

# Influenza della densità del manto nevoso sulla temperatura e la mineralizzazione netta dell'azoto in suoli montani della Valle d'Aosta

MICHELE FREPPAZ<sup>1</sup>, CHRISTIAN RIXEN<sup>2</sup>, SONJA WIPF<sup>2</sup>, VERONIKA STOECKLI<sup>2</sup>, ERMANNANO ZANINI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università degli studi di Torino, Di. Va.P.R.A. - Clinica Agraria e Pedologia

Laboratorio Neve e Suoli Alpini

Loc. Tache

I – 11025 Gressoney-La-Trinité (AO)

\*michele.freppaz@unito.it

Tel. 011 6708514, Fax 011 6708692

<sup>2</sup> Swiss Federal Institute for Snow and Avalanche Research SLF

Team Alpine Ecosystems

Flüelastrasse, 11

CH – 7620 Davos Dorf

M. Freppaz, C. Rixen, S. Wipf, V. Stoeckli, E. Zanini. **The effect of snow density on temperature and net N mineralization in alpine soils.** *Rev. Valdôtaine Hist. Nat.* **65**: 171-178, 2011.

In mountainous regions snowfall amount and distribution play an important role in conditioning soil temperature and nutrient dynamics. Increased snow density, for instance, may contribute to reduce thermal insulating power of snow. As a consequence, soil temperature could be more affected by air temperature fluctuations, determining a potential effect on soil N dynamics.

The aim of this work was to evaluate the effect of increased snow density on soil temperature and N-mineralization processes. Soil was sampled in 4 sites in Gressoney St. Jean and Gressoney La Trinité municipalities. Topsoil was incubated in polyethylene bags in an experimental field, equipped with 4 snow cover treatments: a) natural, non-groomed snow b) natural, groomed snow c) artificial, groomed snow with bacterial additives d) artificial, groomed snow. Soil temperature was measured over-winter with specific sensors and data-loggers. Ammonium and nitrate concentrations were measured before and after the incubation and subsequently net N mineralization was calculated.

During winter under natural, non groomed snowpack, soil temperature was constant at about 0°C. Under increased snow density, soil temperature was significantly lower, with an increase in net N mineralization for spruce and alder. Our results suggest that even small changes in snow physical properties can significantly affect soil characteristics during winter.

Key words: soil, temperature, inorganic Nitrogen, snow.

## INTRODUZIONE

Nei territori montani il regime delle precipitazioni nevose esercita un ruolo fondamentale nel condizionare la temperatura e la dinamica degli elementi nutritivi del suolo, con importanti conseguenze sulla nutrizione vegetale (Edwards *et al.*, 2007). In particolare è stato evidenziato come lo spessore e la permanenza della neve possano significativamente influenzare la temperatura e conseguentemente la dinamica dell'azoto nel suolo (Brooks *et al.*, 1998; Schimel *et al.*, 2004). Un manto nevoso di sufficiente spessore (30-60 cm), accumulatosi presto nella stagione invernale è in grado di impedire il congelamento del suolo, indipendentemente dalla temperatura dell'aria (Brooks *et al.*, 1996; Brooks e Williams, 1999; Shanley e Chalmers, 1999; Freppaz *et al.*, 2008). L'azione di riscaldamento deriva dall'elevato potere isolante del manto nevoso, in grado di rallentare il flusso di calore

