

Evoluzione della vegetazione di piste da sci inerbite con miscugli di semente di specie idonee al sito.

Giovanni Peratoner^{1,2}, Bernhard Krautzer³, Wilhelm Graiss³, Sonia Venerus⁴, Christian Partl⁵

¹ Department of Forage Production and Grassland Ecology, University of Kassel, Witzenhausen, Germany

² Sezione di Agricoltura Montana, Centro di Sperimentazione Agricola e Forestale Laimburg, Vadena, Italia (indirizzo attuale)

³ Department Vegetation Management in Alpine Regions, Agricultural Research and Education Centre Raumberg – Gumpenstein, Irdning, Austria

⁴ Settore Agricoltura Aziende Sperimentali Dimostrative della Provincia di Pordenone, Pordenone, Italia

⁵ Amt der Tiroler Landesregierung, Fachbereich Landwirtschaftliches Versuchswesen, Innsbruck, Austria

Abstract

Within the EU-research project ALPEROS, in which partner institutions of 4 European countries (I, A, D, CH) were involved, field experiments have been conducted for four years on ski runs. The experimental sites were spread over a large part of the Alps. Site-specific seed mixtures, mainly containing ecotypes of species typical of the subalpine and alpine vegetation belt in the Alps, were compared with a conventional seed mixture, containing commercial varieties of lowland forage species. In absence of fertilizer input in the growing seasons following trial establishment and irrespective of the performance of maintenance cuts, the vegetation obtained with the site-specific seed mixtures proved to be more persistent of that obtained with the conventional seed mixture. On the basis of the vegetation dynamics observed, the experiments allowed to get some hints for the use of the site-specific species.

Riassunto

Nell'ambito del progetto europeo ALPEROS, al quale hanno preso parte partner di 4 paesi europei (I, A, D, CH), sono state condotte delle prove sperimentali di durata quadriennale su piste da sci dislocate in buona parte dell'arco alpino. Dei miscugli di semente idonei al sito, costituiti in prevalenza da ecotipi di specie degli orizzonti subalpino ed alpino delle Alpi, sono stati messi a confronto con un miscuglio convenzionale, formato da varietà commerciali di specie foraggere di pianura. In assenza di concimazioni di soccorso e indipendentemente dall'esecuzione di sfalci di manutenzione, la vegetazione ottenuta con i miscugli idonei al sito si è dimostrata più persistente di quella ottenuta con il miscuglio convenzionale. Sulla base delle dinamiche vegetazionali osservate in campo, questi esperimenti hanno consentito di ottenere delle indicazioni per un impiego mirato delle specie idonee al sito nei miscugli di semente.

Introduzione

La vegetazione svolge un ruolo estremamente importante nel prevenire o minimizzare l'erosione causata dall'azione degli agenti atmosferici. In seguito all'esecuzione di movimenti terra, i quali comportano di norma danneggiamenti della vegetazione di grave entità, il ripristino della copertura vegetale rappresenta perciò una misura di estrema importanza per bloccare sul nascere l'insorgere dei fenomeni erosivi. I miscugli di semente comunemente impiegati per l'inerbimento delle piste da sci, una volta modellato il profilo della pista, sono composti generalmente da varietà di specie foraggere di pianura, selezionate perlopiù per garantire produzioni di foraggio quantitativamente e qualitativamente elevate. Queste specie, spesso molto rapide nella fase di insediamento, non garantiscono però la persistenza necessaria per assicurare le funzioni protettive dell'inerbimento anche nel medio e nel lungo periodo (Schiechtel 1972, Köck 1975, Spatz 1985). Ciò vale soprattutto per le situazioni in cui le condizioni climatiche ed edafiche sono sfavorevoli alla vegetazione, come nel caso delle aree ad alta quota (Mosimann 1984), e per quelle in cui le cure culturali come le concimazioni e gli sfalci non vengono effettuate con regolarità. A partire dall'inizio degli anni '80, diversi autori (Florineth 1982, Spatz *et al.* 1987, Urbanska 1990) hanno proposto in diverse occasioni la teoria che l'impiego di specie idonee al sito, naturalmente distribuite nelle aree da inerbire, costituisca la soluzione di questo problema. Questa ipotesi si basava principalmente sulla

