

Citizen Science: i dati della fenologia vegetale soddisfano le esigenze scientifiche

I dati fenologici servono alla scienza per comprendere ancor meglio l'influsso dei mutamenti climatici su diverse specie di piante. La raccolta di questi dati diventa però sempre più difficile: il numero degli osservatori professionisti è in costante diminuzione. Un'analisi della qualità dei dati di fenologia vegetale provenienti dalle reti svizzere Citizen Science di PhaenoNet e OpenNature a confronto con la serie di dati fenologici di MeteoSvizzera dimostra che anche i dati dei non professionisti possono essere usati nella ricerca scientifica.

Daria Lehmann, Eric Wyss, This Rutishauser, Stefan Brönnimann

L'osservazione delle piante incrementa le conoscenze sui mutamenti climatici



Figura 1: Attraverso le date di comparsa delle fenofasi, ad esempio l'inizio della fioritura, è possibile determinare in modo più preciso la reazione delle piante ai mutamenti climatici.

La fenologia è lo studio dei fenomeni periodici nel ciclo vitale di piante e animali e del modo in cui questi cicli risentono degli influssi dovuti a cambiamenti stagionali o di fattori legati all'habitat. Nel contesto della fenologia vegetale s'intende come fase fenologica o fenofase un determinato stadio dello sviluppo stagionale di una pianta – Esempi di fenofasi sono l'inizio della fioritura o lo sviluppo delle foglie. Lo studio del momento in cui avvengono le fenofasi può essere d'aiuto per una migliore comprensione dell'influsso dei mutamenti climatici sulle piante.^{1,2,3} La raccolta dei dati di fenologia vegeta-

le diventa sempre più difficile. Il numero degli osservatori professionisti volontari è in costante diminuzione, ciò che provoca una riduzione delle serie di dati raccolti. Una possibile soluzione del problema consiste nel coinvolgimento di dilettanti nella raccolta dei dati. Questo metodo, noto a livello internazionale anche come «Citizen Science», è applicato in Svizzera fra altri dalle reti PhaenoNet e OpenNature. Ora, la qualità di questi dati è stata per la prima volta messa alla prova.⁴ Ciò è importante perché i dati dei dilettanti possono essere adoperati per scopi scientifici solo se ne viene assicurata la qualità.

Le stagioni della natura vivente e non vivente

Le persone interessate possono inserire in *OpenNature* le loro osservazioni stagionali di piante, animali, funghi, elementi del paesaggio e altri dati, come il ritorno delle rondini, il momento della fioritura o le dimensioni dei chicchi di grandine. *OpenNature* è un diario personale delle stagioni e allo stesso tempo una raccolta di dati intorno agli effetti del cambiamento climatico. Il portale è sorto negli anni 2012–2015 sotto la supervisione dell'Università di Berna in collaborazione con diversi partner e con il finanziamento del Fondo Nazionale.



PhaenoNet – esplorare insieme le stagioni nella natura

Non vi siete mai chiesti se il nocciolo in giardino o la betulla lungo la strada non fioriscano e germoglino sempre prima, ogni anno che passa? *PhaenoNet* dà la possibilità di racco-



gliere le proprie osservazioni sui cambiamenti stagionali delle piante e di condividerle con altre persone. Con *PhaenoNet* si possono compiere direttamente interessanti analisi sulle piante e fare confronti anno dopo anno. Inoltre, le osservazioni sono utili alla ricerca scientifica. La rete di *PhaenoNet* unisce scolari, studenti, insegnanti, esperti, scienziati e dilettanti appassionati al servizio della fenologia.

Un confronto con i dati di MeteoSvizzera

Per valutarne la qualità, i dati di fenologia vegetale Citizen Science sono stati confrontati con quelli dell'Ufficio federale di meteorologia e climatologia MeteoSvizzera. Ogni iscrizione nella banca dati era

provista almeno del nome della specie, della fenofase, della data di comparsa della fenofase e delle coordinate dell'osservazione. Per queste analisi sono state scelte quattro specie: l'acero di monte, il nocchio-

lo, il faggio e la betulla bianca. I confronti fra le diverse serie di dati sono stati eseguiti per una determinata fase fenologica di una specie lungo un periodo definito.