dal suolo (Cline, 1995). La presenza di suoli non congelati al di sotto di manti nevosi stagionali è stata messa in evidenza da numerosi ricercatori (e.g. Sommerfeld *et al.*, 1993; Brooks *et al.*, 1996). Si tratta di condizioni favorevoli all'attività dei microrganismi del suolo (Brooks *et al.*, 1996; Hénault *et al.*, 1998; Saarnio *et al.*, 1999; Teepe *et al.*, 2001), in genere possibile fino a quando vi è acqua disponibile nel suolo, riscontrata anche a temperature di  $-5^{\circ}\text{C}$  (Clein e Schimel, 1995; Freppaz *et al.*, 2007a; Filippa *et al.*, 2008), benché attività microbica sia stata osservata fino ad una temperatura di  $-6.5^{\circ}\text{C}$  (Coxson e Parkinson, 1987). La mineralizzazione della sostanza organica nel corso dell'inverno al di sotto di un cospicuo manto nevoso determina la produzione di un pool di azoto e fosforo inorganico prima del disgelo primaverile (Brooks *et al.*, 1996), potenzialmente lisciviabile se non sincronizzato con i processi di immobilizzazione microbica e di assorbimento radicale, meccanismo alla base della conservazione degli elementi nutritivi negli ecosistemi forestali (Zanini e Freppaz, 2006). La produzione di azoto inorganico nel suolo durante l'inverno è generalmente superiore a quello che deriva dalla fusione del manto nevoso, anche di quattro - venti volte (Williams *et al.*, 1995; Filippa *et al.*, 2010). Meno noto è l'effetto della densità del manto nevoso. Ad un incremento di densità della neve, causato ad esempio dalle operazioni di battitura delle piste di sci alpino, corrisponde una riduzione del suo potere isolante (Pomeroy e Brun, 2001; Rixen *et al.*, 2008) e conseguentemente il suolo risente in maniera maggiore dell'andamento della temperatura dell'aria, con possibili effetti sui processi a carico della biomassa microbica. La conducibilità termica del manto nevoso, pari a  $0.05 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$  per neve fresca a bassa densità, aumenta infatti al crescere della densità, fino a raggiungere valori di  $0.6 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ , con una conseguente significativa riduzione della sua azione isolante (Sturm *et al.*, 1997). I ritmi di decomposizione e mineralizzazione della sostanza organica possono accelerare in seguito al congelamento del suolo in seguito al maggiore apporto di sostanza organica labile in seguito a: 1) incremento della mortalità delle radici fini e della biomassa microbica (Sakai e Larcher, 1987; Skoagland *et al.*, 1988; Tierney *et al.*, 2001; Freppaz *et al.*, 2007b); 2) distruzione meccanica degli aggregati di suolo (Hinman e Frederick, 1968; Bullock *et al.*, 1988); 3) frammentazione della lettiera.

Obiettivo del presente lavoro è la valutazione degli effetti di un incremento di densità del manto nevoso sulla temperatura del suolo e conseguentemente sui processi di mineralizzazione netta dell'azoto.

## MATERIALI E METODI

Il sito sperimentale è costituito da 40 parcelle di dimensioni pari a  $3.4 \times 2.7 \text{ m}$  in un prato subalpino nei pressi di Davos ( $1530 \text{ m a.s.l.}$ ,  $46^{\circ}47'\text{N}$ ,  $9^{\circ}49'\text{E}$ ), nel Sud Est della Svizzera. La comunità vegetale è rappresentata dal *Trisetetum flavescens*, una tipica formazione vegetale dei prati montani. Il suolo è stato classificato come Cambisol (IUSS Working Group WRB, 2006).

Nel corso dell'inverno 1999-2000 il campo sperimentale ha ospitato 4 tipi di trattamento del manto nevoso: a) neve naturale non battuta (NS); b) neve naturale battuta (CNS); c) neve artificiale con additivi batterici battuta (CAA); d) neve artificiale battuta (CAS). La temperatura del suolo (profondità  $10 \text{ cm}$ ) nel corso dell'inverno è stata registrata mediante specifici sensori e data loggers (UTL-1). La neve programmata con additivi batterici (CAA) è stata prodotta impiegando lo Snomax<sup>TM</sup>, con una concentra-

zione standard di additivo pari a  $0.8 \text{ g m}^{-3}$  acqua. La compattazione del manto nevoso è stata ottenuta mediante l'impiego di un mezzo battipista, operativo ogni qual volta si verificava una precipitazione naturale superiore ai 30 cm.

