a353-368 BIANCHI - CALAMINI 22-10-2002 16:59 Pagina 353

LIVIO BIANCHI (*) - GIANFRANCO CALAMINI (**)
ENRICO GREGORI (***) - MARCO PACI (**) - SIMONA PALLANZA (****)
ALBERTO PIERGUIDI (**) - FABIO SALBITANO (**)
ANDREA TANI (**) - STEFANO VEDELE (**)

VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DEL RIMBOSCHIMENTO IN ZONE ARIDE DELLA SARDEGNA: RISULTATI PRELIMINARI SULLA VEGETAZIONE (1)

FDC 233 : 914 : (450.88)

Lo studio finalizzato alla valutazione degli effetti indotti dal rimboschimento sulle caratteristiche del suolo e della vegetazione, è stato condotto in tre aree della Sardegna centrale. In ognuna di queste zone sono state poste a confronto due aree contigue, una delle quali rimboschita e l'altra caratterizzata dalla presenza di vegetazione naturale (macchia mediterranea).

I risultati preliminari, relativi ai soli aspetti della vegetazione forestale, hanno messo in luce:

1. le aree rimboschite, in media, presentano valori di biomassa totale superiori rispetto alle aree a macchia;

2. le aree a macchia sono caratterizzate da quantitativi di biomassa totale estremamente differenziati e nei casi migliori si registrano valori comparabili a quelli delle aree rimboschite;

3. nelle aree rimboschite si osserva una maggiore diversità specifica. In particolare la rinnovazione di leccio risulta favorita dalla presenza di una copertura arborea artificiale.

PREMESSA

Anche nei Paesi Mediterranei l'allarme desertificazione è stato lanciato da tempo e in diverse occasioni dalla U.E. (FANTECHI e MARGARIS, 1986; PEREZ TREJO, 1994) e per più di un decennio la Commissione Europea ha individuato

(*) Università della Basilicata, Dipartimento di Produzione Vegetale (Potenza).
(**) Università di Firenze, DISTAF.
(***) Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo di Firenze.
(****) Servizio Ispettorato Ripartimentale delle Foreste di Oristano.

(1) Lavoro svolto nell'ambito del progetto MIUR cofin2000 «Studio dell'influenza e del ruolo di frangivento, alberature e rimboschimenti nella lotta alla desertificazione in ambiente mediterraneo» (coordinatore scientifico: O. Ciancio).

a353-368 BIANCHI - CALAMINI 22-10-2002 16:59 Pagina 354

nella desertificazione uno dei maggiori problemi nell'Europa Meridionale. Attualmente il concetto condiviso di desertificazione abbraccia tutti quei «processi che portano alla riduzione del potenziale biologico ed economico delle terre aride ed alla loro sempre maggiore vulnerabilità» (ANPA *et al.*, 2000).

La Sardegna è stata riconosciuta come una Regione a rischio secondo quanto stabilito dal Comitato Nazionale per la lotta alla siccità e alla desertificazione, creato in attuazione della Convenzione delle Nazioni Unite sulla desertificazione (UNCCD, L. n. 170 del 4 giugno 1997).

Varie zone della regione hanno caratteristiche ascrivibili a climi subaridi e aridi mediterranei, con precipitazioni medie annue prossime ai 400 mm. Nel recente passato sono state frequentemente registrate annate con precipitazioni inferiori ai 300 mm.

Alle peculiarità climatiche si sommano gli effetti dell'azione antropica che, nel corso del tempo, ha spesso contribuito a degradare i paesaggi.

Il rimboschimento è infatti uno dei mezzi per accelerare i processi evolutivi della copertura forestale. La politica dei rimboschimenti da tempo intrapresa dalla Regione Sardegna (senz'altro la regione italiana più impegnata nella politica dei rimboschimenti in ambienti aridi) è stata concepita proprio come strumento di contrasto a questi processi: nel triennio 1993-95, in Sardegna si sono realizzati rimboschimenti per una superficie pari a circa il 25 % dell'intera superficie nazionale rimboschita (ISTAT, 1993, 1994, 1995).

Gli effetti degli interventi possono essere visti sia a scala stazionale sia a scala di paesaggio e la valutazione dei loro effetti può essere fatta sia nel breve che nel lungo periodo.

Il presente lavoro vuole rappresentare un contributo allo studio della efficacia del rimboschimento quale strumento per combattere il processo di desertificazione: in particolare si è cercato di capire l'influenza degli impianti arborei sia sulla dinamica evolutiva della vegetazione, sia sul controllo dell'erosione superficiale.

A tale scopo, sono state individuate tre aree campione, una nella Provincia di Oristano e due in quella di Nuoro, dove sono state valutate, attraverso il confronto con aree testimoni, le modificazioni indotte dalle attività di rimboschimento sul suolo e sulla vegetazione.

DATI STAZIONALI

Le aree oggetto di studio sono localizzate nelle F. D. di Usinavà (Nuoro), Montes (Nuoro) e nella parte sommitale del Monte Arci, su terreni di proprietà del comune di Ales (Oristano). Le aree sono state scelte in modo da essere rappresentative delle caratteristiche medie dei popolamen-

a353-368 BIANCHI - CALAMINI 22-10-2002 16:59 Pagina 355

ti. Si riporta di seguito, in maniera sintetica, oltre alle caratteristiche geografiche e topografiche, una breve descrizione della tipologia della vegetazione relativa alle zone limitrofe alle aree di studio.

