

Programma “Short Term Mobility” – Anno 2006

Relazione finale

Titolo Programma: Il clima come risorsa per le colture agricole
Fruitore: D.ssa Marina Baldi
Istituto di afferenza: Istituto di Biometeorologia
Istituzione ospitante: Dpt of Geography
Univ of British Columbia,
Vancouver, BC – Canada
Dipartimento: numero di codice 03



University of British Columbia. Vancouver, B.C. – Canada.
The Rose Garden

Introduzione

Il Tempo Meteorologico denota lo stato dell'Atmosfera ad un dato istante di tempo ed in un preciso luogo. Il Clima, in modo semplificato, è definito come il Tempo Meteorologico Medio. Più precisamente il clima è la somma (intesa come combinazione) di tutte le informazioni statistiche ricavate dal tempo meteorologico relative ad una determinata regione del Pianeta su un periodo sufficientemente lungo (30 anni). La natura e le caratteristiche sia del Clima che della Meteorologia sono espresse in termini di alcuni elementi fondamentali, fra loro collegati, e che possono essere misurati. I più importanti elementi sono:

- Temperatura dell'aria
- Umidità dell'aria
- Tipo e ammontare di nuvolosità
- Tipo ed ammontare di precipitazioni
- Pressione esercitata dall'aria
- Velocità e direzione del vento

Cambiamenti climatici ed impatto sui sistemi agricoli e forestali.

Diversi studi e teorie hanno mostrato come il clima cambia a seguito di cause naturali (fattori astronomici, eruzioni vulcaniche, ...) e derivanti dalle attività umane. Le attività umane, quale, ad esempio, la combustione di carburanti fossili sembrano essere una delle cause dei cambiamenti climatici avvenuti dopo la Rivoluzione Industriale e la temperatura media globale è aumentata di circa 0.6°C a partire dalla metà del XIX secolo. Nel corso dell'ultimo secolo si è assistito a variazioni non solo delle temperature minime e massime, ma anche del regime delle precipitazioni, a variazioni del livello degli oceani e dell'estensione dei ghiacciai. Gli anni '90 sono stati i più caldi sia a livello globale che a livello di bacino Mediterraneo, e gli ultimi 100 anni sono stati di gran lunga i più caldi del millennio. In parallelo si è assistito ad una chiara risposta degli ecosistemi. Il rapporto dell'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2001), discute in modo dettagliato questi cambiamenti climatici, non solo, ma conclude che vi è una forte evidenza dell'impatto che le attività umane hanno sul clima globale. Proprio a causa delle emissioni di CO₂ e di altri gas ad effetto serra, si prevede, in accordo con diversi scenari, che vi sarà un aumento da 2 a 6°C della temperatura media globale nel corso del secolo XXI. In aggiunta ad un aumento della temperatura media globale vi sarà un aumento della concentrazione di CO₂ in atmosfera e una variazione nella distribuzione ed intensità delle precipitazioni: in alcune regioni vi sarà una diminuzione delle precipitazioni medie, in altre un aumento, oltre ad un aumento di intensità e si verificheranno quindi delle situazioni sempre più somiglianti a quelle caratteristiche di un evento El-Niño.

E' facilmente intuibile come tali variazioni climatiche hanno un impatto direttamente sul sistema agricolo e la sua gestione. I processi biofisici e i sistemi agricoli e forestali sono infatti fortemente influenzati dalle condizioni ambientali, ed occorre quindi chiedersi quale sia l'impatto di cambiamenti climatici di tale portata sulla biosfera in generale e sui sistemi agricoli e forestali in particolare. In questo senso è fondamentale conoscere la risposta di questi sistemi alle variazioni dei fattori che controllano il clima,

quali la concentrazione della CO₂ e dell'O₃ in troposfera, la temperatura ed il regime pluviometrico.

Occorre tuttavia notare che cambiamenti climatici si sono verificati anche nei secoli passati, ben prima della Rivoluzione Industriale. È interessante a questo proposito ricordare la discussione dettagliata riportata negli Atti della Real Società Economica di Firenze ossia de' Georgofili. Vol III. Firenze, MDCCXCVI. In tale trattato si analizzano le differenze climatiche fra il periodo attuale (secolo XVIII) e i secoli precedenti, rifacendosi per lo più alle fonti latine e si cerca di darne una spiegazione che definirei non solo acuta, ma attualissima, quale la variazione di uso del suolo:

..... Ma oltre queste universali catastrofi e rivoluzioni del Globo prodotte da una causa forse a noi sconosciuta, avviene pure alcune men grandi, più parziali, e men lontane da noi, alla produzione delle quali contribuiscono e la natura con le sue ordinarie vicende, e l'industria degli uomini, riducendo a cultura i luoghi più deserti, prosciugando vaste paludi, ed atterrando orride foreste. Ed a queste appunto parmi che ridur si debba il fenomeno dicui qui ragiono, della diminuzione cioè seguita dal freddo nelle parti Meridionali d'Europa. Infatti se i climi anno cotanta relazione, per non dire total dipendenza alla fisica costituzione delle rispettive Regioni, chi non vede che debbon ancor quelli risentirsi dei cangiamenti che soffron queste, e che perciò vanno essi pure sogetti a lente sì, ma pure incontrastabili mutazioni? (*ibidem*, pag. 286)

..... Parimente per la medesima ragione, per il taglio cioè di varj boschi fatto da 60 e più anni in America dalle Colonie Inglesi, è stato rimarcato che ivi pure è diminuito inoggi sensibilmente il freddo, e sarebbe da sperarsi, dice Kirwan, che allorquando il Paese fosse maggiormente disboscato diverrebbe il clima moderato al pari di quello d'Europa, se non vi si opponesse in parte la maggiore elevazione delle sue terre. Al contrario nel Canada, quantunque situato all'istesso parallelo delle più belle Province di Francia e d'Inghilterra, regna tuttora il più rigido inverno. (*ibidem*, pag. 302)

Un agrosistema efficiente dipende da diversi fattori quali: clima, suolo, selezione delle specie. I fattori climatici principali che influenzano le fasi fenologiche di una coltura e quindi la produzione agricola in generale sono la temperatura, la precipitazione, l'umidità, il vento, l'insolazione, quindi occorre conoscere a fondo non solo il clima di una determinata regione, ma anche le sue variazioni perché si possa valorizzarlo ed utilizzarlo come risorsa naturale ed attuare eventuali soluzioni di adattabilità in conseguenza ai suoi cambiamenti. Legato al clima è il concetto di rischio climatico, vale a dire la valutazione di possibile danno che può subire la crescita e la produzione di una coltura per effetto di eventi climatici estremi (ondate di caldo/freddo, gelate, grandine) e di tale rischio occorre tener conto nella pianificazione dell'attività agricola.

