

Sezione Speciale: RI.SELV.ITALIA- (Guest Editor: M. Bianchi)

## Metodologia per lo studio delle successioni secondarie in ex-coltivi terrazzati: il caso studio di Pantelleria (Canale di Sicilia)

Rühl J <sup>(1)</sup>, Pasta S <sup>(2)</sup>, La Mantia T\* <sup>(3)</sup>

(1) *Botanisches Institut und Botanischer Garten, Universitaet Greifswald; Grimmer Str. 88 - 17489 Greifswald, Germany;* (2) *v. Salvatore Bertini, 9, 90129 Palermo;* (3) *Dipartimento di Colture Arboree, Università di Palermo, Viale delle Scienze, Edificio 4, interno H, 90128 Palermo - \*Corresponding author: La Mantia T - tommasolamantia@unipa.it*

**Abstract:** *A method for the study of secondary succession processes in terraced old fields: the case study Pantelleria Island (Canale di Sicilia).* Even if the abandonment of agricultural areas and the resulting processes of renaturation are a widespread phenomenon in the West-European countries, considerations about adequate evaluation methods to study these processes are lacking. In detail, there is no standard method to study terraced areas, which are common in many parts of Europe and the Mediterranean region and which are frequently object to abandonment. In this study are presented the methodological aspects of a study on vegetation dynamics on abandoned terraces on Pantelleria Island. In order to answer the research questions, the first step was to choose area where many abandoned fields are present. Then, inside of these areas where defined the study plots by attributing every single terrace to a class of age of abandonment. The study method proposed here differs from other ones which are normally used because the presence of the terrace walls has to be taken into consideration.

**Keywords:** Rinaturalizzazione, Terrazzamenti, Fotointerpretazione, Successione.

*Received: Nov 02, 2005 - Accepted: Dec 06, 2005*

**Citation:** Rühl J, Pasta S, La Mantia T, 2005. Metodologia per lo studio delle successioni secondarie in ex-coltivi terrazzati: il caso studio di Pantelleria (Canale di Sicilia). *Forest@ 2 (4): 388-398.* [online] URL: <http://www.sisef.it/>

### Introduzione

La successione secondaria in un campo agricolo inizia quando questo viene abbandonato. Può essere definita come l'insieme dei cambiamenti della struttura di un sistema fitocenosi/sito, che avanzano spontaneamente, e che portano ad un aumento del suo livello di organizzazione (Glavac 1996). Molti parametri caratterizzano il livello di organizzazione di un sistema fitocenosi/sito, per esempio lo spettro biologico, la copertura della vegetazione, la quantità della biomassa aerea e sotterranea, gli strati di vegetazione, ecc. Le forze che guidano la successione sono i diversi cicli vitali e le diverse strategie di propagazione delle specie che già facevano parte della comunità vegetale al momento dell'abbandono o che fanno il loro ingresso come specie nuove nella comunità, nonché la competizione tra loro per lo spazio e

le risorse. Alla fine del suo sviluppo spontaneo, il sistema fitocenosi/sito arriva al suo massimo livello di organizzazione possibile.

Negli ultimi decenni, l'abbandono dei campi agricoli è diventato un processo diffuso in Europa (Richter 1989, Glavac 1996). Secondo i dati della FAO (tab. 1), l'area usata come Arable Land & Permanent Crops in Europa si è ridotta del 12.9% tra il 1961 e il 2001 nell'intera Europa e in Italia, nello stesso periodo, del 29.7%. Per le aree mediterranee dei paesi che si affacciano su questo bacino, Richter (1993) riporta che negli ultimi cento anni sono stati abbandonati, o destinati ad altro uso, ca. 10.000 km<sup>2</sup> di superficie agricola.

L'abbandono dei coltivi è la conseguenza di cambiamenti socio-economici, per esempio l'impossibilità di estendere la meccanizzazione e intensificare le

**Tab. 1** - La riduzione della "Arable Land & Permanent Crops area"<sup>(1)</sup> negli ultimi 40 anni in Italia ed Europa (fonte: FAO database 2001).

Anno	Italia (Land Area: 29411 x 10 <sup>3</sup> Ha)			Europa (* Land Area: 472564 x 10 <sup>3</sup> Ha)		
	Arable Land & Permanent Crops [1000 Ha]	% di Land Area	Variazione della superficie di Arable Land & Permanent Crops [%] **	Arable Land & Permanent Crops [1000 Ha]	% di Land Area	Variazione della superficie di Arable Land & Permanent Crops [%] **
2001	10976	37.3	-7.4	131881	27.9	-4.1
1991	11850	40.3	-4.6	137517	29.1	-2.2
1981	12424	42.2	+0.1	140557	29.7	-1.9
1971	12409	42.2	-20.5	143263	30.3	-5.4
1961	15608	53.1		151369	32.0	
Diminuzione 1961-2001 [%]	-	-	-29.7	-	-	-12.9

**Legenda:**

<sup>(1)</sup>: La FAO definisce "Arable Land" come "land under temporary crops (double-cropped areas are counted only once), temporary meadows for mowing and pasture, land under market and kitchen gardens and temporarily fallow (less than five years). Does not mean the amount of land that is potentially cultivable " e "Permanent Crops" come "land cultivated with crops that occupy the land for long periods and need not be replanted after each harvest; this category includes land under flowering shrubs, fruit trees, nut trees and vines, but excludes land under trees grown for wood and timber ".

(\*) Per potere fare il confronto tra i dati relativi all'Europa del 1991 e quelli del 2001, per il 2001 sono stati sottratti da questa tabella i dati relativi ad Estonia, Lettonia, Lituania, Moldavia, Federazione Russa ed Ucraina (anno 2001, FAO).

(\*\*): Tale valore emerge dal confronto tra il valore di "Arable Land & Permanent Crops" dell'anno in questione rispetto a quello del decennio precedente.

attività agricole su tutte le superfici. Questo vale soprattutto per le aree agricole marginali, dove la produttività agricola è bassa a causa dei fattori ambientali. In questi casi, la morte o l'emigrazione del coltivatore spesso portano all'abbandono di un campo. I paesaggi caratterizzati dai terrazzamenti sono particolarmente esposti al rischio di essere abbandonati, perché l'agricoltura nei campi terrazzati non può adeguarsi ai processi di intensificazione, in particolare alla meccanizzazione, come avvenuto nelle pianure (Meeus 1993).