Influssi naturali sulle date d'inizio delle fasi fenologiche

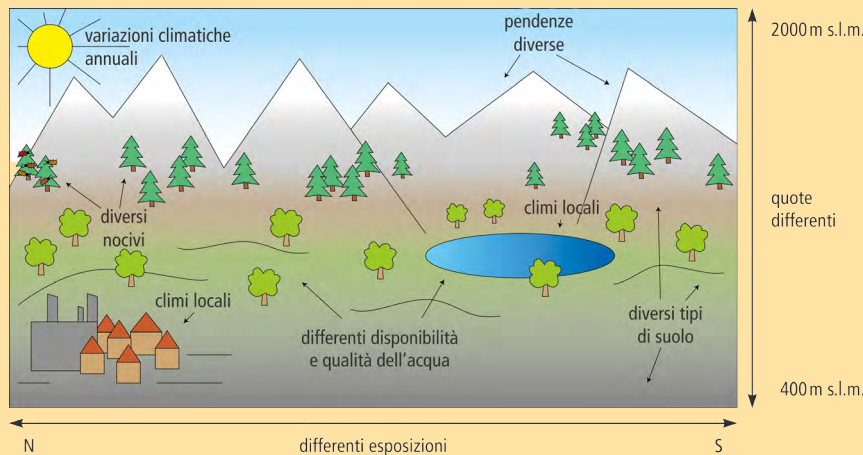


Figura 2: Le date d'inizio delle fenofasi sono parte di un sistema naturale complesso e dipendono da fattori diversi

delle fasi fenologiche. Fra tali influenze troviamo ad esempio le variazioni climatiche annuali, le differenti altitudini, differenze locali topografiche e climatiche (come pendenza ed esposizione) oppure fattori ecologici locali (come la genetica dell'albero osservato o il tipo di suolo). L'influsso di gran lunga più importante è la quota sul livello del mare.^{5,6,7,8} Per minimizzarlo, nella seconda parte dell'analisi questo influsso è stato eliminato al massimo possibile attraverso modelli di regressione lineare. Durante l'analisi non è stato possibile escludere i fattori locali topografici, climatici ed ecologici, per mancanza dei relativi metadati.

Affinché il confronto fra le serie di dati permetta di trarre conclusioni sulla qualità dei dati Citizen Science, occorre considerare gli influenze naturali sulle date d'inizio

Date d'inizio medie simili, ma nonostante differenze significative

Il confronto dei valori statistici fra le serie di dati è raffigurato in Tabella 1. È ben visibile il talora piccolo numero n delle campionature dei dati Citizen Science. Comunque, la differenza assoluta delle date d'inizio medie fra le serie di dati di MeteoSvizzera e le serie Citizen Science non supera mai gli 11 giorni.

I test t mostrano in tre su otto casi differenze significative fra i dati di MeteoSvizzera e quelli di PhaenoNet ($p < 0.05$). Nel confronto fra le serie di dati di MeteoSvizzera con quelle di OpenNature non si sono riscontrate differenze significative ($p < 0.05$). Ripetendo i test t con esclusione dell'influsso dovuto

all'altitudine, questi risultati cambiano nel senso che ora altre fasi e altre specie mostrano una differenza significativa fra la serie di dati di MeteoSvizzera e quella di PhaenoNet.