Gli effetti del clima e dei suoi cambiamenti sulla produzione di una determinata coltura sono sia diretti che indiretti. Annoveriamo fra gli effetti diretti la resa in termini sia di quantità che di qualità e fra quelli indiretti l'espansione degli areali e la durata della stagione vegetativa. Nella tabella sono riportati gli impatti sul sistema agricolo qualora si verifici un riscaldamento di 2°C nella regione Mediterranea (WWF)

Climate Change Impacts Impact of a 2°C global temperature rise on the Mediterranean region				
				
	Heat	Drought	Fire Risk	Agricultural Impacts
Northwestern Mediterranean Portugal, Spain, France, Italy	+ extremely hot days	+ dry days and droughts + rainfall intensity	+ fire risk days	- rainfed crop yields (e.g., sunflowers, beans)
Northeastern Mediterranean Balkans, Greece, Turkey	+ length of heatwaves	+ dry days and droughts	+ fire risk days	impact uncertain
Southeastern Mediterranean Syria, Jordan, Lebanon, Israel, OPT*, Egypt, Libya	+ extremely hot days	- annual rainfall	+ fire risk year round	- rainfed crop yields (e.g., sunflowers, beans)
Southwestern Mediterranean Tunisia, Algeria, Morocco	+ length of heatwaves	+ dry days and droughts	+ extreme fire risk days	- rainfed crop yields (e.g., sunflowers, beans)

Tabella 1. Impatto dei cambiamenti climatici sulla agricoltura

Ne consegue che una analisi climatica a scala regionale e locale sono fondamentali per una buona pratica agricola e una corretta gestione delle risorse del sistema agroforestale. Lo stesso Autore degli Atti della Real Società de' Georgofili annotava, ad esempio, come variazioni del clima nelle diverse regioni Europee e Mediterranee avessero influito sul sistema agroforestale e sulla resa delle colture, in primis l'olivo (*Olea Europaea*) e la vite (*Vitis Vinifera*):

Parimente Giulio Cesare racconta, che per attraversar la Linguadoca fu obbligato ad aprirsi un passaggio tra le nevi delle Cevennes (Cebennae) alte sei piedi: e ci fa altresì menzione di un Cervo detto Rangifero, cioè la Renna, che abitava le boscaglie settentrionali delle Gallie, mentre inoggi non vive, che nei freddissimi Paesi della lapponia ove si ciba di un musco, che cresce sotto la neve. Al Nord delle Cevenne, dice Stradone, la Gallia non produce né fichi, né olive a cagione del rigor del clima; e nei Vigneti che vi son stati piantati, l'uva non giunge mai a maturità; il che non può dirsi, almeno generalmente, ai di nostri. (*ibidem*, pag. 291)

.....
Or chi non vede qual mangiamento di clima à avuto luogo in questa parte d'Europa (*Scizia, Sarmazia e tutto il Germanico*

suolo)? Più non assembrava alcerto quel Paese medesimo, ove al pari delle gelate Contrade della Siberia, solevano ai tempi di Tacito in alcune parti, *eosque multo in super fimo onerare, suffugium hiemi. Quella stessa Regione che quel grande Istorico descrive: informem terris, asperam coelo, tristem cultu aspectuque, et frugiferatum arborum impatientem*, miratela adesso coltivata quasi al pari dei più meridionali paesi, ricca d'ogni sorta di biade, e di tutti gli alberi e frutti che crescono delle deliziose Province di Francia e d'Italia, e che facilmente si presta fino alla coltura dell'api, e dei vermi da seta. Bacco medesimo, che il rigido clima, e l'alpestre suolo à in orrore, ivi più non sdegna di risedere; e già in Ungheria non solo, e nella parte più meridionale della Germania, ma in alcune Province ancora situate al di là del 50mo grado, vi allignano le viti, e vi si forma il vino, benché non paragonabile a quelli del Reno, della Mosella, e di Franconia, il nome dei quali già vi risveglia l'idea dei più stimati, e più pregevoli vini. (*ibidem*, pag. 296)

Cambiamenti climatici e viticoltura.

Volendo ragionare sulla viticoltura e sulla produzione di vino, occorre dire che la vite presenta una vasta adattabilità al clima e presenta quindi un immenso areale di coltivazione. Si tratta di una pianta tipicamente eliofila ed esiste una correlazione diretta tra eliofania e contenuto zuccherino. Mentre la radiazione solare è in grado di determinare il grado zuccherino o l'epoca di maturazione dell'uva, la temperatura influenza invece tutte le fasi fenologiche della pianta, e può addirittura determinarne la morte. La vite europea inizia a manifestare danni quando si raggiungono circa i -15°C in inverno e i -5°C in caso di brinate tardive. La vite americana ha una soglia di danno ad una temperatura inferiore di 5°C circa. I danni da eccesso termico sono altrettanto gravi e sono in rapporto anche alla ventosità e in particolare alla presenza dello scirocco (raggrinzimento degli acini e fino appassimento totale). Nelle zone a bassa piovosità primaverile-estiva è necessaria un'oculata regimazione idrica in modo da conservare nel terreno l'acqua caduta durante l'inverno. La pianta di vite richiede quantitativi diversi di acqua disponibile nelle differenti fasi vegetative. Una scarsa piovosità durante l'inverno induce il risveglio vegetativo, ma i germogli, dopo l'allegagione, in genere cessano di crescere e l'uva, specialmente quella dei vitigni più vigorosi, non arriva a maturazione. Danni più o meno simili si hanno anche a causa della siccità estiva, in quanto viene a mancare la disponibilità idrica proprio nel momento in cui la pianta è particolarmente esigente. Altrettanto dannose sono le piogge eccessive durante l'estate o l'autunno. Nel primo caso si determina la formazione di un prodotto molto acquoso, con basso contenuto di zuccheri e elevato di acidi, mentre nel secondo caso vengono particolarmente favoriti gli attacchi di muffa grigia con conseguenze dannose sul vino. In Tabella 2 sono riassunte le caratteristiche salienti della vite (*Vitis Vinifera*) e dell'olivo (*Olea Europea*).