considerazione che le specie idonee al sito sono adattate alle severe condizioni ambientali e riescono quindi a portare a termine efficacemente il loro ciclo vitale, non richiedono cure colturali intensive e sono in grado di garantire la durata e l'efficacia della funzione protettiva dell'inerbimento anche nel medio e nel lungo periodo. Uno dei possibili approcci per l'impiego delle specie idonee al sito consiste nella raccolta in natura del seme, nella sua moltiplicazione in aree a bassa quota e nel suo reimpiego in aree con caratteristiche ecologiche simili a quelle delle zone di raccolta del materiale moltiplicato. La coltivazione a bassa quota consente di ottenere maggiori produzioni e un miglioramento qualitativo del seme in termini di peso di mille semi e capacità germinativa (Krautzer 1995). A partire dalla fine degli anni '80 in Europa sono stati portati avanti diversi programmi di ricerca volti ad individuare le specie per le quali la moltiplicazione della semente era possibile e ad ottimizzare le tecniche di produzione della semente (Köck *et al.* 1989, Florineth 1992, Krautzer 1995). Precedenti esperimenti di impiego della semente prodotta in miscugli per l'inerbimento di aree ad alta quota hanno fornito risultati promettenti (Krautzer 1997, Holaus 1998).

Il progetto ALPEROS

Nell'ambito del progetto europeo ALPEROS (Seed propagation of alpine species and their use for the restoration of eroded areas in the Alps) sono stati condotti degli esperimenti scientifici, aventi come oggetto l'inerbimento delle piste da sci in località distribuite in buona parte dell'arco alpino, a quote comprese tra 1.245 e 2.350 m s.l.m. In ognuno dei siti sperimentali, organizzati tutti secondo lo stesso disegno sperimentale, un miscuglio di semente convenzionale, composto di specie foraggiere di bassa quota e comunemente usato in Austria per l'inerbimento di piste da sci ad alta quota, è stato messo a confronto in una prova di durata quadriennale con miscugli di semente di specie idonee al sito. Nel presente lavoro vengono presentati i risultati ottenuti in quattro dei siti studiati, ubicati al di sotto, nei pressi e al di sopra del limite della vegetazione arborea e rappresentativi di un ampio ventaglio di situazioni, aventi tutte in comune una certa povertà edafica (Tabella 1).

Tabella 1: Ubicazione dei siti sperimentali, matrice geologica e proprietà chimiche del suolo al momento della semina.

Table 1: Location of the experimental sites, parent rock and soil chemical properties at trial establishment.

Sito	Ubicazione	Altitudine (m s.l.m.); Esposizione	Matrice geologica	Proprietà chimiche del suolo				
				pH	humus (g/kg)	N _{tot} (g/kg)	P (mg/kg)	K (mg/kg)
Sudelfeld	Baviera, D	1.245; N	calcarea	6,9	82	4,4	13	56
Piancavallo	Friuli Venezia Giulia, I	1.435; SO	calcarea	7,2	11	2,7	13	64
Hochwurzen	Stiria, A	1.830; SE	silicea*	6,6	40	2,1	13	47
Gerlos	Tirolo, A	2.280; S	silicea	4,9	57	2,7	22	31

*con riporto di terreno alloctono

La composizione dei miscugli di semente di specie idonee al sito è stata definita in base alle caratteristiche ecologiche di ciascuno dei siti sperimentali. In Tabella 2 sono riportate le quantità massime impiegate di ciascuna specie. In ogni stazione sono stati impiegati due miscugli idonei al sito, uno dei quali è stato sfalcato periodicamente, mentre l'altro è stato lasciato alla libera evoluzione. Tutti i miscugli sono stati impiegati con una quantità di seme di 15 g/m². È stata effettuata una sola concimazione di entità moderata, contestualmente alla semina, con quantità pari a circa 35-50 kg/ha di N, 20-30 kg/ha di P₂O₅ e 10-30 kg/ha di K₂O, a seconda delle tecniche di inerimento impiegate nell'esperimento. Il loro effetto non verrà discusso in questa sede, ma è stato oggetto di ulteriori pubblicazioni (Krautzer *et al.* 2001, Peratoner 2003, Krautzer *et al.* 2005).

Ulteriori informazioni di dettaglio sulle prove sperimentali del progetto ALPEROS possono essere ottenute visitando il sito www.alperos.org.

Tabella 2: Quantità massime di semente delle specie incluse nei miscugli di specie idonee al sito impiegati nelle prove sperimentali del progetto ALPEROS.

Table 2: Largest seed amount of the species included in the site-specific seed mixtures of the ALPEROS project.

