



APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Atti Convegno

Colture a scopo energetico e ambiente.
Sostenibilità, diversità e conservazione
del territorio

Roma, 5 ottobre 2006

Informazioni legali

L'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici e le persone che agiscono per conto dell'Agenzia stessa non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo rapporto.

APAT - Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici
Via Vitaliano Brancati, 48 - 00144 Roma
www.apat.it

APAT - Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici
Dipartimento Difesa della Natura
Via Curtatone 3 – 00185 ROMA

Testo disponibile sul sito web www.apat.it

© APAT - 2007

ISBN 978-88-448-0304-9

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Elaborazione grafica

APAT

Grafica di copertina: Franco Iozzoli
Foto di copertina: Paolo Orlandi

Coordinamento tipografico

Olimpia Girolamo - Michela Porcarelli - Simonetta Turco
APAT - Servizio Stampa ed editoria
Ufficio Pubblicazioni

Impaginazione e stampa

I.G.E.R. srl - Viale C. T. Odiscalchi, 67/A - 00147 Roma

Stampato su carta TCF

Finito di stampare Maggio 2007

A cura del:

Dipartimento Difesa della Natura - Servizio Agricoltura - Settore Gestione e Valorizzazione degli Agroecosistemi.

Indicazioni dei redattori: Vanna Forconi, Salvatore Cipollaro, Francesco Visicchio, Roberto Crosti.

Siracomanda la seguente citazione per i singoli contributi: Filippi N., Lucci S., 2007. Qualità e vulnerabilità dei suoli. In: Colture a scopo energetico e ambiente. Sostenibilità, diversità e conservazione del territorio. Atti Convegno APAT. XX XX: PP YY YY

PRESENTAZIONE

Le politiche energetiche sono ormai da tempo fra gli obiettivi prioritari dell'Unione Europea e del governo italiano. Ma negli ultimi tempi si è registrato un intensificarsi dell'impegno in questa direzione e ciò a seguito di due eventi precisi: le vicende internazionali che vedono coinvolte le maggiori aree produttrici di petrolio e i mutamenti climatici che destano forti preoccupazioni e che hanno indotto la comunità scientifica internazionale a ritenere che la situazione generale sia ormai giunta ad un vero e proprio punto di rottura. Una testimonianza significativa di questo nuovo indirizzo è data dal Consiglio europeo tenutosi a Bruxelles nel marzo 2007, il quale è pervenuto alla elaborazione di un preciso piano di azione "Politica energetica per l'Europa (PEE)". Questo piano, rispecchiando le suddette preoccupazioni, accentua e precisa una serie di impegni perfino superiori a quelli già previsti dal protocollo di Kyoto con l'obiettivo di aumentare gli standard di efficienza energetica nei Paesi membri dell'Unione. Il Piano europeo costituisce un riferimento per tutti gli Stati nazionali e, quindi anche per l'Italia, del quale non si potrà non tener conto; è un piano che esalta il valore delle azioni di risparmio energetico e nel contempo individua percorsi precisi per le energie rinnovabili. Riguardo a quest'ultimo aspetto una particolare rilevanza è attribuita anche alla produzione di bioenergia proveniente da fonti agro/forestali.

Si è aperto dunque un capitolo nuovo, una linea di impegno che l'APAT ha affrontato con un apposito Convegno nazionale "Colture a scopo energetico e ambiente. Sostenibilità, diversità e conservazione del territorio", svoltosi a Roma il 5 ottobre 2006, del quale sono adesso pubblicati gli atti relativi. Il valore di questa iniziativa risiede sia nell'aver promosso una verifica a tutto campo che ha visto partecipare i decisori politici, in primo luogo il Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali e il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, insieme alla comunità scientifica, agli esponenti delle associazioni di categoria e delle associazioni ambientaliste, sia nell'aver valutato ed affrontato le problematiche energetiche nell'ottica della sostenibilità ambientale. Ciò a testimonianza della preoccupazione che un valido contributo energetico del mondo agro/forestale può emergere solo nel quadro di un corretto rapporto fra energia, agricoltura e ambiente.

La presente pubblicazione costituisce, pertanto, un utile strumento di lavoro, peraltro di grande attualità, sia per comprendere le sensibilità e gli orientamenti diffusi fra gli operatori e nella comunità scientifica italiana in tale materia, sia per avere precisi elementi di conoscenza circa i criteri e le compatibilità che dovrebbero essere seguiti e rispettati per una corretta impostazione del problema. E' questo uno dei contributi che l'APAT, con singolare anticipazione sulle preoccupazioni emerse nel Consiglio e nelle riunioni comunitarie, intende offrire a quanti sono impegnati nella elaborazione di piani e proposte finalizzate a definire il contributo dell'Italia alla questione energetica europea.

