

La viticoltura nel 2099: l'impatto dei cambiamenti climatici sulla fenologia della vite e l'influenza dell'altitudine

Le simulazioni degli effetti dei cambiamenti climatici sulla fenologia della vite, riportate nell'articolo pubblicato sulla prestigiosa rivista *Agricultural and Forest Meteorology*, indicano che in futuro avremo stagioni di crescita più brevi: inizio anticipato e durata più corta delle varie fasi fenologiche. L'impatto del cambiamento climatico però varierà a seconda della regione studiata e del suo microclima.

L'obiettivo di questo studio è stato quello di capire meglio quale potrà essere l'impatto dei cambiamenti climatici sulla fenologia della vite in Trentino studiando il ruolo del vitigno e dei vari microclimi della provincia in due periodi futuri (2021-2050 e 2071-2099).

Lo studio

In questo lavoro è stata studiata l'influenza dell'altitudine in relazione al cambiamento climatico sulle fasi fenologiche su cinque vitigni in provincia di Trento. Il risultato delle simulazioni mostra un significativo anticipo per tutte le fasi fenologiche (ad esempio la vendemmia potrà essere anticipata fino a quattro settimane), che potrebbe influenzare la qualità del prodotto e forse mettere in discussione anche l'adeguatezza della regione per la coltivazione di alcuni vitigni. In particolare, il modello indica, oltre ad un raccorciamento della durata delle singole fasi fenologiche, anche una durata più breve del ciclo vegetativo (dalla rottura della gemma alla vendemmia) che potrà accorciarsi da una a tre settimane. Inoltre, i cambiamenti fenologici previsti non sono omogenei nella provincia: infatti si prevedono effetti più pronunciati dell'aumento della temperatura a quote più elevate. In effetti, già si è potuto notare in alcuni casi che l'anticipo fenologico è più pronunciato per i vitigni coltivati ad altitudini più elevate. Al contrario, la durata della fase e la sua lunghezza sono maggiormente influenzate nei vitigni coltivati a quote più basse. Si prevede anche una minore distribuzione dei tempi di vendemmia nei transetti altitudinali, fino a 3 giorni ogni 100 m. Possiamo concludere che, anche se forse non nel breve-medio periodo, saranno necessarie strategie di adattamento come il cambiamento dei vitigni, una diversa la gestione del raccolto e cambiamenti nelle tecnologie enologiche per far fronte all'effetto dei cambiamenti climatici.

Che cos'è la fenologia delle piante

La fenologia è lo studio delle varie fasi di sviluppo delle piante (dette anche fasi fenologiche). In particolare la fenologia identifica le date della prima occorrenza degli eventi biologici delle piante nel loro ciclo annuale. Ad esempio: la data di germogliamento, di fioritura, della maturazione dei frutti, o dell'inizio della dormienza.

Le varie fasi biologiche delle piante sono quindi riassunte in particolari scale fenologiche (ad esempio la scala BBCH della vite). La registrazione delle date in cui le fasi si verificano nei diversi ambienti permette di confrontare l'andamento dei cicli vegetativi nelle diverse condizioni climatiche. Le fasi fenologiche sono molto sensibili alle variazioni del clima, in particolare alla temperatura e possono essere utilizzate per studiare il cambiamento climatico.

Che cosa dicono gli altri?

Nel prossimo futuro, si prevede che i cambiamenti climatici influenzeranno significativamente l'agricoltura. In particolare, l'aumento della temperatura influirà molto probabilmente sulla qualità dell'uva e del vino. La temperatura è il principale motore della fenologia della vite. Diversi studi hanno valutato, su scala globale e regionale, gli effetti dell'aumento della temperatura nel secolo scorso e hanno predetto le tendenze future, confermando che l'aumento della temperatura è altamente correlato ad una comparsa anticipata di alcune fasi fenologiche, che possono anche influenzare la qualità finale dei prodotti. Il livello di risposta fenologica dipende in larga misura dalla regione studiata, poiché i cambiamenti di temperatura e altri parametri ambientali non sono uniformi in tutte le aree. Un anticipo degli eventi fenologici è già stato segnalato per le aree viticole europee, in Italia, Francia e Germania.

