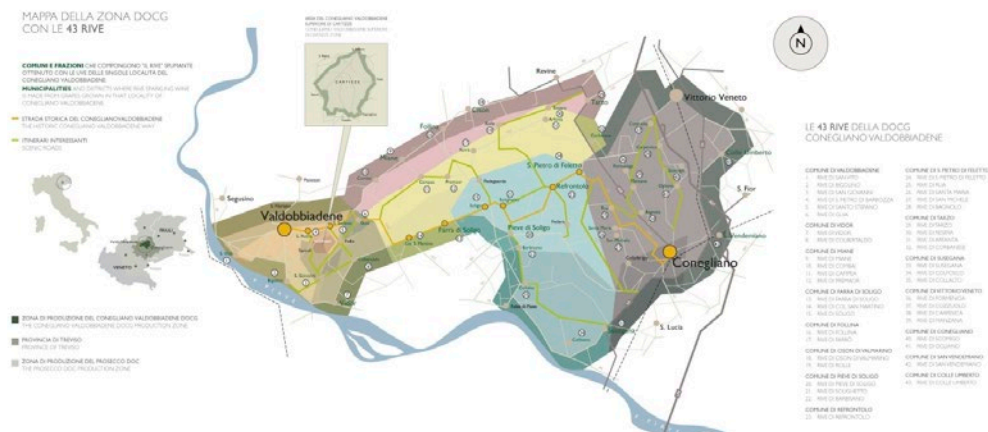
2.1 Area dello studio

Il Distretto spumantistico del Conegliano Valdobbiadene Prosecco DOCG comprende 15 Comuni³, che si estendono nella fascia collinare delle Prealpi Trevigiane (Fig. 1). L'area, situata a 45° 52' 40" di latitudine nord e a 12° 17' 4" di longitudine ovest, registra un'altimetria compresa tra 70 e 450 metri sul livello del mare (Tomasini et al., 2013).

Il comprensorio, data la conformazione tipicamente collinare, presenta un'elevata eterogeneità sia orografica che climatica. L'attività viticola è quindi praticata in un'ampia gamma di meso e microclimi propri di zone spesso adiacenti ma orograficamente e pedologicamente assai dissimili.

³ Essi sono: Conegliano – San Vendemiano - Colle Umberto - Vittorio Veneto - Tarzo - Cison di Valmarino - San Pietro di Feletto - Refrontolo - Susegana - Pieve di Soligo - Farra di Soligo - Follina - Miane - Vidor – Valdobbiadene.

Figura 1. Area del Conegliano Valdobbiadene Prosecco DOCG: Delimitazione geografica, Fonte: Consorzio di Tutela del Conegliano Valdobbiadene Prosecco DOCG.



Tenendo conto dei caratteri pedologici e orografici in relazione alle disponibilità idriche della vite, nel comprensorio sono stati individuati 5 ambienti rappresentativi dell'area della DOCG (Tab. 1).

2.2 Il modello decisionale dell'imprenditore vitivinicolo sotto incertezza

Nel presente studio, l'analisi prende in considerazione le decisioni delle imprese in condizioni di rischio, utilizzando il modello bayesiano (Bayes & Price, 1763). Il problema di scelta in condizioni di rischio si può risolvere riferendosi alla teoria delle decisioni (Arrow, 1951, 1982, 1983).

In termini operativi il modello adottato nello studio (De Benedictis & Cosentino, 1979)⁴ ed applicato al caso studio della valutazione delle scelte irrigue di soccorso della vite nell'area del Conegliano Valdobbiadene Prosecco DOCG, considera: $G_i = 1,2 \dots, m$ le azioni che possono essere adottate dall'imprenditore; $S_i = 1,2 \dots, n$ gli stati di natura che possono verificarsi; $g_{i,j}$ le conseguenze, in termini di profitto o di utilità, associate ad ogni azione e stato della natura; $P(S_i)$ la probabilità del verificarsi dello stato della natura S_i .

Nota la distribuzione di probabilità degli stati di natura è possibile calcolare il valore atteso o valore medio per ciascuna azione:

$$E(G_1) = g_{11} * P(S_1) + g_{21} * P(S_2) + \dots g_{n1} * P(S_n)$$

⁴ In termini generali, infatti, le decisioni dell'imprenditore risultano condizionate da diversi fattori tra cui la disponibilità della risorsa irrigua e dai conseguenti vincoli, l'atteggiamento dell'imprenditore nei confronti del rischio, il grado di incertezza, ecc.

Tabella 1. Area del Conegliano Valdobbiadene Prosecco DOCG: caratteristiche pedoclimatiche e fabbisogno idrico per comprensorio.

Zona	Caratteristiche del terreno /disponibilità idrica	Rischio di stress idrico
<i>Area morenica di Ogliano-San Giacomo-Colle Umberto</i>	<ul style="list-style-type: none"> · Suoli con un'elevata quantità di scheletro lungo il profilo (fino al 40-50%) e presenza di una tessitura relativamente grossolana, i cui caratteri discendono direttamente dalle peculiari caratteristiche dei depositi morenici portati a valle dall'azione dei ghiacciai. · Bassa disponibilità di acqua e presenza di una buona permeabilità e drenaggio. Il monitoraggio dell'umidità dei suoli durante la stagione vegetativa ha evidenziato livelli più elevati di acqua disponibile presenti nei primi 30 cm di suolo, con valori nella media delle cinque sotto-aree rappresentative in esame. Livelli di umidità decisamente inferiori alla media si sono invece riscontrati durante tutto il periodo vegetativo negli strati più profondi (60-90 cm). · Limitato approfondimento radicale dovuta alla presenza di scheletro radicale nonostante la profondità dei suoli. 	<ul style="list-style-type: none"> · Area con ad elevato rischio relativo di stress idrico per la vite. · Apporti idrici mirati anche nelle prime fasi del ciclo vegetativo possono quindi risultare fondamentali al fine di preservare la resa e la qualità della produzione.
<i>Suoli profondi del Feletto</i>	<ul style="list-style-type: none"> · Suoli con un'un'elevata evoluzione pedogenetica, evidenziata dai colori fortemente arrossati e dall'accumulo di argilla. · Buona capacità di acqua disponibile, con permeabilità moderatamente bassa e buon drenaggio. I terreni tipici della zona del Feletto si caratterizzano per riserve idriche abbondanti, superiori alla media delle aree in esame, durante tutto il periodo vegetativo e soprattutto intorno ai 60-90 cm di profondità dove è più abbondante l'apparato radicale. · I terreni presentano un'elevata profondità esplorabile dalle radici, una tessitura prevalentemente fine con scarso scheletro nella parte superficiale e più abbondante in quella inferiore. 	<ul style="list-style-type: none"> · La coltivazione del vitigno Glera in questi suoli è meno suscettibile a situazioni di stress idrico rispetto ad altre realtà pedologiche riscontrabili all'interno dell'areale della DOCG.