Fase	Specie	MeteoSvizzera				PhaenoNet			OpenNature		
		n	\bar{x}	\bar{x}_{niv}	σ	n	$\Delta \bar{x}$	$\Delta \bar{x}_{niv}$	n	$\Delta \bar{x}$	$\Delta \bar{x}_{niv}$
Sviluppo delle foglie	Acero di monte	625	29. apr	23. apr	11 g	17	+10 g*	+2 g			
	Nocciolo	743	17. apr	12. apr	14 g	185	+6 g*	± 0 g			
	Faggio	731	24. apr	21. apr	10 g	27	-2 g	-6 g*			
	Betulla bianca	630	20. apr	14. apr	13 g	30	+4 g	-2 g			
Inizio della fioritura	Nocciolo	747	16. feb	08. feb	23 g	305	+2 g	-8 g*			
	Betulla bianca	514	17. apr	12. apr	16 g	22	+4 g	-3 g			
Fioritura generale	Nocciolo	736	27. feb	19. feb	22 g	301	+4 g*	-5 g*			
	Betulla bianca	494	24. apr	18. apr	17 g	17	+3 g	+4 g			
Inizio della fioritura	Nocciolo	390	13. feb	05. feb	22 g				7	+3 g	+11 g
Fioritura generale	Nocciolo	369	23. feb	16. feb	21 g				7	+3 g	-1 g

Tabella 1: valori statistici delle serie di dati dopo eliminazione dei valori anomali, n =numero delle campionature, \bar{x} =valore medio della data d'inizio della fenofase, σ =deviazione standard, g=giorni, niv=dati livellati (ossia dopo eliminazione dell'influsso dovuto alla quota) $\Delta \bar{x}$ =differenza fra il valore medio dei dati di MeteoSvizzera e i dati della rispettiva serie Citizen Science; se la differenza nel test t eteroschedastico con due campionature è significativo ($p < 0.05$), il numero è contrassegnato da un asterisco *. Colori: giallo=MeteoSvizzera, verde=PhaenoNet, blu=OpenNature. I dati analizzati comprendono per PhaenoNet gli anni 2011–2017 e per OpenNature gli anni 2014–2017. I dati di MeteoSvizzera si riferiscono al periodo di rilevamento dei dati delle rispettive serie Citizen Science.

Le differenze sono riconducibili ai diversi influssi naturali

Nonostante le differenze fra le diverse serie, i dati Citizen Science hanno un'elevata plausibilità. Diversi argomenti mostrano come le differenze fra le serie di dati possono essere motivate. Come mostrato dalle figure 3 e 4, le osservazioni di PhaenoNet e OpenNature – a confronto con quelle di MeteoSvizzera – sono distribuite diversamente sul territorio svizzero. Ciò lascia supporre che, mediati sulle serie di dati, diversi influssi naturali agiscono sulle date d'inizio delle fenofasi. Un'analisi della distribuzione altitudinale dei luoghi d'osservazione ha mostrato come questa si distingua chiaramente fra le tre serie di dati. È probabile che tali differenze siano riscontrabili anche per altri influssi naturali, se fosse disponibile un base di dati.

Un ulteriore argomento per la plausibilità dei dati Citizen Science riguarda il campo dei confini biologicamente definiti per le date d'inizio delle fenofasi. Tali confini sono stati elaborati da MeteoSvizzera per ogni specie osservata e per ogni fase. Una data estrema precoce e una tardiva comprendono un lasso di tempo nel quale la singola fase fenologica può presentarsi con grande probabilità. Questo intervallo temporale può essere inteso come «forza d'azione» dell'influsso naturale. Se è grande, le date d'inizio della fenofase variano di molto – e in tal modo è potenzialmente grande l'influsso dei fattori naturali. Ciò spiega le differenze significative nell'inizio della fioritura e nella fioritura generale del nocciolo fra i dati di PhaenoNet e quelli di MeteoSvizzera.

Anche il fatto che le differenze fra le medie delle date d'inizio delle fenofasi (dopo esclusione dell'influsso altitudinale) nelle diverse serie di dati non oltrepassano mai gli undici giorni (vedi Tabella 1 e Figura 5) è un argomento a favore della buona qualità dei dati Citizen Science. Undici giorni sono, a confronto con le relative deviazioni standard delle date d'inizio, un tempo breve.