L'aumento della temperatura è responsabile di un anticipo di 6-25 giorni nelle diverse varietà di vite in Europa, con una media di 3-6 giorni di risposta per 1°C di riscaldamento negli ultimi 30-50 anni. Oltre a una crescita più rapida delle piante, l'accorciamento che si osserva nella durata della fase può influenzare la composizione e la qualità del prodotto finale. Infatti, i cambiamenti nelle quantità e nella



composizione di zuccheri e acidi, il più alto contenuto di etanolo e la modifica del sapore sono alcuni attributi di qualità del vino che possono essere correlati alle temperature più elevate. Per la produzione di vino di alta qualità, la modifica della composizione chimica delle uve può essere seguita da adattamenti da parte dei produttori, tra i quali possiamo trovare l'individuazione di aree di coltivazione più adatte, cosa frequentemente applicata in passato. Infatti i dati storici mostrano che negli ultimi secoli le zone di coltivazione della vite in Europa sono cambiate spesso, in seguito ai mutamenti di fabbisogno termico. Attualmente, molte regioni europee sembrano essere già prossime alla temperatura ottimale di crescita. L'area di coltivazione della vite in Europa dovrebbe cambiare ulteriormente nel prossimo secolo, in particolare nel Mediterraneo. Il Mediterraneo è un "punto caldo", dove la temperatura dovrebbe aumentare ancora di più rispetto ad altre regioni del pianeta, quindi alcune aree potrebbero diventare troppo calde per la produzione di alcune tipologie di vini di alta qualità.

Poiché le condizioni climatiche locali possono ampiamente differire dalla media globale, una valutazione dell'impatto regionale è cruciale per studi di adattamento e mitigazione più precisi nei vigneti. Inoltre, nelle regioni in cui la coltivazione della vite è parte del loro patrimonio agricolo, economico e culturale, i cambiamenti nella filiera di produzione del vino potrebbero influire pesantemente anche su diversi aspetti socioeconomici, per cui potrebbe essere necessario adottare misure di adattamento più ampie. Tra le strategie di adattamento per far fronte all'aumento della temperatura si possono considerare lo spostamento verso nuove aree geografiche di coltivazione, che nel frattempo sono diventate adatte per la produzione di vino di qualità in seguito al riscaldamento globale, e l'abbandono di altre aree che possono essere diventate meno adatte. In futuro, nuove zone di coltivazione della vite potrebbero essere trovate spostandosi verso le



coste, in regioni più settentrionali e ad altitudini più elevate, dove la temperatura media è attualmente ancora troppo bassa per la vite. Un'altra opzione di adattamento consiste nel cambiare le varietà, scegliendo una più tollerante rispetto alle alte temperature, sebbene il successo di una varietà non sia solo legato al raggiungimento del suo fabbisogno termico ottimale durante la stagione di crescita. Poiché il cambiamento atteso della temperatura non è omogeneo tra le aree e uniforme durante la stagione, le

relazioni dei microclimi regionali con le varie fasi fenologiche, dal germogliamento all'invasatura fino alla raccolta, sono cruciali. Per adottare misure di adattamento in base alle esigenze specifiche locali, è necessario comunque studiare diverse varietà in diversi ambienti in crescita.

Il Trentino e la produzione attuale

La maggior parte della produzione di uva da vino nel mondo si trova a 300 m s.l.m. o sotto, con pochi vigneti sopra i 500 m. Il Trentino rappresenta un'eccezione con la tradizionale coltivazione della vite nelle zone di montagna, infatti,

anche se i vigneti non superano in genere l'altitudine di 850 m, alcuni di essi possono raggiungere anche i 1200 m o più. Nella ricerca presentata tre varietà sulle cinque studiate hanno vigneti situati ad altitudini superiori a 300 m. Il Pinot Nero viene coltivato alle quote più elevate, a una media di 470 m, mentre i vigneti a quote più basse ospitano

principalmente Pinot Grigio e Merlot,

rispettivamente con una media di 195 m e 198 m.



La metodologia applicata nel nostro studio

Nel nostro caso di studio, abbiamo preso in considerazione una regione geograficamente complessa, con una lunga storia di produzione del vino (provincia di Trento). La produzione viti-enologica è altamente specializzata e si coltivano diverse varietà di vite, sia nel fondo valle, sia nelle diverse aree collinari. La morfologia della regione è caratterizzata da un paesaggio alpino con valli che vanno da 70 m s.l.m. (Lago di Garda) e 3.769 m (monte Cevedale). La classificazione climatica è prevalentemente "clima temperato, medie latitudini, senza stagione secca". Nelle zone montuose più elevate la classe passa a "clima microtermico, umido per tutto l'anno".