Zona	Caratteristiche del terreno /disponibilità idrica	Rischio di stress idrico
<p><i>Suoli in forte pendenza di Col San Martino -Scandolere</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> · Suoli che si caratterizzano maggiormente con i versanti più ripidi dei rilievi collinari, con pendenze comprese tra il 15% e il 35%. I versanti presentano forme più frastagliate, che conseguentemente hanno subito un maggior effetto dei processi erosivi, con suoli più superficiali rispetto a quelli nei rilievi e forme più regolari e poco incise. · Bassa capacità di ritenzione idrica, già evidente nei primi 30 cm dell'orizzonte. · Sono suoli superficiali o moderatamente profondi, limitati nell'approfondimento radicale dalla presenza della roccia madre. 	<ul style="list-style-type: none"> · Le situazioni di carenza idrica più evidenti si presentano più frequentemente nel periodo compreso tra fine giugno e l'inizio di agosto, dove si sono osservati valori di umidità minori rispetto alla media dell'area.
<p><i>Suoli argillosi delle colline di Valdobbadiene -Fo l- Guia</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> · Si ritrovano in genere nei rilievi su litologia a grana fine o poco cementata (principalmente marne) con pendenze da moderate a forti (15-35%) e propensione all'erosione sia idrica superficiale che per movimenti di massa. · Suoli che si caratterizzano da una buona capacità di ritenzione idrica durante l'intero ciclo vegeto - produttivo. Nonostante le pendenze accentuate dei versanti che favoriscono un rapido smaltimento delle acque negli strati più superficiali, questi suoli moderatamente profondi e argillosi mantengono buoni livelli di riserve idriche negli strati sottostanti (60-90 cm). · I suoli sono moderatamente profondi, a tessitura moderatamente fine in superficie e fine in profondità. Presentano un elevato drenaggio esterno e un medio - basso drenaggio interno. 	<ul style="list-style-type: none"> · Terreni generalmente adeguati ai fabbisogni della vite durante l'intero ciclo vegetativo.
<p><i>Suoli sciolti di San Vito di Valdobbadiene -Viador</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> · Area caratterizzata da debole pendenza (1-2%) di origine alluvionale, con suoli sciolti e substrato costituito principalmente da ghiaie e sabbie. · La capacità di ritenzione idrica è bassa. I contenuti idrici rilevati sono nella media negli strati più superficiali e una quantificazione inferiore delle riserve idriche è <i>presente</i> nello strato a maggior profondità (90 cm). Data la tessitura sabbiosa e l'abbondanza di scheletro, infatti, gli strati più profondi hanno una minor capacità di ritenzione. · La profondità utile alle radici è relativamente elevata. Presentano un buon drenaggio e una buona permeabilità. 	<ul style="list-style-type: none"> · Necessitano di apporti idrici di modesta entità con turni ravvicinati, al fine di evitare la disidratazione degli strati superficiali e la perdita acqua negli strati più profondi.

$$\begin{aligned}
 E(G_2) &= g_{12} * P(S_1) + g_{22} * P(S_2) + \dots g_{n2} * P(S_n) \\
 &\vdots \\
 E(G_m) &= g_{1m} * P(S_1) + g_{2m} * P(S_2) + \dots g_{nm} * P(S_n)
 \end{aligned}$$

Si consideri il caso delle imprese spumantistiche imbottigliatrici con vigneti, situate nella zona collinare del Conegliano Valdobbiadene Prosecco DOCG. In quest'area gran parte della superficie non è servita dall'irrigazione di soccorso. L'economia agricola del territorio si basa fundamentalmente sulla coltivazione del vitigno Glera, atto a dare la produzione del vino Conegliano Valdobbiadene Prosecco DOCG. L'entità della produzione è influenzata dall'andamento climatico che si presenta con una certa variabilità nel tempo. In alcuni anni, la scarsità di precipitazione può determinare una significativa riduzione della produzione e vi è la necessità di ricorrere all'irrigazione di soccorso che rappresenta una delle variabili decisionali di maggiore rilevanza nelle decisioni aziendali.

Considerando l'azienda (imbottigliatrice) rappresentativa del territorio, con una superficie di Glera DOCG pari a 10 ettari, sono possibili tre azioni alternative in relazione ai livelli di adattamento: G_1 , senza irrigazione di soccorso; G_2 , irrigazione di soccorso con carrobotte; G_3 , irrigazione di soccorso con sistema ad ala gocciolante. Con riferimento alla produzione dell'uva, gli andamenti climatici possono essere ragionevolmente raggruppati, sulla base di evidenze empiriche, in tre stati di natura, in relazione con i corrispondenti livelli di produzione dell'uva: S_1 , andamento climatico siccitoso che si traduce in una produzione relativamente scarsa, rispetto alla resa massima del disciplinare di produzione (pari al 50% dei quantitativi DOCG + supero del 20%); S_2 , andamento climatico normale, cui si associa una produzione ottimale, allineata con la resa massima del disciplinare di produzione DOCG; S_3 , andamento climatico favorevole, cui corrisponde una produzione tipica, allineata con le rese del disciplinare di produzione (DOCG + supero del 20%).

Utilizzando la distribuzione di probabilità a priori è possibile ricavare l'entità del valore atteso $E(G_m)$, per ciascuna delle scelte, m che possono essere adottate dall'imprenditore. Il criterio di scelta dell'imprenditore, che si basa sul più elevato valore atteso o medio (in termini di profitto o reddito netto) dell'azione, fornisce il metodo che può essere adottato dall'imprenditore rispetto alle diverse azioni possibili. Il processo decisionale può essere migliorato introducendo la possibilità di reperire informazioni aggiuntive grazie alle quali è possibile migliorare la conoscenza delle distribuzioni di probabilità degli stati di natura.