I campi abbandonati, se non lasciati al dinamismo naturale, sono oggetto di urbanizzazione o rimboschimento (o imboschimento) (Speranza & Sirotti 1995, Pelleri & Sulli 1997). Su questo ultimo aspetto è forse importante fare alcune considerazioni. Gli interventi di rimb/ imboschimento e di arboricoltura da legno cambiano il paesaggio visto come agro-ecosistema, e spesso contribuiscono a creare uno sgradevole paesaggio a "macchia di leopardo" (La Mantia 2002). Questo fenomeno viene aggravato dal fatto che vengono spesso utilizzate specie forestali alloctone o comunque germoplasma non autoctono (La Mantia et al. 2004). In più, tali interventi sono costosi per la collettività, e non sempre garantiscono

un'adeguata produzione di legname come ci si aspetterebbe nel caso che l'intervento venga realizzato nell'ambito di azioni finalizzate all'incremento della superficie ad arboricoltura da legno (La Mantia et al. 2004). Osservazioni condotte in Sicilia hanno permesso di accertare che spesso nei rimboschimenti effettuati con specie alloctone allelopatiche o che rendono comunque difficoltoso l'ingresso di altre specie autoctone (eucalitti e pini d'Aleppo, specialmente a densità colma; La Mantia & Pasta 2001), i processi di rinaturalizzazione sono più lenti che nei coltivi abbandonati. Quindi la domanda se i rimboschimenti privi di finalità produttive siano la scelta giusta per i campi abbandonati si pone, soprattutto riflettendo sui tempi di colonizzazione e sulle possibilità che venga edificato un soprassuolo coerente con le potenzialità della vegetazione (Godron et al. 1981, Poli Marchese et al. 1988, Richter 1989, Tatoni et al. 1994, Speranza & Sirotti 1995, Urbinati et al. 1995, Glavac 1996, Pelleri & Sulli 1997, Blasi et al. 2000). Sul tema della rinaturalizzazione, inoltre, si è sviluppato in questi anni un ampio dibattito, in particolare sulla filosofia e sugli aspetti tecnici dell'intervento (Nocentini 2000), frutto di un diverso modo di concepire la selvicoltura (Ciancio 2000). Con esplicito riferimento

agli ex- coltivi, la Nocentini (2000) scrive: "L'azione di rinaturalizzazione in questi casi consiste in un attento monitoraggio dei meccanismi in atto. Le indicazioni così ricavate possono essere utili per assecondare i meccanismi spontanei o per creare le condizioni favorevoli all'innesco dei processi simili in zone limitrofe". Per rispondere quindi alla domanda prima posta, ma anche per potere prevedere come si svilupperà un campo abbandonato, è necessario studiare i processi di rinaturalizzazione, cioè la successione di diverse comunità di vegetazione.

I processi di rinaturalizzazione di un campo abbandonato si verificano nel corso di decenni e persino di secoli. Possono essere studiati o con aree di saggio (AdS) permanenti (Braun-Blanquet 1964, Schmidt 1983) o con uno studio sincronico (Pickett 1989). Ricorrendo alle AdS permanenti, lo sviluppo della vegetazione viene studiato sempre sulla stessa area, che viene delimitata all'inizio dello studio e dove vengono compiuti rilievi annuali o a distanza di anni. Per lo studio sincronico, i rilievi vengono fatti allo stesso momento in aree con una diversa età di abbandono ma omogenee sotto il profilo ambientale, quindi vengono studiate diverse aree ma che simulano diversi stadi di abbandono di un singolo campo.

Nella regione mediterranea, e in particolare in Italia, la successione secondaria in campi abbandonati è stata studiata inoltre da Richter (1989), Barbero et al. (1990), Debussche & Lepart (1992), Tatonni et al. (1994), Tatonni & Roche (1994), Agnoletti & Mercurio (1995), Angiolini et al. (1995), Fortini et al. (1995), Speranza & Sirotti (1995), Speranza et al. (1995), Urbinati et al. (1995), Fratello (1996), Blasi et al. (1997), Pelleri & Sulli (1997), Salbitano (1987), Rousset & Lepart (1999), Aceto et al. (2000), Blasi et al. (2000), Cavalli et al. (2000), Peroni et al. (2000), Pividori & Sorrentino (2000), Del Favero (2001), Maltoni & Paci (2001), Speranza & Tonioli (2001), Paci (2002), Carta et al. (2003), Pelleri et al. (2003), Pividori e Bertolotto (2003), Tonioli & Speranza (2003) e Paci (2004). Una esaustiva rassegna sul fenomeno del rimboschimento spontaneo è stata compiuta da Piussi (2002) che sottolinea come "il rimboschimento spontaneo è stato segnalato ed analizzato in numerose località della Penisola, in particolare nelle aree alpine ed appenniniche" e come "La maggior parte degli studi riguarda l'Italia centro-settentrionale".

Alla luce degli studi succitati e di altri riportati più avanti e sulla base di osservazioni di campo compiute a Pantelleria e in altre aree della Sicilia, tesi a colmare la lacuna evidenziata da Piussi (2002), si è ten-

tato di mettere a punto una metodologia di indagine che possa prendere in considerazione molteplici aspetti.

La ricerca a Pantelleria si è sviluppata seguendo diverse fasi, che possono essere così riassunte (Rühl et al., submitted): 1) scelta delle aree di studio (macroaree); 2) analisi delle condizioni pregresse (fotointerpretazione) per l'individuazione degli stadi di abbandono (*stages*); 3) messa a punto di una metodologia di rilievi di campo idonea all'oggetto indagato, che coincide con la scelta delle AdS e dei parametri da rilevare; 4) scelta di una metodologia per la valutazione quantitativa dei dati raccolti attraverso l'analisi critica dei numerosi metodi oggi a disposizione.

## Il caso studio di Pantelleria

### Descrizione dell'Isola

Pantelleria (83 km<sup>2</sup>; 36° 44' N, 11° 57' E), posta nel Canale di Sicilia, mostra un clima mediterraneo, con una precipitazione media annua di 409 mm e temperature medie mensili comprese tra 11.7 and 25.6 °C (Gianguzzi 1999). Le rocce superficiali di quest'isola vulcanica sono nella maggiore parte dei casi vulcaniti silicee a reazione acida (pantelleriti e trachiti), mentre su superfici minori si trovano basalti della serie alcalina con basso contenuto di silice (Civetta et al. 1988). I suoli sono Litosuoli, Regosuoli o Suoli bruni andici (Fierotti 1988). L'agricoltura ha profondamente modificato la geomorfologia e le condizioni edafiche del territorio. Già a partire da secoli prima di Cristo, i Punici costruivano terrazze a Pantelleria (per un approfondimento sull'evoluzione dell'uso del suolo nei secoli passati cfr. Pasta & La Mantia 2004). Da questo periodo in poi, terrazze sono state realizzate in diversi periodi per creare superfici piane per l'agricoltura. Dopo un periodo di abbandono di molte terrazze, compreso tra il '700 ed il '800, l'agricoltura dell'isola ha acquisito nuovamente una notevole importanza. La vite è stata la coltura più importante fino agli anni 1950/60. I decenni successivi fino ad oggi sono stati caratterizzati nuovamente da una crisi agricola e in particolar modo dall'abbandono soprattutto dei campi terrazzati. Le cause sono comuni ad altre aree terrazzate: la frammentazione e la polverizzazione delle aree agricole, la siccità, la totale mancanza di acqua di irrigazione, ecc. Come conseguenza, la superficie agricola utilizzata (SAU) del territorio totale dell'isola, pari a 81.6% nel 1929, oggi è diminuita al 16.1% (Barbera 1996). Oggi il turismo è la risorsa economica più importante di Pan-



**Fig. 1** - Terrazzamenti abbandonati idonei ad essere scelti come macroaree per lo studio della rinaturalizzazione grazie alla loro omogeneità ambientale (Foto: J. Rühl).

telleria; la salvaguardia del paesaggio tradizionale assume dunque particolare urgenza.