ANDREA TODISCO

Direttore del Dipartimento Difesa della Natura

INDICE

Indirizzo di salute	9
<i>Giancarlo Viglione, Francesco Vissicchio</i>	
I SESSIONE	11
<i>Fabio Caporali</i>	
Le colture a scopo energetico sul territorio nazionale	12
<i>Riccardo Deserti, Fabrizio Fabbri</i>	
Le colture agro/forestali per le biomasse	15
I NUOVI SCENARI DELL'AGRICOLTURA: LA SFIDA DELLE BIOMASSE	15
<i>Vanna Forconi</i>	
SVILUPPO DI PIANTE CON ESALTATA PRODUZIONE DI BIOMASSA E RIDOTTO IMPATTO SULL'AMBIENTE	25
<i>Paolo Ranalli</i>	
VALORIZZAZIONE A FINI ENERGETICI DELLE BIOMASSE FORESTALI: SOSTENIBILITA' ED INSOSTENIBILITA'	28
<i>Lorenzo Ciccarese, Carmela Cascone, Giuseppe Cascio</i>	
PROSPETTIVE DI SVILUPPO DELLE COLTURE DA BIOMASSA NEGLI AMBITI DELL'ITALIA MERIDIONALE	37
<i>Vito Pignatelli, Ilario Piscioneri, Neeta Sharma</i>	
LE COLTURE DA BIOMASSA LIGNOCELLULOSICA: CONTRIBUTO AL MANTENIMENTO DELLA BIODIVERSITA'	43
<i>Giovanni Mughini, Maria Gras, Gianni Facciotto, Sara Bergante</i>	
Territorio e sostenibilità	49
ESPANSIONE DELLE COLTURE DA BIOMASSA SUL TERRITORIO ITALIANO: INCOGNITE LEGATE ALL'INTRODUZIONE DI SPECIE ALIENE POTENZIALMENTE INVASIVE	49
<i>Roberto Crosti, Vanna Forconi</i>	
USO DI COLTURE ENERGETICHE PER IL RIPRISTINO AMBIENTALE	59
<i>Anna Benedetti, Giovanni Mughini, Francesco Alianiello, Maria Gabriella Mascia</i>	
QUALITA' E VULNERABILITA' DEI SUOLI	66
<i>Nicola Filippi, Stefano Lucci</i>	

II SESSIONE	73
<i>Angelo Frascarelli</i>	
Problematiche future	73
BIOTECNOLOGIE E SPECIE AGRO/FORESTALI: APPLICAZIONI E PROSPETTIVE FUTURE	73
<i>Giovanni Staiano, Valeria Giovannelli</i>	
LE COLTURE DA ENERGIA : PROSPETTIVE FUTURE E LORO SOSTENIBILITÀ NEI SISTEMI AZIENDALI	77
<i>Enrico Palchetti, Concetta Vazzana</i>	
LE BIOMASSE DA ENERGIA: PROSPETTIVE FUTURE E SOSTENIBILITÀ ECOLOGICA	88
<i>Enio Campiglia, Roberto Mancinelli, Fabio Caporali, Vincenzo Di Felice</i>	
Dibattito	99
LE ASSOCIAZIONI DI CATEGORIA DEGLI AGRICOLTORI: COLDIRETTI; CIA; CONFAGRICOLTURA	99
<i>Francesco Ciancaleoni</i>	
Associazioni ambientaliste e Centri Studi	103
SCALA LOCALE E RIDUZIONE DEI CONSUMI COME PRESUPPOSTI PER IL RICORSO ALLE COLTURE ENERGETICHE	103
<i>Massimo De Maio</i>	
CLIMA, AGRICOLTURA, TERRITORIO, AMBIENTE: IL FUTURO E' NELLE AGROENERGIE?	106
<i>Simona Carogna, Alessandro Dessì</i>	
PER UNA FILIERA ENERGETICA	108
<i>Guglielmo Donatello</i>	
COLTURE A SCOPO ENERGETICO E POPOLAZIONI DI ANFIBI	109
<i>Vincenzo Ferri, Christiana Soccini</i>	
CHIUSURA LAVORI	115
<i>Francesco Vissicchio, Fabio Caporali, Angelo Frascarelli</i>	

INDIRIZZO DI SALUTO

GIANCARLO VIGLIONE

Direttore generale APAT

Per un figlio del Sud, da sempre legato alle tradizioni del mondo agricolo, l'iniziativa intrapresa da APAT ed in particolare dal Servizio Agricoltura va elogiata e sposata nella sua pienezza.

L'esigenza di trovare strade alternative all'uso dei combustibili fossili diventa improrogabile per "tentare" di mitigare i danni economici ed ambientali da essi provocati. Non a caso, negli ultimi anni abbiamo assistito a fenomeni atmosferici sempre più violenti con conseguenze anche catastrofiche sull'economia nazionale e sull'ambiente.

Il convegno odierno sulle biomasse agro-forestali vuole essere per APAT un punto di partenza e una base di discussione e di confronto per tracciare una via attraverso la quale favorire in Italia la crescita dell'agricoltura a fini energetici.

Grazie ad APAT, la giornata odierna rappresenta un momento di dibattito e di confronto aperto e costruttivo tra tutti i soggetti interessati allo sviluppo di questo settore, al fine di affrontare in maniera organica i diversi aspetti relativi alle fonti energetiche di origine agro-forestale.

Auguro a tutti Voi buon lavoro, ribadendo in maniera forte che APAT deve e dovrà svolgere, in futuro, un ruolo fondamentale e costruttivo nella definizione di questi obiettivi.

FRANCESCO VISICCHIO

Dirigente Servizio Agricoltura APAT

L'APAT, attraverso l'attività del Servizio Agricoltura, ha ritenuto opportuno promuovere questo convegno sulla produzione delle biomasse agro/forestali a scopo energetico, non soltanto per aprire un confronto fra i principali protagonisti dello sviluppo in questo settore, ma anche e soprattutto con la finalità di raggiungere, attraverso il contributo di tutti i soggetti coinvolti, una linea di indirizzo comune e condivisa per la sostenibilità di queste colture, trovando il giusto compromesso tra le esigenze produttive ed ambientali.