A questo ultimo riguardo, si assume che per ottenere le migliori performance qualitative e quantitative nella produzione dell'uva Glera DOCG sia necessario mantenere le viti in equilibrio vegeto-produttivo. Secondo questa prassi, in uso nella zona, il viticoltore adotta le operazioni colturali che perseguono questi obiettivi (Cecat, 2014). Tra esse, la scelta della 'carica di gemme' unitaria (per ceppo oppure ad ettaro) che si lasciano con la potatura invernale ha una conseguenza rilevante nel determinare l'equilibrio della produzione. Conoscendo in anticipo la fertilità media

delle gemme⁵ è possibile stabilire, con una certa approssimazione, quante gemme lasciare per ottenere una produzione in equilibrio ottimale. Si assume che nel contesto di informazioni disponibili sullo stato di fertilità delle gemme, le decisioni di potatura del viticoltore avvengano sulla base della carica gemmaria ad ettaro, la variabile z_k . Pertanto, si definiscono tre condizioni di carica gemmaria: z_1 , relativamente bassa rispetto alla media della serie dei dati storici dell'area della DOCG; z_2 , media; z_3 , alta rispetto alla media. Considerando le evidenze empiriche del passato sarà pertanto possibile determinare lo stato della fertilità delle gemme e la carica gemmaria, stimando la relazione con i livelli produttivi previsti. In questo modo è possibile mettere in relazione gli stati di natura a priori con la carica gemmaria e costruire una tavola delle probabilità condizionate di z_k , dato S_i : $P(z_k/S_i)$. Dove la $P(z_k/S_i)$ soddisfa la formula:

$$\sum_{k=1}^3 P(z_k / S_1) = \sum_{k=1}^3 P(z_k / S_2) = \sum_{k=1}^3 P(z_k / S_3) = 1$$

Da questa, si ricerca la probabilità a posteriori $P(S_i/z_k)$, in quanto permette di determinare la probabilità di ottenere un dato livello di produzione una volta osservata una certa condizione di fertilità delle gemme in fase di potatura invernale. La formula di Bayes permette di ottenere la probabilità a posteriori partendo dalle probabilità condizionate e dalle probabilità a priori, ovvero:

$$P\left(\frac{S_i}{z_k}\right) = \frac{P(S_i) * P\left(\frac{S_i}{z_k}\right)}{P(z_k)}$$

Considerando le probabilità a posteriori è possibile rivalutare le decisioni sul carico medio di gemme ad ettaro da inserire in vigneto. Pertanto, conoscendo la distribuzione di probabilità a posteriori è possibile calcolare il Reddito Netto (RN) atteso della strategia ottimale. Nella teoria delle decisioni, la differenza, tra il valore atteso a posteriori e il valore atteso a priori, fornisce il valore dell'esperimento, che rappresenta il costo che può essere pagato per ottenere l'informazione.

2.3 La raccolta dei dati

Nonostante, i noti limiti, connessi alla stima delle distribuzioni di probabilità a priori e a posteriori e della funzione di utilità, è stato possibile reperire queste in-

⁵ La fertilità potenziale delle gemme, è determinata annualmente facendo germogliare in serra (da fine novembre) le gemme provenienti da un panel di vigneti di località rappresentative della DOCG. Dato che non tutti gli abbozzi dei grappoli germogliano (fenomeno delle gemme cieche), si considera la cosiddetta fertilità reale, valore ottenuto dividendo il numero dei grappoli presenti sul tralcio per la totalità delle gemme lasciate con la potatura (Veronese, 2009). La fertilità media del vigneto rappresenta il numero di grappoli che si ottiene da una certa carica di gemme per pianta riferita alla superficie di 1 ettaro.

Tabella 2. Tavola delle probabilità condizionate, $P(z_i/S_i)$.

Stati di natura	Azioni			$P(S_i)$
	z_1	z_2	z_3	
S_1	0,7	0,3	0	0,1
S_2	0,2	0,6	0,2	0,2
S_3	0	0,2	0,8	0,7

formazioni presso le imprese del Conegliano Valdobbiadene Prosecco DOCG. I dati relativi le variabili climatiche sono state ricavati dal dataset dell'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale della Regione del Veneto (ARPAV, 1992-2010). Le informazioni relative le fonti di approvvigionamento e sistemi di irrigazione di soccorso adottati dalle imprese vitivinicole della DOCG sono state desunte dalla Banca dati dell'Osservatorio Economico del Conegliano Valdobbiadene Prosecco DOCG (C.I.R.V.E., 2003-2016). La stime connesse alla probabilità del verificarsi degli stati di natura e delle azioni messe in campo dall'imprenditore (es. modifica della carica gemmaria) in relazione alla probabilità di verificarsi di talune previsioni (es. inerenti la fertilità reale delle gemme) si sono basate sui dati annualmente forniti dagli istituti di assistenza tecnica (Cecat, 2014). Le informazioni raccolte sono state integrate da interviste *ad hoc*, effettuate presso le imprese della DOCG, considerando le diversità pedo-climatiche che caratterizzano i comprensori della DOCG.

Dall'analisi dei dati raccolti sul territorio, relativi le serie temporali delle variabili climatiche, è stato possibile ricavare l'ammontare delle precipitazioni su un orizzonte pluridecennale. In questo modo si è potuto considerare la relazione che lega l'entità delle precipitazioni e dello stato idrico del terreno all'entità della produzione di uva Glera, che ha consentito di ricavare la distribuzione di probabilità a priori. Essa assume una previsione degli stati di natura $P(S_i)$ espresso su tre livelli di produzione dell'uva:

$$P(S_1) = 0,1$$

$$P(S_2) = 0,3$$

$$P(S_3) = 0,7$$

Attraverso le interviste effettuate con la base produttiva, è stato possibile stimare la probabilità di osservare una certa condizione della carica gemmaria in primavera associate agli stati di natura, S_i . Con i dati sulla fertilità media delle gemme è stato possibile costruire una tavola delle probabilità condizionate di z_k (Tab. 2), su tre livelli di carica gemmaria:

Questi dati rendono agevole il computo delle probabilità a posteriori, $P(z_k/S_i)$.

