

# Agricoltura nelle aree protette: aspetti agronomici

Emanuele Tarantino\*, Grazia Disciglio

Dipartimento di Scienze Agro-Ambientali, Chimica e Difesa Vegetale  
Università degli Studi di Foggia  
Via Napoli 25, 71100 Foggia

Data di presentazione: 8 febbraio 2006

---

## Riassunto

Una delle finalità che motivano l'esistenza delle aree protette, espressa dall'art. 1 della legge 394/91 riguarda la "promozione di attività di educazione, di formazione e di ricerca, anche interdisciplinare, nonché attività ricreative compatibili". Considerando le molteplicità delle funzioni e la qualità di interessi e problematiche coinvolte nella gestione delle aree protette, la ricerca che più si adatta in queste aree è quella di tipo "sistemica", inerente allo studio dei sistemi afferenti ai livelli gerarchici più elevati: culturali, aziendali e agro-territoriali.

Le ricerche riguardano oltre quelle ritenute classiche per l'agronomia, quali quelle finalizzate a problemi produttivi con l'applicazione della sostenibilità ambientale; alla protezione dell'ambiente; al contenimento del rischio dell'erosione, alla gestione delle aree pascolative; anche di altri aspetti, quali la pianificazione del territorio, alle produzioni legate ai mercati locali, ai prodotti tipici ed alle produzioni biologiche; alla gestione delle aree pascolative e delle superfici di particolare interesse della fauna selvatica; alla rinaturalizzazione di aree degradate; la gestione ecosostenibile delle acque delle aree interne, alla multifunzionalità dell'agricoltura, al miglioramento del paesaggio e la valorizzazione della biodiversità.

*Parole chiave:* agricoltura multifunzionale e biologica, aree protette, indicatori agroambientali.

## Summary

### AGRICULTURAL IN PROTECT AREAS: AGRONOMIC ASPECTS

Among the various aims of the protect lands, as expressed by the art. 1 of the L. 394/91, there is "the promotion of educational, formative, experimental and interdisciplinary activities, as well as recreational activities".

Considering the multiplicity of the protect areas functions as well as the interests and the problems involved in their management, the most suitable research in this field is that according to a "systemic" approach. It concerns the study of the most high hierarchical levels: agricultural, farming and agro-territorial levels.

The researches regard not only the environmental sustainability of crops production, including the control of the erosion risks and the management of the pasturing areas, but also other aspects that result less conventional than the classical questions of the Agronomy. They include the land planning, the productions of local and typical markets, the production dependent on the organic farming on the environmental preservation, the management of areas which result of particular interest for wild fauna, the renaturalization of degraded areas, the eco-sustainable management of water resources, the multifunctional agriculture, the landscape improvement and the biodiversity enhancement.

*Key-words:* organic and multifunctional farming, agro-environmental indicators, protected areas.

\* Autore corrispondente: tel.: +39 0881 589216; fax: +39 0881 589342. Indirizzo e-mail: e.tarantino@unifg.it  
Ricerca realizzata con il contributo finanziario del MURST, Quota Progetti 2005. Il lavoro è da attribuirsi agli Autori in parti uguali.

**Introduzione**

L'agricoltura negli ultimi cinquant'anni si è modificata notevolmente determinando profondi cambiamenti sull'assetto territoriale e sullo stato delle risorse naturali. In generale, si è assistito ad una concentrazione e specializzazione dell'agricoltura nelle zone di pianura e ad una estensivazione più o meno marcata o addirittura all'abbandono dell'agricoltura nelle zone collinari e montane, con conseguente rarefazione delle colture agrarie, smantellamento delle sistemazioni agrarie collinari, diffusione degli incolti e ritorno al bosco.

Oggi, molte di queste zone più marginali fanno parte delle cosiddette "aree protette", intese come istituzioni di ambiti territoriali che per emergenze naturali, storico-paesaggistiche e, non per ultimo, agricole, diventano oggetto di una particolare tutela. (Segale et al., 2001).

Trattando le "aree protette", i quesiti da porsi sono: proteggere cosa o chi? E da chi o da che cosa? In realtà per molto tempo si è ritenuto, ed ampie frange dell'opinione pubblica ancora oggi ritengono, che la cosa da difendere sia l'ambiente e che lo si debba difendere dall'uomo, oltre che a suo beneficio. Basta l'evidenza di questo paradosso per comprendere come questa filosofia possa essere contraddittoria (Muscio, 2004). Anzitutto, l'ambiente, nelle sue componenti biotiche ed abiotiche, non può prescindere dalla partecipe presenza dell'uomo, soprattutto in Italia, dove non esistono più territori sufficientemente ampi e dove l'uomo non sia presente, con i suoi insediamenti ed attività, fosse anche marginale. Ciò posto, non è seriamente pensabile di proteggere un territorio a vantaggio di un'umanità che sia altra e diversa, privilegiata rispetto a quella locale, le cui attività possono essere menomate o pregiudicate ad altrui beneficio. Una filosofia così ispirata appare viepiù anacronistica in un Paese caratterizzato da una forte antropizzazione e dalla preesistenza in molte aree protette di attività economiche radicate, in particolare di quella agricola (figura 1). Una corretta concezione dell'ambiente, mentre da una parte non può ridurre utilisticamente la natura a mero oggetto di manipolazione e sfruttamento, dall'altra non si deve assolutizzarla e soprapporla in dignità alla stessa persona umana. ("Pontificio Consiglio della Giustizia e della Pace, 2004").

Nel nostro Paese, infatti, molto spesso la

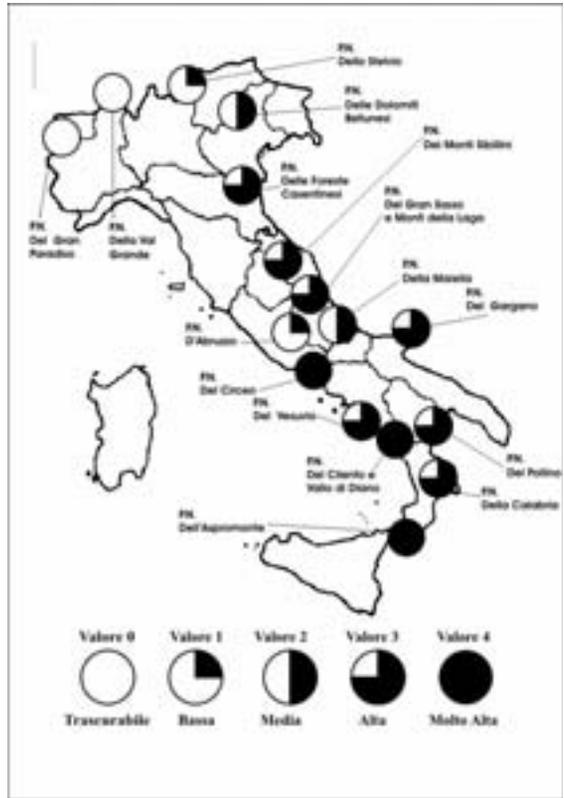


Figura 1. Incidenza dell'attività agricola nei comuni interessati dai Parchi nazionali.

Figure 1. Effects of agricultural activity on the Commons included in National Parks.

creazione di aree protette e parchi è stata posta in alternativa all'uso agro-zootecnico del territorio. Tuttavia in Italia, così come nei Paesi industrializzati europei, il concetto di tutela ambientale è andato evolvendosi rispetto al rigido sistema vincolistico e protezionistico previsto per i primi parchi nazionali, trasformandosi in un approccio più attivo e propositivo (Gambino, 1991). È in atto un profondo cambiamento della filosofia delle aree protette, ispirata ad una nuova concezione che vede le finalità di recupero e conservazione del territorio strettamente legate all'obiettivo dello sviluppo economico e sociale delle comunità interessate, certo nel rispetto dei vincoli e delle limitazioni imposte dalle leggi nazionali e comunitarie. Queste condizioni sono imprescindibili per superare le conflittualità locali che sempre accompagnano e spesso decretano il fallimento, sostanziale anche se non formale.

La possibilità di conciliare l'esistenza delle

aree protette e l'esercizio dell'agricoltura è di primaria importanza per conseguire contestualmente gli obiettivi di tutela di ambienti ad elevato pregio, mantenendo e sviluppando un'agricoltura ecocompatibile, in grado di ricomporre quell'equilibrio tra produzione e difesa ambientale che le generazioni del passato ci hanno spesso consegnato ma che oggi dobbiamo impostare su basi scientifiche aderenti alle nuove tecnologie. La soluzione a questa problematica è certamente sia di interesse nazionale che locale, giacché proprio le comunità locali rappresentano il primo e più importante livello di difesa e di fruizione delle aree protette (CESTAAT, 1996).

L'agricoltura ha oggi, un ruolo di primaria importanza nella conservazione dell'ambiente, delle risorse naturali e per il mantenimento della biodiversità. Nelle aree protette, ancora più di altre aree, l'agricoltura e il mondo rurale nel suo complesso sono chiamati ad una funzione complessa che vede sempre più intrecciarsi la tradizionale funzione produttiva con la conservazione del paesaggio, la difesa idro-geologica del territorio, lo sviluppo socio-economico delle popolazioni residenti in queste aree svantaggiate e soggette a progressivo esodo rurale.

A riguardo la Comunità scientifica in campo agronomico, in questi ultimi anni, ha aperto un dibattito sulle tematiche inerenti un equilibrato progresso dell'agricoltura, per un più armonico rapporto tra questa e la conservazione dell'ambiente in senso lato e per un ulteriore miglioramento delle condizioni di vita delle popolazioni e, in particolare, degli agricoltori (Bonari, 2001). Con questa relazione, si vuole entrare nello specifico, trattando le tematiche agronomiche relative alle aree protette.

### 1. Aree protette e loro ruolo nel Mediterraneo

Per aree naturali protette, costituite da aree terrestri, fluviali o marine, vengono intese i parchi nazionali, i parchi regionali e le riserve naturali, statali e regionali. Inoltre sono considerate aree protette: le zone umide di interesse internazionale, le altre aree naturali protette (oasi delle associazioni ambientaliste, parchi, ecc. a gestione pubblica o privata), i siti d'importanza comunitaria (SIC), le zone di protezione speciale (ZPS) e le zone speciali di conservazione (ZSC).

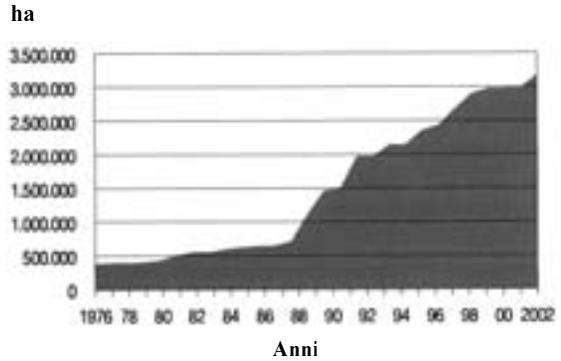


Figura 2. Sviluppo delle aree protette in Italia (Ministero Ambiente, 2003).

Figure 2. Expansion of protected areas in Italy (Ministero Ambiente, 2003).

Una determinata porzione di territorio diventa un'area protetta quando presenta delle caratteristiche ambientali, spesso affiancate a valori storico-culturali, peculiari o talmente ben rappresentati da costituire un bene di interesse non solo per coloro che ne sono proprietari ma anche per l'intera collettività locale, regionale, nazionale o addirittura internazionale.

Oggi il numero delle aree protette a livello planetario è di circa 102.102, per una superficie di 18,8 milioni di Km<sup>2</sup>, corrispondente a circa l'11,5% del territorio, un risultato ottenuto in vent'anni, nel corso dei quali la superficie protetta delle terre emerse è triplicata. L'Europa è il continente che con 43.000 aree protette guida la classifica a livello mondiale (<http://www.legambiente.com>).

L'Italia che è al quinto posto nella classifica europea, dopo l'Austria con il 19% del territorio, il Regno Unito con il 18%, la Norvegia con il 14,7% e la Germania con il 13,9%, a partire dagli anni '90, con la legge 394/91, ha dato il maggior contributo a livello europeo, ed uno dei più significativi a livello mondiale, passando dal 3% ad oltre il 10% di territorio protetto. Le aree protette nel 2003 hanno raggiunto, infatti, circa 2,9 milioni di ettari di superficie terrestre e circa 263.000 ettari di superficie marina (figura 2).

In pochi anni l'Italia è passata, infatti, dai 5 storici e gloriosi Parchi nazionali (Gran Paradiso, d'Abruzzo, Stelvio, Circeo, Calabria) ai 22 attuali, ai quali si aggiungono 146 riserve naturali statali, 105 Parchi naturali regionali, altre aree protette di diversa classificazione e denomina-

zione (figura 3), diffuse in tutte le regioni e in gran parte rappresentative di un patrimonio di diversità biologica, paesistica e culturale.

In Puglia, le aree protette rappresentano il 6,7% della superficie territoriale. Esse riguardano: il Parco Nazionale del Gargano (Foggia), istituito nel 1991 con una superficie protetta di ha 121.118; il Parco Nazionale dell'Alta Murgia (Bari), istituito recentemente nel 2004 di ha 68.078; quattro parchi naturali regionali ed altre aree riguardanti boschi, gravine, coste e zone umide.

Le aree protette italiane sono andate oltre le impostazioni chiuse, che ne avrebbero limitato il ruolo e le funzioni, valorizzando le ragioni di un territorio attraverso la sperimentazione di un nuovo rapporto tra società e natura, tra cultura e cicli naturali, tra storia, tradizioni e modernità. Una concezione profondamente diversa da quella nordamericana, del parco riserva, museo di una natura ingessata e imbalsamata. Ciò che porta i parchi italiani verso una pratica di promozione sociale, culturale ed economica delle popolazioni che vivono nei loro territori, verso strategie di sviluppo locale compatibile. Un mix di conservazione-innovazione, nel quale sperimentare forme nuove e creative di rapporto tra l'uomo e la natura, seguendo la traccia e la memoria di paesaggi ancora largamente risparmiati dai processi di degrado e di devastazione (Gambino, 1997).

Molti parchi nazionali e regionali italiani sono diventati per l'appunto, un luogo di sperimentazione sociale, ambientale e tecnologica di alto profilo.

Ma è soprattutto nel Mezzogiorno, che questa scommessa si vince o si perde, per diverse ragioni: a) il 68% della superficie dei parchi nazionali e il 38% di quella dei parchi regionali sono localizzate nel territorio meridionale; b) il 78% dei comuni, il cui centro storico è localizzato in un parco nazionale, ricadono nel Mezzogiorno; c) i parchi nazionali e regionali nel Mezzogiorno, sono localizzati, generalmente, nelle aree interne, le quali, ad eccezione dell'Abruzzo, mostrano tra gli indicatori socio-economici, un alto tasso di spopolamento, redditi e consumi tra i più bassi del nostro Paese (Perna, 2003).

Malgrado vincoli di carenza di infrastrutture o, in alcuni casi, anche di sicurezza sociale, il futuro dei Parchi è quello di divenire protagoni-

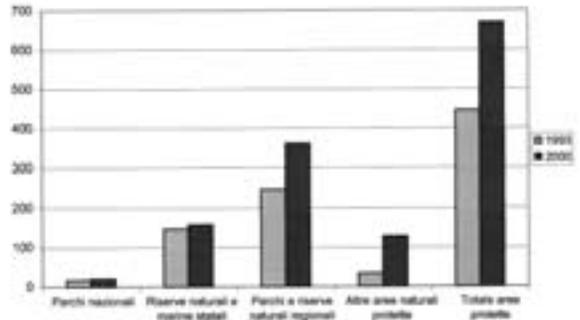


Figura 3. Numero di aree protette in Italia.

Figure 3. Number of protected areas in Italy.

sti di un riequilibrio territoriale, oltre salvaguardare un patrimonio naturale, storico e culturale di grande valore.

Attualmente si punta a localizzare in queste aree interne e marginali attività economiche di alto valore aggiunto e a un basso impatto ambientale, come le produzioni dell'artigianato di qualità e dell'agricoltura biologica. Grazie, alle nuove tecnologie, è possibile immaginare di trasferire nelle aree interne anche attività culturali, del terziario avanzato, di ricerca e formazione, ecc., che vedono la partecipazione di giovani, attività anch'esse ad alto valore aggiunto e basso impatto ambientale, oggi prevalentemente concentrate nei centri urbani di pianura.

Un esempio a riguardo, è quello che la nostra Università di Foggia sta realizzando nel Parco Nazionale del Gargano con la "Summer School" presso la Caserma Murgia nella Foresta Umbra.

Quello che succederà nei parchi del Mezzogiorno, nei prossimi anni, influenzerà anche il resto delle esperienze nel Mediterraneo.

In pochi casi come questo si può cogliere la centralità del Mezzogiorno, come area di frontiera che può comunicare, ed intercambiare esperienze con altre aree simili, anche se meno fortunate economicamente. In queste aree la nascita di parchi nazionali e delle aree protette è un fenomeno recente, soprattutto nella sponda sud-est del Mediterraneo. È il caso di ricordare l'istituzione di due parchi nazionali nel Marocco, nove in Algeria, otto in Tunisia, undici nella vicina Albania e due in Turchia più altri in fase di progetto, uno a Cipro e uno in Siria. Diversa è anche la situazione in Grecia, dove esiste un parco nazionale, quello di Lesbos, uno dei

primi nel Mediterraneo, che andrebbe assunto a modello per i legami estremamente positivi che si sono instaurati con i centri di ricerca e l'università, trasformando il territorio del parco in un luogo di alta formazione scientifica (Perna, l.c.).

## 2. La ricerca scientifica nelle aree protette e i contributi della ricerca agronomica

Una delle finalità che motivano l'esistenza di un'area protetta, espressa nell'art. 1 della già citata legge 394/91 riguarda "la promozione di attività di educazione, di formazione e di ricerca scientifica, anche interdisciplinare, nonché di attività ricreative compatibili". In tal modo l'area protetta, grande o piccola che sia, rappresenta una sorta di "laboratorio" vivente dove è possibile comprendere una serie di processi naturali nonché sperimentare azioni di gestione esportabili anche all'esterno della zona tutelata. Da tutto ciò consegue che un'area protetta non è tanto un luogo sottoposto a particolari vincoli d'uso quanto una realtà dinamica e viva dove avviare, prioritariamente rispetto al restante territorio, quei processi di gestione e di uso delle risorse ambientali compatibili con il loro perpetuarsi, mantenendone invariate le caratteristiche di qualità. In altre parole, un'area protetta deve fungere da "volano" per mettere in pratica quei concetti di sviluppo ecocompatibile, validi per l'intero territorio, indurre uno sviluppo economico locale basato su un uso consapevole delle risorse disponibili, sul miglioramento tecnologico e su un rinnovato interesse verso le attività tradizionali, dando impulso a nuove occasioni di lavoro e ad attività legate alla tutela e alla formazione.

Un'area protetta deve essere anche un luogo dove mettere in atto le più moderne ed avanzate conoscenze tecnologiche finalizzate a ridurre l'impatto sugli equilibri ambientali; dato che la ricerca scientifica è alla base per lo sviluppo delle nuove tecnologie, essa trova nell'area protetta la sua prioritaria applicazione.

Ma quale tipo di ricerca scientifica è necessaria in un'area protetta?

Considerando la molteplicità delle funzioni dell'area protetta e la quantità di interessi e problematiche coinvolte nella sua gestione è ovvio che, come sopra accennato, si debba trattare di

una ricerca di tipo interdisciplinare che affronti i problemi con una visione globale e integrale.

La ricerca agronomica ha avuto sempre come obiettivo l'interpretazione di una realtà estremamente complessa e variegata, influenzata da un elevato numero di fattori naturali e antropici, tra loro interagenti in modo spesso imprevedibile. In genere, tuttavia, da un punto di vista metodologico, specialmente in passato, ha sempre considerato indipendenti i singoli elementi che stanno alla base della produzione agraria. Questo approccio "riduzionistico", che ha caratterizzato tutta la scienza moderna, è stato recentemente superato da un ambito concettuale più tipico "sistemico" che pone in risalto l'interrelazione e l'interdipendenza tra tutti i fenomeni sia fisici che biologici, ma anche psicologici e sociali. È tuttavia da rilevare come l'approccio sistemico non neghi a priori quello riduzionistico, che costituisce la base per un processo di sintesi delle conoscenze quantitative della realtà. I due processi non sono quindi alternativi, ma profondamente complementari (Danuso e Donatelli, 2002). È noto che la realtà in campo agricolo è rappresentata da una combinazione di una gerarchia di sistemi (Fresco, 1986; Fresco e Westphal, 1988) che spaziano, dal livello più basso a quello più alto, dalla cellula alla pianta o animale, alla coltura o mandria, al campo o pascolo, all'azienda e, superiormente, al territorio (Borin e Ceccon, 2002) (figura 4). I sistemi di maggiore significato agronomico so-

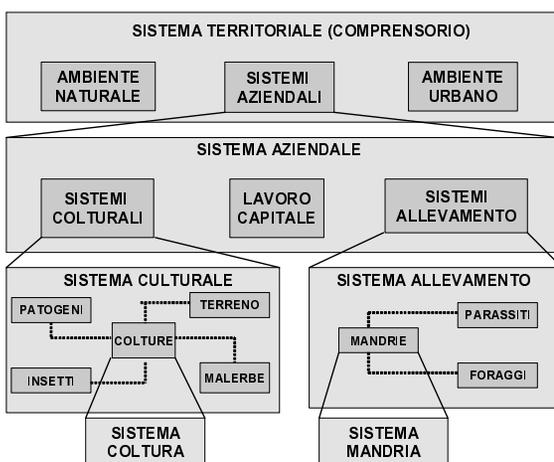


Figura 4. Rappresentazione dell'agricoltura come una gerarchia di sistemi (da Borin e Ceccon, 2002).

Figure 4. Agriculture representation as a hierarchy of systems (adapted from Borin e Ceccon, 2002).

no quelli che a partire dal livello inferiore, della pianta, giungano a quelli di livello superiore, nell'ordine dei sistemi: colturale, aziendale e agro-territoriale.

In un modello di agricoltura sostenibile, il più indicato nelle aree protette, la realizzazione degli obiettivi di sostenibilità della produzione agraria può essere ricercata soltanto attraverso un grado di integrazione delle risorse naturali e antropiche utilizzate nel processo produttivo.

Senza dubbio, la ricerca che più si adatta agli areali protetti del nostro Paese è quella relativa allo studio dei sistemi afferenti ai livelli gerarchici più elevati, le cui fondamentali tematiche richiedono una maggiore attenzione all'analisi dei rischi ambientali associabili all'esercizio dell'attività agricola e alla loro quantificazione; alla messa a punto di processi produttivi "alternativi", da valutare poi, in chiave economica; al particolare risalto da dare allo studio "territoriale" dei problemi di sensibilità delle aree e di conservazione del suolo; alla valutazione delle tecniche agronomiche coerenti ed accettabili; ai problemi relativi alla tutela della qualità dell'ambiente agrario e alla salute dei consumatori e degli stessi agricoltori.

Pertanto, numerose risultano le tematiche di ricerca agronomica connesse alla gestione degli agroecosistemi delle aree protette; infatti, oltre a quelle finalizzate alla soluzione di problemi relativi alla qualità e alla quantità delle produzioni nel rispetto dell'ambiente e della salute dei consumatori, altre, alcune delle quali ritenute meno convenzionali per l'agronomia classica, riguardano: (AA.VV., 2004; Bonari, l.c.; Borin, 2002; Miele, 2003):

- la pianificazione del territorio: elaborare e valorizzare, in collaborazione con altri settori, documenti tecnici di indirizzo delle decisioni politiche (es. piani dei parchi, piani di sviluppo territoriale, valutazione di impatto ambientale, "zonizzazione del territorio" valutazione agroambientale dei sistemi colturali, sia a livello locale che su scala vasta);
- l'agricoltura sostenibile e multifunzionale: le produzioni integrate, biologiche e di nicchia con legame alla tradizione, al territorio e all'agriturismo; la ricerca di varietà, magari meno produttive, ma qualitativamente più ricercate e più resistenti alle avversità; il recupero e la valorizzazione di specie e di coltivazioni "locali" pressoché dimenticate;

- la gestione delle aree pascolative e dei boschi;
- le colture a valenza ambientale: gestione delle colture ai fini ambientali e paesaggistici; il recupero delle aree marginali e degradate; le aree verdi e i manti erbosi, la tutela della biodiversità; la gestione di superfici a particolare interesse della fauna selvatica, la gestione integrata dei problemi di difesa delle colture, la "rinaturalizzazione" di aree in cui non vi è più interesse economico per la produzione agraria convenzionale;
- il monitoraggio ambientale;
- le biotecnologie.

Quando i settori della gestione degli agroecosistemi sono così complessi, come quelli delle aree protette, la scelta delle tematiche e delle priorità di ricerca non può prescindere da uno stretto legame tra i diversi attori che operano nel mondo della ricerca, realizzando una interazione-integrazione continua tra le diverse funzioni e fasi, compresa quella del trasferimento dei risultati. In generale, la scala territoriale è forse la più impegnativa e sicuramente quella meno frequentata dalla ricerca agronomica classica. In studi del sistema agro-territoriale, l'agronomo non può operare da solo, ma deve collaborare con specialisti di altri settori (naturalisti, ecc.).

Si fa rilevare, tuttavia, che già da qualche tempo la ricerca agronomica ha imboccato questa strada come è testimoniato anche dalle tematiche di volta in volta affrontate nei convegni annuali della Società Italiana di Agronomia (SIA) nel corso dell'ultimo ventennio.

Di alcune delle suddette tematiche, di seguito si riporta, insieme ad alcuni rapporti bibliografici, una rassegna dei recenti contributi scientifici presentati al XXXVI Convegno SIA (Atti SIA, 2005).

### *3.1 Pianificazione delle aree protette: analisi dei portatori di interesse*

Una tappa fondamentale per la gestione di un'area protetta è quella dell'elaborazione del "Piano", che deve prospettare una visione che permetta di integrare sviluppo socio-economico con gestione equilibrata dell'ambiente. Come già accennato, per le caratteristiche intrinseche del nostro Paese, un'area protetta non può rappresentare solo un'isola di natura incontaminata, ma deve valorizzare le economie produttive.

A tal fine, nella pianificazione di un'area protetta, la funzione produttiva non deve "concettualmente" essere separata dalle altre, come quella naturalistica, paesaggistica e culturale. Particolarmente sentito, specialmente nella fase iniziale di istituzione in queste aree, è il conflitto tra attività primaria e ambiente (Segale et al., l.c.), per una serie di incomprensioni tra i promotori di questa forma di tutela e gli agricoltori.

Per ridurre tale conflittualità, è necessario tenere conto, fin dalla definizione dei piani di gestione, del punto di vista dei diversi portatori di interessi (*stakeholders*) che operano nell'area considerata, del loro ruolo nel sistema analizzato e delle reciproche interdipendenze. Ossia, i parchi prima di essere dichiarati vanno costruiti con il coinvolgimento dei soggetti interessati alla diversa destinazione del territorio, primi fra tutti gli agricoltori che non sono soltanto portatori di interesse, ma molto di più, essi sono anche "portatori di territorio".