A metà marzo la profondità del manto nevoso è stata determinata in ciascuna parcella e la densità misurata mediante pesatura di un volume noto di neve campionato con un carotatore SIPRE (Snow, Ice, Permafrost Research Establishment; Horner 1990).

I suoli oggetto di studio (Scalenghe *et al.*, 2002) sono stati prelevati alla medesima quota ed esposizione (1600 m slm; E) nei Comuni di Gressoney St Jean e Gressoney La Trinité (AO) ma al di sotto di differenti coperture vegetali, corrispondenti a livelli di antropizzazione crescente: 1) ontaneto; 2) pecceta; 3) lariceto pascolato; 4) prato. Il topsoil (0-10 cm) è stato incubato in sacchetti di polietilene ("buried bag technique") (Eno, 1960; Adams *et al.*, 1989; Schmidt *et al.*, 1999). L'ammonificazione netta e la nitrificazione netta nel corso dell'incubazione (Dicembre 1999 – Aprile 2000) sono state misurate facendo la differenza fra la concentrazione iniziale e finale rispettivamente di azoto ammoniacale ed azoto nitrico. La concentrazione di azoto ammoniacale e nitrico negli estratti di suolo in  $\text{K}_2\text{SO}_4$  è stata determinata mediante la tecnica di diffusione (Brooks *et al.*, 1989).

L'effetto dei 4 tipi di trattamento del manto nevoso sulla densità della neve, sulla temperatura del suolo e sull'ammonificazione e nitrificazione nette è stato determinato mediante ANOVA univariata e successivo post-hoc LSD test (SPSS, 2003).

## RISULTATI E DISCUSSIONE

La densità media del manto nevoso è risultata significativamente maggiore nel manto nevoso artificiale battuto (CAS), e progressivamente minore nel manto nevoso artificiale battuto con additivi (CAA), in quello naturale battuto (CNS) ed in quello naturale non battuto (NS) ( $P < 0.001$ ) (Fig. 1). A marzo lo spessore della neve naturale non battuta era di  $92 \pm 0.6$  cm, mentre quello nei manti nevosi battuti è risultato leggermente inferiore

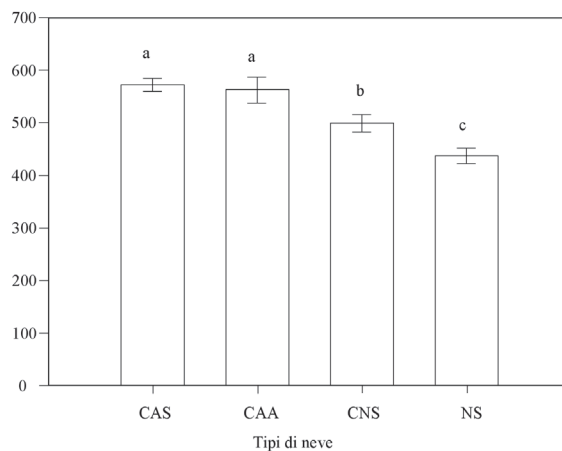


Fig. 1 - Densità ( $\text{kgm}^{-3}$ ) dei differenti tipi di manto nevoso misurate nel corso dell'inverno 1999-2000 all'interno del campo sperimentale. Lettere differenti indicano significative differenze fra le medie ( $p < 0.05$ ).