Molto si conosce sul clima, sulla vite, sulle sue caratteristiche e sulle sue esigenze pedoclimatiche e sulla produzione di vino nelle diverse regioni Europee, Italia, Francia, Germania, solo per citarne alcune, e nelle loro sottoregioni, tuttavia altrettanto interessante è capire cosa avviene in altre regioni del Pianeta geograficamente anche

molto distanti, ma situate alle stesse latitudini delle regioni di produzione Europee e che negli ultimi decenni si sono andate viepiù affermando non solo nella coltivazione della vite, ma soprattutto nella produzione di vino.

<u>Vitis Vinifera</u>	<u>Olea Europaea</u>
	Numero di specie coltivate in Italia: ~ 500. Albero sempreverde e di lunga vita (fino a 2000 anni)
Ciclo vitale:	
4 fasi: <i>Gen – Mar Riposo</i> <i>Apr – Giu Germinazione</i> <i>Lug – Set Maturazione</i> <i>Ott – Dic Perdita delle foglie e preparazione al riposo invernale</i>	<i>Simile alla vite</i> <i>Germinazione per $T = 10 - 11^{\circ}\text{C}$</i> <i>Fruttifica per $T = 21 - 22^{\circ}\text{C}$</i> <i>Coltivata, preferibilmente, al di sotto dei 600m di quota</i>
Rischi Maggiori	
<i>Aridità in primavera / estate durante la fioritura</i> <i>Gelate tardive e/o precoci</i> <i>Danni per $T < -10^{\circ}\text{C}$</i>	<i>Aridità in primavera/estate durante la fioritura</i> <i>Gelate tardive e/o precoci</i> <i>Soffre per $T < -5^{\circ}\text{C}$; Gela per $T < -7^{\circ}\text{C}$</i>

Tabella 2. Fasi di crescita di olivo e vite e possibili rischi legati a fattori meteo-climatici.

FACTORS AFFECTING THE TASTE OF WINE 	
	SOIL
	CLIMATE
	GRAPE
	VITICULTURE
	VINIFICATION
	LUCK OF YEAR

Figura 1. Fattori che contribuiscono alla produzione di un buon vino (da uno studio della Prof.ssa Teresa Bulman, University of Portland, USA:
http://muse.uq.edu.au/demo/yearbook_of_the_association_of_pacific_coast_geographers/v066/66.1bulman.pdf)

Sebbene in molti abbiamo ragionato sugli effetti che i cambiamenti climatici hanno sulla qualità del vino, uno dei lavori fondamentali in questo senso è stato presentato da Lough *et al.* (1983) i quali hanno mostrato come con il riscaldamento in atto in Europa la stagione vegetativa si dovrebbe allungare con un conseguente aumento di qualità di Champagne e Bordeaux.

L'impatto di un cambiamento climatico, con un trend verso climi più caldi e regimi pluviometrici diversi dagli attuali, risulta in una variazione della distribuzione geografica delle zone di produzione, in una maggior esposizione a malattie, virus, funghi, parassiti che si diffondono maggiormente a causa di inverni più miti. Variazioni del livello del mare alterano il clima delle zone costiere e delle aree a vigneto ivi impiantate, che oggi ne giovano, ed hanno effetti diretti sulla qualità e la quantità della produzione a causa di un aumento di CO₂ in atmosfera sono stati studiati e discussi da diversi Autori (Bindi *et al.*: 1996; 2000; 2001).

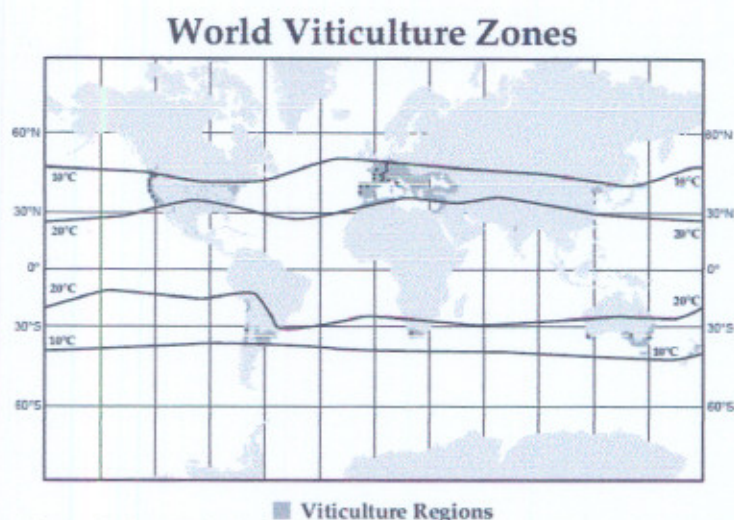


Figura 2. Estensione delle regioni di produzione della vite. Figura riadattata da De Blij, 1983. Le curve rappresentano le isoterme 10°C e 20°C da considerare come indicatori dei limiti delle aree geografiche nelle quali si ha la maggior parte della viticoltura. I punti neri indicano le regioni di produzione di vino analizzate da Jones *et al.* (2004).

Ad esempio il Pinot nero, tipico di climi freschi (Figura 3), con temperature comprese fra 14 e 16°C nel periodo della maturazione viene prodotto in regioni quali Champagne, Burgundy, Nord Oregon. In queste stesse regioni, nel corso della seconda metà del secolo XX, la temperatura media nel periodo di crescita è aumentata di 1.26°C e, a questo riscaldamento, è corrisposto un aumento della resa negli ultimi 20-40 anni e di questo hanno certamente giovato le regioni a clima più fresco, come ad esempio la valle del Reno in Germania e in Nord America (Oregon, stato di Washington, British Columbia). Occorre tuttavia notare che, se da un lato il riscaldamento verificatosi nella seconda metà del secolo scorso ha positivamente influenzato la resa di molti vigneti e permesso l'espandersi degli areali di produzione in regione dove prima, a causa dei rigidi climi invernali e delle estati troppo fredde la vigna non riusciva a produrre in modo soddisfacente, un ulteriore aumento della temperatura media nel periodo di crescita e una variazione dei regimi pluviometrici estivi, oltre ad un aumento della concentrazione di

CO₂ in atmosfera, potrebbero avere un impatto alla lunga negativo con perdita, inizialmente in termini di qualità e quantità (come accaduto nell'estate del 2003 in diverse regioni del Vecchia Europa, a seguito della persistente ondata di calore) e, successivamente, di biodiversità (Jones: 1997, 2005a; 2005b, Jones and Davies: 2000; Jones et al: 2004; 2005).