Sono ben noti, i problemi e le questioni legate all'uso dei combustibili fossili con tutto quello che ne consegue dal punto di vista ambientale e della competitività, ed in particolare:

- 1) prezzi del gas e del petrolio che hanno raggiunto limiti di difficile sostenibilità e che tendono ad aumentare sempre di più, negli ultimi due anni sono praticamente raddoppiati;
- 2) dipendenza delle importazioni dai Paesi produttori, in continuo aumento tale che, nei prossimi 20-30 anni, copriranno circa il 70% del fabbisogno energetico dell'Unione Europea contro l'attuale 50%;
- 3) riserve concentrate in pochi Paesi produttori i quali sono in buona parte situati in aree geo-politiche a grande rischio e ad elevata instabilità;
- 4) clima in continuo e costante riscaldamento a causa delle emissioni di gas serra, con temperature che potrebbero aumentare entro la fine di questo secolo, secondo alcuni studi, anche di valori compresi tra 1,4 e 5,8 °C;
- 5) alterazioni climatiche che possono favorire, in un paese come l'Italia particolarmente predisposto, fenomeni di dissesto idrogeologico.

A tutto ciò, si aggiunga, che la domanda di energia è in continua e forte crescita: si prevede, infatti, che entro il 2030 supererà il 60% dei valori attuali.

L'Unione Europea, per queste ragioni, si sta adoperando per promuovere l'uso delle biomasse agro/forestali per la produzione di energia pulita. Tali iniziative trovano la giusta coniugazione, da un lato, con la nuova politica agricola comunitaria (PAC) che ha introdotto uno speciale regime di "aiuto alle colture energetiche" e mantenuto la possibilità di utilizzare terreni ad obbligo di "ritiro di produzione" per l'impianto di colture con finalità diverse da quelle alimentari, compreso le colture energetiche; dall'altro con la Direttiva dell'Unione Europea 2003/30/CE dell'8 maggio che promuove l'uso dei biocarburanti e prevede un incremento per la loro quota di mercato passando dall'attuale 2% al 5,75% nel 2010.

Il maggiore ricorso alle biomasse per la produzione di energia e biocombustibili sarebbe una importante opportunità, non solo per ridurre le emissioni dei gas serra, ma anche per portare vantaggi nelle aree rurali e dare nuovo impulso e vigore all'agricoltura e alle attività imprenditoriali.

Per sfruttare al meglio le potenzialità messe a disposizione dall'agricoltura a fini energetici, si prevede l'impiego di percentuali sempre più significative delle superfici agricole utilizzabili, valutabili per gli Stati membri, tra il 4 e il 13 per cento. Nel caso dell'Italia, secondo alcune stime, potrebbero essere impegnati per le colture energetiche superfici vicine ad 1 milione di ettari, interessando circa 1/13 della S.A.U.

Tuttavia si pongono diversi interrogativi dal punto di vista della sostenibilità ambientale sulle altre colture ed in particolare su quelle ad uso alimentare, sui problemi relativi alla conservazione della biodiversità, sulle eventuali modifiche delle caratteristiche del paesaggio agricolo italiano e, non per ultimo, sugli effetti sull'aria, sulle acque e sul suolo.

In riferimento al suolo ci preme sottolineare l'importanza che assumono gli aspetti della qualità e della vulnerabilità, fondamentali per la corretta individuazione dei terreni più adatti alle coltivazioni agro/forestale ad uso energetico, non soltanto dal punto di vista della produzione, ma anche dal punto di vista della eco-compatibilità. In merito, dovranno essere individuate le zone più idonee per evitare, così, i rischi di degrado dovuti ad una diffusione incontrollata di queste ultime.

In considerazione di quanto sinora detto, appare evidente ed augurabile la necessità di un confronto serio che, attraverso uno sforzo comune ed una riflessione globale, sia indirizzato non solo a comprendere, valutare ed evitare le eventuali conseguenze negative sull'ambiente, ma anche e soprattutto, alla ricerca dei presupposti necessari alla definizione di sicuri punti di riferimento che rendano possibile lo sviluppo e la crescita dell'agricoltura a scopo energetico in Italia.

I SESSIONE

Presiede:

FABIO CAPORALI

Dipartimento di Produzione Vegetale

Università degli Studi della Tuscia- Viterbo

Questo Convegno rappresenta una importante occasione di riflessione collettiva sul tema dell'approvvigionamento energetico, per il quale l'agricoltura è chiamata a dare un contributo positivo con la realizzazione di colture a scopo energetico.