e compreso fra 60 e 65 cm. L'effetto isolante del manto nevoso non battuto (NS) ha mantenuto la temperatura del suolo prossima agli  $0^{\circ}\text{C}$  indipendentemente dalla temperatura dell'aria (Fig. 2). Nei manti nevosi battuti la temperatura del suolo è oscillata fra  $0^{\circ}\text{C}$  e  $-0.35^{\circ}\text{C}$  (*mild freezing*, Groffman *et al.*, 2001). In corrispondenza delle maggiori fluttuazioni termiche si sono registrate anche le temperature minime più basse. È infatti emerso come i minimi di temperatura del suolo siano stati significativamente influenzati dai trattamenti del manto nevoso, con il valore più basso al di sotto della neve artificiale battuta (CAS,  $-0.34 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ), e, a seguire, al di sotto della neve naturale battuta ( $-0.22 \pm 0.06^{\circ}\text{C}$ ), della neve artificiale con additivi battuta (CAA,  $-0.17 \pm 0.03^{\circ}\text{C}$ ) e della neve naturale non battuta (NS,  $0.00 \pm 0.01^{\circ}\text{C}$ ) (Fig. 3).

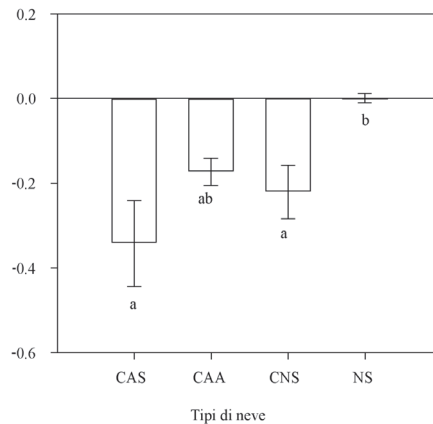


Fig. 2 - Temperatura media del suolo ( $^{\circ}\text{C}$ ) registrata al di sotto dei differenti tipi di manto nevoso nel corso dell'inverno 1999-2000. Lettere differenti indicano significative differenze fra le medie ( $p < 0.05$ )

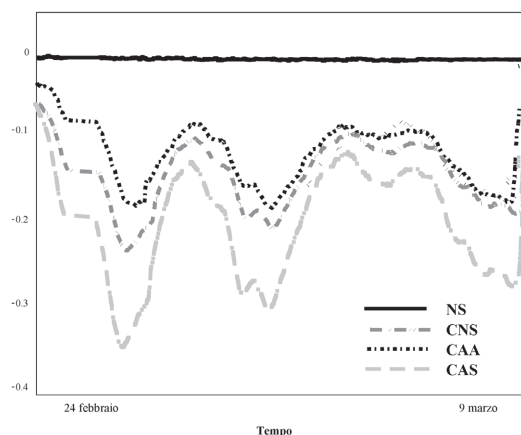


Fig. 3 - Andamento della temperatura media giornaliera del suolo al di sotto dei differenti tipi di manto nevoso nel periodo compreso fra il 24 Febbraio ed il 9 Marzo 2000.

In tutti i suoli incubati sono stati calcolati valori positivi di ammonificazione netta e nitrificazione netta (Fig. 4), così come evidenziato anche nel suolo del campo sperimentale, incubato nel corso della medesima prova sperimentale (Rixen *et al.*, 2008). L'incremento di densità del manto nevoso e la conseguente riduzione dell'azione isolante non hanno avuto significativi effetti sulle trasformazioni dell'azoto nei suoli sotto lariceto e prato. L'aumento di densità del manto nevoso ha invece determinato un incremento della mineralizzazione netta dell'azoto nei suoli sotto pecceta e ontaneto, i suoli meno antropizzati. In particolare nel suolo sotto pecceta si è osservato un significativo incremento dell'ammonificazione netta al di sotto di tutti i manti nevosi battuti mentre nessun significativo effetto è stato registrato sulla nitrificazione netta. Nel caso del suolo sotto ontaneto si è registrata una significativa diminuzione dell'ammonificazione netta al di sotto della neve artificiale battuta (CAS), con un corrispondente significativo incremento della nitrificazione netta. In corrispondenza di tale trattamento sono stati registrati i minimi assoluti di temperatura del suolo.