Percentuale massima in peso impiegata nei miscugli	Specie
superiore al 20%	<i>Festuca nigrescens</i> , <i>Poa alpina</i>
tra 8% e 15%	<i>Avenella flexuosa</i> , <i>Phleum alpinum</i> , <i>Phleum hirsutum</i> , <i>Poa violacea</i> , <i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>vulneraria</i>
tra 4% e 7%	<i>Festuca pseudodura</i> , <i>Festuca supina</i> , <i>Poa supina</i> , <i>Lotus corniculatus</i> , <i>Trifolium badium</i> , <i>Trifolium pratense</i> subsp. <i>nivale</i>
inferiore al 3%	<i>Achillea millefolium</i> , <i>Leontodon hispidus</i> , <i>Plantago lanceolata</i>

Valutazione dell'efficacia di miscugli convenzionali e idonei al sito per la protezione dall'erosione nel medio periodo

Uno dei parametri più importanti per la valutazione dell'esito dell'inerbimento e della sua efficacia nel prevenire i fenomeni erosivi è la copertura del suolo da parte della vegetazione. In presenza di un coticco denso e continuo l'erosione è praticamente pari a zero, anche nel caso le precipitazioni siano particolarmente intense, mentre la quantità di materiale asportato dall'azione degli agenti atmosferici aumenta in maniera esponenziale al diminuire della copertura vegetale. Per coperture superiori al 70-80% l'erosione assume normalmente valori trascurabili (Mosimann 1984). Inoltre, poiché uno dei maggiori problemi degli inerbimenti di aree ad alta quota è la persistenza della vegetazione insediata, la valutazione va effettuata mediante un monitoraggio in un arco di tempo che comprenda più stagioni vegetative ed i relativi periodi di riposo vegetativo. Per questo motivo l'evoluzione della copertura vegetale delle prove sperimentali del progetto ALPEROS è stata rilevata per quattro stagioni vegetative consecutive. Per garantire la confrontabilità dei dati raccolti in diversi anni, indipendentemente dall'andamento meteorologico, i rilievi sono stati effettuati in corrispondenza della fioritura di *Festuca nigrescens*, inclusa in almeno uno dei miscugli di ogni sito sperimentale.

Nel periodo immediatamente successivo alla semina, le specie foraggere di pianura presenti nel miscuglio convenzionale si sono dimostrate più rapide di quelle idonee al sito nella fase di emergenza ed affermazione (Foto 1 e 2), ma già alla fine della prima stagione vegetativa in nessuno dei siti sperimentali erano osservabili differenze tra i miscugli in termini di copertura (Figura 1). A partire dalla seconda e dalla terza stagione vegetativa, nella maggior parte dei casi la situazione si è invece modificata a favore della vegetazione ottenuta con i miscugli idonei al sito e, al termine del periodo di osservazione, in tre dei quattro siti la copertura della vegetazione era complessivamente più elevata nelle tesi seminate con i miscugli idonei al sito rispetto a quelle in cui era stato impiegato il miscuglio convenzionale. È degno di nota il fatto che non sono state osservate differenze tra le tesi sfalciate e quelle lasciate alla libera evoluzione. Ciò suggerisce che qualora la produzione di foraggio non rientri negli obiettivi dell'inerbimento, l'impiego di questo tipo di miscugli rende superflua l'esecuzione degli sfalci di manutenzione, rendendo meno costosa la gestione delle aree inerbite.