L'individuazione e l'analisi di tutti i portatori di interesse (*stakeholders analysis*) è una procedura interattiva e iterativa che si può svolgere mediante interviste semi-strutturate, focus group, workshop interattivi (Toderi et al., 2005; Checkland e Scholes, 1990). L'individuazione e l'analisi di tutti i portatori di interesse è una fase delicata poiché alcuni di essi possono non essere evidenti e quindi esclusi dalla pianificazione. Essa rappresenta una prima tappa finalizzata all'analisi diagnostica di situazioni caratterizzate da complessità, incertezze, controversie ed interdipendenze, particolarmente utile per far emergere le questioni prioritarie da affrontare per indirizzare lo sviluppo sostenibile in un determinato contesto rurale (Slim, 2004).

Dal punto di vista del ricercatore, l'analisi dei portatori d'interesse rappresenta anche un'opportunità per ridefinire il ruolo attuale della ricerca agronomica nella gestione del territorio.

A tal riguardo, i risultati di una ricerca svolta in diverse aree protette italiane, presentata al XXXVI Convegno SIA (Toderi et al., l.c.) hanno evidenziato che le priorità identificate dagli intervistati hanno riguardato principalmente la commercializzazione dei prodotti agricoli e la valorizzazione del turismo rurale. Di conseguenza, i portatori di interessi individuati dagli intervistati sono stati principalmente ristoratori, albergatori, Enti locali (Regione, Provincia, Comunità montana, Comuni e Camera di com-

mercio). Molti dei ruoli e funzioni effettive e potenziali ascritte all'agricoltura nelle aree protette, inizialmente evidenziati dai ricercatori (ad esempio, la caratterizzazione del paesaggio, l'impatto ambientale da nitrati, l'erosione del suolo, ecc.) sono stati ignorati dagli stakeholders. Allo stesso modo, nessuno degli intervistati esterni al mondo agricolo ha indicato le Facoltà di Agraria, la ricerca agronomica in genere e gli agricoltori come possibili partner per la ricerca di soluzioni condivise finalizzate a una maggiore sostenibilità ambientale nelle aree protette. Questo risultato è una evidente riprova delle difficoltà che spesso si incontrano nel rapporto tra agricoltura ed enti parco. Molti stakeholders hanno manifestato l'esigenza di un "tavolo" di confronto permanente, aperto a tutti i portatori di interesse individuati volta per volta in funzione delle questioni da esaminare, finalizzato ad offrire un supporto agli Enti responsabili della gestione e a migliorare il coordinamento delle diverse politiche territoriali per lo sviluppo del territorio, evitando così inutili sovrapposizioni di interventi o scelte contrastanti. Nella creazione di questo tavolo, i componenti dei gruppi di ricerca potrebbero svolgere un ruolo attivo a diversi livelli: attraverso la produzione di dati scientifici come base per la discussione tra soggetti in conflitto o per far emergere interdipendenze tra loro; nella facilitazione attraverso l'organizzazione di eventi interattivi e la produzione ed applicazione di modelli euristici; attraverso il coinvolgimento dei portatori di interesse nella ricerca e nel monitoraggio di alcuni rilevanti processi bio-fisici e sociali (ricerca partecipativa), superando così le barriere di comunicazione che ostacolano il cambiamento delle pratiche agricole in base ai risultati scientifici della ricerca agronomica (Toderi et al., l.c.).

A questo riguardo interessante è, per esempio, l'esperienza che si sta svolgendo presso il Parco Nazionale del Gargano, circa l'attivazione di un tavolo di confronto composto da diversi Enti territoriali ad associazioni di categorie, per l'analisi e la discussione del "Piano", prima della sua approvazione da parte del consiglio direttivo dell'Ente gestore.

### 3.2 Sostenibilità e multifunzionalità dell'agricoltura

In ambito europeo, nel corso degli anni novanta, è iniziata una rivoluzione della funzione am-

bientale e sociale dell'attività agricola, di pari passo all'evoluzione della *politica agricola comunitaria* (INEA, 1999).

Importante è risultato il ruolo che hanno avuto i diversi interventi agroambientali comunitari [Reg. 2078/92; 2080/92 (LIFE); 43/92 (LEADER) 257/99 (AGENDA 2000) e recentemente la 1782/2003 (la cosiddetta "riforma di medio termine" che disciplina la Nuova PAC)] volti a ridurre l'impatto dell'esercizio agricolo sul suolo, acqua e aria. Anche il ruolo delle aree protette dipende sempre di più dalle scelte assunte dall'UE (tabella 1).

**3.2.1 Agricoltura sostenibile.** Il concetto di agricoltura sostenibile nelle sue varie accezioni, ha destato particolare attenzione sotto il profilo etico, in quanto coinvolge la vita delle persone che lavorano nelle aziende agrarie, gli animali in allevamento e l'impatto sull'ambiente (Kirchmann e Thorvaldsson, 2000, Miele, l.c.). Infatti, la società moderna valuta positivamente i sistemi agrari sostenibili per la loro potenzialità nel migliorare il paesaggio, la flora e la fauna selvatiche e minimizzare gli effetti negativi sull'ambiente.

Nelle aree protette un ruolo determinante deve essere svolto dall'agricoltura sostenibile (integrata e specialmente biologica), anche se in queste aree spesso esiste una consolidata realtà di agricoltura tradizionale, anch'essa da salvaguardare, orientare e sostenere proprio per la sua valenza ambientale.

Le principali tematiche agronomiche di ricerca dell'agricoltura sostenibile riguardano: la sostenibilità del suolo, dell'aria e dell'acqua; la produttività e la qualità dei prodotti e l'impatto ambientale. Aspetti che vanno visti in una dinamica temporale e spaziale (Giardini, 2002).

Per quanto riguarda la sostenibilità del suolo, un fenomeno di rilevanza agro-ambientale negli ambienti mediterranei, comprese alcune aree protette, è la desertificazione, le cui cause devastanti sono: l'erosione, gli incendi, la salinità, lo sfruttamento non sostenibile delle risorse pascolative e idriche (soprattutto nelle fasce costiere per usi agricoli, industriali, urbani e turistici), l'inacidimento dei suoli per azione di fattori climatici, la crisi dell'agricoltura e il conseguente abbandono delle terre.

In ambito internazionale, particolare peso viene attribuito all'attività di promozione di

Tabella 1. La nuova PAC "Riforma di medio termine". Allegato IV al Reg. (CE) del Consiglio n. 1782 del 29/09/2003.

Table 1. The new CAP "Medium Term Reform". Annex IV to the Reg. (CE) of the Council n. 1782 of 29/09/2003.

OBIETTIVO	NORME
Erosione del suolo: proteggere il suolo mediante misure idonee	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Copertura minima del suolo</li> <li>- Minima gestione delle terre che rispetti le condizioni locali specifiche</li> <li>- Mantenimento dei terrazzamenti</li> </ul>
Sostanza organica del suolo: mantenere la struttura del suolo mediante misure adeguate	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Norme inerenti alla rotazione delle colture</li> <li>- Colture ove necessario</li> <li>- Gestione delle stoppie</li> </ul>
Struttura del suolo: mantenere la struttura del suolo mediante misure adeguate	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso adeguato delle macchine</li> </ul>
Livello minimo di mantenimento: assicurare il livello minimo di mantenimento ed evitare il deterioramento degli habitat	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Densità di bestiame e/o regimi adeguati</li> <li>- Protezione del pascolo permanente</li> <li>- Mantenimento degli elementi caratteristici del paesaggio</li> <li>- Evitare la propagazione di vegetazione indesiderata sui terreni agricoli</li> </ul>

nuove strategie ed accordi di cooperazione, volti ad ottenere uno sviluppo sostenibile nelle zone interessate da tali fenomeni. La presenza dell'uomo sul territorio è ritenuto fattore determinante per scongiurare la desertificazione così come altri fenomeni di degrado ambientale. Essendo l'agricoltura l'attività che più di qualsiasi altra lega l'uomo all'ambiente, l'integrazione agricoltura-territorio consente, quindi, di salvaguardare gli ambienti e recuperare quelli degradati.

L'interesse dell'operatore agricolo nelle aree protette deve essere quello di applicare le tecniche agronomiche sostenibili per l'ottenimento di produzioni da cui possa, ovviamente, ricavare il proprio reddito, operando a vantaggio della conservazione della sostanza organica dei terreni coltivati, della riduzione dei rischi di erosione, riconoscendo il ruolo fondamentale degli avvicendamenti e migliorando la qualità delle produzioni.

Nei sistemi arativi, la successione colturale determina la perdita o l'accumulo della sostanza organica del suolo (Soil Organic Carbon – SOC) influenzando il valore e la qualità del flusso dei residui colturali al suolo; le agrotecniche associate determinano, inoltre, variabili e non sempre prevedibili effetti sul tasso di decomposizione della sostanza organica e sulla sua umificazione. Il modo migliore di verificare l'effetto della rotazione colturale e/o delle associate agrotecniche sul bilancio del SOC rimane quello delle prove agronomiche di lungo termine. A tal riguardo, da un esperimento agronomico di lungo termine condotto su un vertisuolo in area mediterranea, e presentata al XXXVI Convegno SIA (Fornasier et al., 2005), sono state confrontate tre rotazioni (omosuccessione di frumento duro, rotazione sessennale formata da frumento ripetuto per tre anni seguito da tre erbai annuali di orzo consociato con il frumento alessandrino, rotazione sessennale costituita da tre anni di medica in successione a tre anni di frumento), e due regimi idrici: asciutto ed irriguo. L'analisi del C del suolo ha evidenziato un suo aumento nelle rotazioni sessennali rispetto ai valori registrati all'inizio della prova. Nell'omosuccessione si è assistito ad una riduzione generalizzata della sostanza organica; allo stesso modo l'irrigazione, rispetto al trattamento asciutto ha determinato una diminuzione della sostanza organica. L'introduzione delle leguminose in rotazione ha portato ad un aumento della sostanza organica.

Per quanto riguarda l'erosione, è noto che l'Italia ne è minacciata per circa il 25% del suo territorio e le regioni più vulnerabili sono: Sardegna, Sicilia, Puglia, Basilicata e Calabria. In Puglia, le aree più vulnerabili sono il Tavoliere e il versante sud del promontorio garganico.

Numeroso è il numero di ricerche svolte in Italia riguardante gli interventi agronomici atti alla riduzione dell'erosione del suolo, (argomento trattato anche nel XXVII Convegno SIA, AA.VV., 1994), tra i quali sono da ricordare: l'impianto di siepi e di fasce boscate disposte ortogonalmente alla massima pendenza; la lavorazione del terreno secondo le curve di livello; l'introduzione negli avvicendamenti di colture protettrici (erba medica, prati polititi, ecc.) e l'impiego delle colture di copertura (cover crop) (di cui si riferirà successivamente nel paragrafo 3.6.1).

Anche alcune ricerche, presentate al XXXVI Convegno SIA, di confronto tra diversi avvicendamenti colturali, eseguito su una pendice rappresentativa della collina interna siciliana (Cosentino et al., 2005), confermano che l'erosione si può contrastare efficacemente con il ricorso a sistemi colturali che impiegano colture poliennali (erba medica, *Medicago arborea* e specie autoriseminanti), le quali assicurano la copertura permanente del suolo contrariamente a quanto avviene con le colture avvicendate. Gli avvicendamenti che richiedono frequenti lavorazioni del terreno si caratterizzano per la maggior perdita di sedimenti.

Un aiuto allo studio dei fenomeni di degradazione del suolo è fornito dai modelli matematici che riassumono e descrivono i dati sperimentali, esplorando le possibili interazioni intercorrenti; essi, pur rimanendo una rappresentazione parziale della realtà (De Witt, 1970), permettono di prevedere il comportamento e l'evoluzione di un determinato fenomeno.

Rispetto al passato, gli algoritmi e le equazioni relative alla dinamica dell'acqua lungo la superficie del suolo (runoff) si sono notevolmente evoluti. A tal riguardo esistono già diversi modelli implementati in software (SWAT, KINEROS, EUROSEM, ecc.) che stimano il runoff sulla base dei dati climatici disponibili.

In una recente ricerca svolta in una zona collinare campana (Mori et al., 2005) è stata valutata l'applicabilità del modello EUROSEM, confrontando le stime dei valori di deflusso ed erosione ottenute dalla sua applicazione, con quelle dell'equazione di Wischmeier e Smith e con i dati effettivamente misurati in sei parcelle ottenute dalla combinazione fattoriale di due lavorazioni principali (aratura a 40 cm vs. freatura a 15 cm) e da due successioni colturali (frumento in monosuccessione vs. rotazione biennale frumento-favino).

I risultati sperimentali hanno evidenziato che EUROSEM stima con un discreto livello di correttezza i volumi di deflusso, mentre manifesta, nelle condizioni pedo-climatiche in cui si è operato, notevoli limiti nella quantificazione del terreno eroso. Risultano ancora più evidenti le discrepanze tra i valori misurati e quelli stimati dalla equazione di Wischmeier e Smith, probabilmente perché quest'ultima è utilizzabile soprattutto a livello di bacino.

Un'altra ricerca presentata al XXXVI Con-

vegno SIA (Acutis et al., 2005) riguardante lo sviluppo di un componente UNIMI.Soil.Runoff, per l'implementazione dello scorrimento superficiale dell'acqua, ha evidenziato che a differenza di altri modelli accennati prima, questo componente può essere utilizzato autonomamente prescindendo da una specifica applicazione o da software complessi come quello che si sta sviluppando nel progetto SIPEAA (Donatelli et al., 2004), presentandosi in formato di DLL e offrendo oggetti specifici per la struttura dei dati, necessari al proprio funzionamento.

Circa la sostenibilità dell'aria e stress da ozono è noto che si tratta di un inquinante secondario che si origina per alterazione del ciclo fotochimico dell'O<sub>2</sub>. Le piante presentano un diverso grado di suscettibilità a questo inquinante. Ad esempio, nei prati e nei pascoli seminaturali l'ozono potrebbe modificare la composizione floristica riducendone la loro biodiversità (Nussbaum et al., 1995). Inoltre, considerato che la penetrazione di questo inquinante nei tessuti vegetali avviene attraverso gli stomi, qualsiasi fattore in grado di modificare la conducibilità stomatica, come per esempio, gli stress abiotici (idrico, salini, alte temperature, ecc.), può modificare la risposta delle piante all'ozono (Guderian, 1985).

Molti studi sottolineano l'effetto dell'O<sub>3</sub> sulle specie spontanee, mentre la risposta delle specie agrarie sottoposte ad elevate concentrazioni di O<sub>3</sub> non è ancora ben conosciuta. Soprattutto nelle zone aride e semiaride dell'intera area mediterranea mancano gli studi specifici (Fuhrer et al., 1997).

In una prova presentata al XXXVI Convegno (Merola e Fagnano, 2005), il cui scopo era quello di valutare i danni da ozono su due ecotipi di *Lolium perenne* L. e *Trifolium repens* L., specie più comuni nei prati dell'Appennino meridionale, è emerso che il *Lolium* risulta molto resistente allo stress da ozono e idrico, mentre il trifoglio ha mostrato una elevata sensibilità ai due stress, ed in particolare ha mostrato una riduzione dei danni da ozono in presenza di stress idrico. Negli ambienti mediterranei quindi, la riduzione della conducibilità stomatica dovuta allo stress idrico, potrebbe proteggere dai danni da ozono anche le specie più sensibili.

A quest'ultimo riguardo, i risultati di un'altra ricerca realizzata a Rutigliano (Bari) (Bou Jaoude, 2005) in apposite camere collocate in

campo (OTC, open top chambers), hanno evidenziato un significativo effetto della concentrazione di O<sub>3</sub> nell'aria sulla conduttanza stomatica della soia coltivata in due differenti condizioni di contenuto idrico del terreno. L'effetto si è dimostrato significativo solo in buone condizioni di alimentazione idrica del terreno. In condizioni di stress, la conduttanza stomatica è controllata principalmente dalla disponibilità di acqua nel terreno e meno dal livello di O<sub>3</sub> nell'aria. In condizioni di stress idrico, infatti, le differenze tra la conduttanza stomatica registrata nei due trattamenti di ozono non sono risultate statisticamente significative.

Un'altra tematica di sostenibilità ambientale riguarda la tutela delle risorse idriche da inquinamento azotato. Il comparto agricolo è considerato il primo responsabile del degrado delle acque da fonti azotate, perlopiù di tipo diffuso; ciò è legato da un lato ad una scorretta gestione delle fertilizzazioni organiche, dall'altro all'uso di dosi eccessive di concimi minerali. È, quindi, oggi di primaria importanza saper valutare l'impatto ambientale delle attività agricole con l'adozione di indicatori agro-ambientali di facile applicazione, funzionali da un lato all'evoluzione tecnica del mondo agricolo, dall'altro alla valutazione dell'efficacia e dell'applicabilità dei vincoli legislativi in materia di sostenibilità ambientale.

Un'indagine svolta su 41 aziende zootecniche in Piemonte (Bassanino et al., 2005), ha evidenziato che la tipologia a carattere estensivo (Bovini secondo linea Vacca-Vitello) risulta la più sostenibile, sia per lo stretto legame tra allevamento e superfici aziendali, sia per la buona gestione degli apporti azotati alle colture. Viceversa, le aziende a carattere molto intensivo (Suini, Bovini da carne e Bovini da latte) hanno il più debole legame con il territorio e molto spesso un cattiva gestione degli apporti azotati alle colture. Per ciò che riguarda l'utilizzo dei due indici di bilancio azotato confrontati, a scala colturale e aziendale, il primo (che valuta i flussi interni all'azienda) non pare sufficiente da solo a indirizzare la gestione della fertilizzazione verso criteri di maggior sostenibilità; si suggerisce, quindi, parallelamente all'indice colturale, l'adozione dell'indice aziendale (che valuta i flussi da e verso l'azienda), il quale ha dimostrato un forte significato agro-ambientale.

3.2.2 *Agricoltura multifunzionale*. La multifunzionalità dell'agricoltura, è un altro dei principi base della riforma della PAC del 1999 e quelle successive, attraverso cui si intende far corrispondere i servizi offerti dall'agricoltura alle esigenze della collettività, non solo in termini produttivi ma anche ambientali, con particolare riguardo all'agriturismo, alle produzioni tipiche e di nicchia ed alla conservazione del paesaggio. Il concetto di multifunzionalità si sta affermando non solo negli ambienti agricoli ma anche tra i cittadini e nell'opinione pubblica in genere.

In relazione alla multifunzionalità dell'agricoltura, un ruolo importante è svolto dall'agriturismo, legando questa attività all'agricoltura sostenibile e biologica, alla valorizzazione dei prodotti tipici, alla salubrità e al pregio paesaggistico di queste aree. L'agricoltura delle aree protette considera con sempre maggiore attenzione le produzioni di nicchia, vale a dire beni con un maggiore valore aggiunto in virtù di una superiore specializzazione anche nei riguardi di un diverso orientamento al mercato. Le produzioni di nicchia, inoltre, aprono molte prospettive d'interesse, in quanto richiedono contributi scientifici di livello specialistico, sia nei riguardi della conservazione genetica che della tecnica di coltivazione; attività queste che riportano l'agronomo in un contesto territoriale ben definito, con logiche produttive orientate all'esaltazione della qualità dei prodotti (Miele, l.c.). L'origine di molte di queste produzioni è secolare o addirittura millenaria e nell'arco di questo tempo l'uomo agricoltore, avendo limitati mezzi per modificare i fattori ambientali, è riuscito generalmente a modellare le proprie attività sulla vocazionalità del territorio, ottenendo sistemi produttivi poco impattanti ed ambientalmente sostenibili.

Diversi sono gli esempi di valorizzazione applicata ai prodotti tipici nei diversi parchi. Anche nell'area protetta del Parco del Gargano, per esempio, sono state promosse le sue produzioni di qualità. Infatti, con l'attivazione di presidi di "Slow Food", ha promosso e valorizzato alcuni prodotti tipici (gli agrumi del Gargano a marchio IGP, l'anguilla di Lesina, il Caciocavallo podolico e la Fava di Carpino); con il Consorzio l'Orchidea, ha stabilito norme innovative per il controllo e la lavorazione delle carni e dei formaggi podolici; con il progetto "La vigna del Parco" ha identificato e recuperato diverse spe-

cie di vitigni del Gargano, rilanciando nuove attività economiche all'interno dell'area protetta.

L'introduzione dei suddetti concetti della sostenibilità e della multifunzionalità nella moderna agricoltura ha portato ad un ampliamento degli interessi scientifici in campo agronomico.

Un altro argomento di particolare interesse nelle aree protette è quello del paesaggio e della biodiversità. Il problema della conservazione del paesaggio è divenuto sempre più importante, dal momento che l'abbandono delle campagne ha raggiunto livelli di rilievo, ed ha indotto i fenomeni di degrado del territorio; esso si manifesta attraverso dissesto idrogeologico (erosione), nel caso di ambienti declivi, e con la perdita di una tipica identità floro-faunistica, sostituita da una vegetazione spontanea, il più delle volte ruderale, nettamente peggiore, rispetto alla precedente, sotto il profilo estetico-paesaggistico.

È noto che la bellezza di un territorio dipende, oltre che da fattori naturali, anche dall'opera dell'agricoltore, che ha saputo modificare il paesaggio, coltivando specie che hanno dato vita ad un'immagine rurale di riconosciuta bellezza. La formazione del paesaggio, tuttavia, oltre che una conseguenza indiretta dell'uso agricolo del territorio, può riguardare anche la gestione diretta della vegetazione negli spazi non produttivi. Diversi sono gli elementi del paesaggio (figura 5) che possono contribuire al suo gradimento (presenza di siepi, boschi, alberate, prati stabili, aree naturali ed incolte, ecc.) o al suo impatto negativo (superficie arata, presenza di strutture – serre, fabbricati – pali, tralicci dell'alta tensione, ecc.). Nella misura in cui tale domanda di bellezza ed armonia paesaggistica viene soddisfatta, si possono aprire per il mondo rurale, forme integrative di reddito fino a qualche anno fa completamente sconosciute (Tempesta, 1997).

Il paesaggio inoltre, è inteso non solo come concetto di percezione visiva ma anche come modello ecologico (landscape ecology), ossia come l'insieme delle relazioni spaziali, tra le componenti naturali (suoli, corsi d'acqua, vegetazione, forma del territorio) ed antropiche presenti sul territorio, con particolare enfasi per lo studio degli effetti generati rispettivamente dalla frammentazione o dalla connessione degli habitat.

La frammentazione ambientale è quel pro-

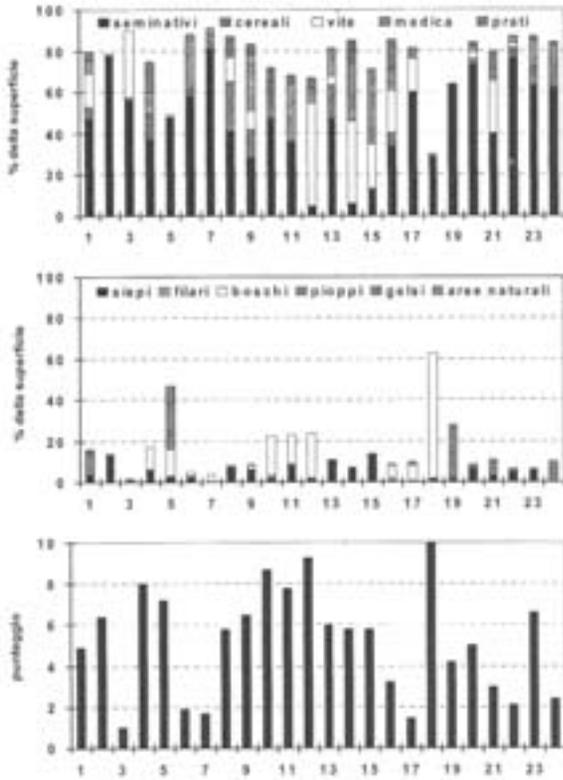


Figura 5. Indice di gradimento estetico del paesaggio in relazione all'uso agricolo del territorio (da Tempesta, 1997).

Figure 5. Index of aesthetic accepting of landscape with regard to the agricultural use of the land (adapted from Tempesta, 1997).

cesso dinamico di origine antropica con il quale un'area subisce una suddivisione in frammenti più o meno disgiunti e progressivamente più piccoli ed isolati. Ciò comporta conseguenze sui diversi processi e a tutti i livelli di organizzazione ecologica: dai flussi di individui e propaguli a quelli, ecosistemici, di energia e materia (Debinski e Holt, 2000; Farina, 2001). La frammentazione degli ambienti naturali è attualmente considerata una tra le principali minacce alla diversità biologica (Henle et al., 2004), i cui effetti sono evidenti oltre che sulla componente faunistica, anche su quella floristica e vegetazionale. Nelle specie vegetali, in risposta ai cambiamenti di tipo fisico e biotico, indotti da questo processo, possono venire alterate alcune importanti funzioni fisiologiche ed ecologiche, ed anche da un punto di vista agronomico, quali le interazioni con insetti impollinatori.

Allo scopo di mitigare, se non contrastare, gli effetti di questo processo sono state recentemente proposte, a livello internazionale, alcune strategie di pianificazione territoriale e di conservazione ambientale (UNCED, 1992; Bennett, 1999; Reggiani et al., 2000), note come pianificazione delle *reti ecologiche*. Tale pianificazione si pone come obiettivo prioritario quello di fornire agli ecosistemi residui, in paesaggi frammentati, le condizioni necessarie a mantenere in essi la vitalità, in tempi lunghi, di popolazioni e specie con effetti anche a livelli ecologici superiori (Romano, 2000). Questo settore della pianificazione, che si avvale delle basi teoriche e di nuove conoscenze della ecologia e della biogeografia, focalizza l'attenzione su scale spaziali e temporali più idonee al mantenimento di popolazioni e specie, comunità, ecosistemi e processi biologici.

Lo scopo delle ricerche su questa tematica è quello di contribuire a far conoscere le complesse problematiche ecologiche conseguenti alla frammentazione del territorio, analizzando il tema della connettività e proponendo un iter metodologico connettivale ad uso dei tecnici della pianificazione. Ciò ha portato ecologi e biologi della conservazione a confrontarsi con altre discipline del territorio, comprese quelle agronomiche, e con quelle forze politiche, economiche, sociali che svolgono un ruolo determinante nelle scelte di pianificazione. A tal riguardo, tuttavia, a fronte di alcuni aspetti culturalmente positivi, ne esistono altri problematici, legati ai differenti approcci e linguaggi dei diversi settori scientifici, spesso incomprensibili ai tecnici e professionisti degli altri settori (Battisti, 2004).

Un altro aspetto della conservazione del paesaggio è la biodiversità (tabella 2), che fa riferimento alla variabilità totale all'interno e tra i vari sistemi ed organismi: a livello di bioregioni, di paesaggi, di ecosistemi ed habitat, di elementi strutturali (siepi, boschetti, stagni, ecc.); ai vari livelli di organizzazione all'interno di specie, varietà e razze, di individui, cromosomi e geni; dell'azione operata dall'uomo nella gestione del paesaggio (Buchs, 2003; Fielder e Kareiva, 1998, Papa et al., 2001).

Non vi è dubbio che l'agricoltura abbia determinato la creazione di paesaggi agrari omogenei, una perdita di habitat, l'erosione genetica di specie preziose (Altieri et al., 2003). Tra i

Tabella 2. Composizione e livelli della biodiversità (Papa et al., 2001).

Table 2. Composition biodiversity and levels (Papa et al., 2001).

