

**INDICATORI DI VARIAZIONI CLIMATICO-AMBIENTALI MEDIANTE INDAGINI
DENDROGLACIOLOGICHE, ISOTOPI STABILI E VOCs AL GHIACCIAIO DEL MIAGE
(VALLE D'AOSTA)**

Università degli Studi di Milano

Facoltà di Scienze e Tecnologie

Corso di Laurea Magistrale in Scienze della Natura

A.A. 2012-2013

Relatore: **Prof.ssa Manuela Pelfini**

Correlatore: **Dott. Giovanni Leonelli**

INTRODUZIONE

Il Ghiacciaio del Miage (Valle d'Aosta) è il più esteso *debris covered glacier* delle Alpi italiane (Pelfini *et al.* 2012), oggetto di numerosi studi finalizzati a comprenderne la dinamica recente e ad ipotizzarne l'evoluzione futura (*i.e.* Deline and Orombelli 2005; Mihalcea *et al.* 2008; Caccianiga *et al.* 2011, Leonelli and Pelfini 2013).

In questo studio l'attenzione è volta alla vegetazione arborea presente in prossimità del ghiacciaio e sul detrito che ricopre la sua superficie. Confrontando le proprietà di alberi presenti sul substrato stabile in prossimità del ghiacciaio con le caratteristiche di alberi che crescono sul detrito che ricopre il ghiacciaio si possono infatti ricavare informazioni sulle dinamiche glaciali e gli eventi climatici verificatisi nel passato in questa area.

Lo scopo del lavoro svolto è stato quello di testare un metodo per l'identificazione di indicatori di stress climatico-ambientali negli alberi attraverso l'utilizzo di tre approcci:

- L'analisi dei parametri morfologici e dimensionali degli anelli di accrescimento;
- Lo studio degli isotopi stabili ($\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$) negli anelli di crescita;
- L'indagine dei VOCs (Volatile Organic Compounds) emessi dalle foglie.

I risultati ottenuti suggeriscono la possibilità di effettuare ricostruzioni delle variazioni ambientali in ambiente glaciale, verificatesi a medio e lungo termine, utilizzando queste tecniche.

AREE DI STUDIO

Il lavoro di prelievo dei campioni è stato svolto in due aree individuate sul Ghiacciaio del Miage (fig. 1).

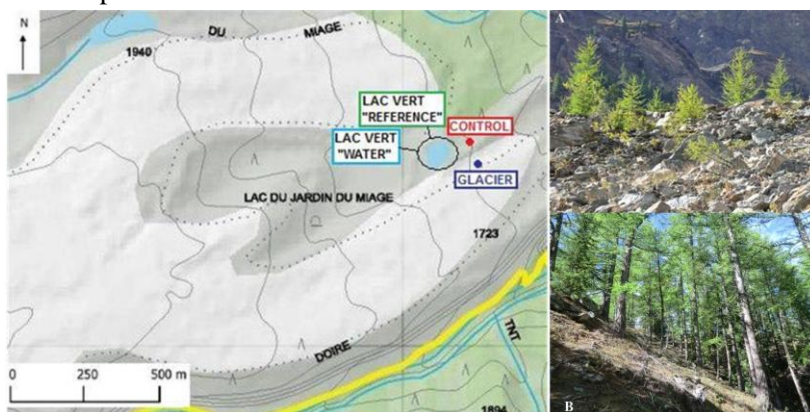


Figura 1. Il Ghiacciaio del Miage con le aree di studio scelte per i campionamenti: l'area di studio 1 include i siti "Control" e "Glacier", l'area di studio 2 comprende i siti "Lac Vert WATER" e "Lac Vert REFERENCE". A destra, per l'area di studio 1, esemplari arborei su ghiacciaio (sito "Glacier", A) e su morena (sito "Control", B).

- 1) La prima area di studio comprende due siti posti alla stessa quota, uno su ghiacciaio (“Glacier”) e uno su morena (“Control”), in corrispondenza dei quali sono stati prelevati campioni dendrocronologici e campioni di foglie da alberi della specie *Larix decidua* Mill. di simile altezza (3-5 m): i due siti presentano notevoli differenze inerenti la morfologia e le condizioni di escursione termica diurna. Il sito “Glacier” è infatti caratterizzato da detrito epiglaciale molto instabile ed escursione termica diurna elevata, il sito “Control” da suolo forestale stabile e sviluppato ed escursione termica diurna ridotta. Presso questa area di studio sono state utilizzate le tecniche a), b) e c).
- 2) La seconda area di studio comprende un laghetto di sbarramento morenico, il Lac Vert, posto lungo il margine settentrionale della morena del lobo sud del Ghiacciaio del Miage, presso il quale sono stati prelevati campioni dendrocronologici da alberi della specie *Larix decidua* Mill. il cui accrescimento è influenzato dall’acqua del lago. Per i campioni prelevati in questa area di studio è stato utilizzato il metodo di analisi a).