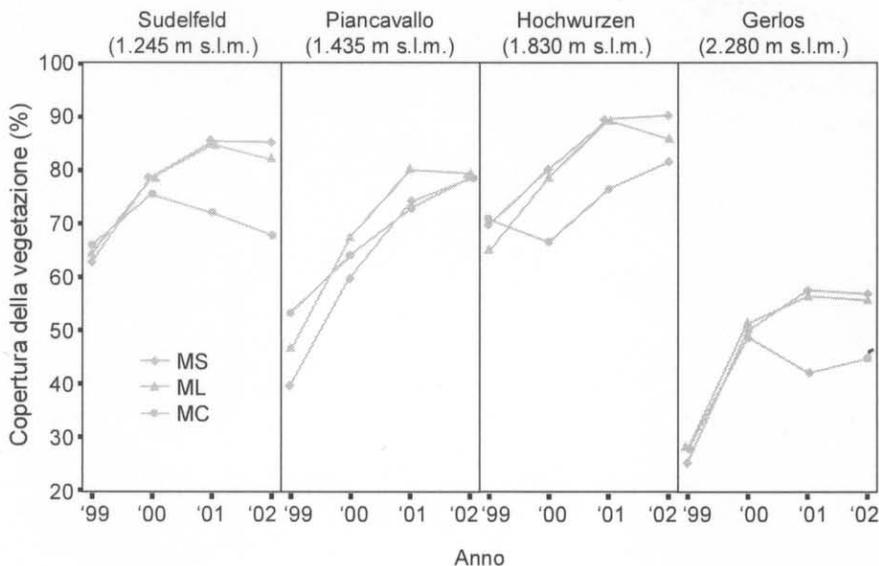


Figura 1: Andamento della copertura della vegetazione (muschi inclusi) nei quattro siti sperimentali ottenuta con il miscuglio convenzionale (MC) e con due miscugli di semente di specie idonee al sito, uno regolarmente sfalciato (MS) ed uno lasciato alla libera evoluzione (ML).

Figure 1: Changes over time of the vegetation cover (mosses included) obtained at the four experimental sites with the conventional seed mixture (MC) and two site-specific seed mixtures, of which one was periodically mown (MS) and the other was not subjected to any kind of utilisation (ML).

Considerazioni relative all'impiego delle singole specie

I risultati dei rilievi della frequenza e della copertura delle singole specie idonee al sito hanno messo in evidenza alcuni comportamenti ricorrenti, dovuti alle caratteristiche intrinseche delle specie e alle condizioni sperimentali definite per la prova.

Poa alpina e *Festuca nigrescens* sono le specie utilizzate più di frequente nei miscugli per la loro relativa facilità di propagazione e quindi per il loro prezzo contenuto. Nella maggior parte dei siti sperimentali *Poa alpina* ha svolto un'importante funzione pioniera nelle due stagioni vegetative iniziali, regredendo poi talvolta a livelli di copertura inferiori, presumibilmente a causa di fenomeni competitivi, accentuati dall'assenza delle concimazioni di soccorso negli anni successivi alla semina. *Poa alpina* è infatti legata in natura a situazioni relativamente pingui. *Festuca nigrescens* si è invece dimostrata la specie più persistente nel lungo periodo e ha compensato efficacemente il calo di *Poa alpina* e di altre specie.

Altre graminacee (ad esempio *Phleum alpinum*, *Phleum hirsutum*, *Poa violacea*), impiegate con quantità di seme piuttosto ridotte, hanno raggiunto bassi gradi di copertura mantenendo però una frequenza più o meno costante durante il quadriennio. *Avenella flexuosa* è risultata impiegabile solo su suoli a reazioni fortemente acide, mentre è scomparsa nel giro di una stagione vegetativa da tutti gli altri.

Nella maggior parte dei casi le leguminose impiegate, dopo una fase di affermazione soddisfacente, hanno mostrato spesso nel medio periodo una tendenza alla diminuzione, assestandosi su valori complessivi di copertura variabili tra il 6% e il 33%. Una drastica riduzione è stata particolarmente evidente per *Anthyllis vulneraria* subsp. *vulneraria*, che è una specie perlopiù biennale (Pardini *et al.* 1997), a partire dalla terza stagione vegetativa. Un comportamento analogo, ma meno accentuato, è stato osservato nel quarto anno di osservazione presso il sito di Hochwurzen per *Trifolium badium*, che è una specie biennale o triennale

(Hegi 1964). La persistenza nel cotico di queste specie è subordinata alla maturazione dei semi, alla loro disseminazione, germinazione ed all'affermazione delle plantule. L'opportunità del loro impiego nei miscugli va ponderata accuratamente, a seconda che la loro azione pioniera e miglioratrice del suolo sia considerata come un argomento sufficiente, anche a fronte di costi di acquisto della semente piuttosto elevati. *Trifolium pratense* subsp. *nivale* e *Lotus corniculatus* hanno mostrato invece in generale una buona persistenza.

Tra le dicotiledoni, soddisfacenti risultati sono stati ottenuti nei siti di Sudelfeld e Piancavallo con *Leontodon hispidus*, confermando quanto già osservato da Pröbstl *et al.* (1998). Per quanto riguarda *Silene vulgaris* e *Achillea millefolium* può essere opportuno limitare la quantità di seme impiegata, in quanto possono diventare molto abbondanti in situazioni particolari (Foto 3 e 4).

Silene vulgaris, *Poa alpina* e *Anthyllis vulneraria* si sono dimostrate particolarmente efficaci nella colonizzazione di lacune nel cotico, le prime due in seguito a danneggiamenti di tipo meccanico, la terza in particolare su suoli ricchi superficialmente di scheletro calcareo e con una bassa copertura complessiva della vegetazione.