1. Usinavà: Lat. 40° 42' N, Long. 9° 47' E. Paesaggio dominato da macchia bassa con rocciosità affioranti di notevole entità ed ampia diffusione,cui si aggiungono pascoli e rimboschimenti a gradoni, responsabili del rimodellamelo della morfologia.
2. Montes: Lat. 40° 12' N , Long. 9° 20' E. Paesaggio dominato da macchia alta, boschi infraperti di leccio, foresta di leccio e rimboschimenti di conifere con strutture tassonomiche e spaziali molto diversificate.
3. Monte Arci: Lat. 39° 48' N, Long. 8° 40' E. Paesaggio dominato da macchia alta e boschi di leccio associati a rimboschimenti di conifere: rocciosità notevole sia nelle are di altipiano sia sui versanti.

Per l'inquadramento climatico delle tre località si riportano i dati meteorologici disponibili per diverse stazioni relativamente vicine e/o analoghe per contesto geografico e morfologia. Per la termometria sono state prescelte le stazioni riferite nel quadro che segue:

Stazione	Quota (m s.l.m.)	Lat. N	Long. W (M. Mario)
Is Cannoneris	716	39° 01'	3° 36'
Ales *	167	39° 46'	3° 38'
Fonni *	992	40° 7'	3° 12'
Zuighe	520	40° 45'	3° 5'
Budoni *	20	40° 42'	2° 47'
Ala dei Sardi *	663	40°39'	3° 7'
Genna Silana *	1010	40° 9'	2° 56'

per le precipitazioni l'analisi è stata estesa anche alle seguenti località:

Stazione	Quota (m s.l.m.)	Lat. N	Long. W (M. Mario)
Montevecchio *	370	39° 33'	3° 52'
Villaverde	204	39° 47'	3° 38'
Marrubiu	32	39°46'	3° 48'
Uras	20	39° 42'	3° 45'
Mogorella	299	39° 52'	3° 36'
Montes *	1060	40° 9'	3° 3'
Correboi	1071	40°4'	3° 6'
Orgosolo	591	40° 12'	3° 6'
Mamoiada	644	40° 12'	3° 10'
Mazzinaiu *	617	40° 42'	3° 4'
Torpè	24	40° 37'	2° 46'

Per le sette stazioni complete di dati termo-pluviometrici si è proceduto all'inquadramento fitoclimatico secondo Pavari-de Philippis. Il metodo di Thornthwaite (PINNA, 1977) è stato adottato per una più approfondita

a353-368 BIANCHI - CALAMINI 22-10-2002 16:59 Pagina 356

analisi del clima e per la valutazione del bilancio idrico del suolo, su base mensile, a partire dai valori medi di temperatura e dai totali di precipitazione, dalla latitudine della stazione e dalla capacità di ritenzione dell'acqua disponibile per le piante (AWC). In base ai caratteri pedologici dei profili descritti nelle località di indagine, il valore di AWC pari a 100 mm è stato considerato adeguato per rappresentare le condizioni tipiche del suolo.

Poiché la raccolta dei dati meteorologici non è completata, alcune di queste elaborazioni sono ancora in corso.

Dall'analisi dei principali parametri climatici rilevati, si deduce che il clima della zona considerata nella FD di Montes, può definirsi sostanzialmente mediterraneo con una moderata tendenza alla continentalità, espressa soprattutto da una elevata escursione termica media annua (18°C). Il periodo di aridità si prolunga dalla metà di giugno alla seconda metà di agosto. Tipica del clima mediterraneo è anche la successione stocastica di annate più piovose ad annate più secche. Dal punto di vista fitoclimatico tutta la zona considerata può essere inquadrata tra la sottozona fredda del *Lauretum* e la sottozona calda del *Castanetum* del Pavari.

La zona di Monte Arci è anch'essa da inquadrarsi nel clima mediterraneo, con stagione invernale moderatamente fredda e umida e una stagione estiva caldo-arida con ampio deficit idrico, compensato entro certi limiti da frequenti formazioni di nebbia, indice di una elevata umidità relativa dell'aria. Tra i fattori che influenzano il clima di Monte Arci, bisogna annoverare da un lato quelli dovuti all'altitudine (800 m s.l.m.) e alla vicinanza del mare, dall'altro fattori di natura orografica. I primi, in parte, si compensano a vicenda in quanto le masse di aria freddo umida, che variano di intensità e durata con l'aumentare dell'altitudine, sono mitigate da quelle calde provenienti dal mare. I fattori di natura orografica determinano una differenziazione del clima attraverso le piccole valli che costituiscono il territorio in esame, dando luogo con la loro accidentalità e variabilità di esposizione a microclimi diversi da zona a zona. Dal punto di vista fitoclimatico la zona esaminata può essere riferita al *Lauretum* sottozona media del Pavari con transizioni nella sottozona fredda.

La definizione delle caratteristiche climatiche delle F.D. di Usinavà risulta particolarmente complessa. Alla carenza di stazioni di riferimento si associa, in questo caso, una collocazione di crinale di gran parte delle Foreste, con una notevole diversità di quote ed esposizioni. Rispetto alle altre due località, pur in presenza del solito andamento bimodale delle precipitazioni, la piovosità media annua, calcolata attraverso il metodo dei poligoni di Thissen, si colloca tra 680 e 780 mm. La temperatura media annua risulta di 13.1 °C, mentre il periodo di aridità si prolunga in media per 4 mesi. Se a questo si aggiunge una generale superficialità dei terreni e una non ele-

a353-368 BIANCHI - CALAMINI 22-10-2002 16:59 Pagina 357

vata capacità idrica, ne risulta una situazione generalmente più arida rispetto alle altre due località.