Grapevine Climate/Maturity Groupings

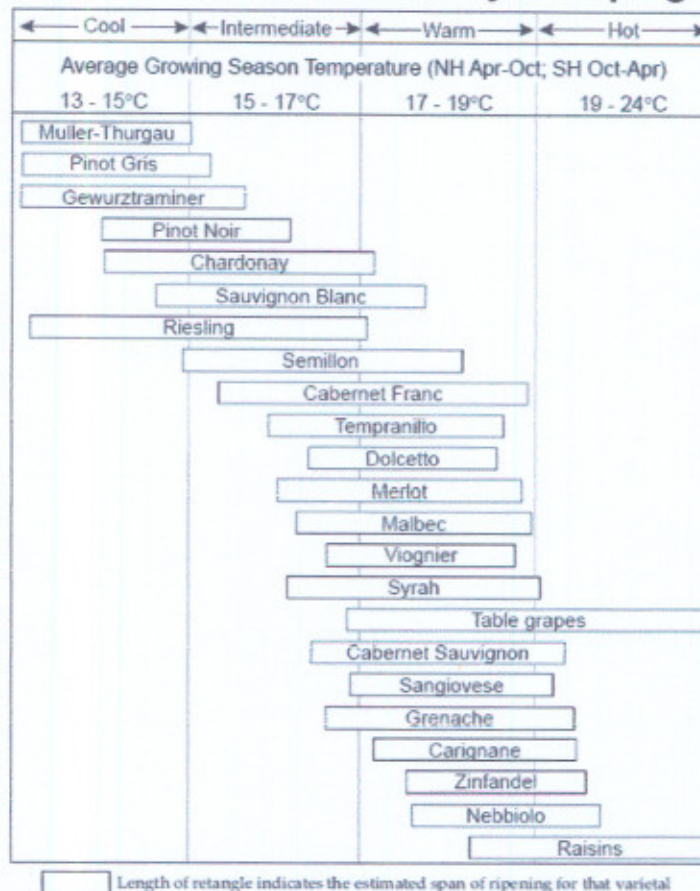


Figure 3. Classificazione dei vini in base alla temperatura media del periodo di maturazione definito come Aprile-Ottobre nell'emisfero Nord e Ottobre-Aprile nell'emisfero Sud (da Jones *et al.*, 2004).

Viticultura e clima nella British Columbia Canadese.

Tornando al caso del Canada, Paese sterminato sia in longitudine che in latitudine (Figura 5), in esso la popolazione vive addossata lungo il confine con gli Stati Uniti d'America in una relativamente esigua striscia di terra al di sopra del 49° parallelo Nord: non più a nord, quindi, della città di Parigi o, come diceva l'Autore degli Atti summenzionati: *situato all'istesso parallelo delle più belle Province di Francia e d'Inghilterra*. In questa sottile striscia e soprattutto nella provincia della British Columbia, la quale, essendo vicina all'Oceano Pacifico ha un clima più mite, il terreno e' maggiormente sfruttato da un punto di vista agricolo per la produzione di ortaggi, frutta, e, negli ultimi decenni, vite.

Il Canada, pur non essendo fra i primi 10 produttori mondiali di vino, ne' fra i primi 10 consumatori (Tabella 3), ha oltre 8700 ha di vigneti che producono annualmente circa 0.5 mio hl di vino e le maggiori aree di produzione sono la penisola del Niagara in Ontario e la valle di Okanagan in British Columbia. In Ontario e British Columbia e' legale vendere vino come di produzione "locale" pur se prodotto fino al 75% da vino straniero. Vini al 100% canadesi vengono invece contraddistinti dalla dicitura "VQA". Un settore in rapida espansione e' quello dei cosiddetti "ice wines" o "vini del ghiaccio"¹, favorito dal freddo clima invernale canadese, mentre la produzione di vino 'classica', europea, risale al 16° secolo, allorquando ceppi europei vennero importati dai monaci. Si ritiene che Johann Schiller sia stato il pioniere dell'industria vinicola canadese quando, nel 1811, coltivò per primo, a vigneto 8 ha di terra lungo il fiume Credit in Ontario. L'intera fase di marketing del prodotto all'interno del Paese e' oggi appannaggio del Liquor Control Board, ente governativo Canadese. Nel periodo 1993-1995 sono stati testati e coltivati organicamente 85 incroci di origine tedesca ed ungherese e' stata analizzata la loro produzione e sono state selezionate alcune specie particolarmente adatte al clima canadese (Heroldrebe, Helfensteiner, Cantaro, Fontanara, Faberrebe, Nobling, Holder, Kozma Palne Muscotaly, Zefir, Zengo and Regent).

	Produttori di vino	Consumatori	Consumatori pro capite
1	Francia	Francia	Lussemburgo
2	Italia	Italia	Francia
3	Spagna	Stati Uniti	Italia
4	Stati Uniti	Germania	Portogallo
5	Argentina	Spagna	Croazia
6	Cina	Argentina	Svizzera
7	Australia	Cina	Spagna
8	Germania	Regno Unito	Argentina
9	Portogallo	Russia	Georgia
10	Sud Africa	Romania	Ungheria

Tabella 3. I primi 10 Paesi produttori di vino al mondo. I primi dieci Paesi consumatori di vino e i primi 10 consumatori pro capite. (Dati del Wine Institute).