L'APAT, come istituzione preposta al controllo delle iniziative in campo ambientale, giustamente ha promosso questo incontro per mettere a fuoco gli eventuali impatti derivati da questa nuova strategia produttiva. La co-presenza di operatori dei Ministeri dell'Agricoltura e dell'Ambiente e di Ricercatori delle Istituzioni pubbliche (Università ed altri Enti di Ricerca), offre grandi opportunità per delineare un quadro di riferimento del problema che sia appropriato per favorire il processo decisionale. Nella mia funzione di moderatore delle relazioni a carattere scientifico che sono previste nella mattinata, tengo a precisare che la funzione della Università, oltre a svolgere attività di ricerca, riguarda anche la produzione di cultura, ossia di pensiero critico per valutare il significato delle attività umane e la loro rispondenza ai bisogni effettivi. Attualmente, il bisogno di energia della società moderne è tutto rivolto ad enfatizzare il consumo - anziché il risparmio - e quindi la necessità di individuare le fonti energetiche per soddisfarlo, poiché il nostro stile di vita è ossessionato dal consumo di beni materiali che richiedono energia per essere prodotti. Nel caso specifico, le colture da energia dovrebbero contribuire a soddisfare la richiesta di combustibile per il trasporto veicolare. Ricordo che l'Italia si pone in Europa come il primo Paese per densità di automobili, con un valore che si attesta al di sopra di 700 auto per ogni 1000 abitanti, mentre la media europea è intorno a 500. Viene da chiedersi se il problema del bisogno energetico nel nostro Paese non possa essere anche risolto partendo da una riduzione del parco automobili evidentemente sovradimensionato rispetto a quello presente negli altri Stati dell'Unione.

Desidero inoltre porre in rilievo che con l'introduzione delle colture a scopo energetico, l'agricoltura viene oggi sottoposta ad una ulteriore pressione per il contributo al soddisfacimento energetico della umanità. Tradizionalmente l'agricoltura fornisce energia-materia per il soddisfacimento fisiologico di animali in allevamento e popolazione umana (catena di pascolo) ed, inoltre, per il soddisfacimento fisiologico di energia-materia dei microrganismi del suolo, dalla cui azione dipende la fertilità del terreno e quindi la produzione delle colture. L'introduzione di una linea strategica per una filiera a scopo energetico, destinata a coprire i fabbisogni di *schivi meccanici*, quali sono le nostre automobili, pone seri problemi di competizione tra usi energetici e quindi anche problemi di carattere etico.

Mi auguro, dunque, che il tema delle colture a scopo energetico venga affrontato dalla società a partire dai suoi contorni più ampi, che riguardano infine l'intero modello di sviluppo, e non solo gli aspetti tecnico-scientifici della produzione, trasformazione e distribuzione dei biocombustibili.

LE COLTURE A SCOPO ENERGETICO SUL TERRITORIO NAZIONALE

RICCARDO DESERTI

Segreteria Tecnica

Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali

La situazione delle colture a scopo energetico in Italia è interessata da un'attenzione crescente del mondo agricolo e dell'opinione pubblica, ma fino ad ora rimane bloccata ed appare incapace di dar vita ad una concreta ed attiva filiera come sta avvenendo in altri paesi comunitari.

Certamente la mancanza di un completo ed efficace quadro giuridico in questa complessa materia ha fino ad ora frenato la messa in campo di investimenti anche di lungo periodo. Ma al tempo stesso mancano evidenze chiare in merito ai livelli di convenienza economica, alle pratiche tecniche ed agronomiche di ottimale gestione, e si rischia di replicare troppo passivamente i modelli già adottati in altri paesi, la cui efficacia nel contesto italiano è tutta da verificare. Infine, ma fatto assolutamente prioritario, occorre rafforzare il ruolo strategico che – per lo sviluppo di questa innovativa filiera – può giocare la ricerca scientifica ed il trasferimento tecnologico.

Per superare questi vincoli occorre rapidamente “mettere in chiaro” i problemi e proporre rapidamente soluzioni concrete. Innanzitutto occorre capire come coinvolgere gli agricoltori in progetti legati alla filiera della bioenergia, sia per assicurare livelli di redditività equivalenti e superiori a quelli delle colture alternative, ma anche per coinvolgerli nelle attività connesse di trasformazione e commercializzazione dei prodotti energetici. In questa ottica si sta lavorando da un lato per rafforzare il mercato dei certificati verdi “premiando” l'energia prodotta da fonti rinnovabili agricole a scapito di altre forme energetiche di minore valore in termini ambientali, e dall'altro per assicurare regole certe per il raggiungimento degli obiettivi di Kyoto per i biocarburanti e per attivare una specifica filiera nazionale di biodiesel e bioetanolo.

Esiste poi un problema legato alla tecnologia che, in un settore pionieristico come questo, è in continua evoluzione. Questo fatto apre spazi per imprese che propongono nuove tecnologie allo scopo di cogliere opportunità di mercato. In questo senso, sul tema della micro-generazione, uno degli obiettivi del Ministero è di introdurre un sistema di certificazione delle tecnologie.

A livello territoriale, inoltre, si assiste sempre più spesso alla nascita di iniziative che – pur testimoniando l'attenzione e la sensibilità degli enti locali al tema delle agroenergie – sono spesso frammentate e scollegate da una visione complessiva a livello regionale e nazionale sia in merito ai contenuti tecnologici che alla pianificazione degli investimenti e dei bacini. Per tali motivi, nonché per la presenza di molteplici strumenti di intervento che possono essere orientati a questo settore, il Ministero sta dedicando una particolare attenzione al coordinamento con le autorità locali, in primo luogo quelle Regionali.

Le politiche per lo sviluppo delle filiere bioenergetiche dovranno essere selettive e individuare obiettivi precisi allo scopo di non correre rischi di eventuali distorsioni del mercato e impatti negativi sulla parte “food” dei mercati agricoli. Allo stesso tempo è auspicabile concentrare le azioni su alcune aree di intervento come la micro-generazione diffusa e le biomasse forestali, senza però dimenticare l'impatto che può avere il protocollo di Kyoto nel condizionare le scelte.