Aspetti vegetazionali

Monte Arci – L'area di studio si trova ad una quota media di circa 700 m, esposta prevalentemente a sud ovest. La pendenza media è pari a circa il 5%. L'area rimboschita è una pineta rada di pino marittimo, di circa 30 anni, a densità disforme (copertura arborea media 25-30%) e a struttura biplana. Il piano superiore è costituito da piante di pino marittimo alte circa 13 m; il piano inferiore, alto circa 1,5-3 m, a densità quasi colma (90-95%), è costituito da rinnovazione di pino marittimo, cisto mospessolano e corbezzolo. Il piano erbaceo-arbustivo è costituito da felce aquilina, rovo e brachipodio rupestre.

Il soprassuolo dell'area a macchia è costituito da individui di circa 15 anni di età (periodo trascorso dall'ultimo incendio) e si presenta a struttura monoplana, di 4-5 m di altezza, a densità colma. La composizione specifica è caratterizzata dalla prevalenza di corbezzolo e, in misura minore, erica arborea e rovo. Più rara è la presenza di felce aquilina; il piano erbaceo è assente.

F.D. Montes – L'area di studio è situata ad una altitudine di 1100 m, esposta a nord est. La pendenza media è del 30-40%. L'area rimboschita è una pineta di pino nero di circa 27 anni a struttura monoplana a densità da normale a quasi scarsa (60-70%). L'altezza media è pari a 12-13 m. Dove la copertura risulta meno densa, si osserva la presenza di giovani piante di leccio alte fino a 4,5 m. Il piano arbustivo, a densità irregolare e mai denso, è costituito in prevalenza da erica arborea, cisto salvifolio e biancospino. Il piano erbaceo (in cui dominano brachipodio rupestre e erba mazzolina) ha una densità irregolare a gruppi. Nel piano di rinnovazione e si osserva la presenza di semenzali sparsi di leccio e roverella.

Il Soprassuolo dell'area a macchia presenta struttura monoplana (3-4 m di altezza media), a densità quasi uniforme con chiarie localizzate. La composizione specifica è caratterizzata dalla prevalenza di erica arborea e in misura minore da ginestra di Corsica, cisto mospessolano e salvifolio, e sporadicamente ginepro macrocarpa. Copertura erbacea scarsa (20-50%) costituita in prevalenza da brachipodio.

F.D. Usinavà – L'area di studio è situata ad una altitudine di 560 m, esposta a nord ovest, con pendenza media del 10%.

L'area rimboschita è una pineta di pino marittimo, di circa 15 anni di età, a stuttura biplana e densità scarsa (60-70%). L'altezza media varia da 4 a 8 m. Il piano superiore è costituito in prevalenza da pino marittimo (70%), cipresso comune, cipresso dell'Arizona, leccio e sughera. Nel piano inferiore (sotto i 4 m) sono presenti leccio, sughera, corbezzolo, erica arbo-

a353-368 BIANCHI - CALAMINI 22-10-2002 16:59 Pagina 358

rea, cisto salvifolio e ginestra di Corsica. Il piano erbaceo è costituito soprattutto da brachipodio rupestre.

Il soprassuolo dell'area a macchia è monoplano a densità uniforme, di altezza media inferiore a 2 m. Specie presenti in prevalenza: corbezzolo, erica arborea e ginestra di Corsica. Più sporadica la presenza di cisto mospessolano, c. salvifolio e fillirea.

MATERIALI E METODI

Rilievi della biomassa

In ciascuna delle tre località esaminate è stata individuata un'area campione, che rispondesse a criteri di omogeneità riguardo ai principali fattori dell'ambiente fisico (substrato litologico, morfologia, topografia e caratteristiche pedologiche), e all'interno della quale fossero presenti due aree contigue, una interessata da vegetazione spontanea (macchia mediterranea più o meno alta), e un'altra da rimboschimento di conifere.

In ciascuna parte «a bosco» e «a macchia» delle aree campione è stato delimitato un transect di 12×2 m; solo nella parte a macchia di Monte Arci, tenuto conto di notevole altezza della vegetazione spontanea presente, la larghezza è stata portata a 4 m. In ogni area, i transect sono risultati allineati ed opportunamente separati per evitare la zona di contatto tra rimboschimento e macchia (effetto margine) o l'interferenza della viabilità di servizio eventualmente presente. Ciascun transect è stato poi suddiviso in sei settori di 2 m di lunghezza (a Monte Arci in 3 settori di 4 m di larghezza).

Nel corso dei primi mesi del 2001 si è proceduto a rilievo dendrometrico della copertura vegetale. Nelle zone rimboschite si sono delimitate aree di saggio circolari di circa 500 m^2, all'interno delle quali si è rilevata la posizione di tutti gli alberi esistenti mediante rilievo topografico con stazione totale (Nikon DTMA5), che è servita per misurare anche l'altezza totale ed il diametro medio della chioma; il diametro del fusto a 1.30 m dal suolo è stato misurato con il cavalletto dendrometrico. Sempre mediante lo strumento topografico sono state rilevate le altezze delle specie arbustive presenti nei transect, in corrispondenza dei vertici di ciascun settore, nonché l'ubicazione delle piante campione utilizzate per l'analisi della biomassa ipogea e della rinnovazione spontanea delle latifoglie arboree.

Per la stima della biomassa vegetale si è fatto ricorso al metodo del raccolto, recidendo alla base tutte le specie legnose, ad eccezione degli alberi adulti (a Monte Arci è stata raccolta anche la rinnovazione spontanea di pino marittimo). Separatamente per ogni settore dei transect e per ciascuna specie è stato quindi rilevato in posto, mediante bascula o stadera, il

a353-368 BIANCHI - CALAMINI 22-10-2002 16:59 Pagina 359

peso fresco della parte epigea. In ogni settore è stata inoltre individuata una pianta campione delle specie più rappresentative, di cui si è estratto l'apparato radicale: dopo un'accurata pulizia dal terreno, la parte ipogea è stata separata da quella aerea ed entrambe sono state pesate, con approssimazione al decimo di grammo, e riposte in buste di plastica. Questi campioni sono stati mantenuti costantemente aerati durante il trasporto e sono serviti per la determinazione del peso secco delle componenti epigee e sotterranee, mediante essiccazione in stufa a 105 °C fino a peso costante.