La coltivazione della vite in British Columbia (BC), iniziata più per scommessa che per convinzione, conta oggi 229 aziende e 88 produttori di vino per un totale di oltre 3000 ha di terreno suddivisi in quattro regioni che si trovano, in latitudine, ben al di sotto

¹ Il vino del ghiaccio o *Ice Wine* è un vino prodotto e vinificato in condizioni estreme. In alcune zone dell'Europa centrale e del Canada, a novembre, è assolutamente normale che l'uva si trovi ancora tutta sulla pianta e che vi trascorra anche per mese di dicembre e buona parte di gennaio. L'azione del gelo disidrata il frutto e permette una concentrazione dei succhi, intensificando così gli aromi ed i profumi del vino ottenibile. Gli acini, raccolti congelati, vengono dunque pressati in condizioni di freddo estremo, con temperature che si aggirano intorno ai meno 10 gradi centigradi. In questo modo, la parte acquosa del frutto, costituitasi in cristalli, può essere scartata, consentendo di ottenere non più di qualche pregiatissima goccia di succo concentrato. Il risultato è quindi un mosto molto zuccherino che darà un vino particolarissimo chiamato Icewine, Eiswein o ancora Vin de Glace, vale a dire "vino del ghiaccio". In seguito il vino è lasciato ad una lenta fermentazione naturale che dura svariati mesi e che andrà ad arrestarsi naturalmente. (da www.vinealia.org)

della Germania: Isola di Vancouver e Isole del Golfo, Vancouver e la valle del Fraser, la valle di Okanagan, la valle di Similkameen (Figura 6).



Figura 4. Uva di produzione canadese (Okanagan Valley).

Questa provincia canadese si può senza dubbio annoverare fra quelle di produzione di vino da clima “fresco” (*cool*), come suggeriscono le analisi climatiche in essa condotte. La British Columbia viene comunemente suddivisa in dieci Eco-Provincie, ciascuna caratterizzata da un suo clima specifico (Ministry of Water, Land and Air Protection, 2002).



Figura 5. Mappa delle province Canadesi. Il cerchio blue delimita le quattro regioni della BC menzionate nel testo e riportate in Figura 6.



Figura 6. Regioni di produzione della vite nella provincia della British Columbia



Figura 7. Eco-Regioni della British Columbia

Si veda, a titolo d'esempio, l'andamento medio mensile delle Temperature e Precipitazioni rilevate a Penticton, al limite fra la valle di Similkameen e la valle di Okanagan, riportata da Environment Canada che mostrano temperature medie estremamente basse nel periodo invernale e precipitazioni consistenti durante tutto l'arco dell'anno.

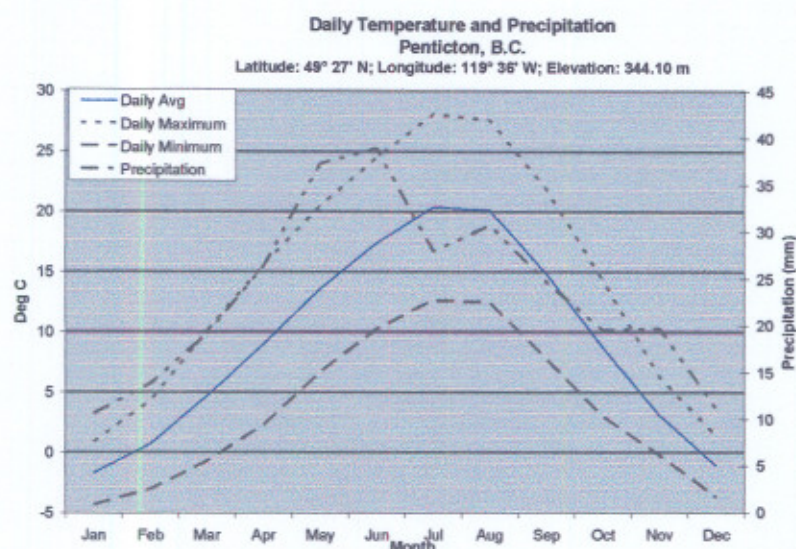


Figura 8. Andamento medio delle temperature e precipitazioni a Penticton (riadattato da Environment Canada: *Canadian Climate Normals 1971-2000*).

Dalla analisi della tendenza del regime climatico della intera provincia e delle valli di Okanagan e Similkameen comprese nella eco-regione Interna Meridionale (Southern Interior) in particolare, vediamo come questo regime non solo e' cambiato nel corso del XX secolo, ma si e' evoluto verso un clima più caldo e umido sia su scala temporale annuale che stagionale.

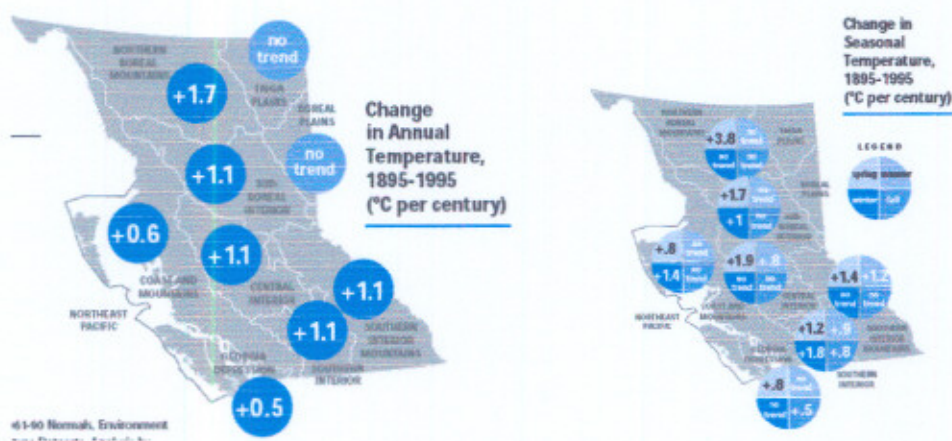


Figura 9. Variazione annuale (a sinistra) e stagionale della temperatura media nella British Columbia. (Sorgente: **Climate Research Branch, Meteorological Service of Canada**)

La temperature media e' in generale aumentata in tutte le eco-province nel corso del XX secolo sia su scala annuale che stagionale, con il massimo di incremento nel periodo primaverile. In particolare, nella zona interna meridionale (Southern Interior), dove si

concentra la maggior parte dell'attività agricola, l'incremento, su base annua, e' stato superiore ad 1°C.