In conclusione è evidente come l'Italia abbia un forte bisogno di "recuperare terreno" sul settore delle agro-energie e in particolare occorre puntare decisamente sul maggior utilizzo delle biomasse. Occorre però un approccio interdisciplinare che unisca le varie competenze e possibilità di intervento, partendo dai fondi strutturali e dalla politica per lo sviluppo rurale che interverrà nel prossimo periodo di programmazione 2007-2013. Inoltre, sul fronte tecnologico, deve esserci un continuo miglioramento nell'organizzazione delle filiere ma anche nella capacità di certificazione di quelle tecnologie con un reale contenuto innovativo.

FABRIZIO FABBRI

Segreteria Tecnica

del Ministero della Tutela del Territorio e del Mare

Lo sfruttamento a fini energetici delle biomasse può assumere un ruolo strategico, contribuendo ad uno sviluppo sostenibile ed equilibrato del pianeta. Un impiego diffuso delle biomasse può comportare notevoli ricadute a livello economico, ambientale ed occupazionale, in quanto esse possono garantire:

- la valorizzazione di residui agroindustriali;
- nuove opportunità di sviluppo per zone marginali e/o riduzione di *surplus* agricoli con sostituzione di colture tradizionali con colture energetiche;
- la possibilità di sviluppo di nuove iniziative industriali;
- contributo nullo all'incremento del tasso di CO₂ in atmosfera;
- l'autonomia energetica locale di aziende agricole o di lavorazioni del legno.

Il rischio di una visione falsata del problema delle biomasse, basato su un approccio poco scientifico, può creare false aspettative di utilizzo delle biomasse per risolvere i problemi energetici del paese.

A livello internazionale alcuni paesi (ad esempio il Brasile) hanno una storia politico-sociale tale da aver permesso fin dagli anni 70' di superare le diverse crisi energetiche succedutesi attraverso il ricorso alla produzione industriale di bioetanolo. Il Brasile però ha elevate estensioni di SAU. A livello nazionale c'è la necessità di creare una "via italiana", incentivando la creazione di filiere agro-energetiche "chiuse" cioè operanti in ambiti territoriali ristretti.

Allo stato attuale le biomasse legnose attraverso una corretta manutenzione boschiva ed attraverso il recupero di aree marginali possono coniugare governo del territorio e produzione energetica. Già alcune regioni italiane hanno realizzato processi di micro rigenerazione diffusa.

Esiste, inoltre, l'urgenza di rispettare i parametri imposti dal Protocollo di Kyoto che al momento prevedono una riduzione del 6,5% di emissioni serra, ma che, secondo il rapporto IPCC delle Nazioni Unite, dovrebbero entro il 2040 essere ridotte al 40% ed entro il 2080 all'80%.

Le politiche energetiche però non vanno finalizzate al "guadagno economico", bensì alla necessità di una responsabilità collettiva che rende il processo indispensabile. Il solo guadagno economico infatti potrebbe portare alla realizzazione di megacentrali che dal punto di vista ambientale non sono compatibili e nelle quali si corre il rischio di andare a bruciare rifiuti.

A livello politico italiano, poi è necessario trovare il punto di equilibrio tra la necessità dello Stato di trovare risorse e la convenienza dell'utilizzo di biocombustili che al momento sono gravati da una accisa elevata che non ne favorisce l'utilizzo.

Le attività del Ministero al riguardo sono:

1) **Accordo di Programma Abruzzo**

In data 08/04/2004 è stato sottoscritto dal Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e dal Presidente della Regione Abruzzo, un Accordo di Programma che rappresenta uno strumento finalizzato ad attivare nella Regione firmataria, filiere per la valorizzazione della biomassa a scopi energetici.

In particolare, le attività dell'accordo si sviluppano secondo un programma triennale che porterà allo sviluppo di filiere complete per lo sfruttamento delle biomasse forestali ed agri-residuale tramite la realizzazione di un progetto pilota, che consentirà la definizione di linee guida funzionali alla replicabilità dell'esperienza su scala regionale.

2) **Bando per le PMI - Legge 598/94**

In attuazione dell'art. 5 del DM n. 337/00 del 20 luglio 2000 è stata stipulata, in data 5.2.2004, la Convenzione tra il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e Medio Credito Centrale (MCC), avente ad oggetto la gestione di ? 25.822.844,95 derivanti dalla Carbon Tax e destinate al cofinanziamento di investimenti per la tutela ambientale relativi all'uso delle energie rinnovabili, finanziati ai sensi dell'art. 11 del D.L. n. 516/94, convertito dalla L. n. 598/94.

Il bando prevede la corresponsione di contributi in conto capitale a piccole e medie imprese per progetti che evidenzino una riduzione dei consumi di energia da fonte non rinnovabile attraverso l'installazione di impianti da fonte rinnovabili per la produzione di elettricità o calore.

Il bando promuove i seguenti impianti:

- **fotovoltaico**, connesso alla rete di potenza nominale compresa tra 20 e 50 kW_p;
- **eolico**, connesso alla rete di potenza nominale compresa tra 20 e 100 kW_p;
- **solare termico**, per la produzione di acqua calda sanitaria, per il riscaldamento e raffrescamento degli ambienti, per la fornitura di calore di processo a bassa temperatura e per il riscaldamento delle piscine; sono incentivati gli impianti che impiegano collettori piani vetrati, sottovuoto e piani non vetrati, di superficie lorda compresa tra 50 e 500 m², equivalenti a 35 e 350 kW* (Sx0,7 kW?m² in accordo con quanto stabilito nel documento predisposto dall'International Energy Agency "Recommendation: Converting solar thermal collector area into installed capacity (m² to kW_{th})");
- **termico a cippato o pellets**, da biomasse, per la produzione di calore, di potenza nominale compresa tra 150 e 1000 kW.