2.4 Caratteristiche del campione

Le interviste, riferite all'anno 2015, hanno riguardato l'85,6% delle imprese spumantistiche imbottigliatrici di Prosecco Superiore DOCG, di cui il 74,5% colti-

vano il vitigno Glera DOCG (Tab. 3). La dimensione produttiva predominante, in termini di fatturato, è rappresentata da piccole e medie imprese con un fatturato inferiore a 500.000 € (57,6%). La superficie media aziendale si è attestata sugli 11 ettari per azienda, cui corrisponde un numero medio di addetti in vigneto a tempo pieno pari a 2,2 unità. Con riferimento alla cantina gli addetti alla trasformazione e produzione sono mediamente pari a 2,8 unità per azienda, cui si associa la presenza di almeno 1 enologo. La percentuale della produzione esportata è stata pari al 41%.

Tabella 3. Area del Conegliano Valdobbiadene Prosecco DOCG: descrizione del campione (n=125 aziende imbottigliatrici con vigneti in area DOCG), 2015.

Variabile	Media	Dev.St.
Fatturato ¹	2,65	1,85
Superficie a Glera DOCG (Ha)	11,33	10,77
Produzione di uva Glera DOCG (t)	135,45	139,30
Addetti in vigneto (n.)	2,22	2,66
Addetti in cantina (n.)	2,84	6,19
Enologi (n.)	1,26	0,80
Quota dell'export di Spumante DOCG (%)	40,89	23,31

¹ Descrizione: 1=inferiore a 250.000€; 2=tra 250.000€ e 500.000€; 3=tra 500.000€ e 1.000.000€; 4=tra 1 e 2 di €; 5=tra 2 e 5 milioni di €; 6=tra 5 e 10 milioni di €; 7=tra 10 e 25 milioni di €; 8=oltre i 25 milioni di €.

3. Risultati e discussione

Dall'esame condotto sui comprensori della DOCG emerge un quadro complesso della situazione del fabbisogno irriguo stante le specificità della viticoltura distrettuale e l'evoluzione climatica di medio e lungo termine dell'area. In particolare, il territorio del Conegliano Valdobbiadene Prosecco DOCG, è *stato analizzato* considerando cinque comprensori, riferendosi all'orizzonte temporale decennale (Tomasi et al., 2013).

In particolare, si desume una certa variabilità delle condizioni idrologiche con un impatto differenziato del deficit idrico sulla coltivazione della vite nell'area (Tab. 4 e Tab. 5). Pertanto, si ricorrono diversi sistemi nei quali l'intervento irriguo è necessario e per il quale le aziende provvedono con metodi diversi di irrigazione di soccorso. Nella situazione attuale si stima che un'annata siccitosa comporti una perdita di valore pari almeno a 40 milioni di euro.

Con riferimento alle aziende imbottigliatrici con vigneti ricadenti in area DOCG, si registra come il 52,8% dei casi utilizzi l'irrigazione di soccorso (Tab. 6). La fonte di approvvigionamento idrica è principalmente rappresentata da prelievi tramite falda (es. derivazioni da pozzo), con il 53% dei casi, cui seguono per

Tabella 4. Area del Conegliano Valdobbiadene Prosecco DOCG: stima della distribuzione di probabilità del fabbisogno irriguo per comprensorio; nostre elaborazioni, relative il ciclo germogliamento-raccolta della vite, su dati ARPAV e imprese imbottigliatrici DOCG.

Comprensorio	Fabbisogno (in mm)	Precipitazioni (in mm/anno)			
		1/10 anni	2/10 anni	3/10 anni	Da 4 a 10 anni
Ogliano-San Giacomo-Colle Umberto	800	400	600	750	800
Feletti	700	400	500	650	800
Col San Martino-Scandolere	800	450	600	750	900
Valdobbiadene-Fol-Guia	650	400	600	750	1.000
San Vito di Valdobbiadene-Vidor	700	400	600	700	900

Tabella 5. Area del Conegliano Valdobbiadene Prosecco DOCG: stima della distribuzione di probabilità del deficit irriguo per comprensorio; nostre elaborazioni, relative il ciclo germogliamento - raccolta della vite, su dati ARPAV e imprese imbottigliatrici DOCG.

Comprensorio	Deficit idrico (in mm/anno)			
	1/10 anni	2/10 anni	3/10 anni	Da 4 a 10 anni
Ogliano-San Giacomo-Colle Umberto	400	200	50	0
Feletti	300	200	50	0
Col San Martino-Scandolere	350	200	50	0
Valdobbiadene-Fol-Guia	250	50	0	0
San Vito di Valdobbiadene-Vidor	300	100	0	0

Tabella 6. Area del Conegliano Valdobbiadene Prosecco DOCG: fonti di approvvigionamento dell'acqua irrigua e sistemi di irrigazione (n=79 aziende imbottigliatrici), 2015.

Variabili	Descrizione	Quota su numero aziende (%) ¹
Fonti di approvvigionamento	Falda	53,0
	Consorzio di bonifica	37,9
	Corsi d'acqua	37,9
	Altra fonte	4,6
Sistemi di irrigazione	Ala gocciolante su filo	40,9
	Altro sistema (es. carrobotte, ecc)	30,3
	Soprachioma	33,3
	Sub-irrigazione	16,7

¹ Analisi descrittiva dei risultati su domande a risposta multipla.

rilevanza quelli tramite derivazioni della rete irrigua del Consorzio di Bonifica (37,9%) o da corsi d'acqua (es. laghi, ruscelli, ecc) (37,9%). I sistemi d'irrigazione utilizzati attualmente sono rappresentati da: ala gocciolante su filo, distribuzione con carrobotte, irrigazione soprachioma e per subirrigazione. I sistemi di irrigazione sottochioma a goccia (40,9% dei casi) e per sub - irrigazione (16,7%)⁶ sono relativamente più comuni nei nuovi impianti. Il carrobotte viene utilizzato in annate particolarmente siccitose per le quali la mancanza d'acqua va a penalizzare la quantità e la qualità dell'uva nonché lo sviluppo e la sopravvivenza delle viti nei giovani impianti. In questi casi, la risorsa idrica viene normalmente attinta da torrenti e da risorgive. I sistemi d'irrigazione soprachioma (33,3% dei casi) consistono in batterie di tipo mobile spesso recuperati dalla coltivazione del mais. L'acqua viene prelevata dai pozzi e pompata in un sistema di tubi in acciaio ed irrigatori a pioggia (es. *sprinkler*) che vengono disposti in superficie.