Le minori temperature registrate al di sotto dei manti nevosi battuti e le maggiori oscillazioni termiche possono aver determinato il rilascio di azoto inorganico, mediante

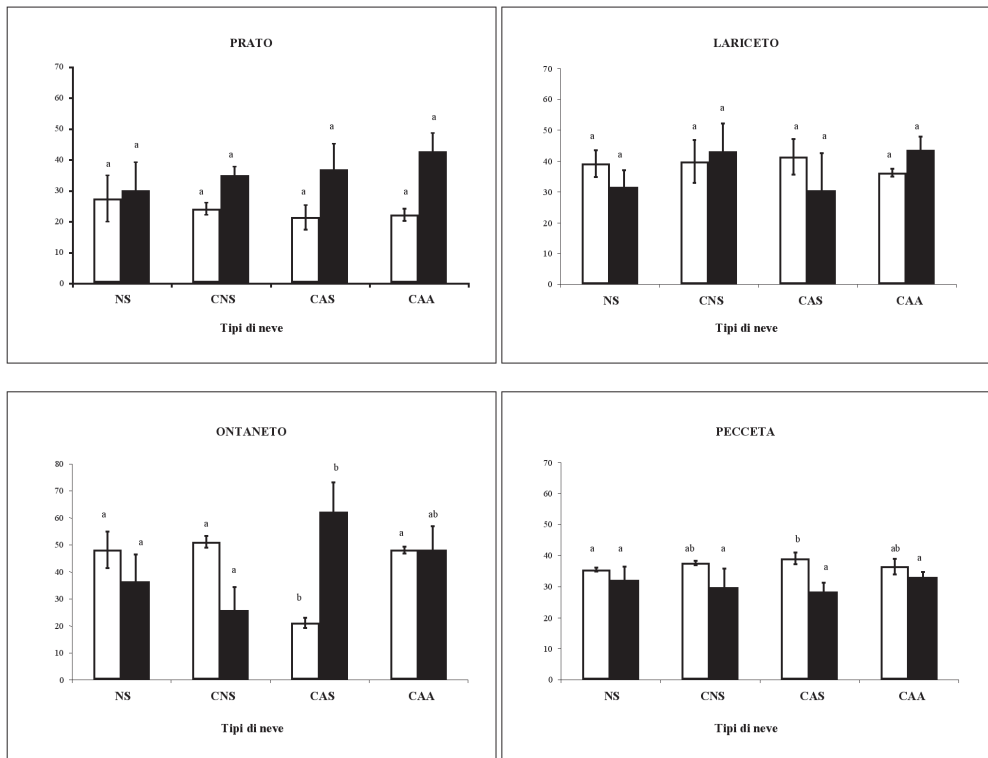


Fig. 4 - Ammonificazione netta (in bianco) e nitrificazione netta (in nero) (mg kg<sup>-1</sup>) nel corso dell'inverno nei suoli incubati al di sotto dei diversi tipi di manto nevoso (NS: neve naturale non battuta; CNS: neve naturale battuta; CAS: neve artificiale battuta; CAA: neve artificiale con additivi battuta). Lettere differenti indicano significative differenze fra le medie (p<0.05) dell'ammonificazione netta e della nitrificazione netta.

fenomeni di lisi microbica. La maggiore suscettibilità dei suoli meno antropizzati all'azione delle basse temperature è già emersa in precedenti lavori (Freppaz *et al.*, 2007b), in particolare per quanto concerne l'effetto dei cicli gelo/disgelo sulla biomassa microbica. Si tratta di meccanismi complessi, dipendenti dalle caratteristiche dei suoli, ma anche dalla frequenza ed intensità dei cicli di congelamento (Edwards e Cresser, 1992). In questo lavoro, nonostante le temperature minime raggiunte nel suolo non siano state particolarmente basse, la frequenza delle oscillazioni termiche può aver condizionato la vitalità dei microrganismi, determinando la lisi delle cellule microbiche, le cui spoglie possono essere state utilizzate dai microrganismi sopravvissuti (DeLuca *et al.*, 1992) con un conseguente incremento dei processi di mineralizzazione dell'azoto.