LE COLTURE AGRO/FORESTALI PER LE BIOMASSE

I NUOVI SCENARI DELL'AGRICOLTURA: LA SFIDA DELLE BIOMASSE

Vanna Forconi

APAT – Dipartimento Difesa Natura-Servizio Agricoltura

Sommario

Lo sviluppo delle colture da biomassa si presenta come un'occasione per recare benefici all'ambiente, principalmente con la riduzione delle emissioni di gas serra e dell'inquinamento atmosferico, e benefici al mondo agricolo. Le colture energetiche infatti possono contribuire a risolvere, in parte, sia i problemi legati all'eccesso di produzione delle colture alimentari, sia i problemi legati all'abbandono delle coltivazioni in vaste zone. Alle imprese agricole, che già da tempo sono alla ricerca di colture alternative a quelle ad uso alimentare, si apre così una nuova, consistente opportunità.

Alcune regioni italiane hanno già predisposto progetti e proposte per avviare in modo consistente la produzione di bioenergia, bioetanolo e biodiesel. D'altro canto gli stessi agricoltori hanno mostrato a più riprese di essere favorevoli e disponibili ad impegnarsi in queste nuove colture "dedicate" alla produzione di biomassa soprattutto in quelle aree agricole che sono maggiormente in crisi.

Deve essere chiaro che il forte e condiviso impulso che vi è in Italia per queste coltivazioni non deve portare a ricadute negative sull'ambiente. E' questo, innanzitutto, un orientamento ben preciso dell'Unione europea.

Ai fini di una corretta valutazione delle potenzialità delle colture a scopo energetico e per la organizzazione dei relativi interventi di promozione e sostegno, occorre tenere ben presenti gli effetti positivi e negativi che l'uso delle biomasse a scopo energetico possono avere sull'ambiente.

L'obiettivo specifico del Convegno è quello di affrontare i problemi che si presentano nel promuovere lo sviluppo di queste coltivazioni nella nostra penisola. Da qui l'esigenza di riunire esponenti della comunità scientifica italiana, rappresentanti delle Istituzioni ed Operatori per valutare insieme, in una riflessione organica, come procedere oltre in un settore che rappresenta una sfida per l'agricoltura e per l'ambiente italiano

Introduzione - Biomasse: nuove opportunità e nuove politiche europee

La grave crisi energetica attuale, causata dall'elevato prezzo del greggio, dalla dipendenza dei Paesi consumatori da quelli detentori delle grandi riserve di combustibili fossili, dai vincoli imposti dal protocollo di Kyoto, apre, obiettivamente, un'importante prospettiva alla produzione di energie rinnovabili ottenute dalla biomassa di origine agricola e forestale. Le stesse restrizioni che la nuova PAC impone agli ordinamenti tradizionali spinge ad operare in questa prospettiva e ad aprire, con le colture da biomassa, delle nuove strade all'agricoltura del nostro Paese. Infatti, le colture energetiche possono contribuire a risolvere

re, in parte, sia i problemi legati all'eccesso di produzione delle colture alimentari, sia i problemi legati all'abbandono delle coltivazioni in vaste zone agricole. Alle imprese agricole, che già da tempo sono alla ricerca di colture alternative a quelle ad uso alimentare, si apre così una nuova, consistente opportunità.

Un aspetto particolare della questione, su cui la Commissione Europea ha richiamato con forza l'attenzione delle autorità e degli operatori, riguarda il settore dei biocarburanti per il trasporto.

Con una serie di atti precisi la Commissione intende affrontare contemporaneamente le esigenze della riduzione del tasso di inquinamento ambientale e le esigenze di rilancio delle attività agricole.

Il Commissario all'Agricoltura e allo Sviluppo rurale Mariann Fischer Boel, nel febbraio di questo anno, ha delineato al riguardo una strategia molto chiara e precisa: *"Non c'è mai stato momento migliore - ha dichiarato - per perorare la causa dei biocarburanti. Il prezzo del greggio continua ad essere elevato; il protocollo di Kyoto ci vincola a rispettare obiettivi rigorosi e la recente controversia sull'importazione di gas russo ha sottolineato l'importanza di aumentare l'autosufficienza energetica dell'Europa. Le materie prime per la produzione dei biocarburanti possono inoltre offrire un nuovo sbocco agli agricoltori europei che, grazie alla riforma della PAC, sono ora liberi di diventare dei veri imprenditori."*

Lo sviluppo della bioenergia si presenta, dunque, come un'occasione per recare benefici all'ambiente, principalmente con la riduzione delle emissioni di gas serra e dell'inquinamento atmosferico, e benefici al mondo agricolo, con la possibilità di far nascere nuove imprese e nuovi posti di lavoro, legati alla produzione e commercializzazione dei biocarburanti.