Per la stima della biomassa epigea degli alberi presenti nei transect in aree rimboschite si è ricorso alle relazioni allometriche allestite nell'ambito di questa Unità Operativa del Progetto (GIANNINI *et al.*, in corso di stampa).

Indagini pedologiche

Contemporaneamente alle indagini sulla biomassa è stata eseguita la caratterizzazione pedologica, previa apertura di un profilo nelle immediate adiacenze di ogni singolo transect. I caratteri degli orizzonti sono stati descritti «in loco» seguendo le specifiche codificate in GARDIN *et al.* (1998). Campioni di terreno di ciascun orizzonte pedogenetico sono stati prelevati per le successive analisi di laboratorio, avendo cura di asportare volumi rappresentativi di suolo in modo da poterne determinare anche il contenuto in scheletro e sostanza organica allo stato grezzo. Alla essiccazione all'aria e separazione manuale delle parti più grossolane sono seguite due vagliature, una a 7.5 mm e una a 2 mm. Sul passante da quest'ultimo vaglio (terra fine) saranno eseguite alcune determinazioni, relative in particolare alla granulometria (metodo della pipetta in accordo con PATRUNO *et al.*, 1997) ed ai principali aspetti chimici (pH in acqua, carbonio organico, azoto totale, fosforo assimilabile, basi e capacità di scambio), sulla base di metodi standardizzati (VIOLANTE, 2000). Due-tre campioni di suolo indisturbato sono stati inoltre prelevati con apposito carotatore negli orizzonti A e B di ciascun profilo, per la determinazione della densità apparente (BUSONI, 1997) e della ritenzione idrica del suolo mediante piastra di Richards (BUSONI e MECELLA, 1997) per la misura dell'acqua disponibile per le piante, ovvero di quella trattenuta tra la capacità di campo ed il potenziale matricale di – 1.5 Mpa (≅ punto di appassimento permanente). I profili saranno poi classificati secondo la *Soil Taxonomy* (SOIL SURVEY STAFF, 1998) ed il *World reference base* (FAO-UNESCO, 1998).

A partire dai dati analitici degli orizzonti superficiali si procederà ancora alla stima del fattore erodibilità del suolo secondo la *Universal Soil Loss Equation* di WISCHMEIER e SMITH (1978), a cui saranno affiancate valutazioni stagionali del fattore copertura (viva e morta) della stessa USLE, eseguite periodicamente in campo.

a353-368 BIANCHI - CALAMINI 22-10-2002 16:59 Pagina 360

Rilievi di infiltrometria

La velocità di infiltrazione dell'acqua nel suolo è stata misurata secondo il metodo dell'infiltrometro a cilindro (CAVAZZA e TORRI, 1997), ricorrendo ad una serie di dispositivi metallici di 30 cm di diametro e 25 di altezza, infissi nel terreno per circa 15 cm. Per ogni tesi sono stati adottati due cilindri, uno mantenuto nella stessa posizione e l'altro spostato ad ogni rilievo; in caso di variabilità spaziale molto elevata si è ricorso ad un terzo cilindro di misura. Preliminarmente all'inizio delle misurazioni, ripetute stagionalmente, una notevole quantità di acqua è stata distribuita nel suolo dentro ed attorno al cilindro, in modo da innalzarne quanto più possibile il contenuto idrico; la prova è stata protratta fino al conseguimento di velocità di infiltrazione praticamente costanti, misurando quindi la conducibilità idraulica del terreno saturo (K_s). Gli infiltrometri venivano riempiti d'acqua quasi fino al bordo (carico costante) e venivano effettuate misure successive, a distanza di 1 o 2 minuti, dell'abbassamento del pelo libero rispetto al bordo superiore del cilindro, con metro a stecca con approssimazione di 1 mm.

Sono stati inizialmente posizionati 2 infiltrometri per ogni transect; successivamente, nelle aree a bosco di Usinavà e Montes è stato aggiunto un infiltrometro. Sono state effettuate 2 campagne di rilievo – una il 24 luglio 2001 e l'altra il 03 dicembre 2001 – al fine di saggiare la variabilità stagionale.

Elaborazione dei dati

Riferendosi ai dati della biomassa sono stati calcolati i pesi secchi degli individui campionati, in modo da ottenere valori medi applicabili a ciascuna specie in base al rapporto peso secco/peso fresco. Inoltre con i valori assoluti di biomassa è stato valutato il livello di diversificazione della biomassa fra le varie specie, per ogni area di studio, attraverso l'indice di Shannon:

$$H = -\Sigma (Pi) \ln (Pi)$$

In cui Pi è la frequenza della biomassa per ogni specie.

Le relazioni clima-suolo dovranno essere elaborate secondo opportune procedure per valutare la probabilità del verificarsi di fenomeni di erosione idrica.

Anche per quanto concerne gli aspetti vegetazionali si prevede di estendere e approfondire le analisi.

RISULTATI E DISCUSSIONE

I risultati di questo lavoro si riferiscono alle indagini condotte sulla biomassa e sull'infiltrometria. Gli aspetti legati alle modifiche ambientali indotte dal rimboschimento (microclima e suolo) sono oggetto di indagini tuttora in corso.

a353-368 BIANCHI - CALAMINI 22-10-2002 16:59 Pagina 361

Biomassa

La situazione appare diversificata nelle tre località esaminate, per quanto non manchino elementi comuni.