## CONCLUSIONI

Questi risultati evidenziano come anche modeste variazioni delle proprietà del manto nevoso, quale ad esempio un incremento di densità, possano influenzare le caratteristiche dei suoli alpini nel corso dell'inverno, determinando una significativa riduzione della temperatura media del suolo ed un incremento delle oscillazioni termiche. Tali effetti possono comportare un incremento dei processi di mineralizzazione dell'azoto nei suoli alpini, in particolare in quelli meno influenzati dall'azione dell'uomo, che quindi possono risultare più suscettibili ad alterazioni delle caratteristiche nivologiche.

## RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il SLF Davos per il supporto tecnico-scientifico e logistico.

## BIBLIOGRAFIA

- Adams M.A., Polglase P.J., Attiwill P.M., Weston C.J., 1989. In situ studies of nitrogen mineralization and uptake in forest soils; some comments on methodology. *Soil Biology and Biochemistry*, 21: 423-429.
- Brooks P.D., Stark, J.M., McInterr, B.B., Preston, T., 1989. Diffusion method to prepare soil extracts for automated nitrogen-15 analysis. *Soil Science Society of America. Journal*, 53: 1707-1711.
- Brooks P.D., Williams M.W., Schmidt S.K., 1996. Microbial activity under alpine snowpack, Niwot Ridge, Colorado. *Biogeochemistry*, 32: 93-113.
- Brooks P.D., Williams M.W., Schmidt S.K., 1998. Inorganic nitrogen and microbial biomass dynamics before and during spring snowmelt. *Biogeochemistry*, 43: 1-15.
- Brooks P.D., Williams M.W., 1999. Snowpack controls on nitrogen cycling and export in seasonally snow-covered catchments. *Hydrological Processes*, 13: 2177-2190.
- Bullock M.S., Kemper W.D., Nelson S.D., 1988. Soil cohesion as affected by freezing, water content, time and tillage. *Soil Science Society of America. Journal*, 52: 770-776.
- Clein J.S., Schimel J.P., 1995. Microbial activity of tundra and taiga soils at sub-zero temperatures. *Soil Biology and Biochemistry*, 27: 1231-1234.
- Cline D., 1995. *Snow surface energy exchanges and snowmelt at a continental alpine site*. In: Tonnessen K., Williams M., Tranter M. (ed.) *Biogeochemistry of snow-covered catchments*, 175-166. International Association of Hydrological Sciences Publication 228, Wallingford, UK.
- Coxson D.S., Parkinson D., 1987. Winter respiratory activity in aspen woodland forest floor litter and soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 19: 49-59.
- Deluca T.H., Keeney D.R., Mccarty G.W., 1992. Effect of freeze-thaw events on mineralization of soil nitrogen. *Biology and Fertility of Soils*, 14: 116-120.