#### *Scelta delle aree di studio (macroaree)*

Per potere simulare l'invecchiamento di un unico campo abbandonato usando il metodo sincronico, i fattori ambientali dei campi di diversa età di abbandono, cioè il substrato geologico, le caratteristiche del suolo e il mesoclima, devono essere omogenei. In più, i campi abbandonati non devono essere stati disturbati in passato, quindi vanno esclusi gli ex-coltivi dove si trovano tracce di incendio, pascolo o taglio di piante legnose. In zone dove incendi e pascolo sono sempre presenti (situazione molto frequente in diverse aree della Sicilia e del Mediterraneo in genere), si possono includere pure questi campi abbandonati, tenendo però presente che essi rappresentano una sorta di "serie di successione alternata".

Per realizzare uno studio che sia rappresentativo di un territorio, devono essere individuate le condizioni agricole locali, cioè le colture principali e le tecniche agricole. Nel caso di Pantelleria, le colture principali sono state e sono tuttora la vite e il capperò e, in misura minore, l'ulivo. I terrazzamenti di Pantelleria sono la componente dell'agroecosistema più importante da considerare, perché creano condizioni edafiche diverse rispetto ai campi non terrazzati.

Le zone di studio (macroaree) vengono scelte dove sono abbondanti gli ex-coltivi terrazzati di vite e capperò misti a colture ancora attive (fig. 1).

#### *Analisi delle condizioni pregresse (fotointerpretazione) per l'individuazione degli stadi (stages) di abbandono*

Gli ex-coltivi abbandonati nello stesso periodo di tempo sono considerati uno stesso stage. L'esatta individuazione dei periodi di abbandono che sono inclusi nei singoli stages dipende dalla quantità e qualità di informazioni disponibili per l'area oggetto di studio.

A Pantelleria, l'individuazione dell'epoca dell'abbandono è stata ottenuta grazie all'analisi del materiale aereofotogrammetrico (voli Istituto Geografico Militare del 1954 b/n, 1968 b/n, 1992 b/n, 2000 b/n; volo Assessorato Regionale Territorio ed Ambiente Sicilia A.T.A. del 1987 colori; volo Società Aerofotogrammetrica Siciliana del 1979 b/n) e tramite interviste agli agricoltori. In relazione alla diversa epoca di abbandono, sono state individuate cinque classi cronologiche:

- Stage 1: campi abbandonati da 1 o 2 anni;
- Stage 2: campi abbandonati da 3 a 6 anni;
- Stage 3: campi abbandonati da 7 a 15 anni;
- Stage 4: campi abbandonati da 16 a 30 anni;
- Stage 5: campi abbandonati da più di 30 anni.

All'interno di ciascuna di tali classi sono state scelte tre aree di saggio. Si è potuto quindi seguire la dinamica della vegetazione e le caratteristiche floristiche e strutturali della vegetazione spontanea su un periodo di tempo relativamente lungo (studio indiretto o sincronico).

Deve essere sottolineato che lo stage 5 non corrisponde a una comunità "climax" (utilizziamo questo termine d'uso e senso comune pur consapevoli delle perplessità che lo accompagnano). Nella maggior parte dei casi di studio, infatti, non sarà possibile trovare uno stadio "climax". Quindi lo stage più vecchio individuato rappresenta, semplicemente, la comunità strutturalmente e funzionalmente più complessa che si può rinvenire nella macroarea.

#### Scelta del disegno delle aree di saggio e dei parametri da rilevare

La dimensione e i parametri da rilevare dipendono dall'obiettivo dello studio. Per integrare obiettivi diversi conviene seguire delle indicazioni di protocolli di ricerca che siano state elaborate per studi interdisciplinari. Uno di questi protocolli è - ad esempio - il "MNTFR - Monitoring of Non-Timber Forest Resources" (Chirici et al. 2000, Chirici et al. 2001, vedi pure <http://www.forst.tu-dresden.de/Informatik/mntfr/index.html>). Anche se esso è stato elaborato all'interno della disciplina dell'assessamento forestale, la logica del disegno delle aree di saggio può essere applicata anche agli studi sugli ex-coltivi. Il MNTFR propone di utilizzare AdS concentriche di forma circolare. A seconda dei parametri considerati, questi vengono rilevati all'interno di un cerchio di un determinato raggio (fig. 2). Ad esempio, il MNTFR prevede che il rilievo delle specie erbacee venga effettuato all'interno di un raggio di 3 m (area gialla), mentre le specie arbustive vengono rilevate all'interno dei 7 m (area gialla e arancione) e le specie legnose entro i 10 m di raggio (area gialla, arancione e rossa). Ovviamente ciò viene fatto per rendere possibile il rilievo di dati differenti senza che ciò diventi troppo oneroso in termini di tempo.

Nel caso degli ex-coltivi, se questi si trovano in zone non-terrazzate, la metodologia MNTFR per disegnare le AdS può essere applicata senza modifiche. Quando invece la zona studiata include versanti terrazzati, è molto probabile che questo approccio non sia più applicabile a causa della disomogeneità dei fattori ambientali nei terrazzamenti stessi. La differente autoecologia delle specie che si insediano rende differenziato il processo di colonizzazione nelle aree terrazzate. Una terrazza mostra infatti tre situazioni di omogeneità dei fattori ambientali (fig. 3), cioè tre distinte "subunità ecologiche": la superficie della terrazza (SUP), la base del muro (BM) e il muro (M) (Blasi et al. 2000, Rühl 2003).