Ecologica	DIVERSITÀ	
	Genetica	Degli organismi
Biomi		Regni
Bioregioni		Phyla
Paesaggi		Famiglie
Ecosistemi		Generi
Habitat		Specie
Nicchie		Subspecie
Popolazioni	Popolazioni	Popolazioni
	Individui	Individui
	Cromosomi	
	Geni	
DIVERSITÀ CULTURALE		

metodi di gestione, come si accennerà successivamente, quello dell'agricoltura biologica adotta un complesso di tecniche che sono positive nei confronti della biodiversità, rispetto all'agricoltura convenzionale (Hole et al., 2004).

Nella ricerca, l'approccio utilizzato per analizzare la biodiversità, a livello di agroecosistema (Vandermeer e Perfecto, 1995), distingue due componenti interagenti tra loro: la biodiversità "pianificata", cioè la componente strutturale (boschi, siepi, bordi inerbiti, ecc.) e quella "associata" (flora erbacea e arborea, e fauna). Le componenti della biodiversità possono essere studiate con indicatori che esprimano la diversità culturale, la struttura delle componenti semi-naturali, la diversità e la ricchezza floristica e faunistica (Moonen et al., 2004). Numerosi studi dimostrano, però, che non è necessario solo valutare la biodiversità in termini di ricchezza specifica e di diversità, ma anche approfondire l'analisi a livello specifico (Moreby et al., 1994; Andersen e Eltum, 2000).

Una ricerca svolta in Toscana (Lazzerini et al., 2005) su tre aziende, due a conduzione biologica e una convenzionale ha riguardato, appunto, l'analisi a livello specifico, con l'obiettivo di definire: le possibili specie bioindicatrici; la relazione tra la gestione delle pratiche agricole e le componenti della biodiversità (specie erbacee, insetti carabidi); il diverso comportamento delle specie erbacee e degli insetti all'interno dei bordi campo, come confronto tra quelli inerbiti e quelli non ineriti. Dall'analisi statistica applicata ai dati sperimentali, è stato

possibile trarre alcune osservazioni: innanzitutto il sistema agricolo biologico risulta, per vari aspetti, diverso da quello convenzionale per le lavorazioni minime del suolo, l'uso di tecniche di gestione delle infestanti non basate sui prodotti chimici e la ricchezza di infrastrutture ecologiche (siepi, bordi ineriti, ecc.). L'approfondimento a livello specifico ha permesso di definire un gruppo di specie erbacee che sono presenti nei campi biologici rispetto a quelli convenzionali che potrebbero essere utilizzabili come bioindicatrici.

La biodiversità specifica delle praterie rappresenta un fattore importante da salvaguardare. Quelle del Gargano, per esempio, sono formazioni secondarie che tendono naturalmente ad evolvere verso fitocenosi arbustive se non opportunamente gestite, tramite il pascolamento (specialmente ovino) e lo sfalcio periodico. L'interesse di conservare queste formazioni vegetali è legato al mantenimento della biodiversità fitocenotica e alla salvaguardia degli habitat di numerose entità floristiche, legate esclusivamente a queste formazioni aperte, e di alcune specie faunistiche tra le quali sono da annoverare oltre agli erbivori anche i loro naturali predatori quali ad esempio i rapaci.

La diversificazione colturale negli ambienti mediterranei, genera inoltre, benefici non solo in termini ecologici sugli habitat e sulle specie selvatiche, ma anche da un punto economico espletando una funzione stabilizzatrice sulle rese delle colture riducendo i rischi ambientali (siccità e/o infestazioni parassitarie) (Ceddia e Pazienza, 2005).

Un'altra problematica di interesse nelle aree protette può riguardare il dissesto faunistico, che concettualmente è analogo a quello idrogeologico e forestale. La fauna selvatica, che condivide con l'uomo il territorio e le sue risorse, è stata da sempre oggetto di uso, in senso lato (per esempio prelievo, eradicazione, ripopolamento, introduzione di specie). La trasformazione degli ambienti naturali e la crescente urbanizzazione hanno sempre più condizionato la fauna portandola ad un evidente stato di "dissesto". Se da un lato, infatti, molte specie sono in declino o addirittura estinte, altre (le cosiddette *pest species*) mostrano una crescita numerica squilibrata che può causare danni alle attività economiche. Nel Parco Nazionale del Gargano, per esempio, notevole è l'incidenza

dei danni alle colture da parte della fauna selvatica (corvidi e principalmente cinghiale) (Gioiosa et al., 2005).

In un'altra indagine svolta sulle colline della Daunia, mostra il potenziale nutritivo dei residui colturali di barbabietola e grano per soddisfare la prima fase di allevamento brado dell'antica razza suina pugliese, dallo slattamento all'inizio dell'ingrassamento (Breber et al., 2005).

Altre attività di ricerca possono riguardare la gestione ecosostenibile delle acque interne, molto frequenti nelle aree protette, non solo ai fini dell'utilizzo della risorsa idrica, ma anche per la salvaguardia dell'idrofauna presente.

A tal riguardo, un'indagine svolta sulle acque interne (cutini, fontine, paludi e pantani) del Parco Nazionale del Gargano (Scirocco et al., 2005) ha rilevato dati faunistici interessanti, confermando la ricchezza biologica ed ecologica che contraddistingue questo territorio. La complessità tassonomica ed ecologica degli ambienti indagati, evidenzia come la conservazione dell'idrofauna (macroinvertebrati ed anfibi) si coniuga, forse più che per altri gruppi animali, con la conservazione degli habitat.

Infine, allo scopo di valorizzarle risorse idriche naturali, altre tematiche possono riguardare l'introduzione in allevamento di nuove specie. È il caso di una ricerca svolta nella laguna di Varano (Cilenti et al., 2005) sulla possibilità di introdurre l'allevamento della vongola verace, sia prendendo in considerazione la specie indigena *Tapes decussatus*, sia la specie esotica *T. philippinarum*.

### 3.3 Agricoltura biologica

Di certo l'agricoltura biologica è quella forma di agricoltura che può svolgere il ruolo più importante nelle aree protette. Essa vive, attualmente, una fase di espansione a livello mondiale, con superfici stimate superiori a 24 milioni di ettari; in questo contesto l'Europa "allargata" ricopre un ruolo di punta, con circa un quinto della SAU biologica mondiale e circa un terzo delle aziende agricole con un fatturato stimato nel 2002 di circa 30 miliardi di euro.

In Italia, l'agricoltura biologica ha conosciuto un vero e proprio boom: ormai, il 10% della superficie agricola è coltivata secondo metodi biologici, e i prodotti *bio* sono definitivamente usciti dalla nicchia in cui per anni sono stati relegati.

L'Italia vede attualmente consolidare la propria situazione di *leader* in Europa, con circa 1,2 milioni di ettari coltivati, per un fatturato di 1,8 miliardi di euro nel 2003; 48.473 operatori, impegnati di cui 42.185 sono produttori agricoli, 1.849 produttori trasformatori, 4.264 i trasformatori e 175 gli importatori (MIPAF, 2003). Le regioni con il maggior numero di aziende biologiche sono la Sicilia, la Sardegna, l'Emilia Romagna, la Puglia e la Calabria, con una superficie agricola interessata di 1.052.002 ha. La distribuzione degli operatori vede invece, una maggiore concentrazione di aziende di produzione al Sud e di trasformatori ed importatori al Nord.

La ripartizione per ordinamento produttivo delle superfici biologiche e di quelle in conversione indica che il 46% della SAU biologica nazionale è investita a foraggiare, e che di questa circa la metà è concentrata in Sardegna. I cereali rappresentano una quota di circa il 22% e, a loro volta, ricadono per circa il 65% in Puglia, Sardegna e Sicilia (figura 6).

Questi dati confermano il carattere tipicamente estensivo delle principali colture biologiche del nostro Paese.

Nella UE, l'agricoltura biologica è disciplinata dal Reg. CEE 2092/91 e successive modifiche e integrazioni, che regola le tecniche di produzione, il controllo, la certificazione, l'etichettatura e l'importazione da Paesi terzi.

Recentemente, nell'ottobre 2004, la Commissione Europea ha dato l'avvio al "Piano d'azione" per l'agricoltura biologica e gli alimenti

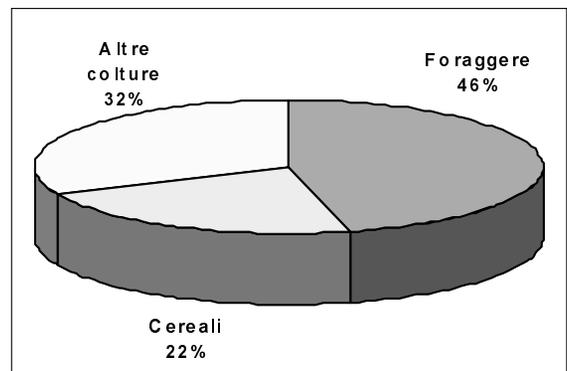


Figura 6. Ordinamento produttivo delle superfici coltivate secondo il metodo biologico in Italia.

Figure 6. Cropping systems and surfaces of the organic farming in Italy.

biologici. Questo piano comprende una serie di 21 azioni la cui attuazione dovrebbe contribuire all'eliminazione degli attuali ostacoli alla crescita, consentendo il rafforzamento e l'espansione del settore biologico. Dette azioni si concentrano sui seguenti obiettivi: a) sviluppare il mercato degli alimenti biologici (sensibilizzando i consumatori più consapevoli e incrementando le azioni di informazione e promozione destinate ai consumatori e agli operatori); b) ottimizzare le politiche pubbliche a favore dell'agricoltura biologica (incoraggiando gli Stati membri a fare un uso ottimale delle misure di sviluppo rurale e rafforzando la ricerca nel campo dell'agricoltura biologica); c) migliorare e consolidare la normativa comunitaria sull'agricoltura biologica e le disposizioni relative alle importazioni e alle ispezioni nel settore.

Gli aspetti di ricerca agronomica dell'agricoltura biologica riguardano: la fertilizzazione organica, i sistemi colturali (avvicendamenti, le colture intercalari destinate al sovescio, le colture di copertura negli interfilari degli arborei), le lavorazioni del terreno, la difesa dei parassiti, il controllo della flora infestante e la potenzialità produttiva delle colture (Giardini, l.c.).

Sotto il profilo agronomico, l'agricoltura biologica, pur presentando dei vantaggi per effetto della migliore gestione delle tecniche colturali e dei residui vegetali, dell'inserimento delle specie prative e delle colture di copertura, del riciclo dei reflui, dell'adozione di moduli di allevamento zootecnico "sostenibili" in rapporto alle superfici coltivate, dell'assenza di fitofarmaci di sintesi e dell'aumento della biodiversità, si accompagnano alcuni problemi evidenziati dall'agricoltura tradizionale, ossia: la lisciviazione dell'azoto, la volatilizzazione dell'ammoniaca dai reflui zootecnici, l'accumulo di metalli pesanti, l'inquinamento da micotossine delle produzioni o il loro scarso valore alimentare (per esempio basso tenore proteico delle granelle dei cereali).

Per quanto riguarda la fertilizzazione si rileva che un'elevata fertilità del terreno, quando anche raggiungibile con la concimazione organica, non garantisce necessariamente con una razionale ed efficiente somministrazione degli elementi nutritivi alle colture. Queste ultime, infatti, manifestano esigenze nutrizionali diverse, reattività differenti alla medesima disponibilità dei nutrienti, dinamiche e tempi di assorbimen-

to non coincidenti con i tempi di rilascio del terreno (Giardini, l.c.).

Ricerche relativamente recenti (Scheller, 1996; Grego, 1999) hanno indagato sulla possibilità che in terreni ricchi di attività microbica si possa verificare tutta una serie di fenomeni capaci di liberare e mobilitare elementi nutritivi come P, K, Mg e microelementi da minerali insolubili. Tutto questo però difficilmente riesce a porre la coltura in condizioni ottimali di rifornimento nutrizionale.

Ne consegue che l'agricoltura biologica deve talora accettare soluzioni di compromesso che comportano il ricorso a formule di concimazione nelle quali si palesano uno o più inconvenienti quali: il rapporto tra gli elementi nutritivi non è quello desiderato (Grignani et al., 2001); l'utilizzo di fertilizzanti prodotti in azienda o reperiti sul mercato, anche se non del tutto soddisfacenti; le dosi basse per contenere i costi (e quindi si produce meno di quanto tecnicamente possibile); il ritmo di assorbimento da parte della coltura (in particolare per N e P) non è soddisfatto dalla contemporaneità della messa a disposizione degli elementi da parte del terreno concimato.

Pur con il ricorso alle leguminose, va inoltre segnalata la difficoltà per l'agricoltura biologica di prevedere e programmare la sfuggente disponibilità di N nitrico nel terreno in relazione alla variabile richiesta colturale (Mazzoncini, 2001).

Un altro aspetto della sostenibilità, come già accennato, è l'impatto ambientale nei riguardi dell'azoto. Un argomento che, tuttavia, manca di sufficienti informazioni sperimentali derivanti da prove di lunga durata. I rapporti con l'azoto possono, infatti, presentare qualche problema dovuto alla notevole mobilità di questo elemento e alla non coincidenza quantitativa tra processi di assorbimento colturale e disponibilità di nitrati nel terreno. Il mancato impiego dei fertilizzanti azotati di sintesi non implica necessariamente minori perdite per lisciviazione, anzi, al momento che i fabbisogni di azoto delle colture vengono soddisfatti utilizzando letame e altri concimi organici e coltivando specie leguminose, si può verificare un rilascio di tale elemento non sincronizzato con le asportazioni attuate dalle colture. Inoltre, poiché è proprio la pianta coltivata che, con le sue asportazioni, costituisce il principale *sink* dei nutritivi applicati

o presenti nel suolo, la penalizzazione nelle rese, che si osserva nell'ambito di questo sistema produttivo, può contribuire ad aumentare le perdite dal comparto suolo-coltura.

I risultati di una prova di rotazione quinquennale (bietola, soia, mais, frumento) realizzata con tre differenti livelli di concimazione organica o mista (Giardini, l.c.), evidenziano che nelle tesi concimate con solo letame la stima dell'efficienza dell'azoto è più bassa e quella dei rilasci più elevata, a parità di elemento distribuito, rispetto alle tesi con concimazione mista. I valori elevati dell'annata a frumento confermano che il lungo periodo nel quale questa coltura lascia libero il terreno, favorisce la lisciviazione dei nitrati. Pertanto, l'agricoltura biologica raccomanda, a ragione, il ricorso a colture intercalari di copertura.

Il costante uso di concimi organici combinato con tecniche di lavorazione del suolo conservative, adottate negli agroecosistemi gestiti in regime biologico, generalmente, inducono un aumento di azoto (totale e disponibile) nel suolo rispetto a quelli convenzionali. Molti Autori hanno riportato un aumento della fertilità dei suoli in regime di agricoltura biologica in zone temperate (Bulluck et al., 2002).

I risultati di recenti ricerche, svolte per un periodo di nove anni in un ambiente dell'Italia centrale (Mancinelli et al., 2005) confermano, in regime di agricoltura biologica rispetto a quello convenzionale una maggiore riserva di azoto organico ed una più alta disponibilità di questo elemento nella forma nitrica dovuta principalmente ad una elevata mineralizzazione.

In regime biologico, un confronto tra due tipi di sovescio (favino e fava+avena) e di fertilizzanti organici commerciali (carniccio e cuoio torrefatto) (Pizzolongo et al., 2005), la dinamica dell'azoto nel terreno di un sistema colturale frutticolo (albicocco), ha evidenziato grandi quantità di N minerale per la mineralizzazione della sostanza organica. Tali valori, però, sono potenzialmente pericolosi per l'ambiente, in quanto l'N minerale residuo alla caduta delle foglie è soggetto a lisciviazione durante il periodo autunnale, caratterizzato da piogge dilavanti. Pertanto, anche in un sistema colturale biologico si devono adottare una serie di interventi volti a ridurre la degradazione della sostanza organica del suolo, a favorire l'accumulo di sostanza organica umificata, meno soggetta a

mineralizzazione, e a intercettare i nitrati nel periodo autunnale. A tal fine si consiglia di adottare alcuni accorgimenti quali: utilizzare sovesci polifiti piuttosto che di sole leguminose; ricorrere in maniera meno massiccia alle lavorazioni, la principale causa di degradazione della sostanza organica; investire il suolo, durante il periodo autunnale, con colture da copertura che intercettino e trattengano in superficie l'azoto minerale.

Un altro problema legato alla nutrizione delle colture biologiche, è quello della concimazione fosfatica, che può avvenire quasi esclusivamente con l'uso di fosfati naturali teneri (data la scarsa disponibilità di fosfato allumino-calcico), per i quali le normative prescrivono solo un limite per il tenore di cadmio ( $90 \text{ mg kg}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ ). Il fatto di impiegare materiali contraddistinti da una bassa efficienza agronomica del fosforo (fosfato tricalcico, a vari livelli di cristallizzazione), ne impone un uso ripetuto in quantitativi elevati, associato all'impiego di sostanza organica, per aumentare la solubilità della  $\text{P}_2\text{O}_5$  apportata. In tal modo, si aggiungono al terreno anche sostanze indesiderate, in particolare radionuclidi, fluoruri, oltre al già citato cadmio ed altri metalli pesanti che resterebbero nei fosfogessi reflui (Davis, 1980).

Il rischio ambientale è elevato, a fronte di un beneficio agronomico, in termini di efficienza nutritiva, alquanto dubbio. Su questa tematica, si sta studiando un concime organico-minerale microgranulato ad effetto starter per le colture biologiche, formulato con fosforo naturale tenero, azoto organico, zolfo ed estratti vegetali acidificanti (tannini naturali), che è stato oggetto di brevetto italiano nel 1999 (Bargiacchi e Miele, 1999) ed europeo nel 2000.

Altri aspetti agronomici (qui non trattati), riguardano l'avvicendamento delle colture, le lavorazioni del terreno e l'irrigazione per le quali l'attività di ricerca italiana è stata molto intensa ed è ricca di risultati degni di nota da tempo conseguiti.

La lotta contro i parassiti è l'anello più debole della catena produttiva biologica. Essa è ispirata al principio della prevenzione e si impernia sulla scelta di specie e varietà adeguate; avvicendamenti appropriati; lotta meccanica; protezione dei nemici naturali dei parassiti, grazie a provvedimenti ad essi favorevoli (ad esempio siepi, luoghi per la nidificazione, diffusione

di predatori). Quando la prevenzione non basta è consentito un uso limitato di fitofarmaci autorizzati per il regime biologico.

Negli ultimi anni anche nel nostro Paese si sta verificando una crescita di interesse nei confronti dei prodotti di origine vegetale da impiegarsi come fitofarmaci, ritenuti più facilmente degradabili e di notevole interesse per l'agricoltura biologica (Marzi, 2002). Sul piano applicativo, si contano circa 2000 specie di piante che rivelano proprietà insetticide, appartenenti a circa 60 famiglie diverse, ma le specie che oggi rivestono un effettivo valore commerciale appartengono soltanto a 5 famiglie: Asteracee (*Chrysanthemum cinerariifolium*) Flacourtiaceae (*Ryania speciosa*), Fabaceae (*Physostigma venenosum*, *Derris* spp., *Thephrosia* spp. e *Lonchocarpus* spp.) Liliacee e Solanacee (*Nicotina tabacum*).

In un lavoro presentato al XXXVI Convegno SIA (Andolfi et al., 2005) sono state esaminate le caratteristiche biologiche e riproduttive di alcune specie biocide appartenenti al genere *Tephrosia* (*T. candida*, *T. cinerea*, *T. purpurea*, *T. vogelii*), dalla cui biomassa sono stati estratti i principi attivi dei quali è stata testata l'attività acaricida. Buoni risultati sono stati ottenuti con *T. vogelii* e *T. cinerea*.

Un'altra tematica di studio riguarda l'effetto nematocida di trattamenti con sostanze naturali di origine vegetale che possono costituire una possibile alternativa ai prodotti di sintesi. In molti gruppi botanici sono, infatti, presenti molecole che mostrano attività nematocida. Effetti biocidi sono stati rilevati per esempio dal rafano nei confronti del nematode a cisti della bietola (Rosso et al., 1999). Una ricerca ha riguardato una prova di pieno campo diretta a verificare l'efficacia dei trattamenti con estratto acquoso della corteccia di quillaja (*Quillaja saponaria* Mol.) e di un formulato commerciale a base di azadiractina (principio attivo estratto dal neem - *Azadirachta indica* A. Juss) sul nematode galligeno *Meloidogyne* incognita, su coltura di pomodoro (D'Addabbo et al., 2005). I risultati hanno evidenziato che i due trattamenti previsti, che prevedevano l'impiego direttamente al terreno o per immersione delle piantine, sembrano svolgere un'azione soppressiva sulle popolazioni di nematodi fitoparassiti, e che nel caso della quillaja va ad aggiungersi una più generale azione fitostimolante. L'efficacia dei trat-

tamenti sembra comunque connessa ai tempi di applicazione degli stessi. Non sembra sussistere per entrambi i prodotti un'azione preventiva sulle radici della pianta.

Anche per il controllo della flora infestante nella ricerca di strategie alternative per la protezione delle colture agrarie è da annoverare la possibilità di impiego di oli essenziali estratti da piante aromatiche (cannella, lavanda, menta, ecc.) per la inibizione della germinazione di semi delle erbe infestanti (Dudai et al., 1999; Caporali et al., 2005).

Inoltre tra i mezzi biologici, negli ultimi anni si sta registrando, soprattutto in ambito internazionale, un interesse crescente verso l'applicazione dei fenomeni allelopatici, attraverso la coltivazione di piante che rilasciano, direttamente o dopo l'intervento dei microrganismi del terreno, prodotti allelopatici tossici per le malerbe.

Questo argomento sarà discusso successivamente nel paragrafo relativo alle colture a valenza ambientale.

Un altro aspetto importante dell'agricoltura biologica è la potenzialità produttiva delle colture. A tal proposito, molto scarse sono le informazioni, tuttavia, da un'indagine conoscitiva tra operatori ed esperti del settore, scelti in differenti aree rappresentative del Paese (Giardini, l.c.), è risultato che, con gli attuali disciplinari, il decremento produttivo dell'agricoltura biologica, espresso in percento dell'agricoltura convenzionale, varia da coltura a coltura in dipendenza delle limitazioni dovute alle diverse tecniche di fertilizzazione, controllo delle infestanti e difesa antiparassitaria (figura 7). In particolare, i quesiti posti in questa indagine riguardavano: a) la potenzialità produttiva dell'agricoltura biologica, con gli attuali disciplinari, espressa in percento di quella dell'agricoltura convenzionale nell'ambiente considerato; b) gravità delle limitazioni operative incontrate (fertilizzazione, lotta alle malerbe, difesa antiparassitaria, post-raccolta) espresse con numero indice o con indice simbolico (1 = A = assente o trascurabile; 2 = M = moderata; 3 = C = consistente; 4 = G = grave); c) eventuali osservazioni o commenti alle singole risposte.

I risultati riassunti nella figura 8, inoltre, mettono in correlazione il decremento relativo di resa medio stimato per ogni coltura in regime biologico con la sommatoria dei primi tre indici di limitazione. L'elevato valore di  $R^2$  indica

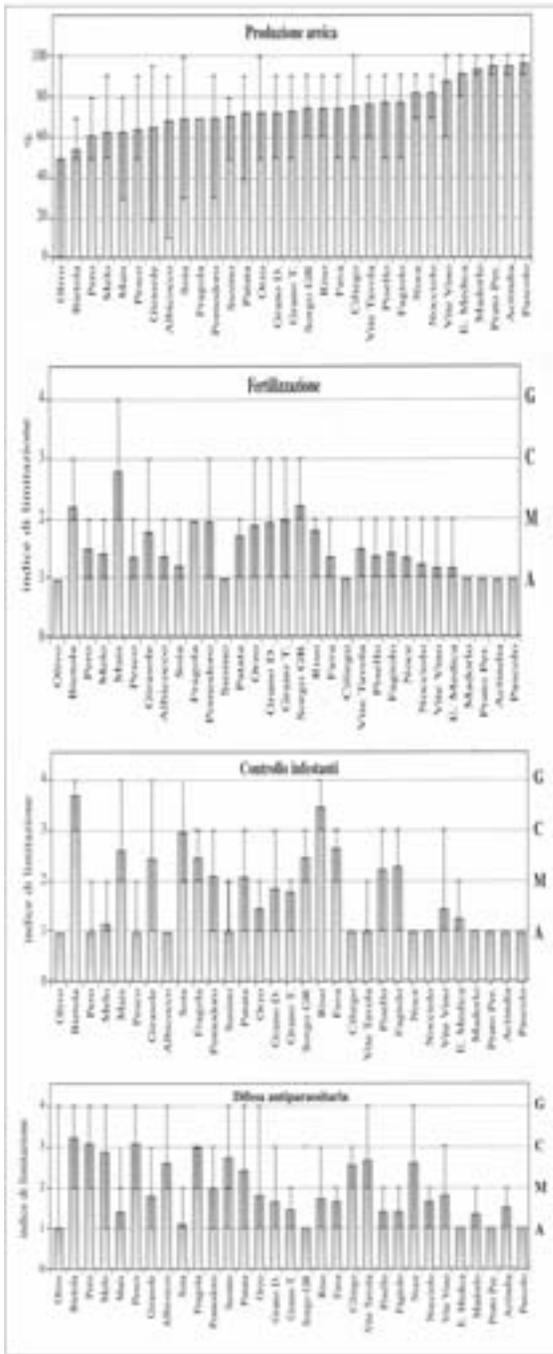


Figura 7. Quadro riassuntivo dei risultati dell'indagine conoscitiva sull'AB (Agricoltura Biologica). La produzione areica è espressa in % dell'AC (Agricoltura Convenzionale) e i parametri di limitazione come numero indice (minimo, medio, massimo) (da Giardini, 2002).

Figure 7. Results of a research carried out on the Italian Organic Farming. The yield according to the Organic Farming is expressed in % whit respect to Conventional Farming and the limiting parameters are expressed as a index number (minimum, medium, maximum) (adapted from Giardini, 2002).

che, per il campione di esperti interpellato, il 77,5% della differenza produttiva tra agricoltura convenzionale e agricoltura biologica è dovuto all'insieme di problemi derivanti dalle limitazioni considerate (Giardini, l.c.).

Anche i risultati di un altro studio svolto in Piemonte presentato al XXXVI Convegno SIA (Moretti et al., 2005), relativo al confronto tra due sistemi colturali biologici (con letame e concimi commerciali con sovescio) e un sistema convenzionale gestito secondo una buona pratica agronomica, evidenziano una riduzione delle produzioni areiche comprese tra il 16 e il 18%, e un ridotto contenuto di proteine nella granella di frumento per la minore disponibilità di elementi nutritivi, in particolare, dell'azoto nel terreno.

Quello della qualità delle produzioni biologiche rappresenta, infatti, un altro importante filone di ricerca.

La qualità e la salubrità dei prodotti, la riqualificazione ambientale attraverso l'applicazione di tecniche ecocompatibili e, in particolare, l'agricoltura biologica, sono una priorità per le aree protette e, in quanto tali, devono costituire parte integrante della sua immagine all'esterno.