- Edwards A.C., Cresser M.S., 1992. Freezing and its effect on chemical and biological properties of soil. *Advances Soil Science*, 18: 59-79.
- Edwards A.C., Scalenghe R., Freppaz M., 2007. Changes in the seasonal snow cover of alpine regions and its effect on soil processes: a review. *Quaternary International*, 162-163: 172-181.
- Eno C. F., 1960. Nitrate production in the field by incubating the soil in polyethylene bags. *Soil Science Society of America Proceedings*, 24: 277-279.
- Filippa G., Freppaz M., Zanini E., 2008. Suolo e neve in ambiente alpino: effetti sul ciclo dell'azoto. *Studi Trentini di Scienze Naturali*, vol. 85; p. 121-129, ISSN: 2035-7699
- Filippa G., Freppaz M., Williams M.W., Zanini E., 2010. Major element chemistry in inner alpine snowpacks (Aosta Valley Region, NW Italy) *Cold Regions Science and Technology*, 64: 158-166.
- Freppaz M., Williams B.L., Edwards A.C., Scalenghe R., Zanini E., 2007a. Labile nitrogen, carbon, and phosphorus pools and nitrogen mineralization and immobilization rates at low temperatures in seasonally snow-covered soils. *Biology and Fertility of Soils*, 43: 519-529.
- Freppaz M., Williams B.L., Edwards A.C., Scalenghe R., Zanini E., 2007b. Simulating soil freeze/thaw cycles typical of winter alpine conditions: implications for N and P availability. *Applied Soil Ecology*, 35: 247-255.
- Freppaz M., Marchelli M., Celi L., Zanini E., 2008. Snow removal and its influence on temperature and N dynamics in alpine soils (Vallée d'Aoste-NW Italy). *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 171: 672-680.
- Groffman P.M., Driscoll C.T., Fahey T.J., Hardy J.P., Fitzhugh R.D., Tierney G.L., 2001. Effects of mild winter freezing on soil nitrogen and carbon dynamics in a northern hardwood forest. *Biogeochemistry*, 56: 191-213.
- Hénault C., Devis X., Lucas J.L., Germon J.C., 1998. Influence of different agricultural practices (type of crop, form of N-fertilizer) on soil nitrous oxide emissions. *Biology and Fertility of Soils*, 27: 299-306.
- Hinman W.C., Frederick B., 1968. Alterations of soil structure upon freezing and thawing and subsequent drying. *Canadian Journal of Soil Science*, 50: 179-182.
- Horner R. A., 1990. *Techniques for sampling sea-ice algae*. In L. K. Medlin and J. Priddle, editors. Polar marine diatoms. British Antarctic Survey, Cambridge, England. (p. 19-23).
- IUSS WORKING GROUP WRB., 2006. World reference base for soil resources 2006. 2nd edition. World Soil Resources Reports No. 103. FAO, Rome.
- Pomeroy J.W., Brun E., 2001. *Physical Properties of Snow*. In: Jones, Pomeroy, Walker, Hoham (ed.) Snow Ecology. Cambridge University Press, UK. P.378.
- Rixen C., Freppaz M., Wipf S., Stoeckli V., 2008. Altered snow density and chemistry change soil nitrogen mineralization and plant growth. *Arctic Antarctic and Alpine Research*, 40 (3): 568-575.
- Saarnio A.J., Nykären H., Silvola J., Martikainen P.J., 1999. Winter CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O fluxes on some natural and drained boreal peatlands. *Biogeochemistry*, 44: 163-186.
- Sakai A., Larcher W., 1987. *Frost survival of plants: responses and adaptations to freezing stress*. New York: Springer-Verlag.
- Scalenghe R., Bonifacio E., Celi L., Ugolini F.C., Zanini E., 2002. Pedogenesis in disturbed alpine soils. *Geoderma*, 109: 207-224.
- Schimel J.P., Bilbrough C., Welker J.M., 2004. Increased snow depth affects microbial activity and nitrogen mineralization in two Arctic tundra communities. *Soil Biology and Biochemistry*, 36: 217-227.
- Schmidt I.K., Jonasson S., Michelsen A., 1999. Mineralization and microbial immobilization of N and P in arctic soils in relation to season, temperature and nutrient amendment. *Applied Soil Ecology*, 11: 147-160.
- Shanley J.B., Chalmers A., 1999. The effect of frozen soil on snowmelt runoff at Sleepers River, Vermont. *Hydrological Processes*, 13: 1843-1858.
- Skoagland T., Lomeland S., Goksoy J., 1988. Respiratory burst after freezing and thawing of soil: experiments with soil bacteria. *Soil Biology and Biochemistry*, 20: 851-856.
- Sommerfeld R.A., Mosier A.R., Musselman R.C., 1993. CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O flux through a Wyoming snowpack. *Nature*, 361:140-143.
- Sturm M., Holmgren J., König M., Morris K., 1997. The thermal conductivity of seasonal snow. *Journal of Glaciology*, 43: 26-41.
- Teepe R., Brumme R., Beese F., 2001. Nitrous oxide emissions from soil during freezing and thawing periods. *Soil Biology and Biochemistry*, 33: 1269-1275.
- Tierney G.L., Fahey T.J., Groffman P.M., Hardy J.P., Fitzhugh R.D., Driscoll C.T., 2001. Soil freezing alters fine root dynamics in a northern hardwood forest. *Biogeochemistry*, 56: 175-190.
- Williams M.W., Bales R.C., Brown A.D., Melack J.M., 1995. Fluxes and transformations of nitrogen in a high-elevation catchment, Sierra Nevada. *Biogeochemistry*, 28: 1-31.
- Zanini E. Freppaz M., 2006. Effetti del cambiamento del regime delle precipitazioni nevose sulla temperatura del suolo e sul ciclo dei nutrienti in pedoambienti alpini. *Ital Journal of Agronomy*, 3: 577-585.