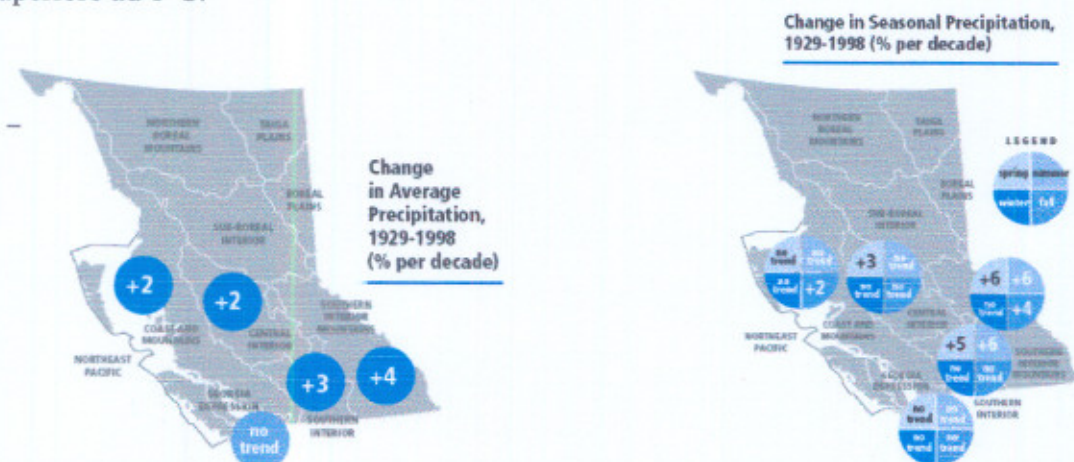


Figura 10. Variazione annuale (sinistra) e stagionale (destra) della precipitazione media in British Columbia (da: *Climate Research Branch, Meteorological Service Canada*).

Le precipitazioni medie sono aumentate, specie nella parte meridionale della Provincia, nel corso del XX secolo. Maggiori quantità di acqua sono disponibili per la ricarica degli acquiferi sotterranei, per mantenere le portate dei fiumi e ricaricare di umidità il terreno. Di una maggior disponibilità di acqua ne giovano senz'altro il settore idroelettrico l'irrigazione, l'acqua per uso domestico, anche se, in alcune stagioni un incremento del runoff può aumentare la probabilità di frane e/o mettere a dura prova i sistemi di drenaggio e scolo delle città.

La precipitazione media annuale e' aumentata del 3% per decade nella regione interna meridionale e del 4% nella parte montuosa di questa. Le previsioni sono verso un ulteriore aumento dei valori medi e cumulati totali. Per quanto riguarda il manto nevoso, invece, si e' osservato, nella regione interna meridionale, una diminuzione in media del manto con possibili conseguenze negative sulle riserve di acqua disponibili. Un tendenza negativa si riscontra, ma in modo meno chiaro, nella portata dei fiumi della regione con conseguenze, di nuovo, sulle riserve di acqua disponibili, fra l'altro, per irrigazione.

Dalla Tabella 4 che mostra la mediana dei GDD nelle maggiori regioni di produzione di vite nel mondo, caratterizzate da clima "fresco", si vede che la British Columbia, caratterizzata in media da un valore di GDD pari a oltre 1400°C, si trova ben al di sopra di analoghe regioni europee (Germania, Champagne, Svizzera).

Nel corso dell'ultimo secolo si e' assistito ad un incremento della media annuale dei GDD in tutta la British Columbia ed in modo ancor più notevole nella eco-regione meridionale con, in parallelo, un aumento quindi della energia media disponibile non solo per lo sviluppo delle piante, ma anche per il diffondersi di parassiti, funghi, etc.

In generale, quindi, nella regione interna meridionale, l'aumento di temperatura e' consistente con quanto sta avvenendo in Europa e nel Mediterraneo, mentre il regime delle piogge sembra differirsi in modo consistente. Nell'Europa mediterranea, infatti, si sta assistendo da una parte ad una diminuzione, su base annua, delle precipitazioni totali, dall'altra all'intensificarsi degli eventi estremi, con inverni più siccitosi e stagioni intermedie più piovose, caratterizzate da fenomeni intensi e frequenti.

GDD in °C	
Geisenheim, Germany	1050
Epernay, France (Champagne)	1050
Hawk's Bay, New Zealand	1200
Roseburg, Oregon	1250
Geneva, Switzerland	1250
Beaune, France (Burgundy)	1315
Niagara, Canada (Ontario)	1426
Oliver, Canada (British Columbia)	1423
Yakima, Washington	1426
Napa, California	1450
Healdsburg, Sonoma, California	1755

Tabella 4. Growing Degree Days in alcune delle maggiori aree di produzione di vite.

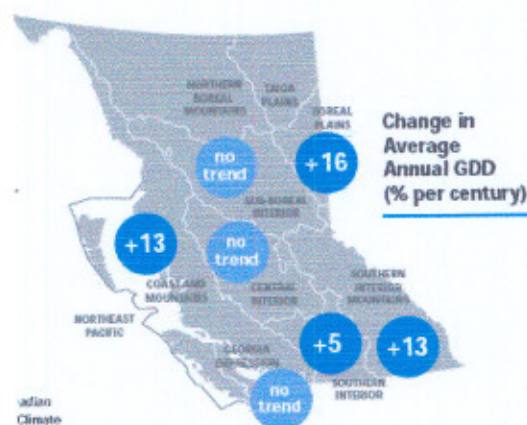


Figura 11. Variazione della media annuale dei GDD espressa in % per secolo nelle eco-regioni della British Columbia.