Le analisi del costo di esercizio, tra sistemi alternativi di irrigazione di soccorso, hanno permesso una valutazione dei sistemi di irrigazione di soccorso d'emergenza (carrobotte) e degli impianti fissi ad ala gocciolante.

Data l'eterogeneità della dotazione aziendale della zona in carrobotte, si è proceduto al calcolo del costo di esercizio per l'erogazione di 1 m³ d'acqua, tenendo conto di un volume medio, per intervento irriguo, di 250 m³ ad ettaro. Il cantiere di lavoro considerate fa riferimento a un trattore di 80 cv ed un carrobotte di capacità pari a 50 ettolitri. Nel calcolo dei costi si è tenuto conto che il trattore viene impiegato in altre operazioni colturali, mentre il carrobotte viene quasi esclusivamente impiegato per l'irrigazione di soccorso, essendo le aziende viticole specializzate. Considerando 1 intervento irriguo con un volume pari a 250 m³, che richiede l'impiego di 30 ore ad ettaro, i costi variabili stimati ammontano a 1.200 € e i costi fissi a 300 euro all'anno, per un totale di 1.500 € ad ettaro (pari a 6 € /m³). Se si considerano 2 interventi irrigui (da 250 m³ cadauno), il costo totale è stato stimato pari a 2.700 € ad ettaro (pari a 5,4 € /m³).

Per quanto riguarda i costi di esercizio di un sistema di irrigazione ad ala gocciolante vanno considerate tutte le variabili legate alla tipologia di impianto prescelto e il differenziale tra costi legati alla superficie e costi riferiti al corpo aziendale. I primi sono direttamente correlati ai metri di filare realizzati mentre i secondi, costituiti da pompa, filtro ed eventuale banco di fertirrigazione, hanno un'incidenza ad ettaro inversamente proporzionale alla superficie complessivamente servita dal sistema irriguo, visto che uno stesso gruppo di alimentazione può servire più settori. Per quanto attiene il computo del costo di esercizio dell'irrigazione con ala gocciolante si fa riferimento ad un'azienda media della zona con una superficie investita a vite pari a 2 ettari. Il costo fisso dell'impianto è stato stimato pari a 300 € ad ettaro e il costo variabile medio in 150 € ad ettaro. Il costo totale medio, pari a 450 € ad ettaro, esclude il costo dell'acqua (nei casi esso sia dovuto).

⁶ L'utilizzo della sub-irrigazione è ancora più limitato e usato in alternativa all'irrigazione a goccia in terreni pianeggianti e di tessitura idonea per tale sistema.

Con riferimento all'esame dei risultati dell'azienda media, in Tab. 7, si riportano i valori del Reddito Netto (RN) attesi, per ciascuna combinazione dei livelli di irrigazione, G_1 (senza irrigazione di soccorso), G_2 (irrigazione di soccorso con carrobotte), G_3 (irrigazione di soccorso con sistema ad ala gocciolante), in relazione agli stati di natura dell'andamento climatico, S_i . Questi risultati, a posteriori, considerano le informazioni aggiuntive, rispetto agli stati dell'andamento climatico, dello stato di fertilità media delle gemme.

Tra le decisioni considerate nell'analisi, l'azione G_3 che prevede il ricorso all'irrigazione a goccia, assicura il più elevato valore di RN atteso. Ovvero, data la distribuzione di probabilità $P(z_k)$ si ottiene il RN atteso della strategia ottima:

$$RN = (11.411 \cdot 0,11) + (11.543 \cdot 0,29) + (11.598 \cdot 0,60) = 11.565 \text{ €/ettaro}$$

In particolare, considerando la decisione di adottare l'irrigazione di soccorso con ala gocciolante, rispetto a quella che non prevede di irrigare, si registra come il guadagno associato alla conoscenza degli stati di natura (o in altri termini del costo derivante da una conoscenza imperfetta) è pari, a 832 euro ad ettaro all'anno; il differenziale si mantiene su livelli significativi anche rispetto al ricorso all'irrigazione tramite carrobotte in proprio (G_2), segnalando un differenziale pari a 505 euro ad ettaro all'anno.

Tabella 7. Area del Conegliano Valdobbiadene Prosecco DOCG: tavola dei redditi netti (€ / ettaro) in relazione agli andamenti climatici e alle scelte dell'irrigazione di soccorso, azienda imbottigliatrice media (con 10 ettari di Glera DOCG).

Stati della natura	Azioni			
	G_1	G_2	G_3	$P(S_i)$
S_1	6.514	9.576	11.441	0,11
S_2	10.304	10.795	11.543	0,29
S_3	11.714	11.460	11.598	0,60
RN atteso (€)	10.733	11.060	11.565	

Tuttavia, la strategia di irrigazione di soccorso con il carrobotte non è praticabile data l'impossibilità di servire una superficie di 10 ettari. Pertanto è stata considerata una simulazione dei risultati rispetto alla scala aziendale media delle aziende viticole della zona (pari a circa 2 ettari) e alla scala aziendale maggiormente diffusa nell'area della DOCG (nell'intorno di 1 ettaro). Nel caso di un'azienda viticola con una superficie pari a 2 ettari, il guadagno nell'adozione di una strategia basata sull'irrigazione di soccorso con ala gocciolante, rispetto a quella che prevede l'intervento con carrobotte in proprio è pari a 420 euro all'anno (-3,8%). Per contro, nel caso della dimensione aziendale con superficie pari a 1 ettaro, la decisione dell'imprenditore sotto incertezza ricadrebbe nella scelta di non irrigare.

Quando un servizio, quale l'approvvigionamento idrico è scambiato in un mercato funzionante, il suo prezzo di mercato rappresenta una buona stima del suo valore marginale (Ward & Michelsen, 2002; Young & Loomis, 2014). Per quanto attiene i metodi di analisi, nel caso dell'acqua utilizzata come irrigazione, ci si riferisce ad una stima che si basa sulla variazione del reddito netto nell'ambito di un libero mercato. Nel caso dell'utilizzo della risorsa idrica come l'irrigazione di soccorso in viticoltura, essa è da considerarsi come un bene intermedio, in quanto la domanda deriva dal suo utilizzo nella produzione di un prodotto finale. In questo caso, il produttore, quando ricorre all'utilizzo dell'acqua irrigua è disposto a pagare fino a un valore pari alla variazione del reddito netto prodotto dall'utilizzo dell'acqua.