Siccome i confini di un'AdS non devono mai sor-

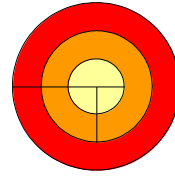
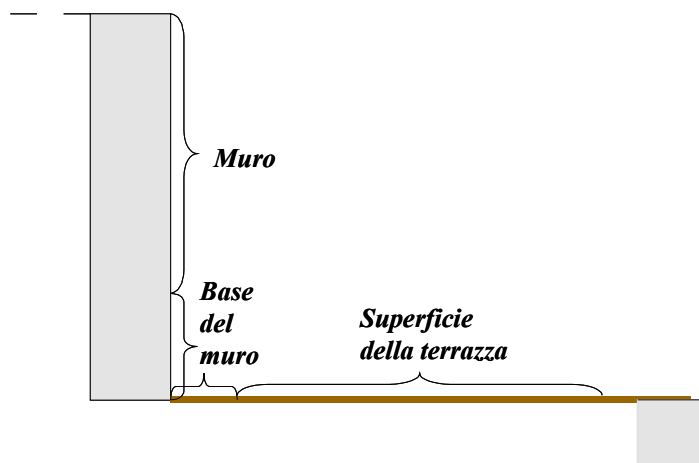


Fig. 2 - Schema di disegno delle aree di saggio per il MNTFR.

passare i limiti oltre i quali i fattori ambientali non sono omogenei, e quindi non spingersi alla base dei muretti o oltre, qualora le superfici delle terrazze siano larghe solo pochi metri, l'aumento del raggio dell'AdS, come suggerito nel MNTFR, diventa non praticabile. Invece, è opportuno usare AdS di forma rettangolare, di dimensioni "adatte" alla larghezza della terrazza. Per mantenere l'approccio interdisciplinare, mantenendo sempre lo stesso angolo di partenza (anziché un centro come nel normale MNTFR) si propone di scegliere dei lati dell'AdS di lunghezza via via crescente, in modo da individuare le superfici all'interno delle quali vengono rilevati i parametri prescelti. Ad esempio, in un'AdS un rilievo fitosociologico *sensu* Braun-Blanquet (1964) può essere effettuato definendo l'area minima per ogni stage di abbandono (area gialla in fig. 4). La diversità delle specie vascolari, invece, deve essere rilevata in tutti gli stage di abbandono su aree della stessa dimensione per garantire un confronto tra i dati. Quindi, si allargano i lati del rettangolo sino ad ottenere la superficie scelta per questo obiettivo (area gialla e arancione). Altri studi possono avere come scopo quello di effettuare anche rilievi strutturali delle specie legnose. Per realizzare tale obiettivo conviene allargare ancora i lati del rettangolo (area gialla, arancione e rossa). Proponiamo allora di usare, come disegno delle AdS negli studi delle terrazze abbandonate, la logica MNTFR, cambiando però la forma delle AdS in rettangoli.

All'interno dei singoli stages di abbandono vengono scelte le AdS. Per rispettare il principio di oggettività, la posizione dell'AdS viene scelta in modo "casuale", cioè senza prendere singoli alberi, accumuli di pietre, ecc., come punti di riferimento.

Nel caso di Pantelleria, sono state scelte nove AdS (tre SUP, tre BM e tre M) per ogni stage di ogni macroarea. Lo studio includeva quattro macroaree in cui erano stati individuati 5 stages, per un totale quindi di 180 AdS designate. Siccome uno degli scopi dello studio svolto a Pantelleria era di cogliere eventuali differenze nei processi di rinaturalizzazione tra le esposizioni Nord e Sud, le AdS di due ma-



**Fig. 3** - Schema di un'AdS rilevata a Pantelleria. Per ogni AdS sono stati effettuati rilievi sulla superficie della terrazza (SUP), alla base del muro (BM) e sul muro (M) (Rühl 2003).

croaree erano esposte a Sud, quelle delle altre due macroaree a Nord.

Per poter affermare con certezza che un determinato campo in passato è stato coltivato con vite o cappero, è necessario che si riscontrino alcuni individui di queste specie nei campi abbandonati recentemente o, nel caso di vecchi abbandoni, nei fotogrammi.

Come è stato già spiegato sopra, i parametri che vengono rilevati nelle diverse frazioni (giallo, arancione, rosso, ecc.) dell'AdS devono essere definiti in funzione dell'obiettivo dello studio. Nei seguenti paragrafi proponiamo alcuni modi per elaborare i dati e indichiamo quali parametri possono essere rilevati.

In più, conviene rilevare alcuni parametri generali di base per ogni AdS, come è prassi negli studi di campo: altitudine, esposizione, coordinate rispetto a un sistema cartografico, substrato geologico e tipo di suolo.

### Metodologia per la valutazione quantitativa dei dati

#### Parametri per lo studio e l'elaborazione dei dati sulla diversità

Per comparare la diversità nelle specie vegetali vascolari, possono essere utilizzati gli indici di diversità. Ognuno di questi indici cerca di caratterizzare la diversità di una comunità o di parte di una comunità attraverso un singolo numero (Magurran 1988). Tali indici prendono in considerazione due fattori: la ricchezza di specie (*species richness*), che è il numero delle specie, e l'*evenness*, che esprime la distribuzione delle frequenze delle specie. L'indice della *species richness* che viene usato più spesso è il numero di specie per m<sup>2</sup>. Smith & Wilson (1996) raccomandano di usare  $E_{var}$  (Camargo 1993) come indice dell'*evenness*, perché tra l'altro esso appare ugualmente sensibile sia alle specie poco frequenti sia a quelle molto

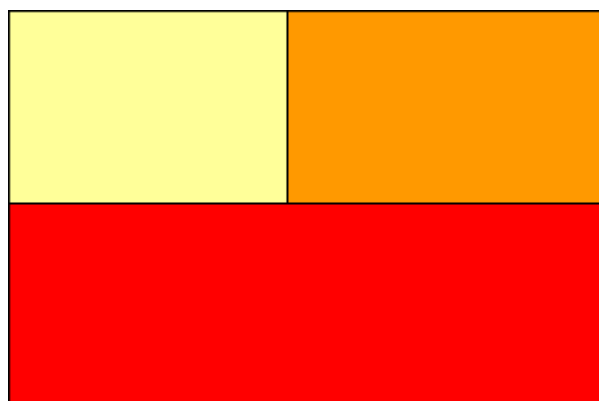
frequenti. Oltre a ciò, ci sono degli indici di diversità che tengono conto sia della *species richness* sia dell'*evenness*, come l'indice di Shannon-Wiener  $H'$  (Shannon & Weaver 1949).

Il parametro da rilevare per la *species richness* è semplicemente il numero delle specie, mentre per il calcolo della *evenness* e per  $H'$  occorre anche un valore di frequenza (espresso come numero di individui, biomassa, valore di copertura, ecc.) per ogni specie in ogni AdS. Per calcolare questi indici, è indicato l'uso di software specifici, come *Ecological Methodology* di Krebs (1999).