(Sorgente: *Climate Research Branch, Meteorological Service of Canada*)

In questo quadro generale, l'agricoltura nella valle di Okanagan, caratterizzata da un clima semi-arido, dipende dalla acqua disponibile per l'irrigazione e fornita dalle precipitazioni e dallo scioglimento delle nevi delle montagne vicine tramite runoff o tramite ricarica delle falde sotterranee. Un aumento di temperatura e una variazione dei regimi pluviometrici della regione, quindi, hanno un impatto determinante sulle riserve di acqua ed, in ultima analisi, sul sistema agricolo della regione. In questo senso, considerato anche che il bacino nel quale è situata la valle si trova al confine con gli Stati Uniti e quindi occorre anche rispettare gli accordi internazionali per l'utilizzo della risorsa acqua disponibile nel bacino stesso, sono allo studio opportune strategie di adattamento che prevedono, fra l'altro di operare delle scelte nel settore agricolo. In diverse regioni (Williams and Matthews 1990) vengono di solito forniti i dati relativi ai quantitativi di acqua necessari per la viticoltura in forma di totale annuale, dato poco utile se si vuol ragionare sui fabbisogni giornalieri. Tuttavia non esiste, ad oggi, una

raccolta di informazioni sul fabbisogno di acqua necessaria per la viticoltura nella valle di Okanagan (Neilsen et al, 2001). In mancanza di tali informazioni, non e' possibile, per la vite nella valle di Okanagan, definire i coefficienti propri di questa coltivazione che dipendono strettamente dalla quantità di acqua somministrata e dalle pratiche di irrigazione adottate le quali variano a seconda dal grado di qualità che si vuole raggiungere. Si possono quindi solo far delle ipotesi di lavoro e supporre che gli indici abbiano un andamento simile a quello dell'indice caratteristico della valle San Joachim in California, non soggetta a restrizioni derivanti dalla scarsità di risorse idriche. In generale la evapotraspirazione standard ET_c è proporzionale alla evapotraspirazione giornaliera ET_o attraverso un coefficiente proprio della coltura (K_c): $ET_c = K_c ET_o$, dove il coefficiente K_c include sia le caratteristiche della evapotraspirazione della coltura che quelli della evaporazione del suolo.

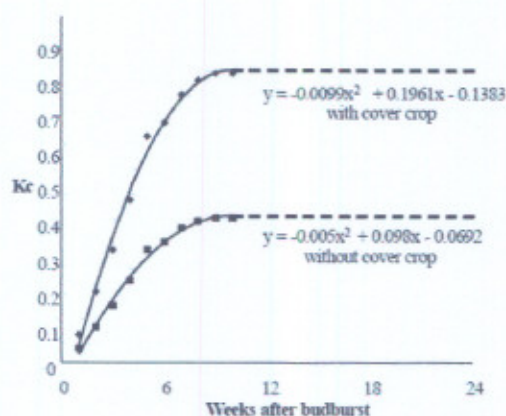


Figura 12. Coefficiente K_c per la vite nella valle di Okanagan, espresso in mm di H_2O /mm di evapotraspirazione potenziale in presenza e in assenza di copertura della coltivazione. Data (precoce) delle gemme 1 Maggio.

Un discorso a parte merita l'impatto che cambiamenti climatici previsti da diversi scenari avranno sul sistema agricolo e forestale in generale e sulla viticoltura in particolare. Senza voler scendere nei dettagli, una prima informazione derivata dalla analisi degli scenari climatici nelle valli di Okanagan e di Similkameen riguarda il riscaldamento delle due valli specie nel periodo primaverile-estivo e un cambiamento del regime pluviometrico e delle riserve di acqua disponibili. In Figura 13 si riportano, a titolo di esempio, le mappe relative al campo termico.

Regione Climatica	Degree Days
Regione I	DD < 2500
Regione II	2500 < DD < 3000
Regione III	3000 < DD < 3500
Regione IV	3500 < DD < 4000
Regione V	DD > 4000

Tabella 5. Classificazione Winkler, avendo definito i Degree Days (DD) come segue: $DD = T_{media} - Base\ Temp = (T_{max} + T_{min}) / 2 - Base\ temp$; dove T_{media} rappresenta la temperatura media giornaliera, T_{max} e T_{min} la massima e minima giornaliera, Base Temp la Temperatura di Base pari a $10^{\circ}C$ ($50^{\circ}F$), livello sotto il quale non si ha la crescita dei germogli della vite.

Tali mappe mostrano un aumento in generale delle temperature nei prossimi decenni e quindi un cambiamento climatico che si suppone determinante per il sistema agricolo. In particolare, per la viticoltura si prevede un miglioramento della produzione e un avanzamento di due classi nel sistema Winkler (dalla regione I alla III) nel periodo 2070-2099 (cfr Tabella 5 per la definizione delle classi), oltre ad una diminuzione del rischio di danni dovuti alle gelate autunnali e ad un incremento generale della qualità del raccolto (Nielsen *et al.*, 2001).

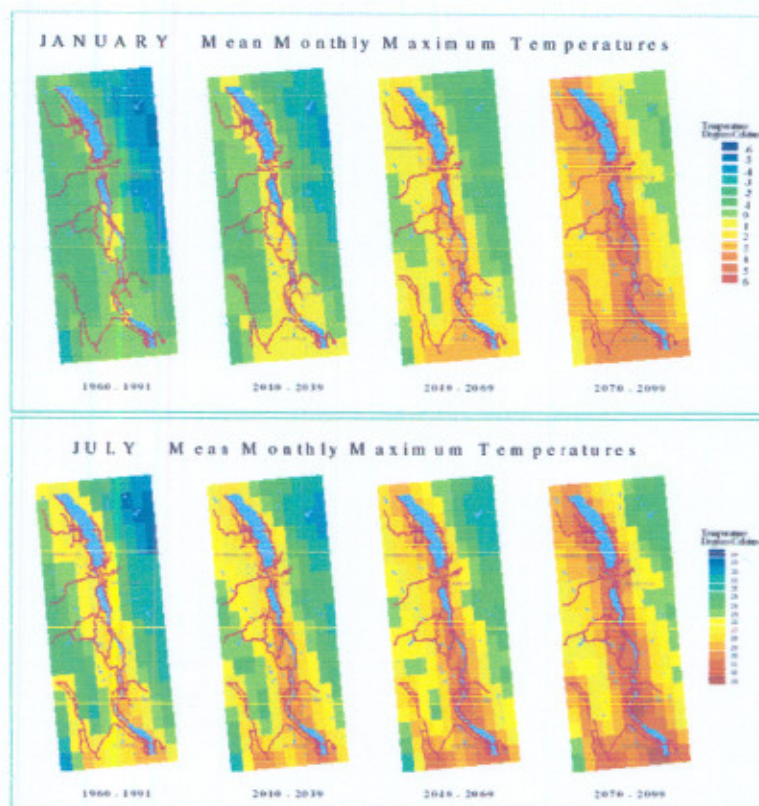


Figura 13. Temperatura minima e massima in Gennaio e Luglio nella valle di Okanagan nel trentennio 1960-1991 e stimata nei periodi 2010-2019, 2040-2069, 2070-2099 (da: Nielsen *et al.*, 2001)