Le ricerche hanno messo in luce che il tipo di fertilizzazione, "biologica" o "chimica", non influenza la qualità della sostanza vegetale prodotta (Hansen, 1981; Evers, 1989). Invece, la difficoltà a mantenere una sufficiente disponibilità di azoto nel terreno, ad esempio nel frumento sia tenero che duro, nelle ultime fasi del ciclo, può penalizzare le qualità panificatorie e pastificatorie a livello di filiera. Al riguardo, un contributo potrà venire dall'uso di microrganismi azotofissatori, come *Azotospirillum brasilense* (Fogher et al., 1987; Giannone et al., 1990; Miele et al., 1997) e di lisati proteici o sangue secco, applicati nelle fasi terminali del ciclo.

Nel quadro della filiera alimentare, il principale vantaggio delle produzioni biologiche consiste, come già detto, nell'assenza di residui di fitofarmaci di sintesi. A fronte di ciò, esiste il rischio di inquinamento da tossine batteriche e micotossine, soprattutto nei cereali, in conseguenza dell'impossibilità di difesa nei confronti delle crittogame e dell'entofauna. In una prova (Eltun, 1996), è stata evidenziata una concentrazione più elevata di dossinivalenolo e nivale-nolo in campioni di granella provenienti dall'agricoltura biologica, rispetto a quanto ottenuto con tecniche convenzionali. Per concludere si fa

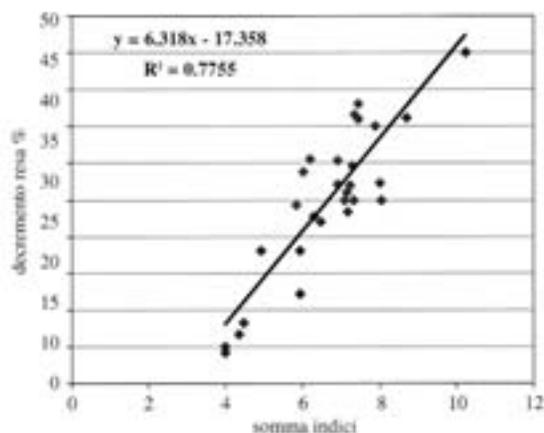


Figura 8. Correlazione tra il valore dei parametri indicizzati e il decremento di resa relativo dell'AB e confronto con l'AC (da Giardini, 2002).

Figure 8. Correlation between the value of indexed parameters and the decreasing of the relative yield of Organic Farming in comparison to Conventional Farming (adapted from Giardini, 2002).

rilevare che la crescente richiesta di prodotti biologici da parte dei consumatori sta sollevando interesse sempre maggiore nella ricerca agronomica che deve rispondere alle pressanti richieste degli agricoltori impegnati in questo settore produttivo.

L'obiettivo, per dirla con le parole di Giardini (l.c.), è quello di mettere a punto delle procedure in grado di creare degli agroecosistemi che, nel rispetto dei vincoli imposti, siano in grado di fornire produzioni areiche non troppo inferiori a quelle dell'agricoltura convenzionale, a costi non troppo superiori, mantenendo la buona qualità dei prodotti ed il ridotto impatto ambientale.

Occorre, infine, evidenziare che l'agricoltura biologica non, costituisce soltanto una sfida di ordine tecnico ed economico, giacché in campo vi sono questioni che richiedono l'elaborazione di nuove forme di approccio culturale ed etico alle manifestazioni dell'attività produttive e di consumo degli uomini. Occorre cioè introdurre modifiche anche radicali non solo nella sfera delle "relazioni tecniche" della produzione ma anche e soprattutto intervenire in quelle delle "relazioni sociali" (Petrocchi, 2001).

### 3.4 Valutazione della sostenibilità ambientale e indicatori agroambientali

La valutazione del processo di sostenibilità di un contesto sociale, economico e ambientale esi-

ge l'utilizzo di indicatori sui quali poi strutturare la fase decisionale delle politiche. L'indicatore può essere orientato a verificare il grado di raggiungimento della sostenibilità e a definire l'andamento nel tempo.

Numerose sono le organizzazioni governative e non che hanno studiato e proposto degli indicatori agro-ambientali in questi ultimi anni.

Anche a livello internazionale varie istituzioni operano su questa tematica, tra queste la FAO, l'OECD a livello europeo, la Commissione Europea, l'Eurostat e l'Agenzia Europea per l'Ambiente (AEE).

Il processo di integrazione nella politica agricola degli aspetti connessi alla gestione ambientale ha permesso di introdurre anche nel settore agricolo strumenti di valutazione della sostenibilità ambientale delle pratiche agricole, nonché, strumenti di certificazione ambientale (Wall et al., 2001). Gli obiettivi di politica ambientale che interessano il settore agricolo impongono la definizione di un set di "indicatori agro-ambientali", la cui utilizzazione permette di valutare il comportamento della gestione aziendale (audit aziendale previsto dal Reg. UE 1782/2003) così come l'implementazione di un sistema di gestione ambientale (Norme ISO 14001, Reg. Emas 761/2001) (ANPA, 2000; OECD, 1994; Cisi, 2003).

Gli indicatori agro-ambientali sono frammenti di informazioni che sintetizzano le caratteristiche dei sistemi, costituiscono rappresentazioni semplificate e di facile interpretazione per la stima dell'impatto ambientale delle attività agricole, consentono confronti nel tempo e nello spazio tra diversi sistemi culturali ed aziendali (Bockstaller et al., 1997; Segnestam et al., 2000).

L'impiego degli indicatori consente una più agevole applicazione del criterio di sostenibilità in quanto ne interpreta il concetto in termini oggettivamente quantificabili (valori numerici o classi descrittive) consentendo di identificare le strategie e gli interventi ritenuti più opportuni.

Per essere definita sostenibile, un'attività deve essere economicamente vitale ed ambientalmente e socialmente tollerabile. Dal punto di vista ambientale, l'attività agricola può definirsi sostenibile se le emissioni inquinanti e l'uso di risorse naturali possono essere tollerate dall'ambiente per periodi di tempo prolungati. Gli impatti ambientali provocati dall'attività agrico-

la possono essere valutati a diverse scale spaziali, tra le quali la scala aziendale, i cui indicatori di sostenibilità ambientale possono essere, per esempio, finalizzati alla valutazione dei consumi energetici (gasolio impiegato per le macchine operatrici agricole), degli impieghi di fertilizzanti azotati e di fitofarmaci che vengono calcolati come valori standardizzati rispetto alle colture e, quindi, ponderati rispetto agli ordinamenti colturali delle singole aziende.

A questo riguardo uno studio presentato al XXXVI Convegno SIA (Lazzerini et al., l.c.), svolto su tre aziende, due a conduzione biologica ed una convenzionale, ha previsto la definizione di indicatori agroambientali ed ha permesso la definizione di criteri di gestione aziendale per il miglioramento della sostenibilità ambientale e la costruzione di un sistema di gestione ambientale. Gli indicatori agro-ambientali elaborati sono stati organizzati suddividendo l'agroecosistema aziendale in comparti ambientali: acqua, suolo, gestione aziendale, biodiversità e paesaggio (Lazzerini et al., 2001). Il confronto del valore osservato di ogni indicatore con quello "soglia" ha permesso di definire il livello di sostenibilità (Verejken, 1995; Vazzana et al., 1997; Lazzerini et al., 2003.) e di rilevare inoltre, alcuni aspetti di criticità della gestione aziendale. I risultati dell'analisi aziendale complessiva consentono di affermare che soprattutto in aree collinari povere in biodiversità, l'adozione di tecniche colturali di tipo biologico deve essere accompagnata da una conversione aziendale che preveda la ricostruzione di un sistema di infrastrutture ecologiche, come per esempio, le fasce di vegetazione inerbite che hanno anche una funzione antierosiva.

Per quanto concerne gli indicatori a scala territoriale, essi differiscono grandemente in contenuto informativo e densità di informazione. La maggior parte, infatti, evidenzia un significato prettamente ecologico assai specifico (Bockstaller e Girardin, 2000) oppure sono orientati alla valutazione di politiche di settore e definiti a livello aggregato, regionale o nazionale (OECD, 2001).

Nonostante il proliferare di studi sulla quantificazione delle funzioni di sostenibilità, ancora non molto è stato fatto per determinare una cornice comune e condivisa di indicatori che possano coniugare le esigenze di ricercatori, decisori politici e imprenditori, includendo diversi

livelli gerarchici spaziali, fattori produttivi e pedo-climatici ed una visione olistica dell'agroecosistema.

In una recente ricerca presentata al XXXVI Convegno SIA (Pacini et al., 2005) è stato realizzato un sistema informativo ambientale col fine di affrontare e risolvere il più possibile le problematiche qui sopra accennate. Esso è costruito secondo un approccio volto a prendere in considerazione simultaneamente e integralmente tutti i processi ecologici e produttivi che potenzialmente possono influenzare lo stato dell'agro-ecosistema, seguendo il modello di contabilità ambientale DPSIR (*Driving forces-Pressure-State-Impact-Response*) elaborato in ambito UE sulla base di uno schema OECD di Pressione-Stato-Risposta (PSR). Partendo dai punti critici ambientali più diffusi nelle aree rurali, sono stati selezionati i sistemi e i sottosistemi che comprendono i processi ambientali in grado di influenzare i suddetti punti critici. Successivamente, si è selezionato un insieme di indicatori ambientali in grado di quantificare le prestazioni di gestione di ciascuno di tali processi ambientali di cui si riporta un esempio valido per un livello dettagliato di analisi (tabella 3).

### 3.5 Aree pascolative

Di notevole interesse nelle aree protette risultano quelle naturalistiche che come è noto sono caratterizzate anche da ampie superfici a destinazione e gestione agro-silvo-pastorale, il cui mantenimento è essenziale per la conservazione delle loro caratteristiche peculiari. Le formazioni prato-pascolative rappresentano, insieme al bosco, i mezzi più razionali di utilizzazione dei territori collinari e montani in quanto, riducendo l'erosione, contribuiscono in maniera marcata alla stabilità del suolo e nel contempo sono in grado di fornire una produzione foraggera che spesso rappresenta, per queste aree, l'unica soluzione produttiva possibile per l'esercizio di una vantaggiosa attività zootecnica. Queste aree, inoltre, possono assolvere molteplici funzioni oltre che di carattere produttivo, anche ambientale, paesaggistico, ecologico e protettivo. Esse devono essere tuttavia considerate con attenzione, essendo ecosistemi complessi, in continua e rapida evoluzione e la cui esistenza è strettamente legata all'utilizzazione da parte degli animali.

I prati permanenti e i pascoli, spesso di ori-

Tabella 3. Punti critici e relativi indicatori ambientali (da Pacini et al., 2005).

Table 3. Critical points and corresponding environmental indicators (da Pacini et al., 2005).

PUNTI CRITICI AMBIENTALI	INDICATORI AGRO-AMBIENTALI
Scarsità delle risorse idriche	Consumo idrico
Rischio di alluvioni, ristagno idrico,	
Conservazione del paesaggio	Lunghezza delle sistemazioni superficiali e sotterranee
Lunghezza dei terrazzamenti	
Erosione del suolo	Erosione del suolo
Salinizzazione del suolo	Salinità del suolo
Perdita di sostanza organica	Contenuto di sostanza organica nel suolo
Stress biotico delle colture	Durata delle rotazioni
Identità agroecologica dei campi	Dimensioni dei campi e rapporto larghezza max/lunghezza max
Scarsa diversità del paesaggio	Diversità del paesaggio agrario
Biodiversità degli animali domestici	Biodiversità degli animali domestici
Intensità di animali domestici	Carico di animali domestici
Rifiuti	Carico di rifiuti pericolosi
Biodiversità della flora	Biodiversità delle specie erbacee
	Biodiversità delle specie arboree
	Biodiversità delle siepi
Biodiversità della fauna	Biodiversità degli insetti
Ciclo dell'azoto	Lisciviazione di azoto, scorrimento superficiale di azoto
Ciclo del fosforo	Sedimento di fosforo
Inquinamento da pesticidi	Rischi potenziali ambientali di utilizzo dei pesticidi
Consumo di energia non riproducibile	Utilizzo energetico

gine secondaria o antropica, rappresentano preziose nicchie ecologiche, in cui si sviluppa una vegetazione di rilevante interesse botanico, faunistico e paesaggistico. Il loro mantenimento e la loro conservazione nel tempo sono possibili solo attraverso il continuo presidio del territorio da parte dell'uomo e, in particolare, mediante il rilancio di un'attività zootecnica equilibrata, integrata con l'ambiente e le risorse naturali. In tal modo, si contrasta l'invasione delle piante arbustive ed arboree, si limita l'espansione di specie erbacee non pabulari e di scarso valore alimentare e si favorisce la sovrapposizione di più specie vegetali e animali, con l'incremento del loro numero complessivo per unità di superficie. Se si rispetta la capacità di carico di pascoli e suoli se ne conserva la funzione di habitat per determinate specie vegetali e animali che, altrimenti, sarebbero destinate a scomparire. Si incrementano, quindi, gli indici di biodiversità e si riducono quelli di dominanza (indicatori, questi, di ecosistemi semplificati e monotoni) e si mantiene una buona eterogeneità ambientale, costituita dall'alternanza di boschi, pascoli e colture.

Tra i vari aspetti studiati per il preminente ruolo produttivo e conservativo che i pascoli svolgono nelle aree marginali e protette, parti-

colare attenzione viene posta all'acquisizione di conoscenze sulla loro caratterizzazione, sulla distribuzione stagionale della produzione, sulle tecniche di miglioramento, sulle strategie di gestione foraggera e pastorale per la conservazione della biodiversità del paesaggio e della trasferibilità delle componenti aromatiche, dietetiche e salutistiche ai prodotti animali derivati.

*3.5.1 Caratterizzazione dei pascoli.* Il valore pabulare di un pascolo naturale polifita è strettamente dipendente dal valore foraggero delle specie che lo costituiscono: quanto più elevata è la presenza di queste specie e quanto maggiore è la copertura nel cotico erboso (di entità a maggior grado di spendibilità), tanto più alto risulta il valore agronomico del pascolo stesso. Fra i diversi metodi esistenti per la valutazione di quest'ultimo valore ve ne sono alcuni a carattere naturalistico che ne permettono rapide e agevoli stime una volta note, per un determinato pascolo, composizione floristica e grado di copertura di ogni specie in esso presente (Daget e Poisonnet, 1969; Innamorati et al., 1980). Si tratta di metodi che stimano indici di tipo agronomico, ecologico e pastorale, la cui conoscenza è indispensabile ai fini della programmazione delle attività economiche connesse al-

l'utilizzazione del pascolo (quantità e qualità lattiero-caseari e carne). L'utilizzo di queste metodologie di indagine permette di effettuare stime quantitative e di poter confrontare tra loro diversi tipi di pascolo, basandosi unicamente sulla lista delle specie presenti e sui rispettivi valori di abbondanza/dominanza.

La raccolta di dati botanici e stazionali sono senza dubbio fondamentali per avere delle informazioni sullo stato attuale della risorsa pastorale, mentre il calcolo di indici ecologici e del valore pastorale, insieme all'applicazione di analisi statistiche multivariate, possono evidenziare le caratteristiche e l'esistenza di eventuali processi evolutivi in atto.

Una ricerca svolta in un'area montana della Toscana (Targetti et al., 2005), impiegando metodologie classiche in campo agronomico, quali i rilievi della vegetazione, la stima di alcuni parametri riguardanti la morfologia della stazione (pendenza ed esposizione), le condizioni del cotico (presenza di deiezioni, terreno nudo o pietre), il calcolo del valore pastorale (VP), l'indice di biodiversità di Shannon ( $H'$ ), l'"evenness" secondo Shannon ed il valore medio degli indici ecologici di Ellenberg (Ellenberg, 1988), ha permesso non solo di individuare le tipologie pascolative, ma anche di mettere in relazione le principali caratteristiche pastorali con quelle relative alla biodiversità e alle condizioni ecologiche.

Secondo numerosi studiosi di diverse discipline, la variabilità dell'andamento spazio-temporale dei parametri guida del sistema agroecologico, *in primis* temperatura e radiazione solare (Barry, 1992), si traduce nella grande differenziazione dei sistemi vegetazionali, boschivi e pascolativi.

Una grandezza ecologica fondamentale in grado di definire, in termini quantitativi, il flusso di carbonio dall'atmosfera alla biosfera, (dunque la sua organizzazione di un pascolo) è la *Net Primary Productivity* (NPP) (Produttività Primaria Netta). Essa è data dalla differenza tra la *Gross Primary Productivity* (GPP) (Produttività Primaria Lorda) e la respirazione autotrofa. L'NPP risulta utile per comprendere il comportamento degli ecosistemi terrestri sia a livello globale che a scala locale. Questa grandezza, della quale si studia più frequentemente la componente epigea può essere stimata o misurata. Nel primo caso (Mariani et al., 2005), si ricorre

a diverse metodologie quali, ad esempio, la modellistica (Hoogenboom, 2000) ed il telerilevamento da terra, da aereo e da satellite, nel secondo caso con prelievi diretti.

Ai fini della pianificazione degli interventi che preveda l'utilizzazione dei pascoli e di mantenere il mosaico di superfici erbacee (arborate o arbustate), paesaggi equilibrati e apprezzati per la fruizione turistica e habitat favorevoli all'insediamento della fauna selvatica, un argomento di studio riguarda i cosiddetti "tipi pastorali"; ossia quelle formazioni vegetazionali omogenee per composizione, caratterizzate dalla dominanza di 1-3 specie (sulla base delle quali sono denominati), espressione del condizionamento ambientale e dell'attività pastorale. Nell'ambito di ciascuna tipologia possono essere distinte numerose varianti o *facies*, unità fondamentali di classificazione e gestione, che ne riassumono gli aspetti più caratteristici.

In uno studio svolto sull'arco alpino piemontese (Cavallero et al., 2005), sono stati individuati e descritti 103 tipi e 651 *facies*, da un punto di vista produttivo e gestionale essi sono stati opportunamente localizzati ed inseriti in una cartografia tematica.

Le metodologie impiegate per lo studio delle aree pastorali riguardano l'esecuzione dei rilievi (Daget, e Poissonet, l.c.), l'elenco floristico (Braun-Blanquet, 1932) e la loro classificazione (Aldenderfer e Blashfield, 1987; Wildi e Orloci, 1980; Wishart, 1999). Le acquisizioni dello studio sui "tipi pastorali" hanno evidenziato che la composizione di una parte delle superfici pascolative è soggetta a squilibri dovuti alla gestione pastorale e risente della riduzione della pressione delle attività pastorali e zootecniche alle quali, non solo sulle Alpi, sono indissolubilmente legati la conservazione dei sistemi produttivi, la fruibilità del territorio a fini turistici e ricreativi e la prevenzione del dissesto idrogeologico.

Un altro strumento proposto per la gestione sostenibile dei pascoli delle Alpi è il "catasto pastorale", nato dall'esigenza di garantire i consumatori circa il collegamento tra un prodotto e il suo territorio d'origine (Lombardi e Cavallero, 2005). Esso, infatti, aggiunge al piano di gestione pastorale l'elemento della valorizzazione produttiva che consente all'imprenditore agricolo di comprendere la portata e i margini di miglioramento della sua attività, indirizzandolo

verso una gestione razionale delle risorse, senza la quale gli obiettivi del catasto non sono conseguibili. Il catasto pastorale si basa sulla conoscenza della vegetazione di ogni alpeggio, utilizzata per definire le “unità catastali del pascolo”, a livello delle quali si coniugano gestione sostenibile e capacità di fornire un prodotto caseario definito.

**3.5.2 Miglioramento dei pascoli.** Il miglioramento dei pascoli naturali, specialmente in ambiente mediterraneo, pur rivestendo una notevole importanza, è molto spesso sottovalutato dagli operatori agricoli, che difficilmente intervengono con le tecniche agronomiche che pure sarebbero disponibili. Tra queste, la concimazione minerale e la risemina di specie idonee, possono realizzarsi con relativa facilità e a costi contenuti.

Numerose prove sperimentali, già da tempo, hanno evidenziato gli effetti positivi della concimazione minerale sul miglioramento dei pascoli, naturalmente con efficacia variabile in funzione delle diverse modalità di somministrazione, formule, rapporti, epoche di intervento, fertilità naturale dei terreni e andamento stagionale (Bullitta, 1976a, 1976b; Carone et al., 1992; Cassaniti et al., 1994; Cazzato et al., 1999; Corleto et al., 1996; De Falco et al., 1992; Orsi e Talamucci, 1970; Mucci e Basso, 1979; Pulina et al., 1983; Rivoira et al., 1973a, 1973b; Sarno e Stringi, 1972).

Anche i risultati di uno studio presentato al XXXVI Convegno SIA (Copani et al., 2005), svolto su tre formazioni pascolative montane della Sicilia centro-orientale, alcune delle quali ricadenti nel territorio del parco dei Nebrodi, hanno evidenziato che il miglioramento della produttività e della qualità delle foraggere, attraverso la concimazione (azotata e fosfatica) e l'irrigazione ausiliaria in queste aree pascolative, corrisponde perfettamente alla necessità di tutelare ambienti di elevato valore ecologico e paesaggistico dal momento che per tale via è possibile migliorare anche la densità del cotico e il grado di copertura.

Per quanto riguarda gli ambienti mediterranei, carenti risultano le informazioni scientifiche circa la durata dei benefici della concimazione chimica sulla flora del pascolo, dopo l'interruzione della somministrazione di elementi fertilizzanti. A tal riguardo i risultati di una ricerca

svolta in 5 aree di pascolo in Puglia (Martiniello, 2005), evidenziano che l'effetto residuo del fertilizzante sul valore nutritivo e sulla composizione della flora del cotico pabulare dei pascoli dipende dal tipo di fertilizzante. I benefici delle tesi con elementi (N-P) combinati, migliorano il potenziale produttivo con lieve variazione della composizione della flora naturale del pascolo.

La concimazione minerale, può modificare la composizione floristica e quindi influenzare la risemina naturale dei pascoli, che è un mezzo utile al ripristino e alla conservazione delle specie pabulari desiderabili. Il potenziale di risemina naturale è determinato non solo dalla quantità dei semi germinabili presenti in un pascolo, ma anche dalle loro strategie di germinazione. Con lo scopo di conoscere i cambiamenti nella dimensione, nella composizione botanica e nelle dinamiche della “seed bank”, è stato condotto un esperimento in due pascoli naturali del Gargano (Carpino e Rignano Garganico) sottoposti alla concimazione minerale azotata, fosfatica e azoto-fosfatica (Iannucci et al., 2005). I risultati hanno evidenziato differenze tra i due ambienti.

Per quanto concerne la trasemina di essenze foraggere è noto che per il suo successo notevole importanza assume la scelta delle specie e della varietà da impiegare. Numerose esperienze, compiute in diversi ambienti italiani, hanno valutato l'opportunità dell'impiego di graminacee poliennali (Bullitta, 1973; Mucci e Basso, l.c.; Basso et al., 1987, 1991). Tuttavia frequenti sono stati gli insuccessi, soprattutto con specie perenni a lento sviluppo iniziale quali: *Festuca arundinacea*, *Dactylis glomerata*, *Phleum pratense*, ecc. (Cavallero, 1980). Secondo Rivoira (1976) le cause di questi insuccessi sono da ricercare nella elevata frequenza di andamenti climatici sfavorevoli nel periodo delle semine.

In ambiente mediterraneo, particolarmente nel caso del pascolo autunno-primaverile, numerosi Autori concordano nel ritenere proficuo e meno aleatorio l'impiego di specie annuali autoriseminanti, tra le quali un ruolo di rilievo assumono le leguminose, in particolare il trifoglio sotterraneo (Arangino et al., 1992; Bullitta et al., 1991; Corleto et al., 1984; Corleto et al., l.c.; Crespo e Romano, 1978; Fara et al., 1997; Gonzales Lopez et al., 1989; Pardini, 1992; Piano e Talamucci, 1996; Porqueddu et al., 1996; Salsano

1978; Sulas et al., 1992; Talamucci e Pazzi, 1980, 1982). Le specie leguminose autorisemanti svolgono un ruolo estremamente importante negli ambienti con andamento climatico meno favorevole rappresentando una vera e propria risorsa vegetale nativa (Caporali e Campiglia, 2001). Infatti, grazie al loro ruolo produttivo, alle caratteristiche di qualità del foraggio e alle loro peculiarità ecologiche, esse risultano particolarmente idonee per l'inserimento nei sistemi foraggeri degli ambienti marginali, basati su un'utilizzazione diversificata nel tempo (riposi pascolativi, seminativi, ecc.).

Allo scopo di individuare linee idonee agli ambienti semi-aridi della Sicilia, sono state poste allo studio 4 specie di leguminose foraggiere autorisemanti (*Astragalus hamosus*, *Medicago ciliaris*, *Medicago ispida* e *Medicago orbicularis*), selezionate per l'epoca di fioritura (Occhipinti et al., 2005). Delle suddette specie, un guadagno di selezione significativo rispetto al *bulk* è stato ottenuto soltanto in due delle quattro specie studiate: l'ecotipo "Timperosse" di *M. hispida* (-11,2 gg) e l'ecotipo "Sampieri" di *M. orbicularis* (-21,3 gg).

In un'altra ricerca, sono state poste a confronto 15 cultivar di leguminose, appartenenti ai generi: *Biserrula*, *Ornithopus*, *Medicago* e *Trifolium*, al fine di valutarne la loro adattabilità alle condizioni ambientali dell'Italia meridionale ed individuare quelle più idonee alla introduzione in sistemi agricoli sostenibili (Pacucci et al., 2005). I risultati, oltre ad evidenziare una grande variabilità per tutti i caratteri considerati, permettono di indicare le cultivar Hykon e WCT 36 del genere *Trifolium* come le più interessanti sia dal punto di vista produttivo che per le capacità di coprire completamente il terreno e di fissare l'azoto nei noduli radicali. Ulteriori studi si rendono necessari, non solo per valutare le capacità produttive ma anche per individuare l'epoca e la densità di semina ottimali.

Un'altra ricerca, svolta in Sardegna (Maltoni et al., 2005), è stata finalizzata alla valutazione della distribuzione e della composizione botanica della biomassa prodotta ed alla verifica del controllo delle specie spontanee in miscugli di specie foraggiere (graminacee e leguminose) sia annuali che perenni, a diverse percentuali di contribuzione. I risultati suggeriscono che l'utilizzo di miscugli di specie foraggiere appartenenti a diversi gruppi funzionali (graminacee/le-

guminose e annuali/perenni) può contribuire ad incrementare la produttività, migliorarne la distribuzione e contenere lo sviluppo delle specie spontanee.

Un'altra specie, studiata anche in ambiente irriguo meridionale, è stata l'*Oryzopsis miliacea* (L), una poacea nativa dell'ambiente mediterraneo dove, soprattutto nelle aree caratterizzate da estati calde e siccitose, potrebbe rivestire un certo interesse sia ai fini della produzione foraggera che della conservazione del suolo (Talamucci, 1984). In questi ambienti, infatti, essa è in grado di sopravvivere per molti anni (Tadmor et al., 1970), fornire elevate quantità di foraggio appetito dal bestiame (Baldoni et al., 1974) e coprire il terreno per lunghi periodi dell'anno. In accordo con quanto riportato da queste ricerche sono stati i risultati di una ricerca presentata al XXXVI Convegno SIA (Ierna et al., 2005) che ha fornito per questa specie una produzione di foraggio superiore e più costante negli anni di quella di *D. glomerata*. Le caratteristiche di qualità del suo foraggio, sebbene leggermente inferiori a quelle di *D. glomerata*, sono apparse tuttavia accettabili. Inoltre, l'apprezzabile accostamento, fogliosità e sviluppo dell'apparato radicale accertati in precedenti ricerche (Mauromicale e Ierna, 1995), uniti all'elevata persistenza, soprattutto in regime asciutto, fanno aumentare le credenziali di *O. miliacea* come possibile specie da utilizzare non solo per la produzione di foraggio ma anche per il controllo dell'erosione del terreno.

