

SAMBUCUS NIGRA: INDICATORE BIOLOGICO DEGLI IMPATTI DEI CC

Sara Quaresima^{1*}, Chiara Epifani¹, Roberta Alilla¹, Giovanni Dal Monte¹

¹ CRA-CMA–Unità di ricerca per la climatologia e la meteorologia applicate all’agricoltura, Via del Caravita 7/a 00186 Roma

* sara.quaresima@entecra.it

Riassunto

Per verificare se le specie spontanee possono essere utilizzate come indicatori biologici per l’analisi degli impatti dovuti ai cambiamenti climatici, si è scelto di indagare, mediante l’utilizzo di scenari climatici generati con il modello numerico regionale Regional Atmospheric Modelling System (RAMS), l’andamento della fioritura del *Sambucus nigra*. Il modello RAMS (sviluppato nell’ambito del progetto AgrosceNari) è stato utilizzato per la produzione di due serie di temperatura relative a due finestre temporali: una riferita al clima contemporaneo (2000-2010) e una relativa al clima futuro (2020-2030). Queste serie di temperatura sono state utilizzate come dati di ingresso per il modello fenologico di previsione per *Sambucus nigra*, messo a punto nell’ambito del progetto IPHEN. Nel lavoro vengono presentati i risultati del confronto tra le date stimate di comparsa delle fasi fenologiche relative a tutto il periodo della fioritura per il clima attuale e quello futuro.

Parole chiave: cambiamenti climatici, *Sambucus nigra*, modelli fenologici, scenari climatici futuri.

Introduzione

Il calendario fenologico delle specie vegetali è determinato sia dalle caratteristiche genetiche di ogni pianta, sia dall’impatto di numerosi parametri ambientali, in particolare della temperatura. Molti studi documentano un cambiamento nella ricorrenza delle fasi fenologiche in risposta al riscaldamento globale (Sparks e Menzel, 2002). Le osservazioni fenologiche sono molto adatte ad illustrare e rendere noti gli impatti dei CC: l’anticipo della fioritura di una specie vegetale spontanea e di facile riconoscimento come il sambuco, viene più facilmente percepito da parte dell’opinione pubblica rispetto alle variazioni di temperatura dell’aria che l’hanno determinato. Il sambuco (*Sambucus nigra* L.), infatti, è oggetto da tempo di ricerche e monitoraggio fenologico (è presente nei Giardini Fenologici internazionali e italiani) perché si tratta di una specie comune e diffusamente distribuita sul territorio italiano ed europeo. Diversi studi provano, alle medie e alte latitudini in Europa, un anticipo delle fasi fenologiche primaverili ed estive (Menzel *et al.*, 2006). Una delle fasi più analizzate è la fioritura perché strettamente condizionata dalla temperatura dell’aria del mese di comparsa della fase stessa e dei mesi immediatamente precedenti e quindi più significativa per valutare le variazioni climatiche. I modelli fenologici possono simulare il ciclo di sviluppo delle specie vegetali perché in grado di tener conto delle relazioni tra grandezze fisiche ambientali (in questo caso la temperatura) e durata delle fenofasi. Quando i dati di temperatura utilizzati come input per il modello fenologico sono serie simulate di scenari climatici, si possono avere delle indicazioni di massima sull’andamento del calendario fenologico proiettato nel futuro.

Materiali e Metodi

Con il modello RAMS sono state prodotte due serie di temperatura massima (Tmax) e minima (Tmin) giornaliera relative a due periodi: uno che riproduce il clima attuale (2000-2010) e uno proiettato nel futuro (2020-2030). Il modello fenologico, forzato con queste serie di temperatura, restituisce le stime delle date di comparsa delle fasi fenologiche per i periodi sopraindicati.