In Tabella 3 sono riassunte le condizioni di impiego delle principali specie idonee al sito reperibili in commercio (Krautzer *et al.* 2004).

Tabella 3: Caratteristiche di impiego delle principali specie idonee al sito (da Krautzer *et al.* 2004).

Table 3: Characteristics of the main site-specific species (from Krautzer *et al.* 2004).

SPECIE	ORIZZONTE			SUB-STRATO		UMIDITÀ		TOLLERANZA A			QUALITÀ DEL FORAGGIO	DENSITÀ DEL COTICO
	montano	subalpino	alpino	siliceo	calcareo	asciutto	umido	concimazione	sfalcio	calpestamento		
GRAMINACEE												
<i>Avenella flexuosa</i>	+	+	+	+	-	+	(-)	(-)	-	(-)	-	(-)
<i>Festuca nigrescens</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	(+)	+
<i>Festuca picturata</i>	-	+	+	+	+	+	(+)	+	+	(+)	(+)	+
<i>Festuca pseudodura</i>	-	(+)	+	+	(-)	+	(-)	(+)	-	(+)	-	(+)
<i>Festuca supina</i>	-	+	+	+	(-)	+	(-)	(+)	(-)	+	-	-
<i>Festuca varia</i> s.str.	(-)	+	+	+	(-)	+	-	(-)	-	-	-	(+)
<i>Phleum alpinum</i>	(+)	+	+	+	(+)	(+)	+	+	+	+	(+)	+
<i>Phleum hirsutum</i>	(+)	+	+	(-)	+	+	(-)	+	+	+	+	+
<i>Poa alpina</i>	(+)	+	+	(+)	+	+	(+)	+	+	+	+	(+)
<i>Poa violacea</i>	-	+	+	+	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(-)	(+)
LEGUMINOSE												
<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>vulneraria</i>	+	(+)	-	(-)	+	+	-	(+)	(-)	(+)	(-)	-
<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>alpestris</i>	+	+	+	(-)	+	+	-	(+)	(-)	(+)	(-)	-
<i>Trifolium badium</i>	(+)	+	+	+	+	+	+	(+)	+	+	+	(-)
<i>Trifolium pratense</i> subsp. <i>nivale</i>	-	+	+	+	(+)	(+)	+	(+)	+	+	+	(-)
ALTRE DICOTILEDONI												
<i>Achillea millefolium</i> s.l.	+	+	(+)	(+)	+	(+)	(+)	+	+	+	(+)	(+)
<i>Leontodon hispidus</i> s.l.	+	+	+	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	+	(+)	(-)

+ = molto adatta/molto buona; (+) = adatta/buona; (-) = poco adatta/scarsa; - = non adatta/molto scarsa

Conclusioni

Nonostante i costi di produzione della semente delle specie idonee al sito siano più elevati di quelli delle specie foraggere convenzionali, il loro impiego in miscugli di semente può portare nel medio e lungo periodo anche a vantaggi di tipo economico. Grazie alla maggiore persistenza dell'inerbimento vengono ridotti i costi per le risemine e per la risistemazione di aree erose create in seguito al deterioramento dell'inerbimento. Un ulteriore fattore di risparmio è rappresentato inoltre dalla possibile riduzione delle cure colturali.

Ringraziamenti

Il progetto ALPEROS è stato finanziato dalla Commissione Europea (FAIR CT98-4024).