**3.5.3 Pascolamento.** La possibilità di mantenere un'attività agricola in molte aree protette svantaggiate dell'alta collina e montagna italiana, appare attualmente legata soprattutto al ripristino degli allevamenti. A tal fine risulta però necessario rivedere i sistemi di gestione tradizionalmente presenti in questi territori, promuovendo forme di allevamento basate prevalentemente sul pascolamento. In questo contesto, una ricerca ha fornito informazioni sugli aspetti e le problematiche relative all'adozione del pascolamento a rotazione per l'allevamento semi-brado di bovini di razza marchigiana in un ambiente alto-collinare della provincia di Ancona (Santilocchi et al., 2005). La sperimentazione ha cercato di mettere in evidenza alcuni aspetti non sempre chiari quando si gestisce un allevamento di bestiame allo stato semi-brado. La diffi-

coltà maggiore è quella relativa al calcolo dei tempi di pascolamento nelle varie sezioni, a causa della disformità del pascolo e dell'impossibilità di calcolo dell'erba persa per calpestio. Un'osservazione interessante è invece scaturita dalla constatazione dell'adattabilità della razza bovina marchigiana ad essere gestita nel pascolo anche con recinzioni elettriche, fatto questo che nel passato è stato spesso messo in discussione.

L'efficacia del pascolamento, riconosciuta come la forma più economica e ambientalmente sostenibile di conduzione dei bovini, è data dalla durata della stagione di pascolamento, che se limitata può compromettere o ridurre i vantaggi gestionali ed economici, rispetto ai più diffusi sistemi stallini di allevamento. Recenti contributi della ricerca in Francia, Gran Bretagna e altri Paesi dell'UE, pongono in luce quest'aspetto come l'elemento chiave per l'aggiornamento dei sistemi di allevamento (Pottier, 2001). In Piemonte, per esempio, è stata individuata in 190 giorni/anno di pascolo la soglia sopra la quale un sistema più estensivo esplica la sua piena convenienza (Reyneri et al., 2002); il prolungamento della stagione comporta necessariamente l'impiego di foraggi ottenuti forzatamente con concimazioni azotate nei periodi freschi e lontani dalla piena stagione vegetativa, che possono creare problemi di qualità legati al loro contenuto di nitrato. A riguardo in una recente ricerca svolta nella stessa regione sono state analizzate diverse soluzioni per anticipare il pascolamento in primavera e per prolungarne la durata in autunno (Reyneri et al., 2005). Posti a confronto il prato-pascolo avvicendato di *Festuca arundinacea* ed erbaio di Loiessa (*Lolium multiflorum*), quest'ultima, seminata in due epoche diverse ed applicando due modalità di concimazione azotata, ha fornito produzioni idonee al pascolo più precocemente rispetto ai prato-pascoli avvicendati. L'epoca di semina precoce garantisce produzioni maggiori ed anticipate alla ripresa vegetativa, specie se supportata da concimazione azotata anche di lieve entità e con cultivar precoci. Alla ripresa, l'erbaio di loiessa ha consentito un anticipo della stagione paria 15 giorni rispetto al prato avvicendato, tale anticipo si riduce ad una settimana con la semina più tardiva. L'evoluzione del contenuto di nitrati nei tessuti stata simile nei due anni e, indipendentemente dalla concentrazione

iniziale, a 20-30 giorni dalla distribuzione del concime non si sono più riscontrati livelli superiori alla soglia di sicurezza di 1.500 mg kg<sup>-1</sup> (Casch, 2002). In conclusione, la ricerca ha accertato che con un'attenta cura dell'erbaio di loiessa in primavera e con il pascolo differito autunnale è stato possibile prolungare di oltre 30 giorni la stagione di pascolamento.

Infine, così come accennato precedentemente, diverse ricerche hanno fatto rilevare che, affinché si possano raggiungere gli obiettivi di valorizzazione sostenibile del territorio, occorrono pratiche di gestione agro-silvo-pastorale più attente, mirate a mantenere la conservazione degli habitat, delle specie e di tutti i processi che regolano gli equilibri dell'ecosistema. Recenti osservazioni in provincia di Foggia, hanno dimostrato come il pascolo brado incontrollato conduce ad un rapido depauperamento della biodiversità locale e ad un serio ed incontrollabile blocco delle naturali successioni fitocenotiche i cui effetti sono riscontrabili conseguentemente anche sulla fauna selvatica (Marrese, 2005; Russo e Ursitti, 2005). Alla base di ciò vi sono anzitutto fattori di tipo economico, sociale e culturale (perdita di competitività del sistema pastorale, carenza di personale, allentamento dei legami con la tradizione e così via). Solo i "piani di pascolamento" razionali ed il rispetto di alcuni vincoli imposti dai regolamenti agroambientali, previsti in alcune regioni, possono assicurare una buona alimentazione del bestiame (per prelievi e qualità), il mantenimento o miglioramento della qualità foraggera e fitocenotica, la sua integrità, il rispetto della biodiversità vegetale e animale e la conservazione degli ambienti naturali. Elemento centrale attorno al quale ruota l'organizzazione di un piano di pascolamento è l'indice di utilizzazione del pascolo (IUP), che può essere teoricamente definito a partire dal profilo floristico della vegetazione e dallo stato fisico del suolo. Carichi animali, organizzazione della mandria, disegno dei lotti di pascolamento, tempi di permanenza e calendario di utilizzo devono mirare al rispetto di questo parametro (Marrese, l.c.).

### 3.6 Le colture a valenza ambientale

La comunità scientifica agronomica italiana, come già accennato, da lunga data si è interessata alla grande tematica dei rapporti agricoltura-ambiente, come dimostrano anche i diversi con-

vegna SIA, sin dalla sua XXI edizione del 1987.

Particolare interesse suscitano le colture ambientali praticate con lo scopo principale di migliorare la qualità dell'ambiente, comprendendo anche gli aspetti gradevoli del paesaggio. Borin (2002), classifica le colture ambientali in tre grandi gruppi: 1) piante coltivate in pieno campo che danno luogo ad effetti agronomici ed ambientali tali da originare esternalità positive (colture di copertura o cover crops); 2) piante gestite in spazi marginali, all'interno del sistema agricolo, in grado di rispondere alle esigenze non convenzionali della collettività in tema di qualità della vita; 3) piante utilizzate per risolvere particolari problemi in ambiente extra-agricolo.

È ovvio che il confine tra i suddetti gruppi di colture non è sempre netto, infatti, frequentemente la stessa coltura è impiegata in più ambienti e consente di ottenere più effetti positivi.

L'impegno dell'agronomo rispetto all'impiego delle colture ai fini ambientali è strategico, perché si tratta di un settore che risponde a concrete esigenze della collettività, offre temi originali di ricerca e sviluppo delle conoscenze, consente di entrare nel merito della gestione del territorio e, non ultimo, dà modo di acquisire competenze tali da migliorare l'offerta didattica nelle Facoltà di Agraria e preparare nuove professionalità, in linea con le esigenze del "mercato" ambientale (Borin, l.c.).

*3.6.1 Le colture di copertura in pieno campo (cover crops).* Si tratta di una categoria di piante erbacee perenni o annuali, molto numerose, alle quali oltre al tradizionale significato di controllo dell'erosione sono associate altre funzioni, quali: l'assorbimento di azoto in periodi critici per ridurre la lisciviazione, l'incremento di sostanza organica nel terreno, gli effetti biocidi, l'inerbimento dei frutteti, la realizzazione di bande coprifuoco e la conservazione del bosco.

Le principali tematiche di ricerca relative alle colture di copertura riguardano: la scelta della specie in relazione all'effetto esplicato sul fenomeno erosivo, sulle erbe infestanti, sul bilancio idrico del terreno e sul ciclo dell'azoto.

Nell'ambito delle colture permanenti sono privilegiate le specie in grado di persistere il più a lungo possibile, senza entrare necessariamente in competizione per l'acqua e per i nutrienti con la coltura principale, e quelle con un ele-

vato tasso di sopravvivenza invernale. In genere, quindi, sono da preferirsi specie a ciclo autunno-vernino, quali *Trifolium subterraneum* L., oppure quelle che riducono o sospendono il loro sviluppo vegetativo in corrispondenza del periodo di massimo fabbisogno idrico del frutteto (*Trifolium repens* L., *Festuca* spp., ecc.).

Nella scelta delle specie ad azione antierosiva, un ruolo importante nell'ambiente mediterraneo, può essere assunto dalle leguminose annuali autorisemanti, già ricordate nel paragrafo 3.2.1. Numerose sono le specie attualmente disponibili sul mercato, tanto che spesso è difficile orientarsi nella corretta scelta del genotipo da utilizzare (Campiglia, 1999, Occhipinti et al., l.c.). Recentemente (Campiglia et al., 2005) è stato valutato l'andamento della copertura del suolo da parte di un ampio gruppo di specie (mediche e trifogli) idonee ad essere introdotte nei sistemi colturali erbacei dell'Italia centrale. In generale, le mediche (in particolare la *M. truncatula*) sono risultate molto precoci fin dai primi stadi di sviluppo, così come alcuni trifogli sotterranei ed alcune leguminose di nuova introduzione, quali il *T. glauduliferum*, l'*Ornithopus sativa* e il *T. hirtum*.

L'impiego di cotici erbosi permanenti riguarda l'inerbimento di vigneti ed arboreti, anche in agricoltura biologica, e la costituzione di fasce coprifuoco nei boschi.

Alcune ricerche hanno evidenziato, per esempio, che le elevate pendenze e le peculiari caratteristiche della piovosità degli ambienti semi aridi mediterranei, possono compromettere la produttività dei vigneti ed il mantenimento della fertilità agronomica dei suoli a causa dell'intensività del fenomeno erosivo. L'introduzione delle colture di copertura, sembra poter efficacemente contrastare tale processo, contribuendo, inoltre, all'incremento della dotazione di sostanza organica del suolo (Gristina et al., 2005a). A tal riguardo, in un'altra ricerca (Gristina et al., 2005b), è stata presa in considerazione l'evoluzione dell'azoto totale e minerale ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ) per verificare, in confronto con la gestione di un suolo nudo, la disponibilità nutrizionale nei momenti fenologici più importanti per la vite; sono stati considerati anche i flussi di  $\text{CO}_2$  dal suolo, a partire dall'interramento di due specie come il favino (*Vicia faba minor* Beck) e la veccia (*Vicia sativa* L.), eseguito con due tipi di attrezzi (aratro a dischi ed erpice ro-

tativo) previa trinciatura. Le tesi inerbite, differenziandosi dalla tecnica “suolo nudo”, hanno determinato nel suolo valori più elevati di azoto totale e minerale. Inoltre, i valori di flusso di CO<sub>2</sub> registrati con il sovescio del favino si sono mantenuti costantemente più elevati rispetto alla tesi inerbita con veccia, mentre la determinazione dei nitrati nel suolo, ha messo in evidenza una grande disponibilità dall'interramento per un periodo di circa due mesi per entrambe le specie (100-120 ppm). L'azoto nitrico per la tesi inerbita con veccia, probabilmente per la composizione della biomassa e per la maggiore facilità di decomposizione della stessa, è risultato costantemente superiore a quello dell'altra leguminosa di circa 20 ppm. Per quanto riguarda le tecniche di interrimento, l'aratro a dischi ha determinato flussi inferiori all'erpice dal quarto rilievo in poi.

Altre ricerche svolte nella media e alta collina delle Marche (Iezzi e Roggero, 2005) sono state finalizzate alla verifica dell'adattamento ambientale di diverse specie e varietà da impiegare in miscuglio per l'avvio dell'inerbimento di interfilari di frutteti (melo e susino). In particolare, è stata valutata la possibilità di impiego di alcune leguminose autorisemanti (*Trifolium* e *Medicago*) consociate o meno con una graminacea perenne (*Phalaris*, *Festuca* L.) con funzioni di regolazione dell'accrescimento delle piante arboree e di miglioramento del contenuto di sostanza organica del terreno.

La copertura vegetale viene impiegata, come già accennata, anche per la costituzione di fasce lungo il perimetro del bosco e in corrispondenza delle aree di interruzione (cesse), atte ad ostacolare il propagarsi degli incendi. È noto, infatti, che ogni anno vengono distrutti o notevolmente danneggiati dal fuoco dai 20.000 ai 100.000 ha di bosco (figura 9). È un fenomeno che si ripete con notevole intensità, in concomitanza di estati calde e siccitose. Particolare preoccupazione destano gli incendi all'interno delle aree protette il cui andamento appare sensibilmente in crescita.

Su queste fasce può trovare conveniente impiego il *Paspalum vaginatum*, una graminacea macroterma caratterizzata da un'elevata rusticità a livello d'insediamento e da un modesto fabbisogno idrico, oltre a presentare una spiccata resistenza alla salinità (Miele, l.c.). Adatto è anche l'impiego di trifoglio sotterraneo, sia per

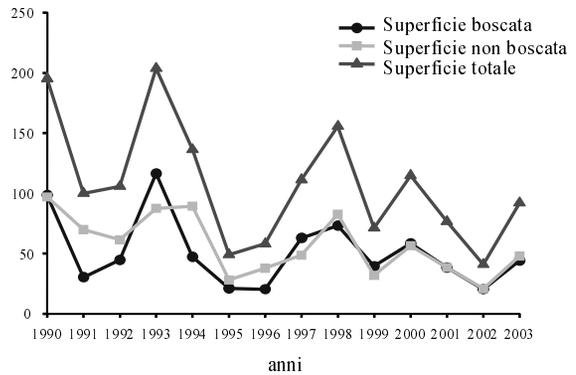


Figura 9. Superfici percorse dal fuoco in Italia, nel periodo 1990-2003.

Figure 9. Surfaces covered by the fire in Italy in the period 1990-2003.

il contenimento della vegetazione d'estate, sia per la struttura molto compatta della canopy che rallenta notevolmente l'avanzamento del fuoco (Pardini et al., 1995).

Anche le colture di copertura annuali intercalari, destinate al sovescio, possono essere realizzate per scopi diversi: contenimento dell'erosione (es. loiessa, fleolo), captazione dei nitrati disciolti nelle acque di percolazione (es. segale, frumento, colza, senape), arricchimento in azoto del terreno (es. veccia, trifogli, soia), arricchimento in sostanza organica (tutte le colture), miglioramento della disponibilità di nutrienti vari organici (es. nei riguardi del fosforo), difesa antiparassitaria (es. brassicacee contenenti glucosinati ad azione biocida). Azioni negative possono riguardare invece, un temporaneo effetto depressivo che si può manifestare, ad esempio, su colture avidi di azoto seminate subito dopo il sovescio di una graminacea, oppure un impoverimento delle riserve idriche del suolo ed il manifestarsi di effetti dovuti a sostanze allelopatiche, a trasmissioni di parassiti, ad imperfetta preparazione del letto di semina.

Alcune ricerche hanno evidenziato che l'impiego di colture di copertura annuali intercalari in ambienti siccitosi, contribuendo ad aumentare la consistenza dei residui colturali sulla superficie del terreno, consente di limitare le perdite per evaporazione e di conservare più a lungo l'umidità del terreno nel periodo estivo (Blevins et al., 1971; Sullivan et al., 1991). Inoltre, migliorando sensibilmente la capacità di infiltrazione idrica, esse riducono conveniente-

mente i fenomeni di ruscellamento ed erosione superficiali (Munawar et al., 1990; Holderbaum et al., 1990).

L'introduzione di una coltura di copertura intercalare può risultare particolarmente vantaggiosa negli ambienti in cui la produzione di residui da parte della coltura principale è scarsa (ad esempio barbabietola, soia, mais da insilato), laddove questi si decompongono troppo rapidamente e durante i periodi dell'anno a maggior rischio di erosione.

Nel caso in cui le colture di copertura vengano coltivate con l'intento principale di fornire azoto alla coltura da reddito in successione, la scelta della specie deve necessariamente ricadere sulla famiglia delle leguminose, data la capacità di fissare l'azoto atmosferico e l'ottima qualità dei residui colturali che producono (basso C/N). Se invece, si volessero intercettare i nutrienti non utilizzati dalle colture precedenti, soprattutto i nitrati, sottraendoli all'eventuale lisciviazione, occorre orientarsi su specie appartenenti alla famiglia delle graminacee e/o delle crucifere, che mostrano elevati ritmi di assorbimento dell'elemento durante il periodo invernale, in quest'ultimo caso si parla più specificamente di "colture trappola" (*catch crops*) nei confronti dell'azoto.

Per ottenere contemporaneamente i vantaggi tipici di ciascuna delle due famiglie botaniche, si possono impiegare come colture di copertura anche miscugli composti di graminacee e leguminose, a tal proposito, ottimi risultati sono stati ottenuti in Nord America con i miscugli di segale e trifoglio incarnato, segale e veccia vellutata, frumento tenero e trifoglio incarnato, avena e trifoglio alessandrino.

Un altro impiego delle colture di copertura riguarda le strategie alternative per la protezione delle colture agrarie, ossia il controllo delle malerbe e dei parassiti per limitare l'uso dei prodotti chimici. Esse possono condizionare lo sviluppo della flora infestante secondo diversi meccanismi: competendo con le malerbe per l'acqua, gli elementi nutritivi e la luce; formando una barriera fisica che contrasta l'emergenza e lo sviluppo delle giovani piantine; producendo sostanze allelopatiche in grado di inibire la germinazione dei semi e lo sviluppo delle malerbe. Quest'ultimo effetto può essere dovuto ad una riduzione dell'accrescimento delle plantule e dell'apparato radicale, un minor assorbimen-

to di elementi nutritivi e un rallentamento dell'attività enzimatica e fotosintetica (Kobayashi, 2004).

Talvolta la produzione di composti a effetto allelopatico è legata ai processi di parziale decomposizione dei residui della coltura di copertura lasciati dal terreno; questi manifestano la loro azione attraverso l'inibizione della germinazione e dello sviluppo iniziale delle piante infestanti; in questi casi i migliori risultati si ottengono proprio nei sistemi colturali che adottano la non lavorazione del terreno e con colture di copertura con spiccata propensione ad elevate produzioni di biomassa, che si avvicinano soprattutto quando non vengono effettuati trattamenti.

Recenti ricerche (Ercoli et al., 2005) sul confronto di alcune specie produttrici di sostanze allelopatiche (segale, senape bruna e veccia villosa), su quattro specie bersaglio (amaranto, chenopodio, poligono e cencio molle) hanno evidenziato il cencio molle come la specie più sensibile e il chenopodio quella meno sensibile rispettivamente con oltre il 20% ed il 15% di riduzione rispetto al testimone. Tra le colture di copertura, la segale è apparsa la specie in grado di provocare il maggior controllo su tutte le infestanti saggiate.

In un'altra prova (Li Destri Nicosia et al., 2005), si è evidenziato che l'intrasemina della veccia da interrare tra le file binate di frumento duro ha prodotto un effetto di contenimento delle malerbe, migliorando il contenuto in proteine e in glutine nel frumento.

L'effetto allelopatico manifestato da alcune specie vegetali può essere sfruttato anche per la produzione di erbicidi naturali. Alcune ricerche, infatti, hanno messo in evidenza la possibilità di impiego degli oli essenziali estratti da piante aromatiche per l'inibizione della germinazione dei semi delle erbe infestanti (Dudai et al., l.c.). Il vantaggio dell'utilizzo di tali oli, anziché degli erbicidi di sintesi, è dato dalla facile degradazione che gli oli subiscono nell'ambiente rendendoli idonei a forme di agricoltura sostenibile come quella biologica (Tworkoski, 2002). In un contributo presentato al XXXVI Convegno SIA (Caporali et al., l.c.), si è valutato l'effetto degli oli essenziali di cannella, lavanda e menta sull'inibizione della germinazione dei semi di alcune specie infestanti a ciclo primaverile-estivo (Amaranto, Chenopodio, Portulaca e Solanum),

presenti in ambiente mediterraneo. Tra quelli saggiati, l'olio di cannella ha presentato l'effetto più marcato anche se per tutti è stata individuata una concentrazione letale molto ridotta tale da far intravedere la possibilità economica di utilizzare questi oli nella normale pratica agricola.

Per concludere, si può evidenziare che l'introduzione nell'ordinamento aziendale di specie di copertura impone oltre a valutazioni di carattere tecnico-agronomico, anche alcune considerazioni di ordine economico. Come tutte le colture, infatti, anche quelle di copertura implicano sia dei costi colturali (acquisto sementi, preparazione del terreno, semina) sia una produzione, difficilmente monetizzabile data la loro destinazione non mercantile. La voce attiva nel bilancio economico delle colture di copertura è rappresentata, come ricordato, da alcuni vantaggi di tipo agronomico e ambientale conseguibili nel lungo periodo, quali il complessivo miglioramento della fertilità del terreno, la riduzione dei fenomeni erosivi, il possibile incremento delle rese delle colture in successione e della loro efficacia nell'utilizzazione dei fertilizzanti (Menini et al., 2000).

*3.6.2 Colture per il recupero ambientale in aree agricole.* Sono colture che è possibile praticare negli spazi marginali delle aree agricole e possono svolgere una pluralità di funzioni: a) tutela del paesaggio, la realizzazione di un ambiente più sano, gradevole e fruibile; b) conservazione ed incremento della biodiversità degli agroecosistemi; c) mantenimento di tradizioni; d) alimentazione e protezione della selvaggina; e) fitodepurazione di acque di origine agricola ed extra-agricola; f) recupero di aree degradate.

In precedenza, al paragrafo 3.2.2, sono stati fatti dei cenni sulle colture per la conservazione del paesaggio e la tutela della biodiversità vegetale ed animale; qui di seguito verrà preso in considerazione il problema del recupero delle aree degradate.

In interventi di recupero di aree degradate, vengono spesso effettuati inerbimenti basati sull'introduzione di sementi commerciali provenienti da areali molto differenti e, quindi, inadeguati allo scopo. Per ovviare a tali problemi di adattamento, negli ultimi anni si è presa in considerazione la pratica di impiegare seme di specie native derivate da aree affini (Faessler e

Apfelbaum, 1988). In una ricerca svolta nella Sardegna nord-occidentale (Sulas et al., 2005) sono state confrontate differenti tecniche di raccolta di seme di specie native ai fini dell'efficacia nel loro reimpiego. I risultati hanno evidenziato che la resa alla raccolta e l'elevata presenza di seme prontamente germinabile indicano la tecnica combinata mietitrebbia+spazzolatrice, come quella potenzialmente più efficace in termini di capacità di rigenerazione; tuttavia, non è da trascurare che l'abbondanza di materiale raccolto rende più gravose le successive fasi di setacciatura, necessaria per poter distribuire il materiale di rigenerazione con seminatrici a spaglio. La raccolta di specie native con l'ausilio della sola mietitrebbia parcellare, può essere suggerito in caso di recupero di superfici limitate; essa infatti consente di raccogliere poco materiale sebbene ad elevata germinabilità, consentendo una riduzione dei costi.

L'impiego di specie native trova una forte limitazione nella scarsa disponibilità mercantile della semente o nel suo costo troppo elevato. Una componente assai diffusa di molti prati e pascoli naturali è sicuramente *Plantago lanceolata* L. che nel nostro Paese, spesso, viene ritrovata su suoli limosi e sabbioso-limosi, ricchi di elementi nutritivi. Oltre alla notevole diffusione delle formazioni naturali, tale specie è stata anche impiegata in alcuni interventi di inerbimento e giudicata interessante per la costituzione di coperture erbacee a fini antierosivi. In una ricerca effettuata su questa specie in diverse località, volta all'individuazione delle principali tecniche di coltivazione di colture specializzate per la produzione di seme (Argenti et al., 2005), sono emerse utili indicazioni per quanto concerne l'epoca di impianto, la concimazione, la quantità di seme utilizzato, la raccolta e la produzione di seme e la durata della coltura.

In un'altra ricerca (Porqueddu et al., 2005), sulla valutazione di 22 specie erbacee native e commerciali per il recupero produttivo e ambientale di aree degradate mediterranee, è risultato che accessioni native e/o miscugli delle stesse sono risultate generalmente migliori di quelle in commercio, mettendo in luce dei materiali vegetali autoctoni (es. *Lotus cytisoides* SE979) con un ottimo potenziale di immissione nel mercato sementiero.

Un altro impiego delle colture a valenza am-

bientale è la fitodepurazione definita come quella “tecnica che utilizza le piante verdi e i microrganismi della loro rizosfera, per la rimozione, la degradazione e la immobilizzazione dei contaminanti presenti nell’ambiente”. Le tecniche di fitodepurazione possono essere applicate a substrati solidi, liquidi e gassosi per cui sono utilizzabili per la depurazione di: terreni naturali e agrari; depositi di scarti di lavorazioni minerarie; discariche municipali e industriali (acque reflue); bacini e corsi idrici contaminati; aria di ambienti chiusi e non.

Un tipo di fitodepurazione (Arduini e Masoni, 2005) fa riferimento a un processo naturale che si instaura spontaneamente negli ecosistemi delle zone umide e paludose, caratterizzate dalla presenza di acque stagnanti o lentamente defluenti in grado di depurare gli effluenti inquinanti in condizioni spontanee e naturali. In questo caso, l’efficacia fitodepurante, come è noto, non è affidata alla asportazione della biomassa prodotta, come nel caso della fitoestrazione (*phytoremediation*), di cui si tratterà successivamente, ma alla elevata capacità autossigenante della dinamica di processo che si instaura nel sistema all’azione metabolizzante dei microrganismi che operano in sinergia con le piante coltivate scelte per la fitodepurazione.

Sugli aspetti funzionali dei sistemi “wetland” sono da segnalare lavori di Rivoira e Porcheddu (1996), e Borin e Marchetti (1997). Gli impianti a riguardo evidenziano una buona efficienza in termini di rimozione degli inquinanti fisico-chimici e microbiologici. Numerose sono le specie utilizzabili (Giardini, 1997; Borin et al., 1999).

L’impiego di alcuni tipi di impianto di fitodepurazione per il trattamento delle acque reflue si sono sviluppati nell’ottica della sostenibilità economica ed ambientale, ossia indirizzati verso sistemi di trattamento che non richiedono elementi meccanici complessi ad elevato consumo energetico. Tali sistemi di depurazione rappresentano, quindi, una possibile soluzione per lo smaltimento di acque reflue, particolarmente adatti ad un contesto rurale, soprattutto in regioni aride e semiaride dove è importante il riutilizzo di questa preziosa risorsa. In diverse ricerche svolte presso l’Università di Sassari, il sistema fitodepurante a flusso sottosuperficiale orizzontale o GBH (Rivoira, 1996) appare particolarmente efficace nel trattamento di acque

reflue provenienti da piccoli agglomerati urbani (500-1000 abitanti). I costi di realizzazione e di gestione degli impianti risultano estremamente contenuti. Il metodo consente l’abbattimento del 99% dei valori dei COD, del BOD<sub>5</sub> e dei materiali in sospensione. Ma i risultati più eclatanti si sono ottenuti nel controllo della flora batterica patogena, con una riduzione compresa tra il 99 e il 100%. Si deve sottolineare che l’efficacia antibatterica del sistema usato è stata ottenuta senza l’impiego di alcun trattamento né fisico né chimico e quindi a costo zero.