Il RAMS è un modello numerico non-idrostatico forzato dal modello atmosferico globale ECHAM 5.4, impiegato dal

Centro Euro Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici, nello scenario di emissione A1B (Scoccimarro *et al.*, 2011). Il modello RAMS è anche forzato con la temperatura superficiale del mare proveniente dal modello oceanico accoppiato del CMCC, che possiede una componente di calcolo specifica per il bacino del Mediterraneo. Oltre alle due serie che rappresentano rispettivamente una ricostruzione del clima attuale e una del clima futuro, per il periodo 2000-2010, il RAMS è stato forzato anche utilizzando il dataset atmosferico delle NCEP-DOE *Reanalysis-2* e le temperature superficiali osservate del mare dell’Hadley Centre (*Met Office-HadISST 1.1-Global sea-Ice coverage and SST*). La configurazione del RAMS è identica per le tre modalità sopra descritte che si distinguono soltanto per l’utilizzo di diverse forzanti di SST e dataset atmosferico. In particolare, la terza è stata utilizzata per l’individuazione di coefficienti correttivi a scala stagionale, derivanti da una regressione lineare tra modello RAMS (forzato dalle *Reanalysis* atmosferiche e *HadSST Hadley*) e l’Analisi Oggettiva del SIAN per il periodo 2000-2010. Al fine di ottenere una riduzione significativa dell’errore associato, tali coefficienti sono stati applicati alle stime puntuali di Tmin e Tmax giornaliere prodotte dal RAMS per le due finestre temporali.

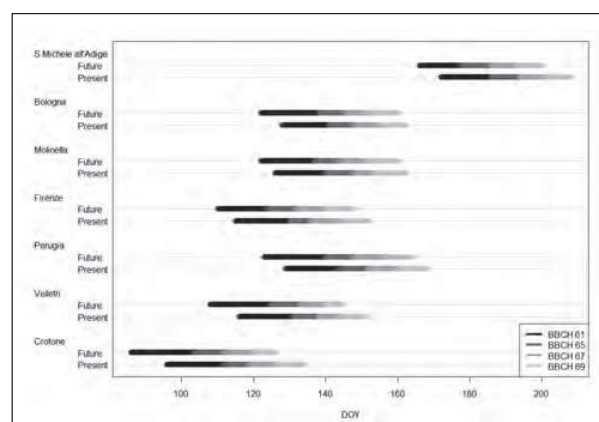


Fig. 1 - Confronto tra “Presente” e “Futuro” della comparsa delle fasi di fioritura per tutti i siti.

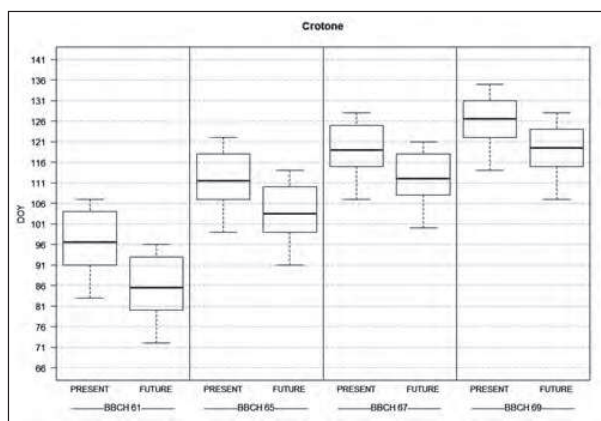


Fig. 2 - Boxplot rappresentativi del "Presente" e del "Futuro" per le 4 fasi fenologiche per il sito di Crotone.

Il modello fenologico è stato messo a punto nel progetto IPHEN (Mariani *et al.*, 2007) ed è basato sull'utilizzo delle ore normali di caldo (Normal Heat Hours – NHH), un analogo delle *chill units*, che traduce in ore normali le risorse termiche cumulate da una specie in una data ora e prevede la seguente procedura:

- si stimano le temperature orarie a partire dai valori giornalieri di Tmin e Tmax applicando l'algoritmo di Parton e Logan (Parton and Logan, 1981);
- si calcolano le ore normali di caldo (*Normal Heat Hours*–NHH);
- in base alle equazioni empiriche ottenute per regressione su dati storici specifici di NHH e fenologia, alle ore normali di caldo dal 1 gennaio si associa il valore della fase fenologica secondo la scala BBCH.

In particolare, si prendono in considerazione le fasi della fioritura: inizio (10% dei fiori aperti: BBCH61), piena fioritura (almeno 50% dei fiori aperti: BBCH65), fiori per lo più appassiti (BBCH67) e fine fioritura (tutti petali caduti: BBCH69).