In questa direzione, riguardo al panorama delle fonti energetiche europee, c'è da tener presente che l'UE sta già operando per raggiungere, entro il 2010, l'obiettivo di ottenere il 12% di energia dalle fonti rinnovabili ed il 5.75% dai biocarburanti per il trasporto. E' opinione diffusa che questi valori potrebbero anche aumentare. Infatti, nel Summit europeo di marzo 2006, si è prospettato un obiettivo, per il 2020, di un 15% di energia rinnovabile e di un 8% dai biocarburanti.

Altri studi indicano che, nei 25 Stati membri, le colture per biocarburanti arriveranno ad occupare tra il 4% e il 13% della Superficie Agricola Utilizzabile - SAU. (Peder Jensen: Scenario Analysis of Consequences of Renewable Energy Policies for Land Area Requirements for Biomass production – Studio per la DG CCR/IPTS, 2003).

Gli atti della Commissione europea si ritrovano in un documento intitolato "Strategia per i biocarburanti" (IP/06/135), che prevede una serie di interventi legislativi, azioni sul mercato, iniziative nel settore della ricerca per la produzione di combustibili da materie prime agricole, in particolare:

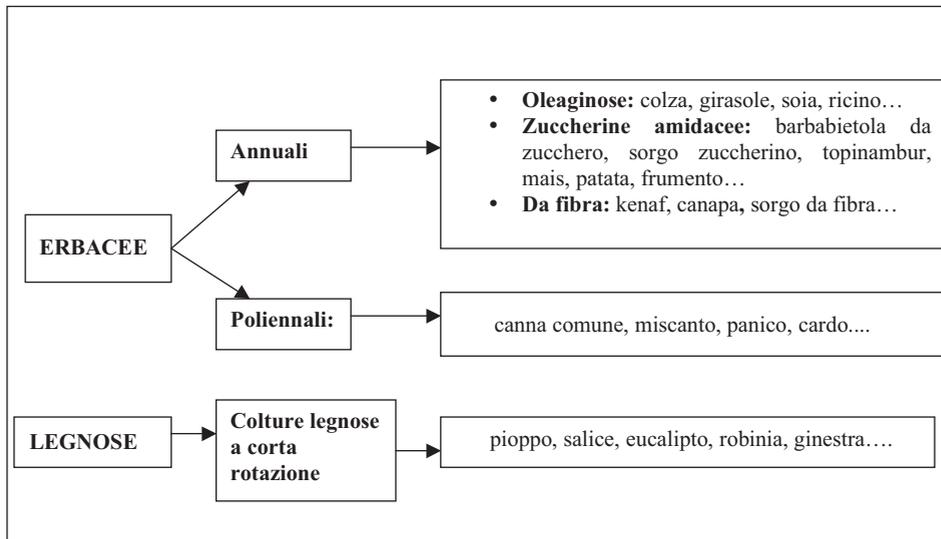
- 1) incentivare la domanda dei biocarburanti;
- 2) sfruttare i benefici ambientali;
- 3) sviluppare la produzione e distribuzione dei biocarburanti;
- 4) ampliare le forniture di materie prime;
- 5) potenziare le opportunità commerciali;
- 6) sostenere i paesi in via di sviluppo;
- 7) ricerca e sviluppo.

Le biomasse di origine agricola

La biomassa di origine agricola a scopo energetico è fornita dalle coltivazioni convenziona-

li di molte piante zuccherine amidacee e oleaginose, da alcune specie erbacee annuali e poliennali, da colture legnose a corta rotazione (SRF) su territorio agricolo e dai residui agricoli, forestali e agro-industriali (Fig. 1).

Fig. 1 - Colture energetiche (da rapporto ITABIA 2003)



Molte di queste specie, principalmente quelle a scopo alimentare, come il mais, la barbabietola, il colza, il girasole, sono ben conosciute e coltivate da secoli in Italia; così vale per alcune specie legnose, come il pioppo e l'eucalipto, utilizzate per la cellulosa. Di queste colture sono note le esigenze pedoclimatiche e le tecniche colturali. Altre specie sia autoctone, come il cardo (*Cynara cardunculus*), il sorgo da fibra (*Sorghum bicolor*), la canna comune (*Arundo donax*), sia esotiche come il miscanto (*Mischantus sinensis*), il Kenaf (*Hibiscus cannabinus*), il Topinambur, potranno essere inserite nell'elenco delle colture per la produzione di biomassa.

È da tenere presente, inoltre, che le specie a fini energetici devono soddisfare esigenze molto diverse da quelle alimentari, infatti sono finalizzate per un più elevato contenuto in energia; inoltre anche la loro coltivazione richiede pratiche colturali poco intensive e a basso "input" energetico.