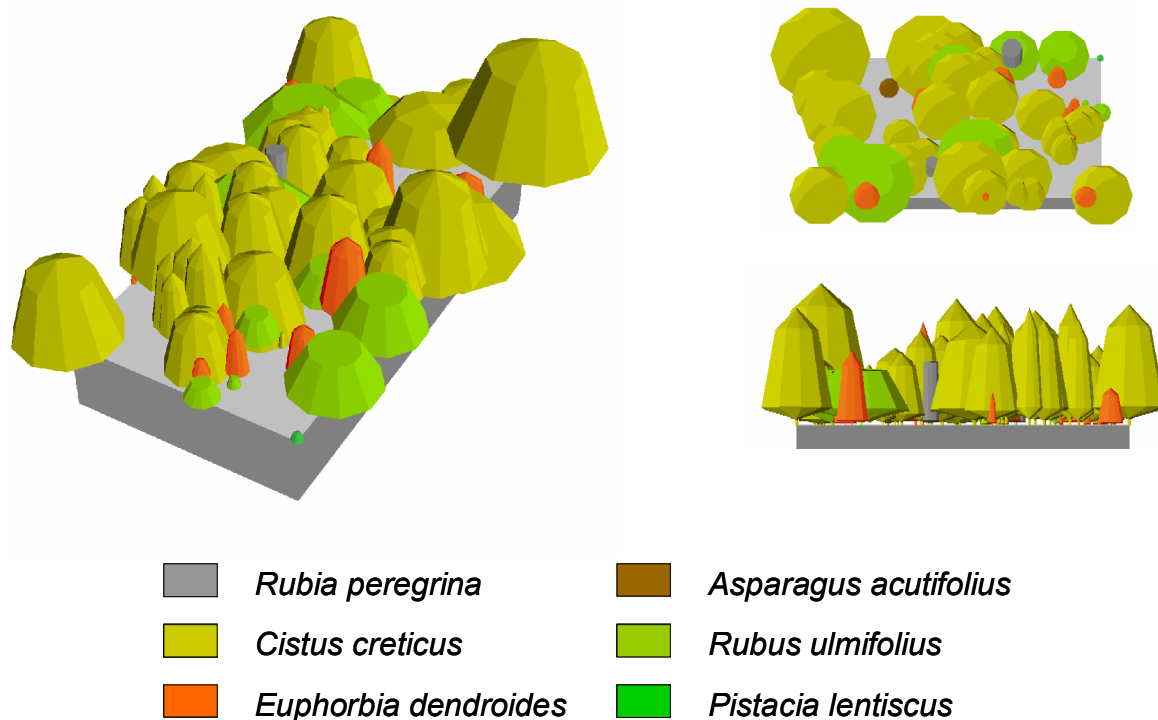
Per le singole AdS di Pantelleria sono stati calcolati diversi indici di diversità (Rühl 2004).

#### Parametri per lo studio e l'elaborazione dei dati fitosociologici

Per individuare i pattern nei dati della vegetazione (Rühl 2003), sono state utilizzate l'analisi multivariata in forma di ordinamento, usando la *Detrended Correspondence Analysis* (DCA) e la *Canonical Correspondence Analysis* (CCA), o di classificazione, usando la



**Fig. 4** - Esempio di disegno di AdS per lo studio degli ex-coltivi terrazzati, adottando l'approccio del protocollo MNTFR.



**Fig. 5** - Rappresentazione grafica di un rilievo strutturale di un'area di saggio di Pantelleria realizzata con SVS (Campisi 2002).

*Two-Way Indicator Species Analysis* (TWINSPAN). Queste analisi aiutano a formulare delle ipotesi su come siano collegati la vegetazione e i fattori ambientali. Per un approfondimento dei metodi di ordinamento e classificazione, si rimanda a Kent & Coker (1992).

Per l'analisi multivariata, bisogna rilevare le specie e il loro grado di copertura, e oltre a ciò, per la CCA, i fattori ambientali che possono essere responsabili di una parte della varianza dei dati concernenti la vegetazione. Anche in questo caso, per l'analisi multivariata, possono essere utilizzati appositi software, tra i quali i programmi PCORD o CANOCO.

Per caratterizzare la vegetazione degli ex-coltivi di Pantelleria, sono stati inoltre calcolati gli spettri biologici (Raunkiaer 1905 e successive integrazioni) per ogni singolo stadio della successione e per entrambe le esposizioni (Rühl 2004, Rühl 2003). I parametri da rilevare per il calcolo degli spettri biologici sono le specie ed il loro grado di copertura.

#### *Parametri per lo studio e l'elaborazione dei dati sulla struttura della vegetazione*

Per studiare il modo di disposizione e associazione degli elementi di un sistema (= struttura), il primo approccio può essere semplicemente una rappresentazione grafica della copertura vegetale di un'AdS.

Per le AdS di Pantelleria, sono stati elaborati dei grafici 3D per visualizzarne la struttura (fig. 4; Rühl et al., submitted) utilizzando il programma SVS *Stand Visualization System* (McGaughey 1997). I parametri da rilevare per effettuare delle rappresentazioni strutturali sono, per ogni esemplare, distinto in base all'origine (gamica o agamica): 1) diametro al colletto; 2) diametro a petto d'uomo (DBH - a 1.3 m di altezza) degli alberi con diametro superiore a 5 cm; 3) altezza; 4) altezza d'inserzione della chioma delle piante arboree; 5) raggio dell'area d'insidenza lungo quattro direttrici, ortogonali fra loro; 6) posizione topografica all'interno dell'AdS, rilevata secondo un sistema di assi cartesiani, costituiti da due lati ortogonali dell'area di saggio.

Oltre alla rappresentazione grafica, la distribuzione dei diametri degli individui delle specie legnose dà un'indicazione sulla loro dinamica nel passato e sul trend futuro del popolamento. Va sottolineato come la distribuzione della variazione dei diametri sia una semplice misura della diversità dimensionale. Preziosa può essere l'applicazione della dendrocronologia anche per stabilire i tempi della colonizzazione.

Un'analisi più approfondita viene fatta con il calcolo di indici che caratterizzano la struttura del popolamento vegetale delle singole AdS. Innanzitutto, gli

indici della struttura orizzontale danno utili informazioni sul grado di competizione all'interno del popolamento: una distribuzione regolare degli individui delle specie legnose indica la presenza di competizione tra i singoli individui, mentre una distribuzione aggregata mostra che la competizione perde importanza a causa di altri fattori, come ad esempio la presenza di forti stress ambientali come la siccità (Ben-Shahar 1991). Ci sono diversi indici della struttura orizzontale: l'indice di aggregazione di Clark e Evans (Clark & Evans 1954), l'indice di Cox (Cox 1971), l'indice di Gadow (Gadow et al. 1998), l'indice di Smaltschinski I e II (Smaltschinski 1981), ecc. Tra questi, l'indice di aggregazione di Clark & Evans (1954) sembra essere quello più utile, anche perché, in confronto a molti altri indici, presenta un valore massimo (Gleichmar & Gerold 1998). Per potere calcolare l'indice Clark & Evans, bisogna rilevare: 1) distanza di ciascun albero dagli alberi più vicini, 2) numero degli individui arborei.

Un altro indice utile è il coefficiente di segregazione di Pielou (1977). Esso descrive il grado di "comnistione" di due specie di alberi in un bosco (Pommerening 2002). Come l'indice di Clark & Evans, esso è basato sulla distanza di un determinato albero dall'albero più vicino. Un valore di 1 indica che gli alberi più vicini sono sempre della stessa specie dell'albero al centro, mentre il valore di -1 indica il contrario. Nel caso che la distribuzione delle specie sia completamente casuale, il valore sarà intorno a 0.