In valore assoluto, la biomassa stimata per la *aree rimboschite* varia dal circa 100 t/ha di Monte Arci e di Montes a 50 t/ha di Usinavà (Fig. 1). In termini di contributo delle singole specie sul totale di biomassa, si osserva ovunque una dominanza della specie impiantata (Fig. 2), cui è imputabile il 55% a Usinavà, quasi il 70% a Monte Arci (rinnovazione affermata di *Pinus pinaster*) e oltre il 90% a Montes (densità e area basimetrica elevate).

In generale, la partecipazione delle specie legnose è tanto più diversificata e rilevante in termini di biomassa quanto minore è la concorrenza degli alberi introdotti con la piantagione. Infatti a Usinavà e a Monte Arci (aree con minor grado di copertura del rimboschimento) circa il 30 %

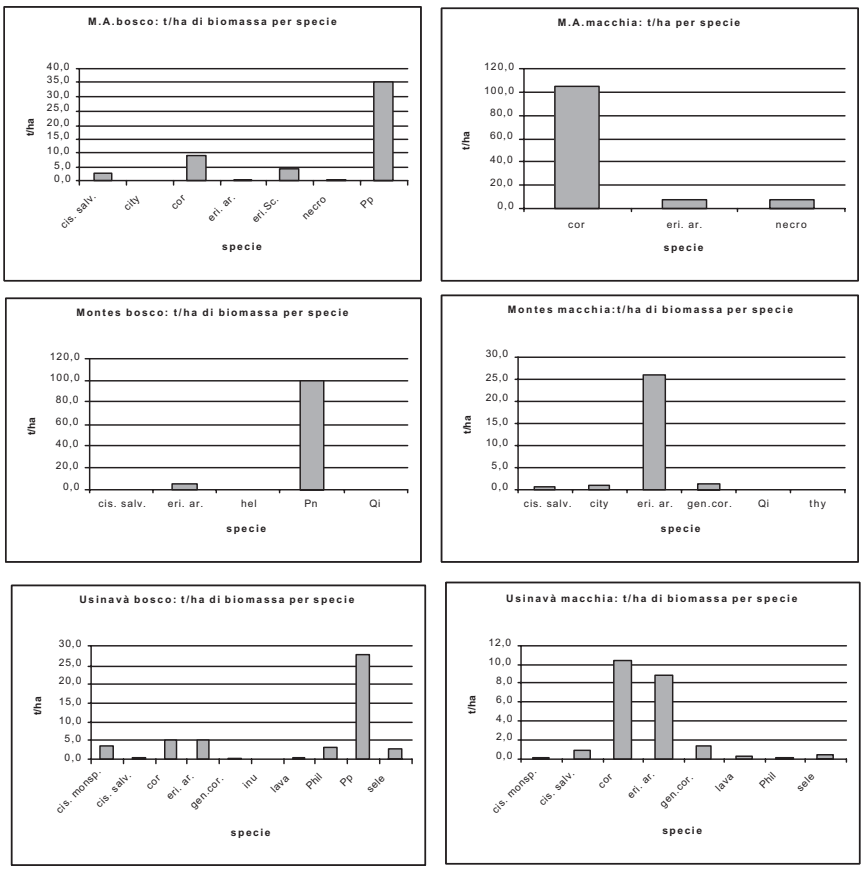


Figura 1 – Valori assoluti di biomassa (t/ha), distribuiti per località, area di saggio e specie.

a353-368 BIANCHI - CALAMINI 22-10-2002 16:59 Pagina 362

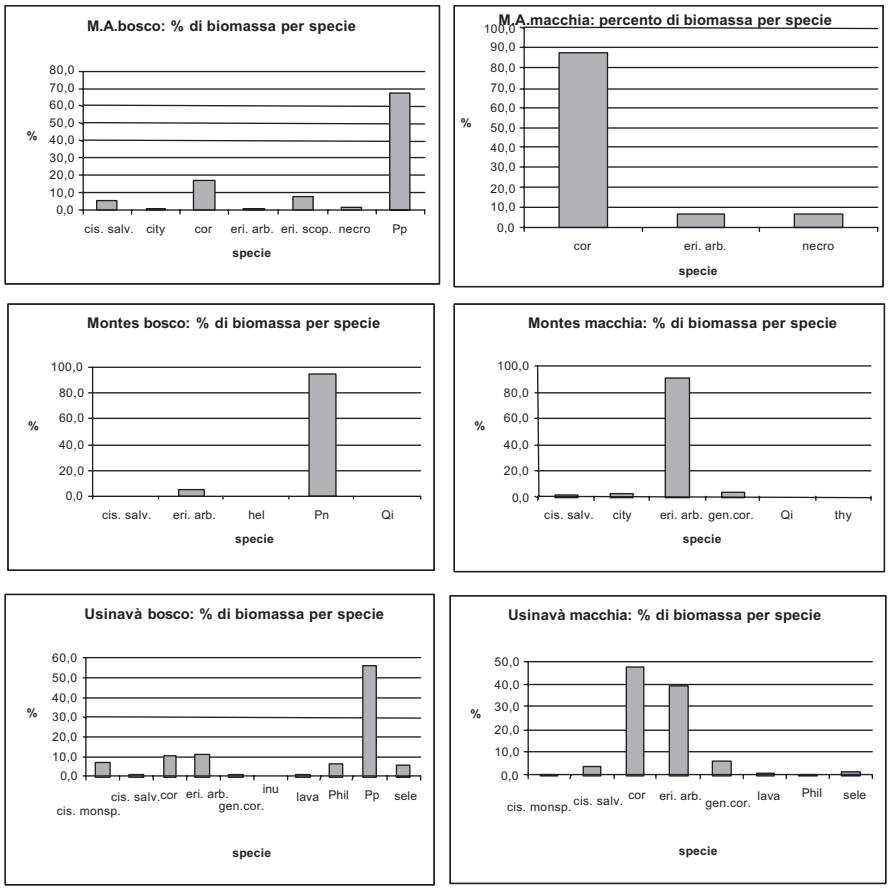


Figura 2 – Valori percentuali di biomassa (t/ha), distribuiti per località, area di saggio e specie.