Altre ricerche sulla depurazione delle acque reflue hanno riguardato l’impiego della *Phragmites australis*. Un contributo scientifico del XXXVI Convegno SIA (Barbera et al., 2005), ha evidenziato la rusticità di questa graminacea che, unitamente al suo rapido accrescimento, ha confermato la validità del suo impiego anche nelle aree interne della Sicilia.

Un altro lavoro riferito all’area protetta del Parco del Gargano (Francavilla e Trotta, 2005) ha riguardato, la sostenibilità dell’ecosistema acquatico costiero della Laguna di Lesina, da un punto di vista del bilancio dei sali nutritivi (NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>) provenienti dal bacino imbrifero (ad alta densità agricola), ai fini di una sua evoluzione verso una gestione moderna e razionale della sua produzione alieutica, nonché l’affermazione di attività ricreative e naturalistiche. La caratteristica di ambiente eutrofico, induce all’adozione di protocolli sperimentali di fitodepurazione che preveda il mantenimento delle praterie vegetali stabilizzate nella Sacca Orientale della laguna di rizofite, quali *Ruppia maritima* e *Zostera nana* e la ricostruzione della prateria di *Gracilaria verrucosa* nei siti eletti. A ricostruzione avvenuta, il ripristino delle attività di raccolta della biomassa vegetale, già avvenuto negli anni ’70-’90 nella medesima laguna, può costituire un output di sali fertilizzanti non veicolati verso la catena alimentare di pesca tradizionale.

Nonostante le elevate potenzialità e la versatilità dei processi di fitodepurazione, soltanto nell’ultimo decennio è stato osservato un interesse crescente, sia nel settore pubblico che privato, verso queste tecnologie come possibili alternative ai metodi di decontaminazione convenzionali. Tuttora permangono, infatti, alcune limitazioni all’efficace applicazione pratica del-

la fitodepurazione su ampia scala (Arduini e Masoni, l.c.). Queste derivano essenzialmente dalle ancora scarse conoscenze scientifiche circa le specie vegetali utilizzabili e la loro specificità di risposta a differenti forme di contaminazione; dalla tecnica di coltivazione che consente di aumentare l'efficienza del processo di fitodepurazione riducendone i tempi e i costi (Arduini e Masoni, l.c.).

Come già accennato, un altro metodo di risanamento di aree contaminate riguarda la fitoestrazione (*phytoextraction*). Tra i vari tipi di trattamenti applicabili ai terreni contaminati sono da annoverarsi gli interventi di bonifica *in situ*, che a differenza degli interventi *ex-situ*, non ne prevedono la rimozione (figura 10).

Le diverse tipologie di trattamento di bonifica, alcune ormai consolidate, altre in via di sviluppo sono classificabili in tre gruppi principali: trattamenti biologici, chimico-fisici e termici. Tra quelle basate sui processi biologici particolarmente efficace risulta la tecnica che per la rimozione dei contaminati prevede l'impiego delle piante verdi e dei microrganismi presenti nella loro rizosfera.

Per quanto concerne la coltivazione di piante per il disinquinamento di terreni contaminati da metalli pesanti le maggiori conoscenze attualmente disponibili si riferiscono a specie iperaccumulatrici (es. *Thlaspi caerulescens*, *Alyssum bertolonii*) che, pur essendo in grado di accumulare uno o pochi (specifici) metalli ad elevate concentrazioni, producono una scarsa biomassa (McGrath, 1998). Dal punto di vista agronomico, invece, risulterebbe più facilmente praticabile la coltivazione di specie ad elevato accrescimento capaci di accumulare diversi metalli pesanti anche se a concentrazioni modeste. Questa seconda opzione sarebbe auspicabile anche per la possibilità di disinquinare aree contaminate da più metalli contemporaneamente, situazione riscontrabile con maggiore frequenza. Tuttavia, la difficoltà di formulare un protocollo operativo standardizzato, a causa della variegata gamma di asportazione delle specie vegetali, rende necessaria la valutazione di specifiche possibilità applicative.

La morfologia dell'apparato radicale gioca un ruolo fondamentale nel determinare l'efficienza del processo fitoestrattivo. Le piante iper-accumulatrici tendono ad accrescere maggiormente le radici proprio nelle zone in cui il

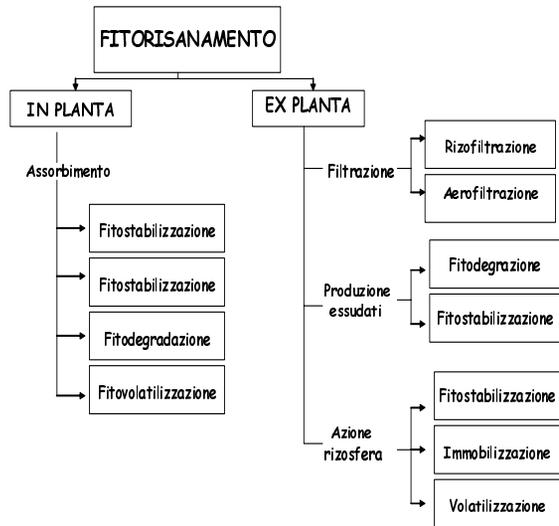


Figura 10. Esempificazione schematica delle tecniche di risanamento basate sull'impiego di piante e dei processi coinvolti (Arduini I., Masoni A., 2002).

Figure 10. Scheme of the remediation techniques based on plants use and on the processes involved (Arduini I., Masoni A., 2002).

terreno è più inquinato (Schwartz et al., 1999; Whiting et al., 2000), sviluppando per contro un sistema radicale modesto e poco profondo (Ernst, 1996); mentre le informazioni disponibili per colture agrarie potenzialmente efficienti nella fitoestrazione sono ancora limitate.

In una sperimentazione svolta in ambiente controllato (serra) (Vamerli et al., 2005) è stato studiato l'adattamento e lo sviluppo in stadio precoce di alcune specie (*Raphanus sativum* L., *Heliantus annus* L. e *Medicago sativa* L.) in un substrato ricco di ceneri di pirite e di altri inquinanti da metalli pesanti. Le tre specie considerate si sono adattate con difficoltà al substrato di solo pirite; tra esse il massimo accrescimento è stato ottenuto in girasole, dimostrandosi maggiormente adattabile alle condizioni di inquinamento.

In un'altra ricerca svolta in laboratorio, sempre su substrati contaminati da cenere di pirite (Marchiol et al., 2005), la fitoestrazione di metalli pesanti (As e Cu) è stata studiata in diverse specie (*Glicine max*, *Sorghum bicolor*, *Zea mais* e *Heliantus annus* L. I risultati sperimentali indicano che migliori prestazioni di assorbimento sono state fornite da *G. max* e *S. bicolor*.

La fitoestrazione può essere applicata anche ai terreni ammendati con elevate dosi di fanghi

di depurazione la cui produzione nell'Unione Europea è in continua crescita (Arduini e Masoni, l.c.). Le colture di energia sono particolarmente idonee alla coltivazione su detti tipi di terreno in quanto la loro biomassa non viene utilizzata a scopi alimentari. Una ricerca (Mariotti et al., 2005) ha valutato la capacità del miscanto (*Miscanthus sinensis* var. Giganteus Greef et Deu.), allevato in vaso, di rimuovere dal terreno i metalli pesanti aggiunti mediante la distribuzione di fanghi di depurazione conciarci (concia al cromo) misti a fanghi civili. I quantitativi asportati dalle piante sono apparsi molto ridotti se rapportati alla quantità apportata con il fango, della quale rappresentano solo lo 0,7% per il Cr e il 5,2% per lo Zn; pertanto la biodisponibilità del Cr aggiunto al terreno mediante la distribuzione del fango si è sensibilmente ridotta con il passare del tempo, mentre quella dello Zn è aumentata.

Un altro interessante settore di applicazione della fitoestrazione è quello relativo alla bonifica dei terreni affetti da problemi di salinità (e sodicità in particolare). La bonifica dei terreni sodici (oltre che mediante le ordinarie tecniche agronomiche a carattere straordinario, incentrate sull'impiego di ammendanti e correttivi, spesso estremamente costosi) può essere attuata ricorrendo alla coltivazione di specie in grado di adattarsi ad habitat caratterizzati dalla presenza di elevate quantità di sali, in particolar modo di cloruro di sodio, capaci quindi di operare una fitoestrazione di quest'ultimo, continuando ad accrescersi, svilupparsi e produrre in modo regolare.

Tra le specie coltivabili con successo vi sono diverse specie arbustive, quali la *Salicornia*, la *Suaeda* e l'*Atriplex*, appartenenti alla famiglia delle *Chenopodiaceae*.

Particolarmente promettente è l'alofita *Salicornia bigevolii*, una pianta grassa annuale tipica dei luoghi umidi salati, capace quindi di svilupparsi in ambienti caratterizzati dalla presenza di elevate concentrazioni di cloruro di sodio che risulterebbero invece tossiche per la maggior parte delle colture, caratterizzata da una abbondante produzione di semi i quali contengono elevati livelli di olio (30%) e proteine (35%), esattamente come la soia e altre colture da olio, mentre il loro contenuto salino è inferiore al 3%. Non meno interessanti risultano essere al *Suaeda maritima* e l'*Atriplex latifolia*, utilizzabili in cucina come ortaggi.

La coltivazione di tali specie unirebbe al vantaggio di poter realizzare la bonifica dei terreni salini, attraverso i processi di fitoestrazione del NaCl e di successiva compartimentazione degli ioni Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> nei vacuoli ad opera delle piante, quello di poter ottenere da queste ultime una produzione commerciabile, caratterizzata da un valore di mercato.

L'attività di ricerca internazionale sul fitorisanamento è passata, in questo lasso di tempo, da una fase "pionieristica" a quella attuale in cui ci si sta dedicando al miglioramento dell'efficienza del processo, all'applicazione pratica della tecnica, alla sua ottimizzazione in relazione alle caratteristiche specifiche del sito su cui si interviene.

La bonifica dei suoli contaminati, oltre a costituire uno strumento indispensabile di tutela delle risorse ambientali e di salvaguardia della salute dell'uomo, riveste un ruolo fondamentale ai fini della valorizzazione di un dato territorio e dello sviluppo socio-economico dello stesso.

In Italia, i siti contaminati, alcuni dei quali appartenenti ad aree protette, che necessitano di specifici ed urgenti interventi di bonifica, eletti nella lista dei cosiddetti *siti di interesse nazionale* così come previsto da diversi riferimenti legislativi (L. 426/1998, L.M. 388/2000, D.M. Amb. 468/2001, L. 179/2002), sono 50. Per quanto concerne la regione Puglia, tali siti sono quattro: Manfredonia (Ex-ENICHEM), Brindisi (industrie petrolchimiche, metallurgiche e farmaceutiche), Taranto (industrie siderurgiche e cementiere), Bari (stabilimento di cemento-amianto FIBRONIT).

### 3.6.3 Colture ambientali in aree extra-agricole.

Per quanto concerne le colture utilizzate per fini ambientali specifici in aree extra-agricole si possono annoverare quelle per il ripristino e rinaturalizzazione di cave, discariche, terreni degradati di varia natura, consolidamento di superfici poco stabili in pendio (scarpate, argini, ecc.) di attività ricreative, sportive e culturali e per il disinquinamento dell'aria e dell'acqua.

Anche nelle aree protette un settore in grande evoluzione è quello delle zone verdi riguardanti le strutture sportive pubbliche e private (campi di calcio, da golf, ippodromi, rugby) e ricreative (parchi e giardini) che in genere presentano elevati costi di gestione.

L'obiettivo prioritario della ricerca in questo settore è perciò quello di migliorare la qualità delle superfici inerbite, prevedendo pratiche agronomiche in grado di ridurre al minimo l'utilizzo di risorse energetiche non rinnovabili e di prodotti chimici (Noè, 2002) e soprattutto in grado di ridurre le necessità idriche. È questo uno dei problemi più importanti legato alla scelta delle specie da impiegare, visto che quelle con più elevato valore estetico sono anche quelle che richiedono una manutenzione più accurata e costosa.

I manti erbosi sono largamente costituiti con specie graminacee microterme, le cui varietà utilizzate, in quanto costituite in laboratori esteri (USA; Canada e Nord Europa), presentano bassa adattabilità negli ambienti meridionali. Un argomento di ricerca riguarda, pertanto, la scelta delle specie e varietà più adatte in questi ambienti. In una di queste (Martiniello et al., 2005), per esempio, tra numerose varietà di specie microterme saggiate sono state identificate: *Poa pratense* L., *Festuca arundinacea* Scrib., *Lolium perenne* spp., quelle con fitness ed adattabilità che meglio tollerano le condizioni dell'ambiente di Capitanata.

Anche altre ricerche hanno evidenziato che tra le varie specie utilizzabili, la *Festuca arundinacea* L., tra le più rustiche e dunque maggiormente adattabile a condizioni ambientali difficili, presenta prospettive interessanti qualora si preveda di mantenere una copertura erbacea con tecniche di gestione ridotta (Panella et al., 2000). Ciò è stato confermato anche da una prova svolta nell'Italia centrale (Santilocchi e Bianchelli, l.c.), dove è emerso che questa specie è risultata abbastanza idonea per la costituzione di cotiche erbose di lunga durata e a ridotta manutenzione, vista la sua rusticità che la rende adatta ai diversi tipi di suolo e alle diverse condizioni climatiche. Dal punto di vista della scelta delle varietà, la "Safari" è da preferirsi, visto il suo accrescimento più limitato, caratteristica positiva per contenere i costi di manutenzione. Per quanto riguarda l'altezza del taglio, l'esecuzione dello stesso ad altezza intorno a 4-6 cm appare come uno dei modi più efficaci per diminuire l'intensità di manutenzione di un tappeto erboso.

I manti erbosi possono essere costituiti anche da miscugli di graminacee le cui caratteristiche qualitative sono influenzate dalla moda-

lità di utilizzazione, dall'apporto di fertilizzante azotato e dal substrato di coltivazione. L'utilizzo di miscugli nella composizione del manto erboso in una struttura sportiva favorisce, rispetto a quelli costituiti con singola specie, una minore suscettibilità alle condizioni di utilizzazione ed ambientale (Oral e Açıkgöz, 2001).

In un lavoro presentato al Convegno XXXVI SIA (Martiniello et al. 2005), ai fini di valutare l'influenza di diverse condizioni di utilizzazione imposte con simulatore artificiale, su manti erbosi costituiti da tre miscugli binari di specie graminacee, allevati con due livelli di concimazioni azotate su substrati artificialmente costituiti, è stato evidenziato che l'aspetto estetico globale, il colore e la copertura del manto erboso sono stati migliorati dalla elevata dose di azoto, e che il miscuglio che più si è adattato alle condizioni ambientali ed allo stress del calpestamento è stato quello costituito da *Festuca arundinacea* e *Poa pratense*.

Per le caratteristiche ambientali delle aree mediterranee, nella costituzione dei tappeti erbosi è comunque favorito l'utilizzo di specie macroterme. Queste piante, con ciclo fotosintetico C<sub>4</sub>, sono dotate di meccanismi fisiologici capaci di svolgere attività vegetativa a temperatura elevata e di captare, con gli stoloni, l'umidità nel terreno in strati profondi del suolo, consentendo così risparmi idrici e riduzioni dei costi di manutenzione rispetto a quelli costituiti con microterme. Tuttavia, l'aspetto biologico negativo dei manti erbosi di macroterme è rappresentato dall'assenza di superficie verde durante il periodo di stasi vegetativa invernale (dicembre-marzo). Questo effetto negativo può essere ridotto, come suggerito da alcuni autori, mediante la costituzione di manti erbosi misti costituiti da specie macroterme e microterme in modo da evitare la perdita di colorazione nel periodo invernale (Sifers, Beard, 2001). Le specie macroterme utilizzate nella costituzione di manti erbosi appartengono alle specie graminacee (*Cynodon dactylon* L., (Pers.)), panico acquatico (*Paspalum vaginatum* Swartz) e zoista (*Zoysta japonica* Wild.). Le varietà disponibili sul mercato, in quanto costituite all'estero, sono caratterizzate da adattabilità specifica per ambienti molto differenti da quelli mediterranei. A tal fine, in un'altra ricerca presentata al XXXVI Convegno SIA (Martiniello et al., l.c.), sono state identificate le varietà delle suddette specie

meglio adattate all'areale mediterraneo, valutando le caratteristiche qualitative dei manti erbosi, sia nel periodo vegetativo che in quello di stasi invernale.

Per ovviare al disseccamento invernale dei tappeti erbosi delle specie macroterme, inoltre, una tecnica molto utilizzata è quella della trasemina autunnale. La specie prevalentemente più utilizzata per la trasemina è *Lolium perenne*, anche se in alcuni casi potrebbero essere impiegate *Festuca arundinacea*, *Poa pratensis* e *Poa trivialis* (Volterrani et al., 2001a; Volterrani et al., 2001b). In una ricerca (Mazur e Rice, 1999) è stato evidenziato come l'incremento della dose di semi di *Lolium perenne* determini un insediamento più rapido ed una qualità più elevata del tappeto erboso di microterma, con riduzione della larghezza fogliare. Contemporaneamente questo può anche causare una maggiore densità della microterma nella tarda primavera, con un rallentamento della transizione primaverile.

Una ricerca svolta a Pisa (Gaetani et al., 2005), allo scopo di individuare la dose di semina ottimale di tre specie microterme (*Lolium perenne*, *Festuca arundinacea* e *Poa pratensis*) per la trasemina su *Paspalum vaginatum*, specie originaria del nuovo mondo, ma naturalizzata anche in Europa (Duncan e Carrow, 2000), si è evidenziato come la dose di seme utilizzata per la trasemina autunnale influenzi la rapidità di insediamento delle specie microterme in prova. Per contro, in fase di transizione primaverile la dose di semina non esercita alcun effetto significativo sulla presenza della stessa microterma nella consociazione. Per quanto concerne le specie microterme a confronto, *Lolium perenne* e *Festuca arundinacea* risultano le più rapide nell'insediamento rispetto alla *Poa pratensis*.

### 3.7 Monitoraggio ambientale

Nell'ottica di un'agricoltura sostenibile tutte le strategie di pianificazione, con particolare riferimento al territorio delle aree protette, tendono a considerare prioritariamente la protezione e la valorizzazione delle risorse naturali. Lo studio e la programmazione di interventi in tale aree necessitano del lavoro di esperti di diverse discipline (agronomiche, ambientali, territoriali, ed urbanistiche) e soprattutto di strumenti informatici, che consentano di integrare ed elaborare i dati provenienti da diversi settori

(Toccolini, 1998). Infatti, la quantità di informazioni da gestire per affrontare problematiche ambientali è cospicua ed eterogenea, quindi, si rendono sempre più necessarie opportune metodologie d'integrazione dei dati territoriali (sia a livello di scala spaziale che temporale) che prevedono l'utilizzo dei Sistemi Informativi Geografici (GIS). I GIS, infatti, permettono la realizzazione di sistemi automatizzati per la rappresentazione di dati che siano spazialmente riferiti alla superficie terrestre. Mediante l'ausilio di tali sistemi informatici è, quindi, possibile prevedere e gestire i diversi fenomeni legati all'uso del territorio e indagare sull'insieme dei scenari ad esso legati (Maguire, 1991).

Numerose sono, le applicazioni negli studi e nelle ricerche a carattere territoriale, anche su scale molto diversificate, consentite dai Sistemi Informativi Geografici, che nel tempo, hanno avuto un continuo sviluppo sia della componente hardware che di quella software. Ciò ha permesso l'avvicinamento al mondo del GIS di un crescente numero di utenti pubblici e privati motivati dall'esigenza di acquisire, elaborare e rappresentare informazioni a livello territoriale in diversi comparti ambientali: il clima, l'acqua e il suolo.

Tali informazioni nei settori agricolo-forestale riguardano in particolare: la pianificazione del territorio, la gestione delle risorse idriche e paesaggistiche, la conservazione e la valorizzazione delle risorse naturali, la valutazione dell'impatto ambientale delle agrotecniche, la difesa del suolo, la tutela delle acque, i rilasci dei fertilizzanti e la compatibilità tra attività zootecnica ed ambiente, la valutazione delle vocazioni colturali, la gestione delle informazioni areali (monitoraggio e classificazione delle aree agricole), la produzione di mappe fenologiche e carte tematiche.

Un ruolo importante di integrazione del GIS, specialmente per la raccolta di dati sul paesaggio e sulle coperture del suolo, è svolto dal telerilevamento i cui dati possono essere combinati con altre informazioni geografiche come immagini, mappe, dati statistici al fine di massimizzare le capacità di analisi e i contenuti informativi sui quali si fonderanno i successivi processi decisionali.

Dopo adeguate calibrature e validazioni con dati sperimentali, i risultati delle analisi spaziali possono essere integrati con le procedure mo-

dellistiche per rappresentare le dinamiche evolutive reali o simulate dei sistemi: colturale, agraria ed agroambientale (Giupponi, 1999), al fine di una più adeguata pianificazione sia in termini di salvaguardia che di utilizzo delle risorse (Giupponi, 1998).

Per quanto riguarda, in particolare, la modellistica si deve tuttavia far rilevare che a fronte di un enorme potenziale applicativo e per il miglioramento delle conoscenze, l'uso dei modelli di simulazione in Italia meriterebbe uno sviluppo maggiore considerato che si tratta di uno strumento fondamentale per l'avanzamento delle possibilità di gestione e pianificazione degli agroecosistemi (Danuso e Donatelli, l.c.).

La modellizzazione della variabilità spaziale dei parametri ambientali con i sistemi GIS con diversi metodi (empirici, meccanicistici e statistici) ha lo scopo di "stimare" il valore della variabile di interesse in punti in cui non è stato effettuato il campionamento e di cui quindi non si dispone di alcuna informazione.

Come già detto, diversi sono i campi di applicazione dei GIS ed in modo particolare nelle aree protette in cui l'attenta pianificazione delle diverse attività antropiche tende principalmente alla conservazione dell'ambiente sia dal punto di vista naturalistico che economico.

In riferimento alla pianificazione territoriale, studi condotti sul Parco della Murgia Materana (Pandiscia et al. 1998) hanno individuato una metodologia utile per la definizione di una carta ottenuta a seguito delle sovrapposizioni di diversi strati informativi (uso del suolo, topografia geomorfologia ecc.) mediante tecniche GIS. Ad essa è stato associato lo sviluppo di un software con un'apposita interfaccia utente in grado di consentire una facile esecuzione delle operazioni di interrogazione.

Al fine di consentire l'avvio della individuazione degli ambiti territoriali idonei al pascolamento nel versante lucano del Parco Nazionale del Pollino, alcuni studi hanno definito una metodologia che attraverso l'adozione di procedure GIS e seguendo un *iter* previsto dalla FAO per la Land Evaluation, ha portato alla definizione di una carta tematica relativa all'attitudine al pascolamento dell'area d'indagine (Castronuovo, 2002).

Altri Autori (Castrignanò et al., 2003) nell'ambito del progetto "Caratterizzazione agroecologica del territorio del territorio garganico",

hanno definito un Sistema Informativo Geografico per l'intera area del Parco Nazionale del Gargano, attraverso il quale è stato possibile rappresentare la distribuzione spaziale di alcune principali caratteristiche dei suoli dell'area protetta (tessitura, sostanza organica, costanti ideologiche, pH, ecc.). Sempre nell'ambito dello stesso progetto (Stelluti e Castrignanò 2003) hanno prodotto una descrizione climatica del territorio del Parco del Gargano, mediante l'elaborazione di dati di precipitazione e di temperatura giornaliera (minima e massima) relativi al periodo 1950-1992 ed è stata realizzata la carta d'uso del suolo (figura 11).

Inoltre, l'applicazione della tecnologia GIS è stata definita in diversi studi a livelli regionali. In particolare, la Regione Puglia nell'ambito del Progetto ACLA2, ha implementato un SIT in cui sono rappresentati aspetti edafici, climatici e l'attitudine delle diverse aree pedo-climatiche alla produttività potenziale delle colture agrarie (Caliandro et al., 2003).

Infine, un tipo particolare di monitoraggio riguarda lo stato delle colture utilizzando gli indici di vegetazione che possono essere affiancati agli indicatori chimici, già ampiamente utilizzati dall'Unione Europea per il monitoraggio ambientale (Masoni, 2001). Essi si basano sul telerilevamento della riflettanza fogliare nel visibile e nell'infrarosso e presentano il vantaggio di essere non distruttivi, economici ed applicabili anche a scala regionale o di ecosistema. Essi sono valutabili con rilievi "a terra", da aereo e da satellite e sono strettamente correlati a variabili biologiche come biomassa verde, LAI (Leaf Area Index), frazione di radiazione intercettata ( $f_{IPAR}$ ) o contenuto in clorofilla per unità di superficie (Penuelas e Filella, 1998). Le zone dello spettro che si dimostrano più sensibili ai mutamenti delle colture sono state combinate secondo equazioni matematiche generando numerosi indici vegetazionali (VI) (Filella et al., 1995). I più usati e meglio conosciuti nel telerilevamento sono SR (NIR/R) ed NDVI (NIR-R/NIR+R). Essi, come è noto, sono influenzati da numerosi parametri tra cui: il contenuto idrico, la disponibilità di elementi nutritivi, lo stadio fenologico, le caratteristiche anatomiche e le condizioni fitosanitarie (Colwell, 1983). In una ricerca svolta a Pisa (Foschi et al., 2005), che ha avuto come obiettivo la determinazione della relazione esistente tra il tenore di azoto di

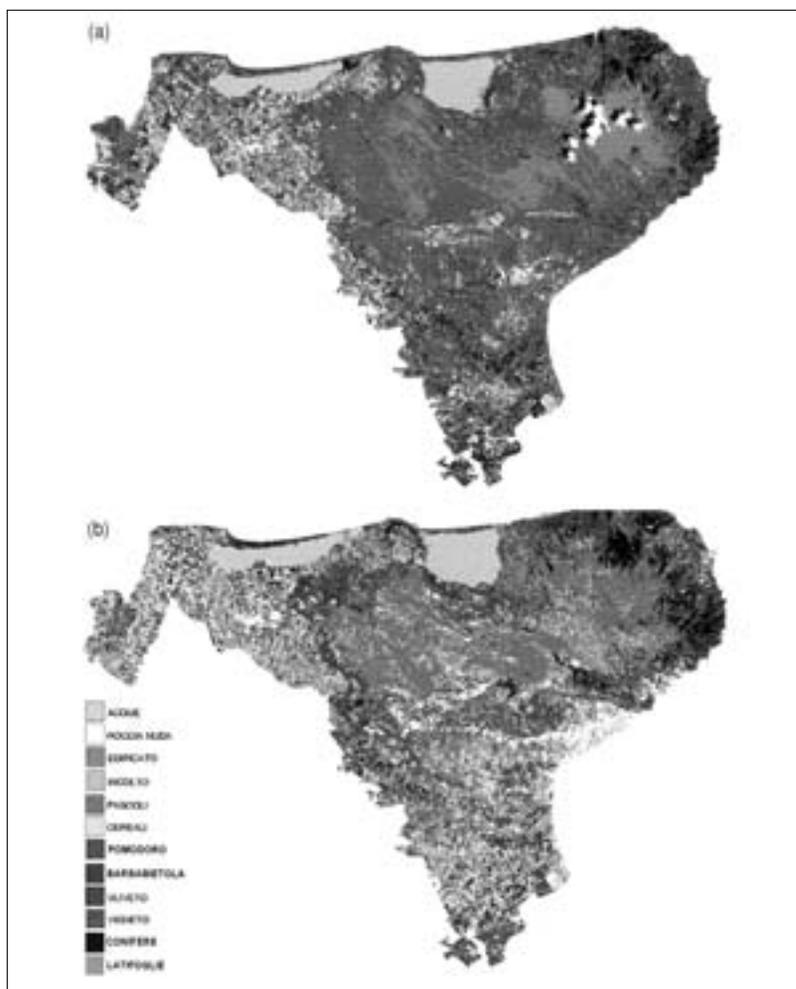


Figura 11. Carta d'uso del suolo. Classificazione relativa alle immagini da satellite di luglio 2000 (a) e marzo 2001 (b). (Stelluti e Castrignanò, 2003).