Invece, la *Vertical evenness* (Neumann & Starlinger 2001) è un indice che caratterizza la struttura verticale di un popolamento. Valori bassi indicano popolamenti monostatificati, mentre popolamenti pluristatificati danno valori prossimi a 0.75. Maltoni & Paci (2001), sottolineando che "troppi indici strutturali non sarebbero in linea con un approccio che richiede strumenti di facile applicazione", utilizzano ad esempio un altro indice idoneo per indagare la struttura verticale dei boschi.

Infine, per quanto concerne la rinnovazione appare importante operare una distinzione in: piantule, semenzali e rinnovazione affermata (Aceto et al. 2000). Lo studio della rinnovazione può essere effettuato su una superficie ridotta (vedi paragrafo 2.4) all'interno della AdS e si può esprimere con l'indice *Ir* di Magini (1967) che è uguale al prodotto della densità  $m^{-2}$  per l'altezza media (cm) del novellame.

#### Ulteriori osservazioni

Per capire più a fondo i processi della rinaturalizzazione, per poterli meglio gestire, o a secondo del-

l'obiettivo della ricerca, può essere talora necessario applicare una metodologia che corrisponda anche ad una diversa concezione delle aree di saggio. Può essere utile effettuare delle osservazioni su una superficie molto più ampia o puntiforme per valutare ad esempio il ruolo delle piante madri, o, attraverso transect di diverse dimensioni, l'effetto di aree naturali contigue, ecc. Schematizzando, alcuni aspetti certamente da valutare sono: 1) l'importanza della presenza di "aree naturali" (anche gli stage più vecchi) in prossimità del campo abbandonato come centro di dispersione per le specie legnose; 2) il modo di agire e la presenza di diversi vettori di dispersione delle specie legnose; 3) il diverso andamento dei processi di rinaturalizzazione dovuto alle differenze tra le diverse colture di "partenza" (es.: ulivo vs. vite vs. seminativo); 4) la presenza e il ruolo di *safe sites* (sensu Schupp 1995) nel campo abbandonato; 5) il ruolo e l'importanza che i disturbi possono giocare nel bloccare o rallentare la successione progressiva.

Per alcuni coltivi (ex-castagneti ad esempio) può essere importante lo stato fitopatologico (Maltoni & Paci 2001), mentre a fini gestionali bisogna prendere in considerazione altri parametri come ad esempio la viabilità, la possibilità di finanziamenti per gli interventi, i costi per la gestione, ecc.

#### Conclusioni

I processi di abbandono delle colture stanno interessando vaste superfici e comprendono soprattutto aree marginali. L'esatta valutazione delle dinamiche in corso assume un'importanza rilevante anche a fini pianificatori. La scelta se lasciare le aree alla libera evoluzione o se bisogna intervenire con un rimboschimento o imboschimento dipende dalla velocità dei processi e dalla "qualità" della vegetazione che si insedia negli incolti. Così, ad esempio, a Pantelleria alcune aree abbandonate poste in forte pendenza ed esposte a Sud sono soggette a intensissimi processi erosivi che, oltre a distruggere i muretti a secco, dilavano il suolo (Barbera & La Mantia 1998), mentre altre aree nelle Eolie sono soggette all'invasione di specie alloctone, come l'ailanto o la robinia, a scapito delle specie autoctone.

Come scrive Piussi (2002), "Le decisioni sulle forme di gestione sono infatti condizionate dalle caratteristiche naturali dei rimboschimenti spontanei e dal quadro sociale, economico e culturale in cui si collocano e quindi dai vantaggi e svantaggi che i singoli e la collettività si attendono dal nuovo paesaggio".

La particolarità rappresentata dalle terrazze, che



determinano condizioni ecologiche differenti da quelle di pieno campo, necessitano di metodologie di valutazione differenziate. La vastità di questi sistemi agrari e l'intensità dei processi di abbandono giustifica la messa a punto di una metodologia apposita. La metodologia di campo e le elaborazioni dei dati proposti in questa sede rappresentano alcuni suggerimenti utili ad analizzare qualitativamente e quantitativamente il processo di rinaturalizzazione dei campi terrazzati.

### Ringraziamenti

Il lavoro è stato realizzato nell'ambito del progetto "RISELV.ITALIA - Sottoprogetto 4.1 Inventario e monitoraggio delle risorse e degli ambienti forestali". Si ringrazia il Prof. Martin Schnittler (Università di Greifswald, Germania) per i suggerimenti metodologici, il Dr. Giuseppe Garfi per alcune informazioni sugli indici strutturali e D.ri D.G. Campisi e G. Terrazzino per l'aiuto in campo. Ringraziamo l'Azienda Regionale Foreste Demaniali della Regione Siciliana e in particolare il Dr. G. D'Antoni per l'aiuto prestato in numerose fasi della ricerca.