L'obiettivo era valutare l'influenza dei cambiamenti climatici sulla fenologia della vite, in particolare su cinque varietà e cinque fasi fenologiche a diverse altitudini. Abbiamo utilizzato un modello climatico regionale (FENOVITIS) per simulare le condizioni climatiche future e la loro influenza sulla fenologia della vite. Il modello prende in considerazione l'azione delle temperature basse per il rilascio della dormienza e l'azione delle temperature calde per la crescita successiva delle gemme. Descrive lo sviluppo delle piante in termini di unità di sviluppo, calcolate attraverso relazioni misurate o misurate sperimentalmente. Le unità di freddo sono accumulate fino a una soglia di critica che simula il rilascio della dormienza, che è seguita dall'accumulo di unità di calore fino a una soglia di forzatura critica, simulando il germogliamento.

Il calcolo è stato implementato in una piattaforma di calcolo open source (ENVIRO), progettata per armonizzare i dataset spaziali distribuiti come input per diversi modelli scientifici. ENVIRO è una soluzione di framework web open source in grado di armonizzare i set di dati spaziali distribuiti e di interfacciare gli utenti con un ampio catalogo di dati. La piattaforma è modulare, con una tipica architettura client server WebGIS. Segue gli standard internazionali stabiliti dall'Open Geospatial Consortium (OGC). Integrando il database temporale spaziale (dove sono strutturati tutti i dati spaziali e tematici) e il pannello utente spazio-temporale (per accedere ai diversi database regionali sul clima) l'interfaccia Web consente agli utenti di mappare la vulnerabilità dei sistemi agricoli ai cambiamenti climatici. Il sistema può dimensionare i risultati al livello della singola risoluzione del vigneto e, dall'altra, scalarli su scale di aggregazione diverse, ad es. considerando diverse fasce di altitudine. In questo modo, si può valutare la vulnerabilità del sistema viticolo ai cambiamenti climatici e l'entità degli effetti nei diversi microclimi. Per supportare la geo-elaborazione online di complessi modelli ambientali su dati climatici, ENVIRO utilizza unità di elaborazione grafica, clustering e cloud computing.

Il modello FENOVITIS è stato utilizzato per simulare le seguenti fasi di crescita: i) germogliamento (stadio BBCH 09); ii) piena fioritura (BBCH 65) e iii) Inizio della maturazione o "invaatura" (BBCH 81). Mentre il modello FENOVITIS è stato originariamente sviluppato per Chardonnay, abbiamo esteso il suo uso per simulare la fenologia di diverse varietà di vite e ampliato il modello per tenere conto di più fasi fenologiche. Sono state selezionate cinque varietà internazionali, Merlot, Pinot Nero, Pinot Grigio e Sauvignon Blanc, a cui abbiamo aggiunto la simulazione di allegazione (BBCH 71) e bacche mature per il raccolto (BBCH 89), sulla base di un set di dati ottenuto con campionamenti specifici eseguiti per due anni consecutivi (2009 e 2010). I dati sulle principali fasi BBCH sono stati raccolti settimanalmente o bisettimanali, in nove vigneti situati a diverse altitudini, al fine di coprire un ampio gradiente climatico.

Il database ENVIRO include la mappa catastale della Provincia autonoma di Trento (PAT) che fornisce diverse caratteristiche dei singoli vigneti: varietà, numero di ceppi, tipo di allevamento. Per le cinque varietà scelte in questo studio la mappa del catasto copre un totale di 25.865 vigneti. Il Digital Terrain Model (DTM), una griglia regolare derivata dai dati grezzi, opportunamente filtrata, ricampionata e georeferenziata, rappresenta l'altezza e dà luogo ai contorni del terreno con una risoluzione di almeno 2 metri. Il DTM include anche pendenza e aspetto con una risoluzione di 10 m.