ANALISI DI LABORATORIO

I campioni di legno prelevati presso i siti “Glacier” e “Control” sono stati preparati ed analizzati in laboratorio, identificando le caratteristiche morfologiche e dimensionali degli anelli di accrescimento; essi sono stati inoltre sottoposti all’analisi allo spettrometro di massa IRMS del contenuto isotopico $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$ nella cellulosa. Gli aghi di larice sono stati preparati con la tecnica HS-SPME (Headspace Sampling Solid-Phase MicroExtraction) e analizzati utilizzando il gas cromatografo e lo spettrometro di massa (Giorgi *et al.* 2012) per valutare le differenze relative alle emissioni di VOCs dei campioni presso i due siti studiati.

Anche le carote di legno prelevate presso il Lac Vert sono state preparate ed analizzate in laboratorio, sono state studiate le caratteristiche morfologiche e dimensionali degli anelli di crescita e le cronologie di accrescimento ottenute sono state integrate ai dati già studiati in precedenza (Vezzola 2010). Le cronologie medie dei campioni prelevati dagli alberi influenzati dall’acqua del lago (“WATER”) e dagli alberi posti in prossimità ma al di fuori dell’acqua (“REFERENCE”) sono state confrontate con i dati climatici mensili di temperatura e precipitazione e con i rapporti isotopici $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$ relativi ad un precedente studio svolto sugli alberi del Lago Verde (Gabrieli 2011), ed è stato così possibile analizzare il segnale climatico registrato dagli alberi. In questa analisi è stata anche utilizzata la cronologia media TREELINE, relativa a uno studio del 2005 in Val Veny (dati del Laboratorio di Dendrogeomorfologia, UNIMI).

RISULTATI E DISCUSSIONE

Il confronto tra i risultati ottenuti per le due serie medie non indicizzate “Glacier” e “Control” (fig.2A) evidenzia un accrescimento arboreo differente presso i due siti, con ampiezza anulare costantemente maggiore per gli alberi su ghiacciaio: questo suggerisce una possibile influenza di fattori quali instabilità del substrato, stress idrico e stress termico sullo sviluppo degli anelli di accrescimento. Le cronologie medie indicizzate (fig.2B) mostrano invece ampiezze anulari piuttosto simili, indicative di un’influenza del clima molto somigliante sull’accrescimento degli alberi nei due siti.

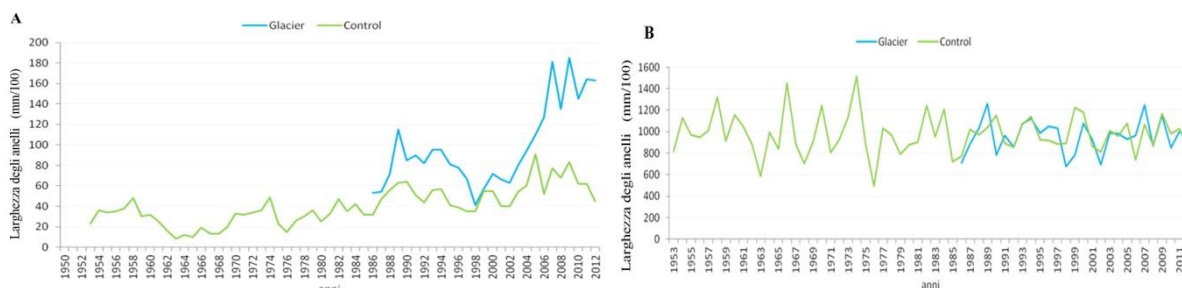


Figura 2. Cronologie medie non indicizzate (A) e indicizzate (B) presso i due siti di campionamento “Glacier” e “Control”.

L'analisi dei rapporti isotopici $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$ evidenzia differenze statisticamente significative tra le due serie analizzate: si osserva un valore maggiore sia del rapporto $\delta^{13}\text{C}$ (fig.3A) per gli alberi del sito "Glacier", che suggerisce maggiore stress per gli esemplari arborei su ghiacciaio; anche per il rapporto $\delta^{18}\text{O}$ (fig.3B) si riscontrano valori maggiori al sito "Glacier".

