

GIOVANNI LEONELLI (*), MANUELA PELFINI (*), SARA PANSERI (**),
GIOVANNA BATTIPAGLIA (***), LAURA VEZZOLA (*) & ANNA GIORGI (**)

TREE-RING STABLE ISOTOPES, GROWTH DISTURBANCES AND NEEDLES VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS AS ENVIRONMENTAL STRESS INDICATORS AT THE DEBRIS COVERED MIAGE GLACIER (MONTE BIANCO MASSIF, EUROPEAN ALPS)

ABSTRACT: LEONELLI G., PELFINI M., PANSERI S., BATTIPAGLIA G., VEZZOLA L. & GIORGI A., *Tree-ring stable isotopes, growth disturbances and needles volatile organic compounds as environmental stress indicators at the debris covered Miage Glacier (Monte Bianco Massif, European Alps)*. (IT ISSN 0391-9838, 2014).

First results of an innovative multi-proxy approach applied to glacier-related trees for assessing climatic and substrate influence on tree rings and needle VOCs are reported. Tree-ring stable isotopes, tree-ring growth patterns and needle volatile organic compounds were analysed at two *Larix decidua* Mill. sites in five trees of similar size growing in close areas mainly differentiated by the contrasting geomorphological features: the debris-covered Miage Glacier ("Glacier") and a lateral moraine ("Control"). Over the period 2003-2012, tree rings at the Glacier site showed more enriched ¹³C mean values (p<0.05) in the cellulose with respect to the Control site likely due to a lower stomatal conductance induced by low soil water retention, high temperature excursions and high exposure to direct solar radiation. Also ¹⁸O mean values were higher (p<0.01) at the Glacier site, likely due to the assimilation of shallow waters from a superficial root system of supraglacial trees, in contrast to a more developed and stabilized soil at the Control site. The analysis of tree-ring growth patterns of the sampled specimens provided a temporal insight of climatic and geomorphological stress at the Glacier site: here we found higher rates of positive abrupt growth changes (AGCs), but no differences in percent of latewood. Needles volatile organic compounds (VOCs) showed significant differences in some compounds of mono- di- and sesquiterpenes. Those with higher concentrations (β-myrcene and estragole) showed also the largest differences, with

higher concentrations at the Glacier site. Tree rings stable isotopes and AGCs, as well as needles VOCs in supraglacial trees may be used as environmental stress indicators in the mid- to short-term, respectively, providing valuable proxies for the assessment of geomorphological and climatic change impacts in the glacial environments of the Alps.

KEY WORDS: Tree-ring stable isotopes, Needle VOCs, Debris covered Miage Glacier, European Alps.

RIASSUNTO: LEONELLI G., PELFINI M., PANSERI S., BATTIPAGLIA G., VEZZOLA L. & GIORGI A., *Isotopi stabili negli anelli di accrescimento arborei, anomalie di crescita e composti organici volatili nelle foglie quali indicatori di stress ambientali al Ghiacciaio del Miage (Monte Bianco)*. (IT ISSN 0391-9838, 2014).

Nel presente lavoro vengono riportati i primi risultati ottenuti mediante un approccio *multi-proxy* finalizzato alla valutazione dell'influenza del clima e della tipologia di substrato sulle caratteristiche degli anelli di accrescimento di piante arboree epiglaciali e periglaciali s.s. e sui composti organici volatili (VOC) emessi dalle foglie. A tal fine sono stati analizzati gli isotopi stabili e gli andamenti di crescita degli anelli di accrescimento e i VOC emessi dagli aghi degli alberi, selezionando cinque esemplari appartenenti alla specie *Larix decidua* Mill. di altezza e caratteristiche simili, per due siti campione caratterizzati da condizioni stagionali simili ma da caratteristiche contrastanti relativamente al substrato e alla morfologia del terreno: il sito sul ghiacciaio nero del Miage (*Glacier*) e il sito su morena laterale (*Control*). Nel periodo 2003-2012, gli anelli di accrescimento al sito *Glacier* hanno mostrato di essere più arricchiti in valori medi di ¹³C (p<0.05) rispetto al sito *Control*, verosimilmente a causa di una minore conduttanza stomatica indotta dalla scarsa ritenzione idrica del suolo, delle elevate escursioni termiche e dell'elevata esposizione alla radiazione solare diretta. Anche i valori medi di ¹⁸O sono risultati più elevati (p<0.001) al sito *Glacier*, in seguito all'assimilazione di acque poco profonde da parte di un sistema radicale superficiale, in contrasto con quanto si verifica al sito *Control*, caratterizzato da un suolo più sviluppato e da un substrato più stabile. L'analisi degli andamenti di crescita annuale degli esemplari campionati ha fornito una caratterizzazione temporale degli stress climatici e geomorfologici negli alberi al sito *Glacier* dove sono stati osservati tassi più elevati di brusche variazioni di crescita (AGCs), ma dove non sono state riscontrate differenze nella percentuale di legno tardivo. I composti organici volatili (VOC) hanno mostrato differenze significative per alcuni composti di mono- di- e sesquiterpeni. Quelli con elevate concentrazioni (β-mircene ed estragolo) hanno eviden-

(*) Dipartimento di Scienza della Terra, Università degli Studi di Milano, via Mangiagalli 34 - I-20133 Milano, Italy.

(**) Centro Interdipartimentale di Studi Applicati per la Gestione Sostenibile e la Difesa della Montagna - Ge.s.di.mont., Università degli Studi di Milano, via Morino 8 - I-25048 Edolo (BS), Italy.

(***) Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Biologiche e Farmaceutiche, Seconda Università di Napoli, via Vivaldi, 43 - 81100 Caserta, Italy.

This study was supported by the Club Alpino Italiano - (Project "Ricostruzione dei fenomeni dinamici legati ai ghiacciai alpini per un turismo consapevole e partecipativo in alta montagna") and by the PRIN 2010-11 (2010AYKTAB_006) "Dinamica dei sistemi morfoclimatici in risposta ai cambiamenti globali e rischi geomorfologici indotti" local coordinator C. Smiraglia, national coordinator C. Baroni.