Conclusioni

I dati Citizen Science delle due reti fenologiche sono di buona qualità. Differenze fra i dati Citizen Science e quelli di MeteoSvizzera sono relativamente piccole e



Figura 3: La distribuzione geografica in Svizzera delle osservazioni per le tre serie di dati, divise in tre regioni. Sono raffigurate tutte le osservazioni delle specie *Acero di monte*, *Nocciolo*, *Faggio* e *Betulla bianca* negli anni 2011–2017. Mentre i dati di MeteoSvizzera sono rappresentativi per il Paese, ciò non è il caso per i dati Citizen Science.

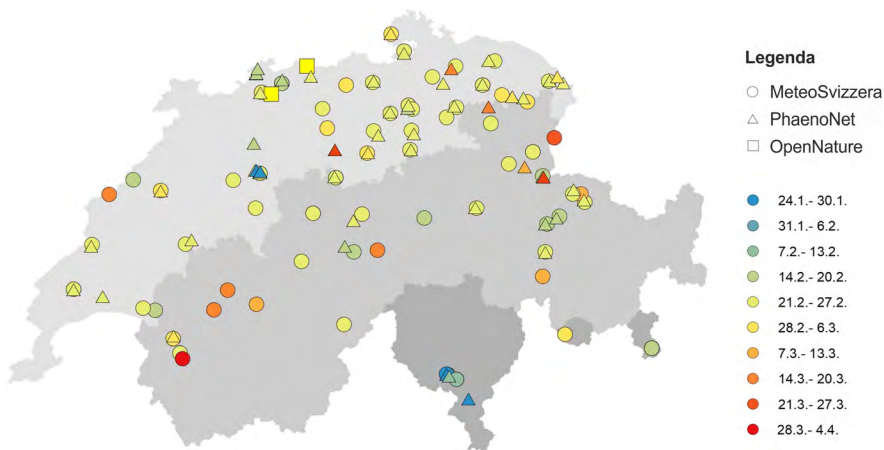


Figura 4: La distribuzione geografica per la Svizzera delle tre serie di dati per la fioritura generale del nocciolo, riferita al 2017. Le date delle osservazioni coincidono abbastanza bene nelle diverse serie di dati. I dati delle osservazioni Citizen Science non sono distribuiti uniformemente sul territorio svizzero e perciò non sono rappresentativi per l'insieme del Paese.

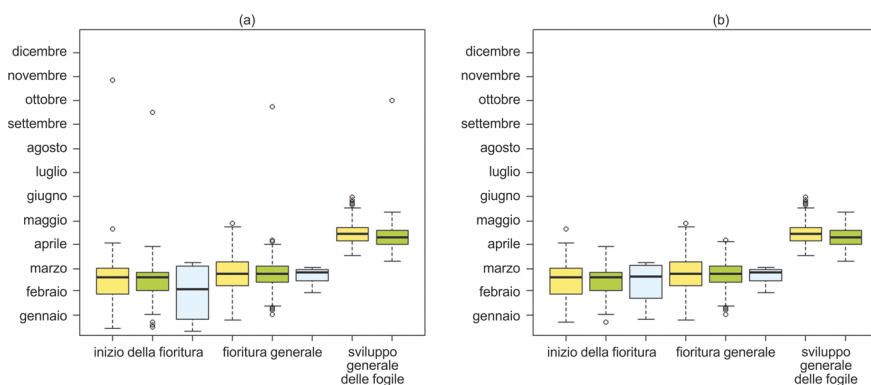


Figura 5: Boxplot per le date d'inizio di diverse fasi fenologiche del nocciolo per il periodo 2014–2017 nelle tre serie di dati. (a) prima dell'esclusione dei valori anomali e (b) dopo esclusione dei valori anomali. Colori: giallo = MeteoSvizzera, verde = PhaenoNet, blu = OpenNature. Si riconosce come i dati Citizen Science dopo esclusione dei valori biologici anomali si avvicinano a quelli di MeteoSvizzera. Già i dati Citizen Science non ancora corretti corrispondono bene a quelli di MeteoSvizzera.