Nel caso delle imprese del Conegliano Valdobbiadene Prosecco DOCG, si assume che il valore dell'acqua (in termini di irrigazione di soccorso) sia da stimarsi, *ceteris paribus*, come differenza, in termini di reddito netto, tra una strategia pluriennale che prevede il ricorso all'irrigazione di soccorso, con il sistema ad ala gocciolante (sistema più efficiente) e il regime che non prevede l'irrigazione di soccorso nella produzione della materia prima.

Con questo approccio teorico interpretativo, tenuto conto del criterio di stima del valore dell'acqua, del più elevato valore atteso del reddito netto e della distribuzione di probabilità degli stati di natura a priori (De Benedictis et al., 1979), il valore dell'acqua, nel caso studio, è stimato pari ad almeno 747 euro ad ettaro all'anno.

4. Conclusioni

Nel contesto di scenari di crescente incertezza della disponibilità dell'acqua a livello globale (Mesa-Jurado et al., 2012), emerge la rilevanza di mettere in campo opportuni strumenti per una *governance* sostenibile della risorsa idrica (Zucaro et al., 2011).

Dall'esame dei risultati dello studio, attinenti la gestione della risorsa idrica nell'area del Conegliano Valdobbiadene Prosecco DOCG, emergono alcuni elementi di interesse nell'implementazione di politiche a garanzia della qualità e dell'approvvigionamento sul mercato della materia prima in scenari di cambiamento climatico. In particolare, assumendo lo scenario *status quo* in assenza di irrigazione di soccorso, si stima che la perdita di reddito netto cumulata a livello della fase di produzione dell'uva sia di circa 87 milioni di euro⁷. Pertanto, la ricerca evidenzia la rilevanza degli investimenti in questo campo e come queste criticità siano state affrontate parzialmente su scala territoriale e in maniera non sistematica. A questo riguardo, alcune tematiche presentano un ruolo rilevante nell'indirizzare le politiche territoriali di gestione della risorsa irrigua di soccorso. Esse riguardano: la costruzione di uno schema irriguo che serva il Distretto del Conegliano Valdobbiadene Prosecco DOCG; la gestione dello schema irriguo da parte Consorzio di

⁷ Dato stimato considerando un orizzonte temporale di 30 anni, ed escludendo le conseguenti perdite sui mercati intermedio e finale del prodotto.

Bonifica Piave; l'accesso alle fonti di approvvigionamento; l'investimento in sistemi di irrigazione tecnicamente efficienti ed ambientalmente sostenibili. In questo ambito, un elemento rilevante nello sviluppo della viticoltura locale risiede nella ricerca di sistemi di gestione polivalente della risorsa idrica. Essi dovrebbero essere in grado di combinare oltre alle istanze di un efficiente irrigazione di soccorso del vigneto (es. utilizzando ali gocciolanti con un minore impatto in termini di *water footprint*), le esigenze dell'irrigazione antibrina e di difesa della chioma da eccessi di calore (es. con effetti di disidratazione degli acini e danni da scottature su foglia) fino a quelle relative all'irrorazione antiparassitaria. A quest'ultimo riguardo, la ricerca può assumere un ruolo centrale, attraverso la diffusione di sistemi di irrigazione di soccorso innovativi volti a ridurre i probabili effetti del cambiamento climatico, con un impatto positivo sull'impresa vitivinicola in termini di riduzione dell'esposizione al rischio siccità. Essa si associa ad un aumento della redditività d'impresa con positivi riflessi sul miglioramento della sua organizzazione e dell'ottimizzazione delle operazioni colturali in vigneto.

La rilevanza di questi elementi, ovvero di una gestione oculata della risorsa idrica appare di saliente rilevanza per l'area di studio e aldilà di essa, come emerge da recenti studi sugli impatti economici del cambiamento climatico sulla viticoltura italiana a diverse scale regionali (Galletto et al., 2014; Moriondo et al., 2011). In particolare, si stima che nello scenario *status quo* l'area esposta al rischio siccità è del 14% del totale nel Nord Est (pari a circa 24.000 ettari) e oltre il 94% in Sicilia (circa 107.000 ettari). Inoltre, considerando gli scenari al 2030 e al 2050, si stima un incremento significativo delle aree soggette al rischio siccità. Ad esempio, in termini finanziari, nella zona del Chianti sono state stimate perdite finanziarie cumulate dovute all'impatto del cambiamento climatico che vanno dai 220 milioni di euro del Chianti ai 107 milioni di euro per il Brunello di Montalcino.

References

- Anderson M. (2006). *The sustainable use of water in viticulture*. Paper presented at the Watering the Future Forum Proceedings, Cromwell.
- ARPAV (1992-2010). Banca dati climatici dell'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto. Padova: Centro Meteorologico di Teolo.
- Arrow K.J. (1951). Alternative Approaches to the Theory of Choice in Risk-Taking Situations. *Econometrica* 19(4): 404-437. doi: 10.2307/1907465
- Arrow K.J. (1982). Risk Perception in Psychology and Economics. *Economic Inquiry* 20(1): 1-9. doi: 10.1111/j.1465-7295.1982.tb01138.x
- Arrow K.J. (1983). Behavior under Uncertainty and Its Implications for Policy. In: Stigum, BerntP & Wenstøp, Fred (Eds.), *Foundations of Utility and Risk Theory with Applications* (Vol. 37, pp. 19-32): Springer Netherlands.
- Associazione Nazionale Bonifiche Irrigazioni e Miglioramenti Fondiari (2015). *Piano Irriguo Nazionale*. Retrieved from https://www.senato.it/application/xmanager/projects/leg17/attachments/documento_evento_procedura_commissione/files/000/000/972/ANBI_Piano_irriguo.pdf
- Barisan L., Ding H., Boatto V. and Nunes, P.A.L.D. (2012). *Assessing the Climate Change Impacts on Welfare and Vulnerability of Viticulture in Italy: A Case Study of Prosecco in the Veneto Region*. Paper presented at the Sixth Annual Meeting of the American Association of Wine Economists (AAWE), Princeton University, New Jersey (United States).