I dati meteorologici, inclusa la temperatura, sono stati registrati ogni ora in 53 stazioni meteorologiche. Le mappe della temperatura sono state calcolate con il metodo dell'interpolazione ottimale di Uboldi (2008), con una risoluzione spaziale di 200 metri. Per creare le mappe sono state utilizzate mappe di temperatura oraria dal 1 gennaio 2001 al 31 dicembre 2008. Le mappe della temperatura interpolata sono state convalidate utilizzando serie climatiche omogeneizzate per un sottogruppo di 33 stazioni meteorologiche utilizzando la differenza di temperatura media giornaliera tra le due serie in ciascuna delle 33 posizioni. Per tutte le stazioni è stata convalidata la massima mediana delle differenze.

Qualche cosa cambierà, anche se non subito

L'aumento della temperatura non sarà omogeneo in una regione montuosa come il Trentino. In questa regione, si prevede un significativo aumento degli effetti del cambiamento climatico sulla fenologia della vite, in seguito all'aumento della temperatura ad altitudini più elevate. Le conseguenze sulla fenologia della vite sono attese già nei prossimi 30 anni, e ancora di più fino alla fine di questo secolo. La raccolta avverrà prima delle attuali condizioni: da 1 a 2 settimane negli anni 2021-2050 e fino a 4 settimane negli anni 2071 - 2099. Dalle simulazioni si prevede un periodo più breve tra il germogliamento e il raccolto, a causa dell'anticipo fenologico. Si prevede che il tempo di raccolta ridurrà il divario temporale tra i siti di montagna e di valle, a causa dello sviluppo fenologico più rapido a quote più elevate. Le varietà considerate in questo studio avevano un numero disuguale di vigneti e geo-localizzazione, con conseguente influenza irregolare delle differenze altitudinali sulle temperature nei loro microclimi. Per questo motivo, non siamo stati in grado di confrontare la sensibilità al cambiamento di temperatura tra le varietà, ma le differenze tra le varietà sono state valutate in base alle loro posizioni. Il Pinot Grigio e il Merlot, coltivati in vigneti situati alle quote più basse, mostrano la più bassa attesa di anticipo di fasi, ma il più alto accorciamento della stagione vegetativa. Il Pinot Nero, il Sauvignon Blanc e lo Chardonnay, che si trovano a quote più elevate, hanno un comportamento opposto.

Il raccolto nei vigneti lungo i transetti altitudinali sarà probabilmente più concentrato in un arco temporale più breve, il che accorcerà la lunghezza del periodo di vendemmia per le cantine. Questo fatto richiederà adeguamenti della gestione e nell'organizzazione delle aziende vinicole. Nell'ambito degli studi sono previste due possibili strategie di adattamento: per mantenere le stesse tipologie di prodotto e/o qualità si potrà optare per il cambiamento dei vitigni verso quelli più adatti a climi più caldi e/o la coltivazione delle varietà esistenti in zone più fredde, e cioè uno



spostamento della coltivazione in altitudine. Un approccio proattivo dei viticoltori per trovare nuove aree idonee per le varietà tradizionali potrebbe portare benefici al mantenimento della qualità di alcuni vini e, allo stesso tempo, l'introduzione di nuove varietà potrebbe aprire un nuovo mercato. In ogni caso, sarà necessaria un'ulteriore valutazione degli effetti delle condizioni ambientali locali sulla qualità del vino attesa e una valutazione attenta del mercato e del gradimento del consumatore per le nuove varietà di uve.

Gli autori della ricerca:

Ilaria Pertot

Centro Agricoltura Alimenti Ambiente (C3A), Università di Trento, Via E. Mach 1, 38010 San Michele all'Adige,
Coordinatrice del progetto ENVIROCHANGE finanziato dalla Provincia Autonoma di Trento nell'ambito del quale la ricerca è stata condotta

ENVIROCHANGE

Emanuele Eccel e Amelia Caffarra

Centro Ricerca e Innovazione, Fondazione Edmund Mach, Via E. Mach 1, 38010 San Michele all'Adige,

Azra Alikadic, Claudia Dolci, Calogero Zarbo, Riccardo De Filippi e Cesare Furlanello

Predictive Models for Biomedicine and Environment, Fondazione Bruno Kessler, Via Sommarive 18, 38123 Povo, Trento

Azra Alikadic ha coordinato la stesura dell'articolo occupandosi in particolare delle analisi e risultati dei modelli che studiano l'effetto dei cambiamenti climatici sulle fasi fenologiche della vite in Trentino



L'articolo originale è disponibile al link:

<https://authors.elsevier.com/a/1YgLocFXJSYKB>