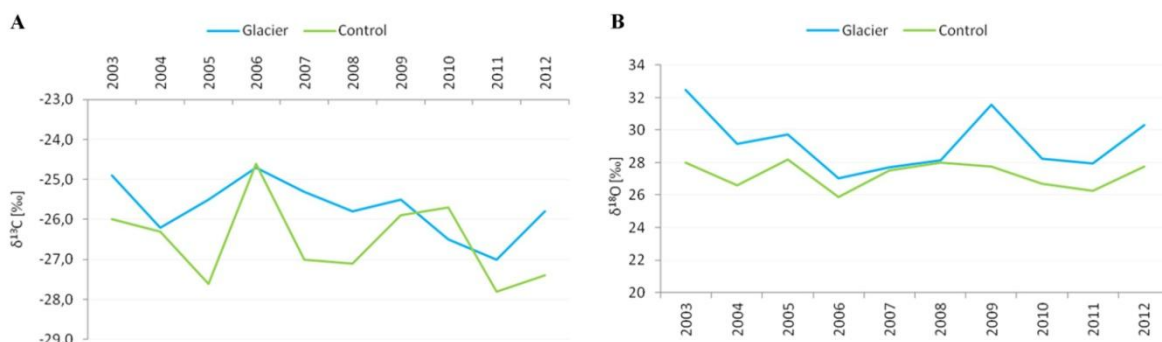


Figura 3. I valori di rapporto isotopico $\delta^{13}\text{C}$ (A) e $\delta^{18}\text{O}$ (B) negli anelli di accrescimento per i siti "Glacier" e "Control".

I risultati dell'analisi dei VOCs indicano una differenza statisticamente significativa nell'emissione di alcuni metaboliti secondari degli alberi su ghiacciaio e di quelli su morena, in particolare il monoterpene β -myrcene e il sesquiterpene estragolo, che mostrano valori più elevati al sito "Glacier" (fig.4).

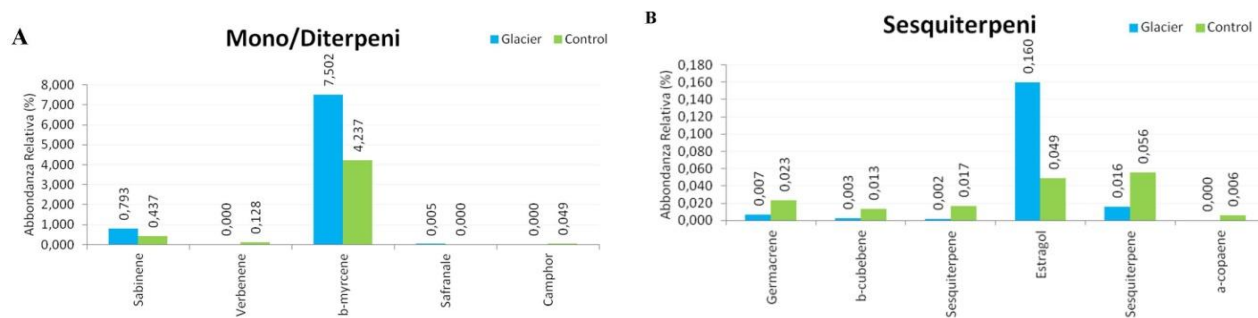


Figura 4. Concentrazione di monoterpeni e diterpeni (A) e di sesquiterpeni (B) negli aghi di larice analizzati per i siti "Glacier" e "Control".

Questi risultati possono essere correlati alle condizioni di escursione termica e stress idrico cui gli esemplari arborei su ghiacciaio sono sottoposti.

Le cronologie di accrescimento degli alberi cresciuti a contatto con l'acqua del Lac Vert e di quelli esterni al bacino evidenziano lo stesso segnale climatico. I coefficienti di correlazione individuati nell'analisi climatica evidenziano correlazioni anomale tra i valori di WATER- $\delta^{13}\text{C}$ e le temperature di giugno (fig.5A): questo suggerisce l'assenza di stress, dovuto all'incremento di temperatura, per gli alberi posti a contatto con l'acqua del lago nel mese di giugno. Non si osservano correlazioni statisticamente significative per i valori di $\delta^{18}\text{O}$ e i dati di precipitazione (fig.5B).