### Bibliografia

- Aceto P, Pividori M, Siniscalco C (2000). Dinamica evolutiva di popolamenti forestali di neoformazione nel piano montano. *Monti e Boschi* 1: 4-12.
- Agnoletti M, Mercurio R (1995). Evaluation of afforestations in abandoned fields. *Giornale Botanico Italiano* 129 (2): 263.
- Angiolini C, Boscagli A, Casini S (1995). Formazioni erbacee in ex-coltivi del versante senese del Mt. Amiata (Italia Centrale). *Giornale Botanico Italiano* 129 (2): 14.
- Barbera G (1996). Il sistema agricolo dell'isola di Pantelleria. In: (Assessorato per i Beni Culturali ed Ambientali ed.) Piano territoriale Paesistico dell'isola di Pantelleria, Palermo, pp. 58.
- Barbera G, La Mantia T (1998). Sistema agricolo e paesaggio nell'Isola di Pantelleria. *Italus Hortus* V (1-2): 23-28.
- Barbero M, Bonin G, Loisel R, Quézel P (1990). Changes and disturbances of forest ecosystems caused by human activities in the western part of the Mediterranean basin. *Vegetatio* 87: 151-173.
- Ben-Shahar R (1991). Successional patterns of woody plants in catchment areas in a semi-arid region. *Vegetatio* 93: 19-27.
- Blasi C, Carranza M.L, Di Pietro R (1997). Sistemi di paesaggio e recupero ambientale negli oliveti abbandonati dei Monti Ausoni (Lazio meridionale). In: IAED, Atti del I Congresso "Conservazione e Biodiversità nella progettazione ambientale", Vol. 1, Quad. 6: 51-57.
- Blasi C, Di Pietro R, Fortini P (2000). A phytosociological analysis of abandoned terraced olive grove shrublands in the Tyrrhenian district of Central Italy. *Plant Biosystems* 134 (3): 305-331.
- Braun-Blanquet J (1964). *Pflanzensoziologie*. Springer-Verlag, Wien, Austria, pp. 865.
- Camargo JA (1993). Must dominance increase with the number of subordinate species in competitive interactions? *Journal of Theoretical Biology* 161: 537-542.
- Campisi DG (2002). Processi di rinaturalizzazione negli ex coltivi. Il caso studio di Pantelleria (TP). Tesi di laurea, Università degli Studi di Palermo, pp. 128.
- Carta M, D'Ambrosi E, Gallinaro N (2003). Esperienze lombarde nell'identificazione di superfici boscate di neoformazione. Obiettivi, approccio metodologico e primi risultati. Società Italiana di Selvicoltura ed Ecologia Forestale, Atti III Congresso Nazionale "Alberi e Foreste per il Nuovo Millennio" (Viterbo, 15-18 ottobre 2001), pp. 467-470.
- Cavalli S, Ioalè P, Macchia M, Sbragia M (2000). Contributo sulla disseminazione zoocora di *Quercus ilex* in aree litorali della Toscana nord-occidentale. *Monti e Boschi* 1: 13-16.
- Chirici G, Ciancio O, Corona P, Marchetti M (2000). Monitoraggio scala-dipendente delle risorse forestali non legnose. *Ecologia Montana / Linea Ecologica* 3: 12-14.
- Chirici G, Corona P, Marchetti M (2001). Nota su un'esperienza pilota di monitoraggio delle risorse non legnose in ambiente forestale. *ISAFSA, Comunicazioni di Ricerca* 2: 129-146.
- Ciancio O (2000). Gestione forestale e sviluppo sostenibile. Atti II Congresso Nazionale "Selvicoltura per il miglioramento e la conservazione dei boschi italiani" (Venezia, 24-27 giugno 1998), vol. 3: 131-187.
- Civetta L, Cornette Y, Gillot P.Y, Orsi G (1988). The eruptive history of Pantelleria (Sicily Channel) in the last 50 Ka. *Bull. Vulcanol.* 50: 47-57.
- Clark PJ, Evans FC (1954). Distance to nearest neighbour as a measure of spatial relationships in populations. *Ecology* 35: 445-453.
- Cox F (1971). Dichtebestimmung und Strukturanalyse von Pflanzenpopulationen mit Hilfe der Abstandsmessungen. *Mitt. Bundesforschungsanst. Forst- u. Holzw.* 87 (X), 1-182.
- Debussche M, Lepart J (1992). Establishment of woody plants in mediterranean old fields: opportunity in space and time. *Landscape Ecology* 6 (3): 133-145.
- Del Favero R (2001). I processi di ricolonizzazione forestale. In: (Del Favero R ed), "Progetto Boschi del Parco Regionale dei Colli Euganei". Università agli Studi di Pado-

- va, Parco Regionale dei Colli Euganei, pp. 48-56.
- FAO (2001). FAO Database. [online] URL: <http://faostat.fao.org/faostat/collections?subset=agriculture>
- Fierotti G (1988). Carta dei Suoli della Sicilia (scala 1:250.000). Palermo, Regione Siciliana, Ass. Territorio e Ambiente. Università degli Studi di Palermo, Facoltà di Agraria, Istituto di Agronomia Generale.
- Fortini P, Di Pietro R, Blasi C (1995). Lo studio dei processi di riforestazione naturale applicato alla progettazione ambientale. Quaderni IAED, 2: 115-135.
- Fratello G (1996). Applicazione dell'analisi architettonica nello studio della vegetazione nelle aree agricole in abbandono. IAED, Quaderno 6: Atti I Congresso (Perugia, 28-30 novembre 1996), Vol. 1: 58-64.
- Gadow K, Hui GY, Albert M (1998). Das Winkelmaß. Ein Strukturparameter zur Beschreibung der Individualverteilung in Waldbeständen. Centralbl. ges. Forstwesen 115 (1): 1-9.
- Gianguzzi L (1999). Vegetazione e bioclimatologia dell'isola di Pantelleria (Canale di Sicilia). Braun-Blanquetia 22: 1-70.
- Glavac V (1996). Vegetationsökologie. Gustav Fischer, Jena, Germany, pp. 358.
- Gleichmar W, Gerold D (1998). Indizes zur Charakterisierung der horizontalen Baumverteilung. Forstw. Cbl. 117: 69-80.
- Godron M, Guillermin JL, Poissonet J, Poissonet P, Thiault M, Trabaud L (1981). Dynamics and Management of vegetation. In: (Di Castri F, Goodall DW, Specht RL eds.) "Mediterranean-type shrublands (Ecosystems of the World 11)". Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, pp. 317-344.
- Kent M, Coker P (1992). Vegetation description and analysis. Wiley & Sons, New York, NY, pp. 363.
- Krebs CJ (1999). Ecological Methodology. 2nd edn. Benjamin/Cummings, Menlo Park, CA, pp. 620.
- La Mantia T (2002). L'arboricoltura da legno nel paesaggio siciliano. Quaderni IAED 15: 135-153.
- La Mantia T, Cutino I, Maggiore CV (2004). Limiti e prospettive dell'arboricoltura da legno in Sicilia. Atti del Convegno: "La selvicoltura da legno strumento di rilancio del territorio e dell'economia montana" (Borgetto, PA, 20 aprile 2004) pp. 87-105.
- La Mantia T, Pasta S (2001). La rinaturalizzazione dei rimboschimenti: proposte metodologiche e ipotesi di intervento nella Riserva Naturale "Grotta di Santa Ninfa". Naturalista Sicil. S. IV, XXV (Suppl.): 299-323.
- Magini E (1967). Ricerche sui fattori della rinnovazione naturale dell'abete bianco sull'Appennino. Italia Forestale e Montana 22: 261-270.
- Magurran AE (1988). Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, Princeton, NY, pp. 179.
- Maltoni A, Paci M (2001). Strutture spaziali in castagneti abbandonati della Toscana: relazioni con il dinamismo della vegetazione. Monti e Boschi 6: 14-20.
- McGaughey RJ (1997). Visualizing forest stand dynamics using the stand visualization system.. In: Proceedings of the 1997 ACSM-ASPRS annual convention and Exposition (April 7-10 1997, Seattle, WA, Bethesda, MD), American Society of Photogrammetry and Remote Sensing 4: 248-257.
- Meeus JHA (1993). The transformation of agricultural landscapes in Western Europe.. The Science of the Total Environment 129: 171-190.
- Neumann M, Starlinger F (2001). The significance of different indices for stand structure and diversity in forests. Forest Ecology and Management 145: 91-106.
- Nocentini S (2000). La rinaturalizzazione dei sistemi forestali: aspetti concettuali. Italia Forestale e Montana 4: 211-218.
- Paci M (2002). Le indagini ecologiche. Dinamismo di paesaggi toscani nella seconda metà del XX secolo.. In: (Agnolletti M ed.) "Il paesaggio agro-forestale Toscano. Strumenti per l'analisi, la gestione e la conservazione". Firenze, Manuale ARSIA, Regione Toscana, pp. 41-48.
- Paci M (2004). Ecologia forestale, Elementi di conoscenza dei sistemi forestali. Edagricole, Bologna, pp. 310.
- Pasta S, La Mantia T (2004). Note sul paesaggio vegetale delle isole minori circumsiciliane. II. La vegetazione pre-forestale e forestale nelle isole del Canale di Sicilia: dalla ricostruzione storica alla gestione futura. Ann. Accad. Ital. Sci. For. LI: 77-124.
- Pelleri F, Ferretti F, Sulli M (2003). Esperienze lombarde nell'identificazione di superfici boscate di neoformazione. Obiettivi, approccio metodologico e primi risultati. Società Italiana di Selvicoltura ed Ecologia Forestale, Atti III Congresso Nazionale "Alberi e Foreste per il Nuovo Millennio" (Viterbo, 15-18 ottobre 2001), pp. 471-476.
- Pelleri F, Sulli M (1997). Campi abbandonati e avanzamento del bosco. Un caso di studio nelle Prealpi lombarde (Comune di Brinzio, Provincia di Varese). Annali dell'Istituto Sperimentale Selvicoltura Arezzo 28: 89-115.
- Peroni P, Ferri F, Avena GC (2000). Temporal and spatial changes in a mountainous area of central Italy. Journal of Vegetation Science 11: 505-514.
- Pickett STA (1989). Space for time substitution as an alternative to long-term studies. In: (Likens GE ed.) Long-term studies in ecology. Wiley, Chichester, UK, pp. 71-88.
- Pielou EC (1977). Mathematical Ecology. Wiley, New York, NY, pp. 385.
- Pividori M, Sorrentino A (2000). Analisi strutturale in popolamenti di neoformazione su terreni agricoli abbandonati. Società Italiana di Selvicoltura ed Ecologia Forestale, Atti II Congresso Nazionale (Bologna, 20-22 ottobre 1999),