Figure 11. Land use map. Classification concerning the satellite images of July 2000 (a) and March 2001 (b). (Stelluti e Castrignanò, 2003).

un tappeto erboso di gramigna e i principali indici vegetazionali derivanti dall'analisi della riflettanza spettrale, è risultato che all'aumentare della dose di azoto si è ottenuta una riduzione dei valori nella regione del PAR ed un innalzamento di quelli nell'infrarosso. Recentemente è stata prospettata la possibilità di valutare col telerilevamento ottico a scala fogliare, colturale e di ecosistema, l'effettiva efficienza d'uso della radiazione solare a livello fotosintetico (PRUE), mediante il "photochemical reflectance index", PRI (Penuelas et al., 1995; Flagella et al., 1998; Flagella et al., 2002). L'efficienza di conversione della luce, può variare significativamente con il genotipo, la fase fenologica e le condizioni ambientali.

### 3.8 Le biotecnologie nelle aree protette

Un'ultima considerazione sulle possibilità di ricerca applicata alle aree protette riguarda gli

aspetti tecnologici innovativi; parchi e riserve dovrebbero essere i primi luoghi ove mettere in pratica le conoscenze che man mano vengono acquisite dal mondo scientifico in merito all'applicazione di sistemi tecnologici e nuove metodologie finalizzate alla riduzione dell'impatto ambientale. A riguardo tra queste tematiche è da annoverarsi anche quella relativa alle biotecnologie.

Gli aspetti di prevalente interesse agronomico considerati in ambito biotecnologico, sono stati inizialmente la resistenza ad alcuni erbicidi, all'attacco di insetti, crittogame e virus, successivamente, invece, sono state interessate le caratteristiche qualitative delle produzioni e quelle connesse alla possibilità di coltivare piante in ambienti "difficili", per eccesso di salinità o bassa fertilità agronomica dei terreni (Mannion, 1995).

La maggiore attenzione dei consumatori e la richiesta di prodotti tradizionali, che l'agricoltura aveva quasi dimenticato, costituiscono oggi uno degli obiettivi primari del mondo produttivo delle aree protette. Ciò tuttavia sta evidenziando un preoccupante problema: molti prodotti sono a rischio di estinzione per difetti genetici di sensibilità agli agenti patogeni che ne condizionano pesantemente la produttività. Le biotecnologie possono introdurre geni capaci di conferire a queste piante, come già detto, la resistenza verso questi agenti. Ovviamente gli interventi genetici dovranno essere programmati "caso per caso" in risposta alle specifiche esigenze. Nel caso specifico della salvaguardia delle "varietà tipiche" non è possibile usare le tecniche di miglioramento genetico tradizionali come per esempio l'incrocio, in quanto con esso si mescolano i cromosomi delle due piante madri e della progenie. Con l'identificazione, l'isolamento ed il trasferimento di opportuni geni che possono conferire una nuova caratteristica, l'intervento di miglioramento genetico è mirato e puntiforme mentre il resto del genoma resterà identico a quello della pianta di partenza (Flagella e Tarantino, 2004).

Il fatto di disporre di piante resistenti a molti patogeni consente di ridurre l'impiego di fitofarmaci e di avere derrate vegetali contraddistinte da minore presenza di residui.

In un certo modo, queste produzioni si pongono in alternativa, se non addirittura in concorrenza, rispetto ai prodotti dell'agricoltura biologica.

Un'altra applicazione delle biotecnologie riguarda la "rintracciabilità" delle cultivar, delle razze e dei prodotti tipici da essi derivati, oltre che di altri prodotti agricoli per l'identificazione della loro zona di origine. L'impiego della biologia molecolare, pertanto, potrà rappresentare in futuro uno strumento sicuro per garantire la tipicità e l'origine territoriale.

Una prospettiva che interessa più da vicino noi agronomi è la possibilità di utilizzare piante iperaccumulatrici di metalli pesanti e di microrganismi in grado di degradare inquinanti organici, costituendo la base di un sistema integrato di recupero ambientale (Miele, l.c.); infine, un'altra possibilità di impiego delle biotecnologie è quella di stimare con metodi diagnostici molecolari lo stato di conservazione dei sistemi floristici e faunistici naturali.

#### 4. Conclusioni

L'agricoltura, vista per molto tempo solo come risorsa puramente produttiva, si dimostra un efficace strumento di tutela del territorio e del paesaggio agrario, come dimostrano le nuove direttive della Politica Agricola Comunitaria. L'agricoltura, infatti, è uno dei principali strumenti per qualificare la comunità e riconnetterla al luogo in cui essa è insediata. Questa condizione può essere ancor più attuata dalle aree protette ove l'obiettivo della conservazione e dell'aumento della naturalità è primario (Paolella, 2001). L'aspetto importante è che si deve fare in modo che i sistemi agricoli siano compatibili con la sopravvivenza dell'ecosistema. I progressi scientifici, tecnologici e biotecnologici che l'uomo ha ottenuto nel corso degli anni costituiscono conquiste a cui non può essere ragionevole pensare di rinunciare in nome di utopistici quanto velleitari progetti di ritorno del passato (anche perché, decidere a quale passato riferirsi, è assai opinabile). È però possibile pensare di poter riconciliare l'uomo con il suo ambiente vitale in un nuovo rapporto dove la moderna tecnica costituisca l'anello di congiunzione tra le esigenze di benessere attuale degli uomini e quelle di salvaguardia del patrimonio naturale che ci è stato conseguito dalle generazioni che ci hanno preceduto che è destinato alle generazioni future.

Non esistono modelli e strategie per uno sviluppo sostenibile valido per tutte le realtà. Al tecnico, al consulente, al ricercatore ed al legislatore locale spetta il compito di tracciare delle linee strategiche compatibili con le esigenze e le vocazioni territoriali, facendo appello al buon senso, alla conoscenza della realtà, alla capacità di promuovere interazioni e, naturalmente, al proprio bagaglio culturale e di competenze professionali.

Le forme di agricoltura biologica e multifunzionale si pongono sia nei termini culturali, sia nelle metodiche che nelle tecniche adottate in modo esplicitamente alternativo rispetto al modello di agricoltura convenzionale. Tuttavia, esse hanno bisogno di una politica favorevole al varo di una normativa che preveda sovvenzioni ed incentivi, per adattarsi alle logiche di mercato entro cui, in ogni caso, è inserito ogni modello produttivo agricolo. Un eventuale cambiamento radicale, una discontinuità verso una

diversa concezione delle produzioni rispetto alla visione esclusivamente economicistica, così come auspicata da qualcuno, richiederebbe altre modifiche radicali della tecnica oltre che nella sfera delle “relazioni sociali” (Petrocchi, l.c.).

Tornando al mondo della scienza, pare evidente che l'applicazione della sostenibilità ambientale al settore agricolo in queste aree protette ne arricchisca la nozione di ulteriori e specifici significati. Come avviene sempre per le tematiche innovative, si affrontano problematiche originali, stimolanti che prospettano grandi potenzialità, sia sul piano della ricerca con riferimento alle ricadute applicative.

Nella ricerca agronomica dei sistemi agro-territoriali nelle aree protette emerge da parte dell'agronomo, la necessità di sviluppare strumenti di comunicazione con ricercatori di diversa estrazione e competenza, e grandi opportunità di allargare il proprio campo di attività professionale.

Noi agronomi, coadiuvati da altre competenze scientifiche, potremmo fornire un significativo contributo a studi e ricerche a volte meno “convenzionali” per l'agronomia su: processi di rinaturalizzazione degli ambienti protetti, valutazione dell'impatto ambientale, gestione dei sistemi colturali con maggiore riferimento alla visione complessiva del sistema stesso, per il mantenimento ed il presidio del territorio, la cura idrogeologica, la riduzione dell'erosione, la tutela del paesaggio, la regimazione delle acque, la difesa della biodiversità ai fini dello sviluppo dell'ambiente rurale.

## Bibliografia

AA.VV. 1994. Riv. di Agron., 28 , 3 Suppl.:289-513.

AA.VV. 2004. Ricerca nell'area delle Scienze Agrarie: Stato dell'arte e prospettive. Documento di lavoro elaborato dai docenti del Dipartimento di Scienze Agroambientali e della Produzione Vegetale. Sezione di Agronomia della Facoltà di Agraria di Perugia, 34-37.

Acutis M., Gentile A., Ditto D., Botta M., Di Guardo A. 2005. RUNOFF\_DLL: un componente per la simulazione dinamica del ruscellamento superficiale. Atti del XXXVI Conv. SIA: “Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali”, Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria, 456-457.

Aldenderfer M.S., Blashfield R.K. 1987. Cluster analysis. Beverly Hills: Sage Publications. 88 p.

Altieri M.A., Nicholls C.I., Ponti L. 2003. Biodiversità e

controllo dei fitofagi negli agroecosistemi. Firenze: Accademia Nazionale Italiana di Entomologia.

Andersen A., Eltun R. 2000. Long-term developments in the carabid and staphylinid (Col., Carabidae and Staphylinidae) fauna during conversion from conventional to biological farming. J. Appl. Ent., 124:51-56.

Andolfi L., Clematis F., Macchia M., Ceccarini L., Perucci S., Benvenuti S. 2005. Caratteristiche bioagronomiche ed attività acaricida in *Tephrosia* spp. Atti del XXXVI Conv. SIA: “Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali”, Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria, 478-479.

ANPA 2000. RTI CTN\_CON 1/2000. Selezione di indicatori ambientali per i temi relativi alla biodiversità.

Arangino R., Spanu E., Vargiu M. 1992. Produzione foraggera, ritmo di vegetazione e caratteristiche della fitomassa di alcune leguminose autoriseminanti. Riv. Agron., 3:413-419.

Arduini I., Masoni A. 2002. Fitodepurazione. Riv. Agron. 36:17-32.

Argenti G., Rossini F., Sulas L. 2005. Produzione di seme in *Plantago lanceolata* in tre ambienti italiani. Atti del XXXVI Convegno SIA: “Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali”, Foggia, 2005. Foggia: Facoltà di Agraria. 526-527.

Atti SIA, 2005. Giuliani M.M., Gatta G. ed. Ricerca ed innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali. 540 p.

Baldoni R., Kokeni B., Lovato A. 1974. Le piante foraggere. Roma: Reda, 292 p.

Barbera A.C., Cirelli G., Brogna G., Fiscella T. 2005. Primi risultati dell'impiego di *Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex Steud in un impianto di fitodepurazione di acque reflue urbane in Sicilia. Atti del XXXVI Conv. SIA: “Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali”, Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria. 504-505.

Bargiacchi E., Miele S. 1999. Composizione fertilizzante particolarmente idonea per l'agricoltura biologica Brevetto per invenzione industriale MI99A02296, 03-11-99.

Barry R.G. 1992. Mountain weather and climate, 2<sup>nd</sup> edition, Routledge, London, 404 p.

Bassanino M., Allisiardi E., Sacco D., Grignani C. 2005. Bilanci azotati a diversa scala per la valutazione della sostenibilità ambientale di alcune tipologie di aziende zootecniche in Piemonte. Atti del XXXVI Conv. SIA: “Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali”, Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria, 492-493.

Basso F., De Falco E., Carone F., Nizza A., Postiglione L. 1991. Confronto tra miscugli per la rigenerazione di un pascolo collinare utilizzato da ovini. Nota 1: Risultati produttivi e composizione flogistica. Riv. Agron., 25:195-202.

Basso F., Mucci F., Carone F., Nizza A. 1987. Renova-

- tion of an hilly pasture in Southern Italy by sowing species mixtures. A \_ forage yield results. 2nd Int. Symp. On Nut. Herb. 2-7 July, Brisbane, Australia.
- Battisti C. 2004. Frammentazione ambientale, connettività, reti ecologiche. Un contributo teorico e metodologico con particolare riferimento alla gamma selvatica. Roma: Stilografica srl. 246 p.
- Bennett A.F. 1999. Linkages in the landscapes the role off corridors and connectivity in wildlife conservation. JUCN. Gland, Switzerland and Cambridge, UK, X+, 254.
- Blevins R.L., Cook D., Phillips S.H., Phillips R.E. 1971. Influence of no-tillage on soil moisture. Agron. J., 63:593-596.
- Bockstaller C., Girardin P. 2000. Mode de calcul des indicateurs agro-ecologiques, INRA, Francia.
- Bockstaller C., Girardin P., van der Werf H.M.G. 1997. Eur. J. of Agron., 7:261-270.
- Bonari E. 2001. Problematiche dell'agricoltura italiana. Scenari possibili. Possibilità evolutive di destinazioni culturali e pacchetti tecnologici. Annali dell'Accademia Nazionale di Agricoltura. 194° V Serie, 177-186.
- Borin M. 2002. Colture a fini ambientali e paesaggistiche. Riv. Agron., 36:33-47.
- Borin M., Cecon P. 2002. I sistemi colturali nella ricerca agronomica: un problema di scala. In: Bonari M., Cecon P. ed. Verso un approccio integrato allo studio dei sistemi colturali. Milano: Franco Angeli Editore, 11-45.
- Borin M., Marchetti C. 1997. I sistemi di depurazione delle acque basati sull'uso di vegetazione macrofita. I - Caratteristiche e funzionamento. Ambiente, risorse, salute, XVI (5), 7-13.
- Borin M., Razzara S., Zuin M.C., 1999. Piante ornamentali per i sistemi di fitodepurazione domestica. Acer, 2:38-43.
- Bou Jaoude M., Katerji N., Mastrorilli M., Rana G. 2005. Effetti dell'ozono atmosferico sulla conduttanza stomatica di una coltura sottoposta a stress idrico. Atti del XXXVI Conv. SIA: "Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali", Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria, 532-533.
- Braun-Branquet J. 1932. Plant sociology, the study of plant communities. McGraw Hill, New york: 439.
- Breber P., D'innocenzio F., Pelosi S. 2005. I residui colturali e l'allevamento brado del maiale pugliese in Capitanata. Atti del XXXVI Conv. SIA: "Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali", Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria, 494-495.
- Büchs W. 2003. Biodiversity and agri-environmental indicators-general scopes and skills with special reference to the habitat level. Agriculture, Ecosystem and Environment, 98:35-78.
- Bullitta P. 1973. Esperienze di infittimento dei pascoli con foraggiere poliennali. Ann. Fac. Agr. Univ. Sassari, vol. XXI, III, 1-15.
- Bullitta P. 1976a. Effetti della concimazione sulla produttività dei pascoli naturali. Riv. Agron., 1-2:29-33.
- Bullitta P. 1976b. Risultati di un biennio di prove sulla concimazione e utilizzazione del pascolo naturale. Riv. Agron., 1-1:23-28.
- Bullitta P., Falcinelli M., Lorenzetti S., Negri V., Pardini A., Piemontese S., Porqueddu C., Roggero P.P., Talamucci P., Veronesi F. 1991. Prime osservazioni su specie perenni ed annue autoriseminati in vista della organizzazione di catene di foraggiamento in ambienti mediterranei. Riv. Agron., 1-2:23-28.
- Bulluck L.R., Brosins M., Evanoy G.K., Ristaino J.B. 2002. Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. Applied Soil Ecology, 19:147-160.
- Caliandro A., Stellacci M. 2003. Carta tematica dei suoli idonei allo spandimento dei reflui oleari. Genio Rurale, 66:9-19.
- Campiglia E. 1999. Colture di copertura utilizzate in agroecosistemi mediterranei. Nota 1: modificazioni dell'ambiente colturale. Riv. Agron., 33:90-103.
- Campiglia E., Caporali F., Mancinelli R. 2005. Attitudini alla copertura del suolo di specie leguminose annuali autiriseminanti. Atti del XXXVI Conv. SIA: "Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali", Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria, 466-467.
- Caporali F., Campiglia E. 2001. Increasing Sustainability in Mediterranean Cropping Systems with Self-Re-seeding Annual Legumes. In: S.R. Gliessman ed. Agroecosystem Sustainability Developing Practical Strategies. New York: CRC Press, 15-27.
- Caporali F., Campiglia E., Mancinelli R., Cavalieri A. 2005. Impiego degli oli essenziali di cannella (*Cinnamomum zeylanicum* L.), lavanda (*Lavandula* spp.) e menta (*Menta piperita* L.) come bioerbicidi. Atti del XXXVI Conv. SIA: "Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali", Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria. 476-477.
- Carone F., De Falco E., Basso F., Postiglione L. 1992. Concimazione, sistema di utilizzazione e dinamica di accrescimento di un pascolo naturale in ambienti collinari della Basilicata. Riv. Agron. 26, 3 Suppl.: 400-403.
- Casch D., Funston R., King M, Wichman D. 2002. Nitrate toxicity of montana Forages. Montana State University.
- Cassaniti S., Casentino S., Litrico P.G. 1994. Effetti della concimazione minerale sui pascoli dell'Italia meridionale. Riv. Agron., 28, 3 Suppl.:214-221.
- Castrignanò A., Stelluti M. 2003. Analisi spaziale delle caratteristiche fisico-chimiche dei suoli. In: Flagella Z., Tarantino E. ed. "Caratterizzazione agroecologica del territorio garganico". Grenzi Editore, 51-83.
- Castronuovo D. 2002. Un SIT per la valutazione dell'attitudine al pascolamento nel Parco Nazionale del Pollino. Quaderni Regione Basilicata.
- Cavallero A. 1980. Impianto dei prati e rinnovamento delle cotiche permanenti. L'Italia agricola, IV:209-230.

- Cavallero A., Aceto P., Brachet Contol M., Cugno D., Gorlier A., Lombardi Lonati M., Martinasso B., Tagliatori C. 2005. I tipi pastorali delle Alpi occidentali italiane come base per una gestione sostenibile delle risorse agro-pastorali alpine. Atti del XXXVI Conv. SIA: "Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali", Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed. 416-417.
- Cazzato E., Laudario V., Corleto A. 1999. Influenza delle modalità di utilizzazione e della concimazione azotata sulla produzione e la qualità di 2 erbai oligofiti autunno-primaverili. Riv. Agron., 33:250-256.
- Ceddia M.G., Pazienza P. 2005. Densità culturale e produttività dei cereali nell'Italia meridionale: un'analisi di media-varianza. Atti del XXXVI Conv. SIA: "Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali", Foggia, 2005. Foggia: Facoltà di Agraria, 61-62.
- CESTAAT 1996. Le aree agricole dei territori protetti. Bologna: Pitagora editrice. 220 p.
- Checkland P., Scholes J. 1990. Soft system methodology in action. New York, Inc.: John Wiley & Sons.
- Cilenti L., Specchiulli A., Maselli A., Breber P. 2005. Prova di allevamento di vongola verace (*Tapes decussatus* e *T. philippinarum*) in laguna di Varano (Foggia). Atti del XXXVI Conv. SIA: "Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali", Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria. 410-411.
- Cisi M. 2003. Il Bilancio Ambientale. Torino: Giappichelli Editore.
- Colwell R.N. 1983. Manual of Remote Sensing American Society of Photogrammetry. Falls Church, Virginia.
- Copani V., Riggi E., Cassaniti S., Testa G. 2005. Caratterizzazione di aree pascolative di particolare interesse ecologico della Sicilia centro-orientale. Atti del XXXVI Conv. SIA: "Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali", Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed. 420-421.
- Corleto A., Cazzato E., Laudario V. 1996. Effetti di alcune tecniche agronomiche sulla produzione e sulla qualità del pascolo. L'Inf. Agr., LII (28):57-60.
- Corleto A., Troccoli C., Losavio N. 1984. Capacità produttive ed autoseminanti di alcune specie leguminose foraggiere annuali in Puglia. L'Inf. Agr., 90 (4).
- Cosentino S.L., Mantineo M., Foti S. 2005. Colture e processi erosivi. Terzo contributo di ricerche nella collina interna siciliana. Atti del XXXVI Conv. SIA, Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed. 450-451.
- Crespo D.G., Romano A.M. 1978. Algunos resultados del trabajo de seleccion en trebol subterráneo en Elvas, con particular referencia a la precocidad de floracion. Boletín Tecnico del Centro de Estrema dura, 2:70-78.
- D'Addabbo T., Greco P., Pandiello V., Carella A. 2005. Effetto agronomico e nematocida di trattamenti con sostanze di origine naturale. XXXVI Conv. SIA: "Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali", Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria, 480-481.
- Daget P., Poissonnet J. 1969. Analyse phytologique des paires (Applications agronomiques), CNRS, Doc. N. 16, Montpellier.
- Danuso F., Donatelli M. 2002. La simulazione dei sistemi colturali. In: Bonari E., P. Ceccon ed. Verso un approccio integrato allo studio dei sistemi colturali. Milano: Franco Angeli, 73-119.
- Davis C.H. 1980. Recovery of uranium from 40% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> wetprocess phosphoric acid. TVA Bull. Y-158, Muscle Shoals (AL).
- Debinski D.M., Holt R.D. 2000. A survey and overview of habitat fragmentation experiments. Cnoserv. Biol., 14:342-355.
- De Falco E., Basso F., Carone F., Postiglione L. 1992. Curve produttive di un pascolo naturale in ambiente mediterraneo sottoposto a differenti tipi di concimazione. Riv. Agron., 26, 3 Suppl.:429-434.
- De Witt C.T., 1970. Dinamic concepts in biology. Prediction and mesurement of photosynthetic productivity. Proc. International Biological Program/Plant production Technical Meeting Trebon, Pudoc, Wageningen. 17-23.
- Donatelli M. et al. 2004. In: Acutis M., Gentile A., Ditto D., Botta M., Di Guardo A. 2005. RUNOFF\_DLL: un componente per la simulazione dinamica del ruscellamento superficiale. Atti del XXXVI Conv. SIA: "Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali", Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed. 456-457.
- Dudai N., Poljakoff-Mayber A., Mayer A.M., Putievsky E., Lerner H.R. 1999. Essential oils as allelochemicals and thier potential use as bioherbicides. J. Chem., Ecol. 25:1079-1089.
- Duncan R.R., Carrow R.N. 2000. Seashore paspalum. The environmental turfgrass. Chelsea (MI): Ann Arbor Press. 281 p.
- Ellenberg H. 1988. ??? Cambridge University Press, 731 p.
- Eltun R. 1996. The Apelsvoll cropping system experiment. III. Yield and grain qualità of cereals. Norwegian J. Agric. Sci., 10:7-21.
- Ercoli L., Pampana S., Arduini I. 2005. Controllo delle erbe infestanti mediante fenomeni allelopatici. Atti del XXXVI Conv. al SIA: "Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali", Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed. 472-473.
- Ernst W.H.O. 1996. J. Appl. Geochem., 11:163-167.
- Evers A.M. 1989. Effects of different fertilization practices on the glucose, fructose, sucrose, taste and texture of carrot. J. Agric. Sci., Finland, 61:113-122.
- Faessler F., Apfelbaum S. 1988. Large scale harvesting of praire seed. Restoration and Management Notes, 6 (2):79-80.

- Fara G., Franca A., Porqueddu C., Caredda S., Roggero P.P. 1997. Mediche e trifogli annuali autoriseminati per usi foraggeri e non convenzionali: I. Adattamento e persistenza. Riv. Agron. 1997, 31, 4 Suppl.:1009-1018.
- Farina A. 2001. Ecologia del paesaggio. Principi metodi e applicazioni. Torino: Utet libreria. 673 p.
- Fielder P.L., Kareiva P.M. 1998. Conservation biology. London: Chapman e Hall.
- Filella I., Serrano L., Serra J., Peñuelas J. 1995. Evaluating wheat nitrogen status with canopy reflectance indices and discriminant analysis. Crop Sci., 35:1400-1405.
- Flagella Z., Campanile R.G., Pastore D., Di Fonzo N. 2002. New perspectives in chlorophyll fluorescence analysis and near infrared reflectance for testing durum wheat (*Triticum durum* Desf.) drought tolerance. Recent Research Developments in Plant Biology, 2:121-135.
- Flagella Z., Campanile R.G., Stoppello M.C., De Caro A., Di Fonzo N. 1998. Drought tolerance of photosynthetic electron transport under CO<sub>2</sub> enriched and normal air in cereal species. Physiologia Plantarum, 104:753-759.
- Flagella Z., Tarantino A. 2004. Le biotecnologie nel comparto agricolo, alimentare ed ambientale. Portale dell'economia di Capitanata Trenaunia, 25-31.
- Fogher C., Marocco A., Lorenzoni C. 1987. Possibilità di impiego di batteri azotofissatori associati ai cereali. Riv. Agron., 21:95-99.
- Fornasier F., Martiniello P., Peressotto A., Delle Vedove G. 2005. Potenziale sequestro di carbonio nei vertisuoli coltivati dell'area mediterranea. Atti del XXXVI Conv. SIA: "Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali", Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria, 49-50.
- Foschi L., Grossi N., Volterrani M., Miele S. 2005. Indici vegetazionali per la valutazione dello stato nutritivo di un tappeto erboso di gramigna. Atti del XXXVI Conv. SIA: "Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali", Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria, 438-439.
- Francavilla M., Trotta P. 2005. Gestione controllata di un ecosistema acquatico costiero a valle di un bacino imbrifero ad alta densità agricola: le lagune di Lesina e di Varano. Atti del XXXVI Conv. SIA: "Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali", Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria, 412-413.
- Fresco L.O. 1986. Cassava in shifting cultivation: a system approach to agricultural technology development in Africa. Amsterdam (NL): Royal Tropical Institute.
- Fresco L.O., Westphal E. 1988. A hierarchical classification of farm systems. Expl. Agric., 24:399-419.
- Fuhrer J., Skärby L., Ashmore M.R. 1997. Critical levels for ozone effects on vegetation in Europe. Environ. Pollut., 97:91-106.
- Gaetani M., Grossi N., Volterrani M., Magni S., Lulli F., Miele S. 2005. La qualità del tappeto erboso di *Paspalum vaginatum* traseminato con specie graminacee microterme: effetto della dose di semina. Atti del XXXVI Conv. SIA: "Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali", Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed. 436-437.
- Gambino R. 1991. I parchi naturali: problemi ed esperienze di pianificazione nel contesto ambientale. Roma: La Nuova Italia.
- Gambino R. 1997. Conservare innovare. Paesaggio, Ambiente, Territorio. Torino: Utet.
- Giannone V., Testa R., Borrelli G.M., Wittmer G. 1990. Ruolo di *Azospirillum brasilense* nella coltura del frumento duro (*Triticum durum* Desf.). Riv. Agron., 24:28-33.
- Giardini L. 1997. Coltivare nelle zone umide. Terra e Vita, 6:53-55.
- Giardini L. 2002. Agricoltura biologica? (Aspetti agronomici). In: Problematiche dell'Agricoltura Italiana. Scenari possibili. Agricoltura biologica. Accademia nazionale di Agricoltura, 7:53-90.
- Gioiosa M., Caldarella M., Marrese M., Perna A., De Lullo L. 2005. I danni da fauna selvatica alle colture nelle aree protette: incidenza del fenomeno e prevenzione nel Parco nazionale del Gargano. Atti del XXXVI Conv. SIA: "Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali", Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed. 404-405.
- Giupponi C. 1998. Environmental evaluation of alternative cropping systems with impact indices of pollution. European Journal of Agronomy 8,1-2:71-82.
- Giupponi C. 1999. Integrazione tra GIS e modelli di simulazione. Agricoltura e Ricerca, 180-181:193-209.
- Gonzales Lopez F., Leon M., Pozo J. 1989. Ability of subterranean clover to produce viable seeds at the soil surface. Revista Pastos, N. Extraordinario, 197-203.
- Grego S. 1999. I microrganismi: un particolare fertilizzante organico. I fertilizzanti organici. Ed. L'Inform. Agr., XVI, 2:301-308.
- Grignani C., Bassignana E., Zavattaro L. 2001. L'agricoltura biologica delle aziende cerealicole intensive in Piemonte. L'Inform. Agr., 38:35-40.
- Gristina L., Fierotti F., Poma I., Saladino S., Barbagallo M.G., Costanza P. 2005a. Advances in Geocology, 36.
- Gristina L., Saladino S., Poma I., Venezia G., Sarno M. 2005b. Effetti delle tecniche di interrimento di due cover crop sui flussi di carbonio del suolo in ambiente mediterraneo. Atti del XXXVI Conv. SIA: "Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali", Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria, 468-469.