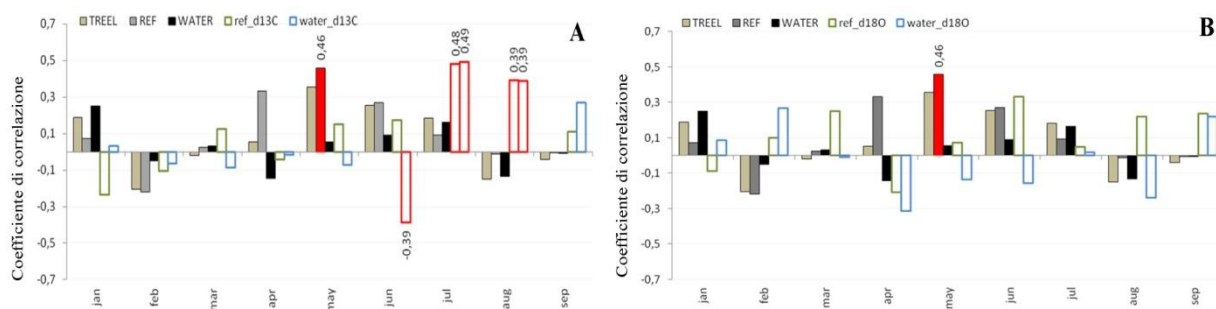


Figura 5. Coefficiente di correlazione calcolato per l'arco di tempo 1980-2009 tra le cronologie medie indicizzate WATER, REFERENCE e TREELINE, le variabili climatiche di temperatura e i rapporti isotopici $\delta^{13}\text{C}$ degli alberi analizzati al Lac Vert (A). Coefficiente di correlazione calcolato tra le cronologie medie indicizzate WATER, REFERENCE e TREELINE, le variabili climatiche di precipitazione e i rapporti isotopici $\delta^{18}\text{O}$ degli alberi analizzati al Lac Vert (B).

CONCLUSIONI

Le caratteristiche ambientali, quali la presenza di acqua di fusione glaciale e l'instabilità del detrito possono influenzare l'accrescimento degli alberi, gli isotopi stabili negli anelli di crescita e le emissioni di VOCs, permettendo quindi potenzialmente di effettuare delle ricostruzioni su basi dendrocronologiche. Questo lavoro ha permesso di stabilire che le modificazioni ambientali e climatiche possono essere indagate negli alberi attraverso tre approcci:

- L'analisi delle caratteristiche morfologiche e dimensionali degli anelli di crescita;
- La valutazione del rapporto isotopico $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$ negli anelli di crescita;
- L'indagine delle concentrazioni di VOCs (Volatile Organic Compounds) emessi dalle foglie.

La metodologia presentata è stata applicata agli alberi dislocati in prossimità e sulla superficie di un *debris covered glacier* ma può essere utilizzata anche in altri contesti caratterizzati da situazioni di stress climatico e ambientale che coinvolgano esemplari arborei.

BIBLIOGRAFIA

- Caccianiga M., Andreis C., Diolaiuti G., D'Agata C., Mihalcea C., Smiraglia C. (2011). Alpine debris-covered glaciers as a habitat for plant life. *The Holocene* 21, 1011-1020.
- Deline P. and Orombelli G. (2005). Glacier fluctuations in the western Alps during the neoglacial, as indicated by the Miage morainic amphitheatre (Mont Blanc Massif, Italy). *Boreas* 34: 456-467.
- Gabrieli G., A.A. 2011-2012. Analisi degli isotopi stabili negli anelli di accrescimento degli alberi: caso studio presso il Lago Verde, Ghiacciaio del Miage (AO). Università degli Studi di Milano, Elaborato Finale per il Corso di Laurea Triennale in Scienze Naturali.
- Giorgi A., Panseri S., Nanayakkara N.N.M.C., Chiesa L.M. (2012). HS-SPME-GC/MS analysis of the volatile compounds of *Achillea collina*: evaluation of the emissions fingerprint induced by *Myzus persicae* infestation. *Journal of Plant Biology* 55. 251-260.
- Leonelli G. and Pelfini M. (2013). Past surface instability of Miage debris-covered glacier tongue (Mont Blanc Massif, Italy): a decadal-scale tree-ring-based reconstruction. *Boreas* 42, 613-622.
- Mihalcea C., Brock B.W., Diolaiuti G., D'Agata C., Citterio M., Kirkbride M.P., Cutler M.E.J., Smiraglia C. (2008). Using ASTER satellite and ground-based surface temperature measurements to derive supraglacial debris cover and thickness patterns on Miage Glacier (Mont Blanc Massif, Italy). *Cold Region Science and Technology* 52, 341-354.
- Pelfini M., Diolaiuti G., Leonelli G., Bozzoni M., Bressan N., Brioschi D., Riccardi A. (2012). The influence of Glacier surface processes on the short-term evolution of supraglacial tree vegetation: The case study of the Miage Glacier, Italian Alps. *The Holocene* 22, 847-856.
- Vezzola L.C., A.A. 2009-2010. L'effetto dell'acqua di origine glaciale sull'accrescimento arboreo: il caso del Lago Verde (Ghiacciaio del Miage, Valle d'Aosta). Università degli Studi di Milano, Elaborato Finale per il corso Laurea Triennale in Scienze Naturali.