I dati di Tmax e Tmin giornaliere di scenario vengono utilizzati come dati di input per il modello fenologico che restituisce le date in DOY (giorno dell'anno) relative alle fasi sopra descritte. Lo scarto, in numero di giorni, derivante dalla differenza tra le date fenologiche stimate per il periodo 2000-2010 e il periodo 2020-2030 ci consente di stimare l'eventuale spostamento della comparsa delle fasi. Lo scarto tra le date stimate per il periodo 2000-2010 e il periodo 2020-2030 è calcolato per tutti i siti di rilievo fenologico prese in considerazione: San Michele all'Adige, Bologna, Firenze, Perugia, Velletri (RM) e Crotone, appartenenti alla rete IPHEN; Molinella (BO) e Perugia appartenenti alla Rete Giardini Fenologici Italiani. Questi siti sono stati considerati perché coprono aree climatiche diverse sul territorio e hanno serie storiche che vanno dal 2006 al 2011 per le stazioni IPHEN, dal 1997 al 2010 per Perugia, e dal 1990 al 2009 per Molinella. Purtroppo, le serie storiche sono troppo brevi per es-

sere utilizzate nel confronto; è stato, quindi, necessario trovare un dataset di riferimento alternativo che rappresentasse la realtà del clima attuale: è stato scelto il modello RAMS forzato dalle *Reanalysis* atmosferiche.

Per ciascuna fase fenologica e per ogni anno viene calcolata la data di comparsa espressa in DOY; per ciascuna fase fenologica viene presa in considerazione la mediana come rappresentativa dei due periodi (2000-2010 e 2020-2030); viene calcolato lo scarto (Δ DOY) tra mediana del periodo 2020-2030 e mediana del periodo 2000-2010. Successivamente, per valutare l'andamento della fioritura del sambuco proiettato nel futuro, si mettono a confronto "Presente" (DOY calcolato con RAMS+*Reanalysis*) e Futuro" (Δ DOY+ DOY calcolato con RAMS+*Reanalysis*). Per approfondire ulteriormente l'indagine, il modello fenologico è stato applicato anche ai dati dell'Analisi Oggettiva ricavata dalle osservazioni meteorologiche della BDAN del SIAN.

Risultati e Discussione

Come è lecito supporre, gli output del modello fenologico applicato agli scenari mostrano una minore variabilità rispetto a quelli del modello applicato al dataset dell'Analisi Oggettiva. Infatti, utilizzando dataset prodotti da modelli, è plausibile una perdita di variabilità rispetto alla realtà del fenomeno.

Considerando tutte le località, il "Futuro" è sempre in anticipo rispetto al "Presente", cioè le temperature previste dagli scenari sono più alte e determinano un anticipo della fioritura (Fig 1). Il numero di giorni di anticipo della comparsa delle 4 fasi va da un minimo di 2 come nel caso di Bologna e Molinella, ad un massimo di 10 nella stazione di Crotone (Fig 2), lasciando pressoché invariata la durata complessiva della fase (intervallo BBCH61-69). Il risultato ottenuto è valido su tutte le stazioni che ricadono in aree climatiche diverse. Ulteriori indagini sulle modifiche del ciclo biologico di questa specie, estese su tutto il territorio, potranno fornire un quadro d'insieme per la valutazione degli impatti dei CC.

Bibliografia

- Mariani L., Failla O., Dal Monte G., Facchinetti D., 2007. IPHEN: a model for real time production of grapevine phenological maps. Proceedings of the Climate and Viticulture Congress. Zaragoza, 10-14 April 2007, pp. 272-278.
- Menzel A., *et al.*, 2006. European phenological response to climate change matches the warming pattern, *Global Change Biology*, 12, 1969-1976.
- Sparks T.H., Menzel A., 2002. Observed changes in the seasons: an overview. *Int.J. on Climatology*, 22, 1715-1725.
- Parton W.J., Logan J.A., 1981. A model for diurnal variation in soil and air temperature. *Agr. Met.*, 23,205-216.
- Scoccimarro E., Gualdi S., Bellucci A., Sanna A., Fogli P.G., Manzini E., Vichi M., Oddo P., Navarra A., 2011. Effects of tropical cyclones on ocean heat transport in a high resolution coupled general circulation model. *J. of Clim.*, 24(16):4368-4384.