della biomassa deriva dalla presenza di specie arbustive autoctone. In particolare, a Usinavà, corbezzolo, erica arborea, cisti (da soli circa il 10%) e fillirea rappresentano oltre il 25% della biomassa totale, mentre a Monte Arci prevalgono corbezzolo, erica scoparia e cisto salvifolio (che assieme costituiscono circa il 30% della biomassa totale). A Montes le specie autoctone contribuiscono alla biomassa solo per il 10% del totale, tuttavia si osserva la presenza di individui di leccio e, più raramente, di roverella, non rilevanti in termini di biomassa ma indicativi di una dinamica successionale.

Nelle *aree di macchia* campionate, la biomassa varia in media dalle 20-25 t/ha di Usinavà e Montes (macchia bassa) alle 120 di M. Arci (macchia

a353-368 BIANCHI - CALAMINI 22-10-2002 16:59 Pagina 363

alta). In generale l'uniformità nell'ambito delle sottoaree appare più elevata rispetto a quella di «bosco» corrispondente.

Le specie che in termini effettivi contribuiscono alla composizione della biomassa totale sono il corbezzolo a Monte Arci (88%), l'erica arborea a Montes (90%), ed entrambe a Usinavà (47 e 40% rispettivamente). Da sottolineare l'elevato valore di biomassa del corbezzolo a Monte Arci che, con una media di oltre 100 t/ha, permette solo una limitata partecipazione dell'erica arborea. Diversa la situazione a Montes e Usinavà, dove si osserva la presenza di un maggior numero di specie, anche se poco significative in termini di biomassa.

Quanto osservato per la ripartizione percentuale fra le specie è confermato, sempre in termini di biomassa, anche dall'analisi dell'indice di Shannon (tab. 1) che varia da un minimo di 0.21 (Montes bosco) a un massimo di 1.47 (Usinavà bosco). Ad eccezione di Montes, le aree a bosco presentano valori superiori rispetto a quelle a macchia. Montes rappresenta un'eccezione, in quanto nell'area a bosco gran parte della biomassa è concentrata in una sola specie (pino nero). Tuttavia nell'area a macchia di Montes si registra il valore più basso fra tutte le aree osservate. Questo fenomeno conferma quanto già osservato da ALIAS *et al.* (1995), cioè che in ambiente montano, in Sardegna, i processi evolutivi tendono a rallentare all'aumentare della quota.

Infiltrometria

La caratterizzazione pedologica delle stazioni analizzate risulta ancora incompleta, non essendo state ultimate le analisi fisiche e chimiche dei campioni di suolo prelevati. In assenza di questi dati, si è preferito omettere ogni tentativo di classificazione. La descrizione dei profili conduce tuttavia all'inquadramento negli ordini degli Entisuoli e degli Inceptisuoli della Soil Taxonomy (SOIL SURVEY STAFF, 1998), quasi sicuramente ai grandi gruppi degli Xerorthents e degli Xerochrepts.

Rinviando ad una nota successiva l'approfondimento dell'aspetto pedologico, merita richiamare l'attenzione sul fatto che il suolo, sia a Monte Arci sia a Montes, al momento dell'esecuzione del profilo sia risultato umido nella macchia e asciutto nel rimboschimento (in ciascuna località i profili relativi ai due transect sono stati scavati e descritti a distanza di poche ore l'uno dall'altro): questo fenomeno, che può essere intravisto anche nella più arida stazione di Usinavà, si spiegherebbe con una minore conservazione dell'acqua da parte dei rimboschimenti di conifere, a sua volta imputabile, con tutta probabilità, a un maggiore consumo di acqua per evapotraspirazione.

I risultati medi delle prove di infiltrometria sono riportati in tab. 2.

a353-368 BIANCHI - CALAMINI 22-10-2002 16:59 Pagina 364

Tabella 1 – Valori dell'indice di Shannon (H) registrati nelle aree di studio.

Località	*Copertura*	H
Monte Arci	rimboschimento	1,03
	macchia	0,46
Montes	rimboschimento	0,21
	macchia	0,40
Usinavà	rimboschimento	1,47
	macchia	1,18

Dall'esame dei dati derivanti dalle due prove eseguite emerge una situazione molto eterogenea e di non immediata interpretabilità.

Nel rilievo estivo è stata misurata una velocità di infiltrazione oscillante dai circa 100 mm/ora a Usinavà a circa 1000 mm/ora di Montes «bosco».

La conducibilità idraulica del terreno definisce il comportamento di questo rispetto alla possibilità di formazione del ruscellamento superficiale in occasione di piogge intense, con evidenti risvolti sui deflussi diretti e sull'erosione idrica. Essa dipende, oltre che dal tenore di umidità, da diverse caratteristiche fisiche dei singoli orizzonti (porosità e fessurazioni, tessitura, struttura, tasso e proprietà della sostanza organica, ecc.) e dalla loro variazione lungo il profilo.

Le misure invernali sono risultate mediamente maggiori rispetto a quelle estive (564 contro 450 mm/h): ciò indica che, durante i mesi estivi, nei suoli più asciutti la maggiore quantità di aria presente nei pori ha ridotto la velocità di infiltrazione dell'acqua; questo fenomeno risulta particolarmente evidente per i suoli derivanti dai graniti di Usinavà e per filladi che ospitano la macchia di Montes, dove la risposta idraulica è praticamente triplicata (tab. 2). Un comportamento decisamente opposto si è avuto invece per i suoli delle colate basaltiche di Monte Arci, dove la velocità di infiltrazione invernale si è ridotta dal 20 al 35% rispetto a quella estiva, probabilmente come conseguenza dell'elevato contenuto in sostanza organica degli orizzonti superficiali e di altre caratteristiche in corso di studio.