Raccomandazioni per l'uso di dati Citizen Science in fenologia vegetale

- Valori anomali biologicamente definiti devono essere esclusi dall'analisi scientifica dei dati Citizen Science per la fenologia vegetale (vedi Figura 5).
- Spesso i dati Citizen Science sono concentrati in determinate regioni o altitudini (per esempio 400–800 m s.l.m.) e non sono perciò rappresentativi per territori più ampi (vedi Figure 3 e 4). Di ciò deve essere tenuto conto nell'analisi dei dati.
- La raccolta di metadati (come ad esempio l'esposizione o l'urbanità del luogo d'osservazione) consente di considerare questi influssi nell'analisi.
- L'analisi scientifica dei dati Citizen Science per la fenologia vegetale richiede un'opportuna quantità di osservazioni. Per questo è auspicabile raggiungere il più alto numero possibile di osservazioni Citizen Science.

riconducibili a differenti influssi naturali. E' importante sottolineare che i dati Citizen Science non sono rappresentativi per

tutta la Svizzera ma solo per le rispettive realtà degli influssi naturali prese in esame. Di ciò si deve tener conto quando si

utilizzano dati Citizen Science.

- 1 Chmielewski, Frank-M. e Thomas Rotzer (2001). "Response of tree phenology to climate change across Europe". In: *Agricultural and Forest Meteorology* 108, p. 101–112.
- 2 Cleland, Elsa E., Isabelle Chuine, Annette Menzel, Harold A. Mooney e Mark D. Schwartz (2007). "Shifting plant phenology in response to global change". In: *Trends in Ecology and Evolution* 22, p. 357–365.
- 3 Walther, Gian-Reto, Eric Post, Peter Convey, Annette Menzel, Camille Parmesan, Trevor J. C. Beebee, Jean-Marc Fromentin, Ove Hoegh-Guldberg e Franz Bairlein (2002). "Ecological responses to recent climate change". In: *Nature* 416, p. 389–395.
- 4 Lehmann, Daria (2017). "Citizen Science: Can layperson-data be used for scientific purposes? Quality analysis of plant phenological data from the networks "PhaenoNet" and "OpenNature"". BSc Thesis, Università di Berna, 40 p.
- 5 Beaubien, Elisabeth G. e Andreas Hamann (2011). "Plant phenology networks of citizen scientists: Recommendations from two decades of experience in Canada". In: *International Journal of Biometeorology* 55, p. 833–841.
- 6 Gusewell, Sabine (2014). "Phenological responses to changing temperatures: representativeness and precision of results from the Swiss Phenological Network Master Thesis in Biostatistics (STA495) by Sabine Gusewell". Università di Zurigo, p. 1–144.
- 7 Körner, Christian, David Basler, Günter Hoch, Chris Kollas, Armando Lenz, Christophe F. Randin, Yann Vitasse e Niklaus E. Zimmermann (2016). "Where, why and how? Explaining the lowtemperature range limits of temperate tree species". In: *Journal of Ecology* 104, p. 1076–1088.
- 8 Pellerin, Maryline, Anne Delestrade, Gwladys Mathieu, Olivier Rigault e Nigel G. Yoccoz (2012). "Spring tree phenology in the Alps: Effects of air temperature, altitude and local topography". In: *European Journal of Forest Research* 131, p. 1957–1965.

Ringraziamenti: ringraziamo il Fondo Nazionale FNS per il finanziamento del Progetto OpenNature, l'Ufficio federale di Climatologia e Meteorologia Meteo-Svizzera e l'Ufficio federale dell'ambiente per il finanziamento di PhaenoNet. Vorremmo pure ringraziare gli osservatori e le osservatrici della natura per il loro impegno nella raccolta e nella trasmissione dei dati.

Layout: Alexander Hermann, Istituto di Geografia, Università di Berna

Citazione: Lehmann, D., E. Wyss, T. Rutishauser e S. Brönnimann (2018) Citizen Science: i dati della fenologia vegetale soddisfano le esigenze scientifiche. *Geographica Bernensia* G93, 4 p., DOI:10.4480/GB2017.G93.02

© GEOGRAPHICA BERNENSIA 2018, Istituto di Geografia, Università di Berna, Svizzera