- pp. 27-33.
- Pividori M, Bertolotto G (2003). Analisi strutturale ed evolutiva in acero-frassineti di neoformazione delle valli da Lanzo (TO). *Monti e Boschi* 5: 34-40.
- Piussi P (2002). Rimboschimenti spontanei ed evoluzioni post-cultura. *Monti e Boschi* 3-4: 31-37.
- Poli Marchese E, Di Benedetto L, Maugeri G (1988). Successional pathways of Mediterranean evergreen vegetation on Sicily. *Vegetatio* 77: 185-191.
- Pommerening A (2002). Approaches to quantifying forest structures. *Forestry* 75 (3): 305-324.
- Raunkiaer C (1905). Types biologiques pour la géographie botanique. *Bull. Acad. Sc. Danemark* 5: 347-437.
- Richter M (1989). Untersuchungen zur Vegetationsentwicklung und zum Standortwandel auf mediterranen Rebbrachen. *Braun-Blanquetia* 4: 1-196.
- Richter M (1993). Mediterranes Brachland. Eine Chance für die Rückgewinnung naturnaher Standorte? In: (Struck E ed.) Aktuelle Strukturen und Entwicklungen im Mittelmeerraum, Passauer Kontaktstudium Erdkunde 3: 16-23.
- Rousset O, Lepart J (1999). Shrub facilitation of *Quercus humilis* regeneration in succession on calcareous grasslands. *J. Veg. Sci.* 10: 493-502.
- Rühl J (2003). Vascular plant diversity in abandoned vine and caper cultures of Pantelleria Island (Sicily) and conclusions for landscape conservation. Tesi di Laurea, Ernst Moritz Arndt -Universitaet, Greifswald, Germany, pp. 97 + 2 appendici.
- Rühl J (2004). Analisi dei processi di rinaturalizzazione nei vigneti e cappereti abbandonati del paesaggio terrazzato di Pantelleria (Canale di Sicilia). *Naturalista Sicil. S. IV, XXVIII* (3-4): 1125-1146.
- Rühl J, Pasta S, Campisi DG, Terrazzino G, La Mantia T (2005). Abandoned terraces on Pantelleria Island (Sicilian Channel): factors which influence the speed of renaturation. Submitted.
- Salbitano F (1987). Vegetazione forestale ed insediamento del bosco in campi abbandonati in un settore delle Prealpi Giulie (Tarpana-Udine). *Gortania, Atti Mus. Friul. St. Nat.* 9: 83-143.
- Schmidt W (1983). Experimentelle Syndynamik. Neuere Wege zu einer exakten Sukzessionsforschung, dargestellt am Beispiel der Gehölzentwicklung auf Ackerbrachen. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.* 96: 511-533.
- Schupp EW (1995). Seed-seedling conflicts, habitat choice, and patterns of plant recruitment. *American Journal of Botany* 82 (3): 399-409.
- Shannon CE, Weaver W (1949). The mathematical theory of communication. Univ. of Illinois Press, Urbana, IL, pp. 117.
- Smaltschinski T (1981). Bestandesdichte und Verteilungsstruktur. Freiburg, Dissertation, pp. 127.
- Smith B, Wilson JB (1996). A consumer's guide to evenness indices. *Oikos* 76: 70-82.
- Speranza M, Sirotti M (1995). Il dinamismo della vegetazione nei terreni agricoli abbandonati. *Atti del Convegno: "Ambiente e foreste nell'Appennino romagnolo, le ricerche in atto"* (Santa Sofia, BO, 10 novembre 1995), pp. 13-21.
- Speranza M, Sirotti M, Bagnaresi U, Bevitori M (1995). An integrated study of secondary succession. *Colloques Phytosociologiques XXIV*: 223-239.
- Speranza M, Tonioli M (2001). Osservazioni su alcuni aspetti della "regeneration window" di *Quercus pubescens* Willd. In una successione secondaria. *Informatore Botanico Italiano* 33 (1): 227-230.
- Tatoni T, Magnin F, Bonin G, Vaudour J (1994). Secondary succession on abandoned cultivation terraces in calcareous Provence. I: Vegetation and soil. *Acta Oecologica* 15 (4): 431-447.
- Tatoni T, Roche P (1994). Comparison of old-field and forest revegetation dynamics in Provence. *Journal of Vegetation Science* 5: 295-302.
- Tonioli M, Speranza M (2003). Caratteri strutturali della vegetazione e rigenerazione di *Quercus pubescens* Willd. negli ex-coltivi. Società Italiana di Selvicoltura ed Ecologia Forestale, Atti III Congresso Nazionale "Alberi e Foreste per il Nuovo Millennio" (Viterbo, 15-18 ottobre 2001), pp. 451-455.
- Urbinati C, Carrer M, Rosa F (1995). Dinamismo spaziale e cronologico di *Juniperus communis* L. in campi abbandonati nelle Prealpi orientali. *Linea Ecologica/ Economia Montana XXVII* (2): 13-19.