Nel complesso la conducibilità idraulica a saturazione dei suoli delle tre località è risultata elevata, anche se con differenze piuttosto marcate: i suoli dei graniti di Usinavà hanno esibito mediamente una conducibilità a saturazione pari a meno della metà di quelli dei basalti di Monte Arci (230 contro 590 mm/h) e ad un terzo di quelli di Montes (740 mm/h). In quest'ultimo caso, tuttavia, si deve evidenziare come l'infiltrometria delle stazioni a macchia sia perfettamente allineata con quella dei suoli di Usinavà, mentre valori particolarmente cospicui sono stati rilevati solo all'interno del

a353-368 BIANCHI - CALAMINI 22-10-2002 16:59 Pagina 365

Tabella 2 – Valori medi della velocità di infiltrazione dell'acqua a saturazione (mm/h) nelle tre aree di studio, nelle due epoche di campionamento.

Località	*Copertura*	*Luglio 2001*	*Dic. 2001*
Usinavà	macchia	99	471
	rimboschimento	96	248
Montes	macchia	117	425
	rimboschimento	1042	1388
Monte Arci	macchia	966	763
	rimboschimento	382	247

rimboschimento di Montes (tab. 2). Qui, a differenza della macchia, le caratteristiche pedoclimatiche della pineta hanno determinato la formazione di una porosità elevata (vedi descrizioni dei profili in Appendice), cui corrisponde una notevole capacità di accettazione delle acque meteoriche; la preparazione manuale del terreno in gradoncini livellari potrebbe inoltre avere avuto un ruolo importante nella formazione e nel mantenimento di sacche di suolo soffice ad elevato drenaggio. Lo sconvolgimento del profilo derivante dalla lavorazione meccanica - relativamente vicina nel tempo - del terreno nelle piantagioni di Usinavà sembra responsabile di un accentuato peggioramento delle proprietà idrauliche del suolo: i valori minimi di infiltrometria (21-30 mm/h) sono stati infatti rilevati sotto il rimboschimento di questa stazione, in corrispondenza di una depressione appena accennata presente al centro della fascia lavorata, dove la sedimentazione di materiale fine eroso dalle superfici limitrofe e/o la costipazione per passaggio localizzato delle maestranze addette alle cure colturali hanno determinato una riduzione della porosità. Diversa ancora appare infine la situazione di Monte Arci: in questo caso, ad effetti analoghi a quelli appena accennati circa la preparazione del terreno (ancorché più differiti nel tempo) sarebbero da sommare quelli riferibili al diverso metabolismo edafico della sostanza organica, e in particolare all'attività degli organismi responsabili della decomposizione della lettiera.

Il confronto fra soprassuoli naturali ed artificiali mette in evidenza un modesto incremento complessivo (+15%) della conducibilità idraulica a saturazione dei suoli delle piantagioni rispetto a quelli delle macchie spontanee più o meno degradate. In realtà, solo a Montes si è verificato un miglioramento notevolissimo (+ 350%) della velocità di infiltrazione idrica a saturazione, mentre nelle altre due stazioni il rimboschimento ha comportato uno scadimento più o meno pronunciato della capacità dei suoli di accettare le piogge (– 39% ad Usinavà e – 64% a Monte Arci). È utile

a353-368 BIANCHI - CALAMINI 22-10-2002 16:59 Pagina 366

ricordare che solo a Montes le attività di rimboschimento hanno effettivamente portato alla costituzione di un bosco, mentre nelle altre due località, per motivi diversi (condizioni stazionali a Usinavà, passaggio del fuoco a Monte Arci), gli esiti sono stati meno soddisfacenti.

Questi dati, integrati con le misure di infiltrometria che saranno eseguite nel corso del secondo anno della ricerca, sono comunque da mettere in relazione con quelli ancora in fase di acquisizione riguardanti altre caratteristiche e proprietà degli orizzonti edafici.

CONCLUSIONI

Alla fine del primo anno di osservazione, è possibile trarre le prime conclusioni sulla distribuzione della biomassa in aree rimboschite e testimoni (a macchia).

Le aree a bosco, oltre a far registrare maggiori valori di biomassa totale rispetto alle aree a macchia, ripartiscono la biomassa fra un numero maggiore di specie. Il rimboschimento avrebbe cioè contribuito a promuovere una maggiore diversità di specie legnose nella vegetazione sotto copertura. In particolare, la presenza del leccio viene favorita dalla copertura dei rimboschimenti.

Dal lavoro svolto finora emerge comunque la necessità di fare ulteriori indagini soprattutto sulle caratteristiche fisico-chimiche dei terreni (in particolare, la velocità di infiltrazione). I dati ottenuti, al momento, si prestano a interpretazioni contraddittorie e non forniscono informazioni sufficienti per capire il ruolo del rimboschimento nei confronti del miglioramento del terreno. Lo studio sui suoli potrà chiarire se l'effetto del rimboschimento sulle successioni in atto sia dovuto solo alla copertura arborea (che favorisce indirettamente - attraverso la limitazione della concorrenza delle specie eliofile di macchia - l'ingresso del leccio), e/o al miglioramento delle caratteristiche edafiche.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori ringraziano per la fattiva collaborazione: Stefano Alias (Ispettorato Ripartimentale Foreste di Lanusei, Nuoro), Giovanni Borelli (DIAF, Università di Firenze), Antonio Casula e Giuseppe Delogu (Ispettorato Ripartimentale Foreste di Oristano), Gavino Palmas (Ente Foreste della Sardegna, servizio provinciale di Nuoro), e tutto il personale delle Foreste Demaniali di Montes e Usinavà.

a353-368 BIANCHI - CALAMINI 22-10-2002 16:59 Pagina 367

SUMMARY

Forest plantation effects in arid zones of Sardinia (Italy): preliminary effects on vegetation

In three sample areas of central Sardinia effects induced by forest plantation on soil and vegetation were investigated by the comparison between forested and non-forested («*mediterranean macchia*») sampled sites.