- Guderian R. 1985. Ecological Studies, vol. 52, S Springer Verlag, Berlin, 346.
- Hansen H. 1981. Comparison of chemical composition and taste of biodynamically and conventionally grown vegetables. *Qualitas Plantarum. Plant Foods Human Nutr.*, 30:203-211.
- Henle K., Davies K.F., Kleyer M., Margules C., Settele J. 2004. Predictors of species sensitivity to fragmentation. *Biodiversity and Conservation*, 13:207-2051.
- Holderbaum J.F., Decker A.M., Meisinger J.J., Mulford F.R., Vough L.R. 1990. Fall seeded legume cover crops for no-tillage corn in the humid east. *Agron. J.*, 82:117-124.
- Hole D.G., Pekin A.J., Wilson J.D., Alexander I.H., Grice P.V., Evans A.D. 2004. Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation*, 122:113-130.
- Hoogenboom L. 2000. Contribution to the simulation of crop production and its applications, *Agricultural and forest meteorology*, 103 (2000):137-157.
- Iannucci A., Lupo L., Miullo V., Martiniello P. 2005. Influenza della concimazione minerale sulla seed bank in pascoli naturali del Gargano. Atti del XXXVI Conv. SIA: "Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali", Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed. 426-427.
- Ierna A., Mauromicale G., Mauro R. 2005. *Oryzopsis miliacea*, una poacea di possibile interesse foraggero e antierosivo in ambiente mediterraneo.
- Iezzi G., Roggero P.P. 2005. Inerbimento del susino nelle Marche. Atti del XXXVI Conv. SIA: "Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali", Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed. 464-465.
- INEA 1999. La riforma della PAC, in Agenda 2000. Dalle proposte alle decisioni finali. Roma: Istituto Nazionale di Economia Agraria.
- Innamorati P., Fascetti S., Sbrulino G. 1980. I pascoli del monte Pelpi (PR). I. Proposte di miglioramento sulla base di dati vegetazionali, CNR, PF "Promozione della Qualità dell'Ambiente", serie AC/4/31, Roma.
- Kirchmann H., Thrvaldsson G. 2000. Challenging targets for future agriculture. *Europ J. Agron.*, 12:145-161.
- Kobayashi K. 2004. Factors affecting phytotoxic activity of allelochemicals in soil. *Weed biol. Manag.*, 4:1-7.
- Lazzerini G., Camèra A., Benedettelli S., Bazzana C. 2005. L'analisi delle componenti della biodiversità a livello di agroecosistema. Il caso di studio della Val d'Orcia in Toscana. Atti del XXXVI Conv. SIA: "Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali", Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed. 518-519.
- Lazzerini G., Colom R.M., Vazzana C. 2003. Indicatori agro-ambientali per la valutazione della sostenibilità di aziende agricole con metodo di gestione biologica e convenzionale in Val d'Orcia (Toscana). XX Congresso Nazionale Società Italiana di Ecologia. Como 8-10 settembre 2003.
- Lazzerini G., Rovai M., Brunori G., Failoni M. 2001. *Contabilità Ambientale in Agricoltura Toscana*. Il Sole 24 ore Spa, Roma, 82.
- Li Destri Nicosia O., Paoletta G., Codianni P. 2005. Valutazione di tecniche a basso impatto ambientale per il controllo delle infestanti e il miglioramento qualitativo della produzione in frumento duro in coltura biologica. Atti del XXXVI Conv. SIA: "Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali", Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed. 53-54.
- Lombardi G., Cavallero A. 2005. Rispondenza e significato delle metodologie applicate alla realizzazione di catasti pastorali sulle Alpi occidentali. Atti del XXXVI Conv. SIA: "Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali", Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed. 418-419.
- Maguire D.J., Goodchild M.F., Rhind D.W. 1991. *Geographical Information Systems: Principles*. Vol. II. New York (USA): John Wiley & Sons.
- Maltoni S., Connolly J., Kirwan L., Porqueddu C. 2005. Modellizzazione e studio dei sinergismi in miscugli foraggeri graminacee-leguminose per l'ambiente asciutto mediterraneo. Atti del XXXVI Conv. SIA: "Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali", Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed. 440-441.
- Mancinelli R., Marinari S., Campiglia E. 2005. Disponibilità di azoto nel suolo in regime di agricoltura biologica e convenzionale: un caso di studio del Centro Italia. Atti del XXXVI Conv. SIA: "Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali", Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed. 486-487.
- Mannion A.M. 1995. *Agriculture, environment and biotechnology*. *Agric. Ecosystem.*, 53:31-45.
- Marchiol L., Fellet G., Zerbi G. 2005. Fitoestrazione di metalli pesanti in un suolo contaminato da ceneri di pirite. Atti del XXXVI Conv. SIA: "Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali". Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed. 510-511.
- Mariani L., Bocchi S., Boschetti M., Gusmeroli F., Canarini R. 2005. Modello di simulazione dinamica della produzione di pascoli in ambiente alpino. Atti del XXXVI Conv. SIA: "Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali", Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed. 222-223.
- Mariotti M., Masoni A., Arduini I. 2005. Fertilizzazione del miscanto con fanghi conciarati: assorbimento dei metalli pesanti. Atti del XXXVI Conv. SIA: "Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali", Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed. 512-513.
- Marrese M. 2005. L'influenza del pascolo brado nella conservazione della natura in provincia di Foggia. At-

- ti del XXXVI Conv. SIA: "Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali", Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed. 430-431.
- Martiniello P., D'Andrea E., Iannucci A., De Santis G. 2005. Influenza del substrato, dell'intensità d'utilizzo e della concimazione azotata sulla qualità di manti erbosi costituiti con miscugli binari in ambiente meridionale. Atti del XXXVI Conv. SIA: "Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali", Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed. 442-443.
- Martiniello P., D'Andrea G., Tortone G., Terribile M.R., De Santis G., Iannucci A. 2005. Adattabilità di specie graminacee microterme nella costituzione di manti erbosi in ambiente meridionale. Atti del XXXVI Conv. SIA: "Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali", Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed. 444-445.
- Martiniello P., D'Andrea G., Tortone G., Terribile M.R., De Santis G., Iannucci A. 2005. Adattabilità e caratteristiche qualitative di manti erbosi di specie macroterme in ambiente meridionale. Atti del XXXVI Conv. SIA: "Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali", Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed. 446-447.
- Marzi V. 2002. Il contributo della sperimentazione su specie diverse per impieghi diversi. Riv. Agron., 36:48-52.
- Masoni A. 2001. Agricoltura: sicurezza alimentare e ambientale. Riv. Agron., 36:101-125.
- Mauromicale G., Ierna A. 1995. *Oryzopsis miliacea* (L.) specie perennante di potenziale interesse foraggero e antierosivo. Stampato in proprio ai sensi dell'art. 4 del decreto legislativo luogotenenziale 31 agosto 1945, n. 660, p. 13.
- Mazur A.R., Rice J.S. 1999. Impact of overseeding bermudagrass with various amounts of perennial ryegrass for winter punter putting turf. HortScience, 34, 5:864-866.
- Mazzoncini M. 2001. La fertilizzazione. Problematiche dell'agricoltura italiana, vol. 3. Bonari E. (coord.), Barberi P. Bologna: ANA-CNR.
- McGrath S.P. 1998. Phytoextraction for soil remediation. In: Brooks R.R. ed. Plants that hyperaccumulate heavy metals: Their role in phytoremediation, microbiology, archaeology, mineral exploration and phytomining. Cambridge (UK): CAB International, 261-287.
- Menini S., Mazzoncini M., Bonari F. 2000. Le colture di copertura. L'Inform. Agr., 24:29-36.
- Merola G., Fagnano M. 2005. Interazione tra stress tipici dell'area mediterranea: danni da ozono e da carenza idrica su *Trifolium repens* e *Lolium perenne*. Atti del XXXVI Conv. SIA: "Ricerca e innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali", Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed. 528-529.
- Miele S. 2003. Strategie agronomiche al servizio della moderna agricoltura. Riv. Agron., 37:173-206.
- Miele S., Gaetani M., Grossi N. 1997. Effect of wheat and corn inoculation with *Azospirillum brasilense* on crop yield and quality. Agricoltura Mediterranea, 127:313-318.
- Ministero Ambiente, Elenco ufficiale aree protette, 2003. www.reteambiente.it
- MIPAF 2003. Statistiche del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali.
- Moonen C., Ragolini G., Barbieri P., Castro-Rodas, Pectacchi R. 2004. In: Barbieri P., Moonen C. ed. Il Monitoraggio dell'azienda agricola biologica della Tenuta di San Rossore, anno 2003. Pisa: Land Lab, Scuola Superiore San Anna.
- Moreby S.J., Aeisher N.J., Sotherton N.W. 1994. A comparison of the flora and arthropod fauna of organically and conventionally grown winter wheat in southern England. Ann. Appl. Biol., 125:13-27.
- Moretti B., Monaco S., Desogus S., Bertora C., Sacco D., Grignani C. 2005. Confronto tra sistemi colturali erbacei a diversa conduzione biologica. Atti del XXXVI Conv. SIA: "Ricerca ed innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali", Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed. 51-52.
- Mori M., Scarpa P., Gargiulo O., Di Mola I., Quaglietta Chiarandà F. 2005. Confronto di un anno di dati di erosione e deflusso misurati e stimati con l'applicazione di "EUROSEM" e dell'equazione di Wischmeier e Smith in funzione di diversi sistemi colturali nella collina interna campana. Atti del XXXVI Conv. SIA: "Ricerca ed innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali", Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed. 452-453.
- Mucci F., Basso F. 1979. Prove di concimazione e di infittimento del pascolo in zona collinare della Basilicata. Nota 1ª. Risultati di un quadriennio. Inf. Agr., XXXV, 31:6859-6864.
- Munawar A., Blevins R.L., Frye W.W., Saul M.R. 1990. Tillage and cover crop management for soil water conservation. Agron. J., 82:773-777.
- Muscio A., Sevi A. 2004. I sistemi zootecnici nelle aree protette. Giornata di studio "Dalla società della transumanza alla crisi della zootecnica industriale. L'azienda cerealicolo-zootecnica del Tavoliere: un modello da rivalutare". Accademia dei Georgofili. Foggia 2004.
- Noè N. 2002. Il ruolo del prato in ambiente urbano: benessere verde: Acer n. 1 gennaio/febbraio, 65-67.
- Nussbaum S., Geissmann M., Fuhrer J. 1995. Atmospheric Environment, 9:989-995.
- Occhipinti A., Stagno F., Licandro P., Abbate V., Intingolo F., Mauromicale G. 2005. Valutazione bio-agronomica di specie diverse di Leguminose autorisemanti come "cover crops" in piante di agrumi. Atti del

- XXXVI Conv. SIA: “Ricerca ed innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro ambientali”, Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria, 470-471.
- OECD 1994. Environmental indicators. Endicateurs d’environnemental, Compendium, Paris.
- OECD 2001. Environmental indicators for agriculture – Methods and Results, vol. 3 OECD publications, Paris, France, 409.
- Oral N., Açıkgöz E. 2001. Turf performance of cultivar blends with pure cultivars in four turfgrass species. International turfgrass Research Journal, 9:892-896.
- Orsi P., Talamucci P. 1970. Composizione flogistica e produttività stagionale di un pascolo montano sottoposto a diverse modalità di concimazione. Firenze: Tip. R. Coppini e C.
- Pacini C., Lazzerini G., Migliorini P., Vazzana C. 2005. Strumenti di valutazione della sostenibilità ambientale e del territorio: Indicatori agro-ambientali. Atti del XXXVI Conv. SIA: “Ricerca ed innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro ambientali”, Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed. 488-489.
- Pacucci G., Troccoli C., Leoni B. 2005. Produttività di leguminose foraggere in ambiente mediterraneo. Atti del XXXVI Conv. SIA: “Ricerca ed innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro ambientali”, Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed. 246-247.
- Panella A., Croce P., De Luca A., Falcinelli M., Modestini F.S., Veronesi F. 2000. Tappeti erbosi. Calderoni ed. Agricole.
- Pandiscia G.V., Papapietro N.G., Piredda P. 1998. Il supporto di GIS, GPS e Telerilevamento nello sviluppo di cartografia scientifica e turistica in aree protette: il Parco della Murgia Materna. Atti della II Conferenza nazionale delle Associazioni scientifiche per le Informazioni territoriali ed ambientali, Bolzano. Vol. II, 277-282.
- Paoletta A. 2001. Uso e progetto del territorio, agricoltura e paesaggio. In: Pianificazione e gestione delle aree protette. Analisi dell’ambiente e biodiversità, biomonitoraggio, agricoltura sostenibile. Lavoro editoriale/università – Facoltà di Agraria – Ancona, 11-22.
- Papa R., Ferradini N., Nanni L. 2001. Conservazione e valorizzazione della biodiversità e delle risorse genetiche vegetali. In: Pianificazione e gestione delle aree protette. Lavoro editoriale/università – Facoltà di Agraria di Ancona, 117-130.
- Pardini A. 1992. Comportamento di alcune provenienze di trifoglio sotterraneo nella Maremma Toscana. I. Precocità ed evoluzione del ricoprimento e della produzione di sostanza secca. Sementi Eletti, 6:3-10.
- Pardini A., Piemontese S., Argenti G., Stagliandò N., Talamucci P. 1995. Mantenimento di bande parafuoco con trifoglio sotterraneo (*Trifolium subterraneum* L.) pascolato ai fini della riduzione della fitomassa combustibile e delle perdite di suolo in un’area forestale toscana Riv. Agron., 29, 3 Suppl.:427-433.
- Penuelas J., Filella I. 1998. Visible and near infrared reflectance techniques for diagnosing plant physiological status., Trends in Plant Science, 3(4):151-155.
- Penuelas J., Filella I., Gamon J. 1995. Assessment of photosynthetic radiation use efficiency with spectral reflectance. New phytology, 131:291-296.
- Perna T. 2003. La governace nelle aree protette del Mediterraneo. Il caso del Mezzogiorno. International Seminar. www.sociologia.unical.it/ rural\_areas/ paper/ ita/perna.pdf.
- Petrocchi R. 2001. Forme di agricoltura, utilizzazione delle risorse e sostenibilità. In: Pianificazione e gestione delle aree protette. Lavoro editoriale/università – Facoltà di Agraria di Ancona, 199-221.
- Piano E., Talamucci P. 1996. Annual self-regenerating legumes in mediterranean areas. Proceedings of the 16<sup>th</sup> EGF Meeting “Grassland and Land use systems”, Grado (IT), 15-19 settembre. 895-909.
- Pizzolongo G., Micera L.A., Cenvinzo V., Donatiello S., Merla G., Fagnano M. 2005. Confronto tra tecniche di fertilizzazione in agricoltura biologica: effetti sulla dinamica dell’azoto nel suolo e sulla produzione dell’albicocco. Atti del XXXVI Conv. SIA: “Ricerca ed innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro ambientali”, Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed. 482-483.
- Pontificio Consiglio della Giustizia e della Pace 2004.
- Porqueddu C., Dettori D., Maltoni S. 2005. Valutazione di specie erbacee native e commerciali per il recupero produttivo e ambientale di aree degradate mediterranee. Atti del XXXVI Conv. SIA: “Ricerca ed innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro ambientali”, Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed. 57-58.
- Porqueddu C., Sulas L., Rivoira G. 1996. L’impiego di medica polimorfa per migliorare i pascoli mediterranei. L’Inf. Agr., 10:35-40.
- Pottier E., D’Hour, P., Havet A., Pelletier P. 2001. Allongement de la saison de paturage pour les troupeaux allaitants. Fourage, 167:287-310.
- Pulina G., Rossi G., Brindano P. 1983. Influenza della concimazione sul carico di bestiame, in pascoli della Gallura. Estratto da “Studi Sassaresi”. Ann. Fac. Agr. Univ. Sassari, 30.
- Reggiani G., Amori G., Masi M., Boitani L. 2000. Studio finalizzato all’individuazione di una metodologia d’indagine sperimentale per il monitoraggio degli elementi critici delle reti ecologiche, relativamente alle specie di vertebrati attraverso l’osservazione di casi di studio. Relazione finale, ANPA. Roma, 26.08.2000.
- Reyneri A., Bruno G., Moretta A. 2005. Sistemi foraggeri per il prolungamento della stagione di pascolamento. Effetti sulla durata della stagione e sul contenuto in nitrati dell’erba. Atti del XXXVI Conv. SIA: “Ricerca ed innovazione per le produzioni ve-

- getali e la gestione delle risorse agro ambientali”, Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed. 422-423.
- Reyneri A., Bruno G., Moretta A., Lombardi G.P. 2002. Confronto tra sistemi foraggeri pascolati e stalloni per l'allevamento della manza di razza da latte. Riv. Agron., 36:265-272.
- Rivoira G. 1976. Foraggicoltura asciutta in ambiente mediterraneo. Riv. Agron., 10:1-2, 3-22.
- Rivoira G. 1996. La fitodepurazione di acque reflue con il sistema GBH. Atti del Seminario: “La ricerca applicata nel campo delle biotecnologie”. Cagliari 1° marzo 1996.
- Rivoira G., Bullitta P., Caredda S. 1973a. Esperienze di concimazione e utilizzazione diretta del pascolo. Nota preliminare. Ann. Fac. Agr. Univ. Sassari, vol. XXI, III, 1-13.
- Rivoira G., Bullitta P., Caredda S. 1973b. Esperienze di concimazione dei pascoli. Risultati ottenuti sui terreni granitici della Sardegna centrale. Ann. Fac. Agr. Univ. Sassari. Vol. XXI, III, 1-18.
- Rivoira G., Porcheddu A. 1996. La fitodepurazione di acque reflue. L'Inform. Agrario, LII (26).
- Romano B. 2000. Continuità ambientale. Colledara (Te): Andromeda Editrice. 239 p.
- Rosso et al. 1999. Atti del XXXIII Convegno SIA. Le colture non alimentari, 22-23 settembre 1999.
- Russo G., Ursitti A. 2005. Inventario e caratterizzazione ecologica dei pascoli del Gargano. Atti del XXXVI Conv. SIA: “Ricerca ed innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro ambientali”, Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed., 424-425.
- Salsano G. 1978. Leguminose per incrementare la produttività dei pascoli e migliorare la fertilità dei terreni della Sardegna. L'Inf. Agr., 11:965-983.
- Santilocchi R., Bianchelli M. 2005. Risposta di un tappeto erboso di *Festuca arundinacea* alla variazione dell'altezza del taglio. Atti del XXXVI Conv. SIA: “Ricerca ed innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro ambientali”, Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed. 434-435.
- Sarno R., Stringi L. 1972. Ricerche pluriennali di concimazione dei pascoli di montagna. Quad. Agronomia, 7. Ed. Istituto di Agronomia, Univ. Palermo. 335 p.
- Scheller R. 1996. Soil fertility and soil examination. Fundamental of organic Agricultural systems. Agricultural Systems 68:21-40. Elsevier.
- Schwartz C., Morel J.L., Saumier S., Whiting S.N., Backer A.J.M. 1999. Plant Soil, 208:103-115.
- Sciocco T., Ventrella P., Spada A., Cilenti L., Breber P. 2005. Le acque interne del Parco nazionale del Gargano: un biotipo da conservare e gestire in modo ecosostenibile. Atti del XXXVI Conv. SIA: “Ricerca ed innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro ambientali”, Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed. 406-407.
- Segale A., Zanolli R., Finco A. 2001. Politiche di pianificazione nelle aree protette: linee pragmatiche per il piano Agricolo del Parco regionale del Conero. In: Pianificazione e gestione delle aree protette. Analisi dell'ambiente e biodiversità, biomonitoraggio, agricoltura sostenibile. Il lavoro editoriale. Università – Facoltà di Agraria – Ancona, 23-40.
- Segnestam L., Winograd M., Farrow A. 2000. Developing indicators: lesson learned from Central America. Published in Spanish and English versions CIAT - World Bank - United Nations Environment Program (UNEP) Project, Washington, DC.
- Sifers S.I., Beard J.B. 2001. Turf quality and winter morphological comparison of winter overseeding methodologies for high-density dwarf *Cynodon* turf. ITRC, 5:577-787.
- Slim 2004. Takeholders and Stakeholding in Integrated Catchment Management and Sustainable Use of Water. <http://slim.open.ac.uk/page.cfm?pageid=policybrief>.
- Stelluti M., Castrignanò A. 2003. Caratterizzazione meteorologica. In: Flagella Z. ed. Caratterizzazione agroecologica del territorio garganico e Tarantino E. ed. Ricerca ed innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro-ambientali. Grenzi Editore, 84-151.
- Sulas L., Franca A., Sanna F. 2005. Raccolta di seme di specie native per il reimpiego in interventi di recupero ambientale. Atti del XXXVI Conv. SIA: “Ricerca ed innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro ambientali”, Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed. 514-515.
- Sulas L., Porqueddu C., Caredda S., Bulletta P. 1992. Persistence of selfseeding legumes under sheep grazing. Proceedings of the 14<sup>th</sup> General Meeting of the European Grassland Federation, Lathi (FIN), 8-11 giugno, 299-303.
- Sullivan P.G., Parrish D.J., Luna J.M. 1991. Cover crop contributions to N supply and water conservation in corn production. Am. J. Altern. Agric., 6:106-113.
- Tadmor N.H., Evenari M., Shanan L. 1970. Runoff farming in the desert. IV. Survival and yields of perennial range plants. Agronomy Journal, 66, 4:495-499.
- Talamucci P. 1984. Cotiche erbose e conservazione del suolo. Riv. Agron., 18,3-4:182-198.
- Talamucci P., Pazzi G. 1980. Produttività ed autorisemina di alcune provenienze di trifoglio sotterraneo della Maremma toscana. Riv. Agron., 1-2:112-116.
- Talamucci P., Pazzi G. 1982. Possibilità di inserimento di alcune leguminose autorisemianti nei sistemi foraggeri asciutti della Maremma toscana. Riv. Agron., 2:223-230.
- Targetti S., Staglianò N., Alberatosi A., Bianchetto E., Argenti G. 2005. Caratterizzazione ecologica dei pascoli di un'area montana toscana. Atti del XXXVI Conv. SIA: “Ricerca ed innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro ambientali”, Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed. 414-415.
- Tempesta T. 1997. Paesaggio rurale agro-tecnologie innovative. Una ricerca nella pianura del Tagliamento e Isonzo. Milano: Franco Angeli. 343 p.

- Toccolini A. 1998. Analisi e pianificazione dei sistemi agricoli-forestali mediante GIS – Raisa, Ricerche avanzate per innovazione nel sistema agricolo. Milano: Franco Angeli.
- Toderi M., Bechini L., Monti M., Poma I., Silvestri N., Salvato M., Borin M. 2005. L'analisi dei portatori di interessi come strumento per la pianificazione partecipata dalle aree di elevato interesse naturalistico. Atti del XXXVI Conv. SIA: "Ricerca ed innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro ambientali", Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed. 45-46.
- Tworowski T. 2002. Herbicide effects of essential oils. *Weed Sci.*, 50:425-431.
- UNCED (United Nations Conference on Environmental and Development) 1992. Agenda 21. Action plan for the next century.
- Vamerli T., Coletti L., Ganis A., Mosca G. 2005. Impiego di specie erbacee di interesse agrario nella *phytoremediation*: alterazioni della morfologia radicale in un substrato ricco di ceneri di pirite e di altri inquinanti. Atti del XXXVI Conv. SIA: "Ricerca ed innovazione per le produzioni vegetali e la gestione delle risorse agro ambientali", Foggia 2005. Foggia: Facoltà di Agraria ed. 59-60.
- Vandermeer J., Perfecto I. 1995. Breakfast of biodiversity. Food First Books, Oakland, California (UK).
- Vazzana C., Raso E. 1997. Una metodologia europea per la progettazione e realizzazione di un agroecosistema a basso o nullo impatto ambientale. SITE Notizie, Bollettino della Società Italiana di Ecologia, XVII, numero unico, 51-54.
- Verejken P. 1995. Designing and testing prototypes: Progress report n. 2 of the research network on integrated and ecological arable farming system for UE and associated countries. Wageningen (NL): AB-DLO.
- Volterrani M., Miele S., Magni S., Gaetani M., Pardini G. 2001a. Bermudagrass and seashore paspalum winter overseeded with seven cool-season turfgrasses. *Int. Turfgrass Soc. Res. J.*, 9:957-961.
- Volterrani M., Gaetani M., Ruga L., Miele S. 2001b. La tra semina di gramigna comune con graminacee microterme foraggere e da tappeto erboso. XXXIV Conv. Società Italiana di Agronomia, Pisa, 17-21 settembre 2001.
- Wall E., Weersink A., Swanton C. 2001. Agriculture and ISO 14000, *Food Policy*, 26:35-48.
- Whiting S.N., Leake J.R., Mc Grath S.P., Backer A.J.M. 2000. *New Phytol.*, 145:199-210.
- Wildi O., Orloci L. 1980. Management and multivariate analysis of vegetation data. *Berichte*, 215.
- Wishart D. 1999. Clustan Graphics 3: interactive graphics for cluster analysis. In: Gaul W., Locarek-Junge H. *Classification in the Information Age*, Springer, 268-275.