Bibliografia

- FLORINETH, F. (1982) *Begrünungen von Erosionszonen im Bereich und über der Waldgrenze. Zeitschrift für Vegetationstechnik* 5: 20-24.
- FLORINETH, F. (1992) *Hochlagenbegrünung in Südtirol. Rasen, Turf, Gazon* 23: 74-78.
- HEGI, G. (1964) *Illustrierte Flora von Mittel-Europa. Band IV 3. Teil.* Karl Hanser Verlag, München.
- HOLAUS, K. (1998) *Geologie und Klima Tirols, deren Auswirkungen auf die Pflanzenauswahl mit besonderer Berücksichtigung der Hochlagenbegrünung. Rasen, Turf, Gazon* 29: 43-51.
- KÖCK, L. (1975): *Pflanzenbestände von Schipisten in Beziehung zu Einsaat und Kontaktvegetation. Rasen, Turf, Gazon* 6: 102-106.
- KÖCK, L.; KLEY, G.; TRENKWALDER, K. (1989) *Sammlung und züchterische Bearbeitung alpiner Ökotypen für Hochlagenbegrünung.* In: Köck, L.; Holaus, K. (ed.): *50 Jahre Landesanstalt für Pflanzenzucht und Samenprüfung in Rinn.* Rinn, pp. 89-91.
- KRAUTZER, B. (1995) *Untersuchungen zur Samenvermehrbarkeit alpiner Pflanzen.* Veröffentlichungen der BAL Gumpenstein 24, BAL Gumpenstein, Irdning.
- KRAUTZER, B. (1997) *Standortgerechte Hochlagenbegrünungsmischungen im Vergleich zu Handelssaatgut.* In: Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein (Ed.): *50 Jahre Forschung für die alpenländische Landwirtschaft. 1947-1997* BAL Gumpenstein, Irdning, pp. 193-202.
- KRAUTZER, B.; BOHNER, A.; PARTL, C.; VENERUS, S.; PARENTE, G. (2001) *New approaches to restoration of alpine ski slopes. Grassland Science in Europe* 6: 193-196.
- KRAUTZER, B.; PERATONER, G.; BOZZO, F. (2004) *Specie erbacee idonee al sito. Produzione del seme ed utilizzo per l'inerbimento in ambiente montano.* Provincia di Pordenone, Pordenone.
- KRAUTZER, B.; PERATONER, G.; GRAISS, W.; GREIMEL, M. (2005) *Hochlagenbegrünung mit standortgerechtem Saatgut - Ergebnisse des EU-Forschungsprojektes "ALPEROS", in stampa.*
- MOSIMANN, T. (1984) *Das Stabilitätspotential alpiner Geoökosysteme gegenüber Bodenstörungen durch Skipistenbau. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie* 12: 167-176.
- PARDINI, A.; PAZZI, G.; PIEMONTESE, S.; TALAMUCCI, P. (1997) *Velocità di insediamento, sviluppo radicale ed azione antierosiva di alcune specie da impiegare nell'inerbimento di piste da sci. Rivista di Agronomia* 31: 246-249.
- PERATONER, G. (2003) *Organic seed propagation of alpine species and their use in ecological restoration of ski runs in mountain regions.* Kassel University Press, Kassel.
- PROBSTL, U.; AMMER, U.; KARPf, S. (1998) *Wege zu einer verbesserten Begrünung von Schadstellen im Hochgebirge. Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt* 63: 57-77.
- SCHIECHTL, H. M. (1972) *Probleme und Verfahren der Begrünung extremer Standorte im Voralpen- und Alpenraum. Rasen, Turf, Gazon* 3: 1-6.
- SPATZ, G. (1985) *Zur Ausdauer von Skipistenbegrünungen in Hochlagen. Rasen, Turf, Gazon* 16: 15-19.
- SPATZ, G.; PARK, G. J.; WEIS, G. B. (1987) *Untersuchungen zur Einwanderung autochthoner Arten auf planierten und begrüneten Schipisten in der subalpinen und alpinen Stufe. Natur und Landschaft* 62: 293-295.

URBANSKA, K. M. (1990) *Standortgerechte Skipistenbegrünung in hochalpinen Lagen*. *Zeitschrift für Vegetationstechnik* 13: 75-78.



Foto 1 e 2: Le specie foraggere di pianura contenute nei miscugli convenzionali (sinistra) sono più rapide di quelle idonee al sito (destra) nella fase di germinazione ed affermazione. Sito sperimentale di Sudelfeld, due settimane dopo l'esecuzione dell'idrosemina (Foto Peratoner).

Picture 1 and 2: The forage species included in the conventional seed mixture (left) have a faster germination and establishment than the site-specific species (right). Experimental site at Sudelfeld, two weeks after seeding.



Foto 3 e 4: *Silene vulgaris* (sinistra) e *Achillea millefolium* (destra) possono assumere valori elevati di copertura anche se seminate in quantità modeste (rispettivamente 2% e 3% nel miscuglio). Le foto si riferiscono alla prova di Sudelfeld nella quarta stagione vegetativa e a quella di Piancavallo nella sesta stagione vegetativa (Foto Peratoner).

*Picture 3 and 4: *Silene vulgaris* (left) and *Achillea millefolium* (right) can become very abundant even if sown in small amounts (2% and 3% respectively in the seed mixture). The pictures refer to the experimental site Sudelfeld in the fourth growing season and to that at Piancavallo in the sixth growing season.*