- Barisan L., Galletto L., Boatto V., Costantini E.A.C., Lorenzetti R., Pomarici E. and Vecchio R. (2014). More crop for drop - climate change and wine: an economic evaluation of a new drought-resistant rootstock. *Recent patents on food, nutrition & agriculture* 6(2): 100-112.
- Battaglini A., Barbeau G., Bindi M. and Badeck F.W. (2009). European winegrowers' perceptions of climate change impact and options for adaptation. *Regional Environmental Change* 9(2): 61-73. doi: 10.1007/s10113-008-0053-9
- Bauer A. and Steurer R. (2015). National Adaptation Strategies, what else? Comparing adaptation mainstreaming in German and Dutch water management. *Regional Environmental Change* 15(2): 341-352. doi: 10.1007/s10113-014-0655-3
- Bayes M. and Price M. (1763). An Essay towards Solving a Problem in the Doctrine of Chances. By the Late Rev. Mr. Bayes, F. R. S. Communicated by Mr. Price, in a Letter to John Canton, A. M. F. R. S. *Philosophical Transactions* (1683-1775) 53: 370-418. doi: 10.2307/105741
- Belliveau S., Smit B. and Bradshaw B. (2006). Multiple exposures and dynamic vulnerability: Evidence from the grape industry in the Okanagan Valley, Canada. *Global Environmental Change* 16(4): 364-378. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.03.003>
- Boatto V. and Barisan L. (2014). Posizionamento rispetto al mercato. *Rapporto 2014. Competere nel valore* (pp. 37-86). Pieve di Soligo (Treviso): Conegliano Valdobbiadene DOCG.
- Boatto V., Barisan L. and Pomarici E. (2016). Struttura produttiva. *Rapporto annuale 2016. Dalla Denominazione al mondo: il successo internazionale del Conegliano Valdobbiadene Prosecco Superiore DOCG* (pp. 16-29). Pieve di Soligo (Treviso): Conegliano Valdobbiadene Prosecco DOCG.
- C.I.R.V.E. (2003-2016). Banca Dati del Conegliano Valdobbiadene - Prosecco DOCG. Conegliano (Treviso).
- Causin R. and Zanzotto A. (2014). Gestione dei patogeni e razionalizzazione dei trattamenti fitoiatrici nel vigneto risultati di un biennio di prove di campo. *Progetto Vitinnova, Conegliano: Convegno del 15 Dicembre 2014*.
- Cecat (2014). Potatura: quante gemme lasciare. Retrieved from <http://www.cantinaproduttori-valdobbiadene.com/wp-content/uploads/2014/01/COM-1-2014-VALDOBBcarica-gemme.pdf>
- Consorzio di Tutela del Conegliano Valdobbiadene DOCG (2015). Caratteristiche della Denominazione, 1999-2015. Pieve di Soligo: Consorzio di Tutela del Conegliano Valdobbiadene DOCG.
- Coombe B.G. and Bishop G.R. (1980). Development of the grape berry. II. Changes in diameter and deformability during veraison. *Australian Journal of Agricultural Research* 31(3): 499-509. doi: 10.1071/AR9800499
- Coombe B.G. and McCarthy M.G. (2000). Dynamics of grape berry growth and physiology of ripening. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 6(2): 131-135.
- De Benedictis M. and Cosentino V. (1979). *Economia dell'azienda agraria: teoria e metodi*. Bologna: Il Mulino.
- Disciplinare di produzione del Conegliano Valdobbiadene - Prosecco DOCG (2009).
- European Commission (2007). Communication from the Commission to the European Parliament and the Council - Addressing the challenge of water scarcity and droughts in the European Union
- European Commission (Producer) (2012). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. A Blueprint to Safeguard Europe's Water Resources. Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52012DC0673>
- European Union (Producer) (2015, 27/09/2015). Water Scarcity & Droughts in the European Union. Retrieved from http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/scarcity_en.htm
- Gabzdyllova B., Raffensperger J.F. and Castka P. (2009). Sustainability in the New Zealand wine industry: drivers, stakeholders and practices. *Journal of Cleaner Production* 17(11): 992-998. doi: 10.1016/j.jclepro.2009.02.015
- Galletto L., Barisan L., Boatto V., Costantini E.A., Lorenzetti R., Vecchio R. and Pomarici E. (2014). More Crop for Drop-Climate Change and Wine: An Economic Evaluation of a New Drought-Resistant Rootstock. *Recent patents on food, nutrition & agriculture* 6(2): 100-112. doi: 10.2174/2212798407666150131140611