Preliminary results on vegetation indicate:

1. total dry biomass values are higher in forested sites than in «*macchia*» ones; however in some cases «*macchia*» shows values comparable with forested areas;
2. biomass species diversity is higher in forested sites: expecially *Quercus ilex* natural regeneration seems to be promoted by forest plantation cover.

BIBLIOGRAFIA

ALIAS S., PACI M., TANI A.,1995 – *Osservazioni sull'esito dei rimboschimenti con* Cedrus Atlantica *(Endl.). Carriere in provincia di Nuoro.* Ann. Ist. Sper. Selv. XXIV: 141-156.

BUSONI E., 1997 – *Massa volumica apparente* - in: Metodi di analisi fisica del suolo; Ministero per le Politiche Agricole e Forestali, Franco Angeli, Milano; II: 1-14.

BUSONI E., MECELLA G.,1997 – *Ritenzione idrica* - in: Metodi di analisi fisica del suolo; Ministero per le Politiche Agricole e Forestali, Franco Angeli, Milano; VIII: 55-68.

CALAMINI G., GREGORI E., 2001 – *Studio di una faggeta dell'Appennino Pistoiese: relazioni allometriche per la stima della biomassa epigea.* L'It. For. e Mont., 1: 1-23.

CAVAZZA L., TORRI D. , 1997 – *Velocità di infiltrazione* – in: Metodi di analisi fisica del suolo; Ministero per le Politiche Agricole: 109-129.

ENNE G., ZUCCA C., 2000 – *Indicatori di desertificazione per il Mediterraneo Europeo: Stato dell'arte e proposte di metodo*. ANPA, Università di Sassari, Ministero dell'Ambiente, UNCCD.

FANTECHI R., MARGARIS N.S., 1986 – *Desertification in Europe*. Proceedings of the Information Symposium in the Eec Programme on Climatology, held in Mytilene Greece, 15-18 April 1984 D. Reidel Publishing Company. Dordrech pp. 231.

FAO-UNESCO, 1998 – *World Reference Base for Soil Resources* – FAO report n. 84, Roma.

GARDIN L., SULLI L., NAPOLI R., GREGORI E., COSTANTINI E.A.C., 1998 – *Manuale per il rilevamento del suolo* - Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo, Firenze.

GIANNINI R. , CALAMINI G., LAVRA S., MICHELOZZI M., PAFFETTI D., ROSSI F., TANI A., 2002 – *Risultati di prove di provenienza di Pino marittimo in Sardegna.* In corso di stampa.

GOLD A.J., LOUDON T.L., NURNBERG F.V., 1986 – *Runoff and erosive storm occurrence probabilities* – Transactions of the ASAE, 29: 119-123.

a353-368 BIANCHI - CALAMINI 22-10-2002 16:59 Pagina 368

GREGORI E., SANI L., 1998 – *La componente climatica della pericolosità per la valutazione dei rischi ambientali associati all'utilizzazione agro-forestale del suolo. 1: Previsione degli afflussi massimi e dell'erosività delle piogge* - in: «Sensibilità e vulnerabilità del suolo: Metodi e strumenti d'indagine», a cura di P. Sequi e G. Vianello; Franco Angeli ed., Milano: 95-152.

ISTAT, 1993-1994-1995 – *Statistiche forestali.* Annuario 46, 47, 48.

PATRUNO A., CAVAZZA L., CASTRIGNANÒ A., 1997 – *Granulometria* – in: Metodi di analisi fisica del suolo; Ministero per le Politiche Agricole e Forestali, Franco Angeli, Milano; III: 1-26.

PERETZ-TREJO, 1994 – *Desertification and land degradation in the European Mediterranean.* Report EUR 14580. European Commission, Luxemburg.

PINNA M., 1977 – *Climatologia.* UTET.

PINZARI F., TRINCHERA A., BENEDETTI A., 1998 – *Soil quality indicators for the assesament of the risk of desertification in Mediterranean ecosystem.* Proceedings of the international seminar Porto Torres, Italy, 18-20 September, pp 294-301.

PUXEDDU M., 1988 – I*ndagini sull'allevamento in vivaio di Cedrus atlantica e primi risultati del rimboschimento.* Tesi di laurea, Università di Firenze, Facoltà di Agraria.

SOIL SURVEY STAFF, 1998 – *Keys to Soil Taxonomy (eighth edition)* - USDA, Soil Conservation Service, Washington D.C.

SOIL CONSERVATION SERVICE, 1972 – *National Engineering Handbook: Hydrology* - U.S. Department of Agriculture, Washington.

UN, 1997 – *Draft plan of action to combact desertification*. United Nations Conference on desertification, Nairobi, 29 August-9 September 1977. Document A/CONF.74/L.36. UNEP, Nairobi.

VIOLANTE P. (coord.), 2000 – *Metodi di analisi chimica del suolo* - Ministero per le Politiche Agricole e Forestali, Franco Angeli, Milano.

WISCHMEIER W.H., SMITH D.D., 1978 – *Predicting raifall erosion losses: A guide to conservation planning* - U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook N° 537.