## RIASSUNTO

In montagna il regime delle precipitazioni nevose esercita un ruolo fondamentale nel condizionare la temperatura e la dinamica degli elementi nutritivi del suolo. Obiettivo del lavoro è stato quello di evidenziare l'effetto di un incremento di densità del manto nevoso sulla temperatura del suolo e conseguentemente sui processi di mineralizzazione dell'azoto.

I suoli sono stati prelevati a Gressoney St Jean e Gressoney La Trinité, sotto differenti coperture vegetali. Il topsoil è stato incubato in sacchetti di polietilene all'interno di un campo sperimentale allestito con 4 tipi di trattamento del manto nevoso: a) neve naturale non battuta; b) neve naturale battuta; c) neve artificiale con additivi batterici battuta; d) neve artificiale battuta. La temperatura del suolo è stata registrata mediante data loggers. La misura di nitrati e ammonio, prima e dopo l'incubazione, ha permesso la determinazione della mineralizzazione netta dell'azoto.

Nel corso dell'inverno la temperatura del suolo sotto la neve naturale non battuta è rimasta prossima a 0°C. Sotto i manti nevosi di densità maggiore, la temperatura del suolo è risultata significativamente inferiore, con un incremento della mineralizzazione netta dell'azoto sotto pecceta e ontaneto. Questi risultati evidenziano come anche modeste variazioni delle proprietà del manto nevoso possano significativamente influenzare le caratteristiche dei suoli montani nel corso dell'inverno.

## RÉSUMÉ

*Influence de la densité du manteau neigeux sur la température et la minéralisation nette de l'azote dans les sols de montagne en Vallée d'Aoste*

En montagne, le régime des précipitations neigeuses joue un rôle fondamental et conditionne la température et la dynamique des éléments nutritifs du sol. L'objectif de l'étude a été de mettre en évidence l'effet d'une augmentation de densité du manteau neigeux sur la température du sol et par conséquent sur les processus de minéralisation de l'azote.

Les sols ont été prélevés à Gressoney-Saint-Jean et Gressoney-La-Trinité sous différents couverts végétaux. Le topsoil a été incubé dans des sachets de polyéthylène au sein d'un champ expérimental comportant 4 types de traitement du manteau neigeux: a) neige naturelle non battue, b) neige naturelle battue, c) neige artificielle battue avec additifs bactériens, d) neige artificielle battue. La température du sol a été enregistrée au moyen de data loggers. La mesure des nitrates et de l'ammonium avant et après l'incubation a permis de déterminer la minéralisation nette de l'azote.

Au cours de l'hiver, la température du sol sous la neige naturelle non battue est restée proche du 0°C. Sous les manteaux neigeux de densité majeure, la température du sol s'est avérée nettement inférieure et l'on a constaté une augmentation de la minéralisation nette de l'azote dans les pessières et les aulnaies. Ces résultats mettent donc en évidence que même des variations modestes des propriétés du manteau neigeux peuvent avoir une influence significative sur les caractéristiques des sols de montagne au cours de l'année.