- Garrido A., Martínez-Santos P. and Llamas M.R. (2006). Groundwater irrigation and its implications for water policy in semiarid countries: the Spanish experience. *Hydrogeology Journal* 14(3): 340-349. doi: 10.1007/s10040-005-0006-z
- Goodwin I. (2002). *Managing water stress in grape vines in Greater Victoria*. Department of Primary Industries.
- Greenspan M.D., Shackel K.A. and Matthews M.A. (1994). Developmental changes in the diurnal water budget of the grape berry exposed to water deficits. *Plant, Cell & Environment* 17(7): 811-820. doi: 10.1111/j.1365-3040.1994.tb00175.x
- Grimes D.W. and Williams L.E. (1990). Irrigation Effects on Plant Water Relations and Productivity of Thompson Seedless Grapevines. *Crop Science* 30(2): 255-260. doi: 10.2135/cropsci1990.0011183X003000020003x
- Hardie W.J. and Martin S.R. (1990). *A strategy for vine growth regulation by soil water management*. Paper presented at the 7th Australian wine industry technical conference, Adelaide. Winetitles, Adelaide.
- Harrison P., Butterfield R. and Downing T.E. (1995). *Climate change and agriculture in Europe: assessment of impacts and adaptations*. Environmental Change Unit, University of Oxford.
- Howden S.M., Soussana J.E., Tubiello F.N., Chhetri N., Dunlop M. and Meinke H. (2007). Adapting Agriculture to Climate Change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104(50): 19691-19696. doi: 10.2307/25450777
- Hsiao T.C. (1973). Plant responses to water stress. *Annual Review of Plant Physiology* 24(1): 519-570.
- International Commission on Irrigation and Drainage (2016). *Annual Report 2014-15 - Supporting Agricultural Water Management for Sustainable Development*. Retrieved from New Dehli, India: <http://www.icid.org/annualreport.html>
- Intrieri C., Filippetti I. and Poni S. (1993). Effetti del "CPPU" sulla crescita delle bacche e sulla maturazione dell'uva in cultivar da tavola apirene e con semi. *Rivista di Frutticoltura* 6: 57-62.
- Jones G.V., White M.A., Cooper O.R. and Storchmann K. (2005). Climate change and global wine quality. *Climatic change* 73(3): 319-343.
- Kenny G.J., Harrison P.A., Parry M.L. and Porter J.R. (1993). The effects of climate change on agriculture and horticulture in Europe. *European Journal of Agronomy* 2(4): 243-246. doi: 10.1016/S1161-0301(14)80173-1
- Kriedemann P.E. and Goodwin I. (2003). *Regulated deficit irrigation and partial rootzone drying*. Canberra: Land & Water Australia.
- Lang A. and Thorpe M.R. (1989). Xylem, Phloem and Transpiration Flows in a Grape: Application of a Technique for Measuring the Volume of Attached Fruits to High Resolution Using Archimedes' Principle. *Journal of Experimental Botany* 40(10): 1069-1078. doi: 10.1093/jxb/40.10.1069
- Lereboullet A.L., Beltrando G. and Bardsley D.K. (2013). Socio-ecological adaptation to climate change: A comparative case study from the Mediterranean wine industry in France and Australia. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 164: 273-285. doi: 10.1016/j.agee.2012.10.008
- Marshall E., Aillery M., Scott M. and Ryan W. (2015). Agricultural Production under Climate Change: The Potential Impacts of Shifting Regional Water Balances in the United States. *American Journal of Agricultural Economics* 97(2): 568-588. doi: 10.1093/ajae/aau122
- Mastrandrea M.D., Mach V.R., Barros T.E., Bilir D.J., Dokken O., Edenhofer C.B., Field T., Hiraishi S., Kadner T., Krug J.C., Minx R., Pichs-Madruga G.K., Plattner D., Qin Y., Sokona T.F. and Stocker M. (2015). *IPCC, 2015: Meeting Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Expert Meeting on Climate Change, Food, and Agriculture* (pp. 68). Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization.
- Meggio E., Prinsi B., Negri A.S., Simone Di Lorenzo G., Lucchini G., Pitacco A., Failla O., Scienza A., Cocucci M. and Espen L. (2014). Biochemical and physiological responses of two grapevine rootstock genotypes to drought and salt treatments. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 20(2): 310-323.
- Mendelsohn R. (2014). The impact of climate change on agriculture in Asia. *Journal of Integrative Agriculture* 13(4): 660-665.

- Mesa-Jurado M.A., Martin-O. J., Ruto E. and Berbel J. (2012). The economic value of guaranteed water supply for irrigation under scarcity conditions. *Agricultural water management* 113, 10-18.
- Moriondo M., Bindi M., Fagarazzi C., Ferrise R. and Trombi G. (2011). Framework for high-resolution climate change impact assessment on grapevines at a regional scale. *Regional Environmental Change* 11(3): 553-567.
- Nachtnebel H.P., Wesemann J., Herrnegger M., Senoner T. and Schulz K. (2015). *Vulnerability of Water Resources under Climate and Land Use Change: Evaluation of Present and Future Threats for Austria*. Paper presented at the EGU General Assembly Conference Abstracts.
- NASA (2015). *Study: Third of Big Groundwater Basins in Distress*. Available at: <http://grace.jpl.nasa.gov/>.
- Pachauri R.K., Allen M.R., Barros V.R., Broome J., Cramer W., Christ R., Church J.A., Clarke L., Dahe Q., Dasgupta P., Dubash N.K., Edenhofer O., Elgizouli I., Field C.B., Forster P., Friedlingstein P., Fuglestedt J., Gomez-Echeverri L., Hallegatte S., Hegerl G., Howden M., Jiang K., Jimenez Cisneros B., Kattsov V., Lee H., Mach K.J., Marotzke J., Mastrandrea M.D., Meyer L., Minx J., Mulugetta Y., O'Brien K., Oppenheimer M., Pereira J.J., Pichs-Madruga R., Pörtner H.-O., Power S.B., Preston B., Ravindranath N.H., Reisinger A., Riahi K., Rusticucci M., Scholes R., Seyboth K., Sokona Y., Stavins R., Stocker T.F., Tschakert P., van Vuuren D. and Van Ypersele J.-P. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 151). Geneva, Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Pérez Blanco C. and Thaler, T. (2014). An Input-Output Assessment of Water Productivity in the Castile and León Region (Spain). *Water* 6(4): 929-944. doi: 10.3390/w6040929
- Riquelme F.J.M. and Ramos A.B. (2005). Land and water use management in vine growing by using geographic information systems in Castilla-La Mancha, Spain. *Agricultural Water Management* 77(1-3), 82-95. doi: 10.1016/j.agwat.2004.09.027
- Rosenberg N.J. (1981). The increasing CO₂ concentration in the atmosphere and its implication on agricultural productivity. *Climatic Change* 3(3): 265-279.
- Tomasi D., Gaiotti F. and Jones G.V. (2013). *The power of the terroir: the case study of Prosecco wine*. Springer.
- Tron S., Bodner G., Laio F., Ridolfi L. and Leitner D. (2015). Can diversity in root architecture explain plant water use efficiency? A modeling study. *Ecological Modelling* 312: 200-210. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2015.05.028
- Veronese A. (2009). *Aspetti riproduttivi della cv Garganega allevata a Pergola ea Guyot*. (Bachelor Degree), University of Padova, Conegliano. Retrieved from http://tesi.cab.unipd.it/21927/1/VERONESE_ANDREA_TESI.pdf
- Ward F.A. and Michelsen A. (2002). The economic value of water in agriculture: concepts and policy applications. *Water Policy* 4(5): 423-446. doi: 10.1016/S1366-7017(02)00039-9
- WWAP-UNESCO (2015). *The World Water Development Report 2015, Water for a Sustainable World*. Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002318/231823E.pdf>
- Young R.A. and Loomis J.B. (2014). *Determining the economic value of water: concepts and methods*. Routledge.
- Zucaro R. (2007). *Direttiva quadro per le acque 2000/60. Analisi dell'impatto sul settore irriguo e della pesca*. Roma: INEA.
- Zucaro R., Pontrandolfi A., Dodaro G.M., Gallinoni C., Pacicco C.L. and Vollaro M. (2011). *Atlante nazionale dell'irrigazione*. Roma: INEA.