Conclusioni

Nel corso del programma Short Term Mobility, svolto presso la Univ of British Columbia a Vancouver – B.C., Canada, sono state analizzate le caratteristiche meteo-climatiche e le variazioni climatiche in atto nella eco-regione meridionale interna della British Columbia che comprende le valli di Okanagan e Similkameen. In particolare sono stati analizzati gli andamenti di alcuni parametri climatici (Temperatura, Precipitazione, Growing Degree Days) fondamentali per la viticoltura. La coltivazione della vite, importata a inizio '800 dai primi coloni europei, e la produzione di vino stanno diventando un elemento sempre più importante nella economia della eco-regione e gli

areali di produzione vanno espandendosi a seguito di un cambiamento climatico in atto e la produzione ha subito, nel corso dell'ultimo decennio, un incremento sia in quantità che in qualità.

Nella ecoregione Interna Meridionale della British Columbia, caratterizzata da un clima relativamente mite nel periodo marzo-ottobre, simile quindi a diverse eco-regioni del Bacino EuroMediterraneo, la coltura della vite si sta espandendo negli ultimi 10-20 anni, favorita anche da un cambiamento climatico in atto con un aumento di temperatura e una variazione del regime pluviometrico della regione (diversa distribuzione stagionale delle precipitazioni e variazione dei cumulati annuali e stagionali). Tali variazioni climatiche in atto così come quelle previste da scenari futuri, hanno un impatto determinante sulle riserve di acqua ed, in ultima analisi, sul sistema agricolo della regione. Da queste considerazioni segue che, favoriti da un clima sempre più simile a quello della regione EuroMediterranea, gli areali di produzione si vanno via via espandendo migliorando la produzione di vino nella regione. In particolare si sta assistendo ad una diversificazione della produzione, all'introduzione di nuove tecnologie, all'espansione del mercato con un incremento netto delle esportazioni di vino che risulta non solo di buona qualità ma anche a prezzi competitivi. Si tratta di un settore in rapida evoluzione sul quale la Provincia tutta sta investendo in modo acuto e sono allo studio una legislazione *ad hoc* che ne regoli la produzione. Un primo passo in questa direzione è stata la costituzione di un centro di ricerca dedicato a questo settore presso la Università della British Columbia.

Bibliografia

- Bindi, M., Fibbi, L., Gozzini, B., Orlandini, S., and Miglietta, F.: 1996, 'Modeling the impact of future climate scenarios on yield and variability of grapevine', *Clim. Res.* 7, 213-224.
- Bindi, M. and Fibbi, L.: 2000, 'Modeling climate change impacts at the site scale on grapevine', in Downing, T. E., and Harrison, P. A. (eds.), *Climate Change, Climatic variability and Agriculture in Europe: An Integrated Assessment*, pp. 117-134.
- Bindi, M., Fibbi, L., and Miglietta, F.: 2001, 'Free Air CO₂ Enrichment (FACE) of grapevine (*Vitis vinifera* L.): II. Growth and quality of grape and wine in response to elevated CO₂ concentrations', *Eur. J. Agron.* 14(2), 145-155.
- de Blij, H. J.: 1983, 'Geography of viticulture: Rationale and resource', *J. Geog.* 82, 112-121.
- Easterling, D. R. *et al.*: 2000, 'Observed variability and trends in extreme climate events: A brief review', *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 81, 417-425.
- Johnson, H.: 1985, *The World Atlas of Wine*. Simon and Schuster, New York, 3rd Edition.
- Jones, G. V.: 1997, *A Synoptic Climatological Assessment of Viticultural Phenology*, Dissertation, University of Virginia, 410 pp.
- Jones, G.V.: 2005a, *Climate and terroir: Impacts of climate variability and change on wine*. GeoScience Canada, Terroir Series.
- Jones, G. V.: 2005b, *Climate change in the western United States grape growing regions*. Proceedings of the 7th International Symposium on Grapevine Physiology and Biotechnology. Davis, California, June 2004. In press: *Acta Horticulturae*.

- Jones, G. V. and Davis, R. E.: 2000, 'Climate influences on grapevine phenology, grape composition, and wine production and quality for Bordeaux, France', *Am. J. Viti. Enol.* 51, 249–261.
- Jones, G. V., White, M. A., Cooper, O. R., and Storchmann, K.-H.: 2004, Climate and wine: Quality issues in a warmer world. Proceedings of the Vineyard Data Quantification Society's 10th OEconometrics Meeting (in press). Dijon, France, May 2004.
- Jones, G. V., White, M. A., Cooper, O. R., and Storchmann, K.-H.: 2005: Climate change and global wine quality. *Climatic Change*, 73: 319–343
- Lough, J. M., Wigley, T. M. L., and Palutikof, J. P.: 1983, 'Climate and climate impact scenarios for Europe in a warmer world', *J. Clim. Appl. Meteorol.* 22, 1673–1684.
- Menzel, A. and Fabian, P.: 1999, 'Growing season extended in Europe', *Nature* 397, 659.
- Ministry of Water, Land and Air Protection, Water, Air and Climate Change Branch, 2002: Indicators of climate change for British Columbia. Downloaded from the Internet at <http://www.gov.bc.ca/wlap>.
- Neilsen, D., S. Smith, W. Koch, G. Frank, J. Hall and P. Parchomchuk, 2001: Impact of climate change on crop water demand and crop suitability in the Okanagan Valley, BC. Technical Bulletin 01-15. Pacific Agri-Food Research Centre, Summerland, BC 32 p.
- Renner, B.: 1989, 'The shape of things to come', *Wine and Spirit*, December 1989, 55–57.
- Schultz, H. R.: 2000, 'Climate change and viticulture: An European perspective on climatology, carbon dioxide, and UV-B effects', *Aust. J. Grape and Wine Res.* 6, 2–12.
- Stevenson, T.: 2001, *New Sothebys Wine Encyclopedia: A Comprehensive Reference Guide to the Wines of the World*, Dorling Kindersley, London, 3rd Edition.
- Tate, A. B.: 2001, 'Global warming's impact on wine', *J. Wine Res.* 12, 95–109.



Fine Wines From 100% B.C. Grapes