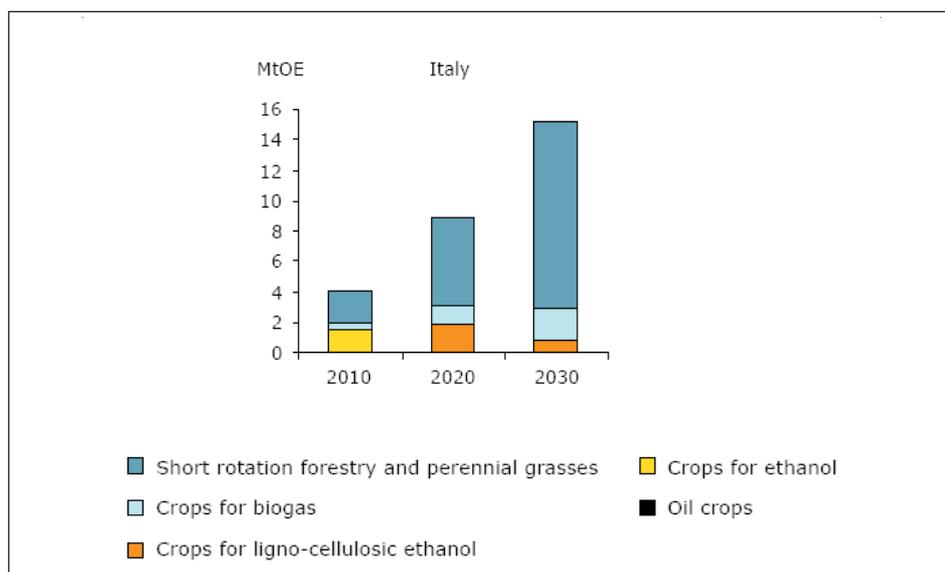
Per tutte le specie di colture che hanno delle buone potenzialità a fini energetici, sono in corso studi e sperimentazioni presso gli Enti di ricerca e le Università. Si tratta di studi e ricerche che riguardano principalmente il miglioramento genetico e la selezione delle varietà e dei cloni, allo scopo di ottenere piante che si adattino al nostro ambiente pedo-climatico, diano elevate produzioni di biomassa, abbiano resistenza alle malattie. Le sperimentazioni riguardano soprattutto l'ottimizzazione di tutte le operazioni di tecnica colturale; dalla semina fino alle operazioni di taglio, raccolta e stoccaggio delle biomasse. Esse riguardano infine anche l'organizzazione dei bilanci energetici e ambientali della filiera. È un percorso difficile, complesso, anche perché le colture da bioenergia, al momento, non sono ancora in grado di fornire delle produzioni lorde vendibili (PLV) elevate e dei redditi soddisfacenti; per altro i costi di produzione sono ancora troppo elevati e le rese produttive modeste.

In sintesi si può affermare che le filiere bioenergetiche già avviate e avviabili in Italia nel breve periodo sono quelle relative a :

- Biocombustibili solidi, da colture annuali e poliennali, dalle SRF, dai residui agricoli, forestali e agroindustriali;
- Biodiesel, da semi oleosi e olii vegetali esausti;
- Bioetanolo, da colture amidacee, colture zuccherine, eccedenze alimentari, residui e sottoprodotti agroindustriali;
- Biogas, da reflui zootecnici, residui agricoli, residui agroindustriali, rifiuti organici solidi urbani.

Nello scenario energetico da biomassa stanno assumendo un'importanza sempre più rilevante i cosiddetti bio-combustibili di seconda generazione, attualmente ancora in fase di studio. Le prospettive che essi aprono potrebbero addirittura rivoluzionare il quadro dei riferimenti tradizionali, con riguardo in particolare alle colture erbacee oleaginose, amidacee e zuccherine. Le ricerche, in questo campo, si stanno concentrando sull'utilizzo di DME (Dimetiletere), del FT-Diesel (diesel di sintesi derivato dal processo di Fischer-Tropsch) e del Bio-Etanolo derivato da biomasse lignocellulosiche).

Fig. 2 - Fonte: EEA Report/No 7/2006



La situazione italiana

I principali documenti di riferimento della politica italiana nel settore sono tre documenti programmatici:

- a) il Programma Nazionale Energia Rinnovabile da Biomasse (PNERB);
- b) il Programma Nazionale per la Valorizzazione delle Biomasse Agricole e Forestali (PNVBAF);
- c) il Libro Bianco per la valorizzazione Energetica delle Fonti Rinnovabili.

In tali documenti sono delineati la strategia e l'insieme degli interventi finalizzati all'incremento di questo tipo di produzione.

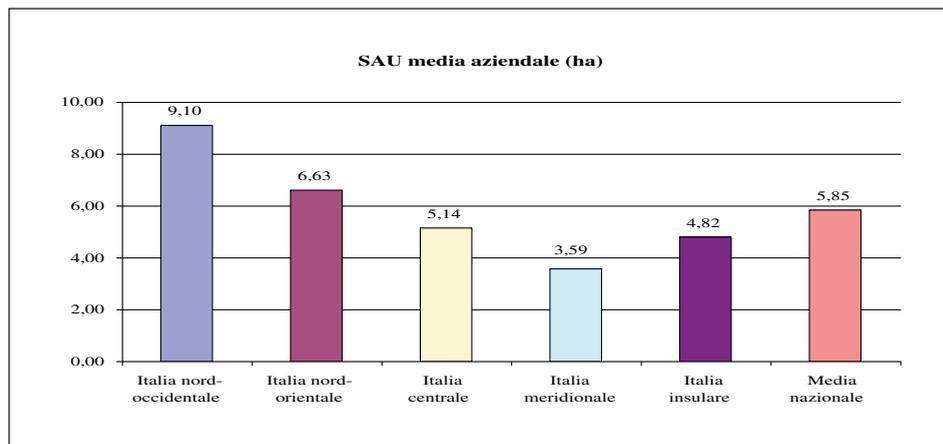
Riguardo alla situazione dei consumi energetici ed alla quota parte coperta dall'energie da

biomasse, si sottolinea che in Italia, nel 2003, il consumo interno lordo di energia è stato complessivamente di circa 191 Milioni tonnellate equivalenti petrolio – Mtep di cui poco più di 17 Mtep (9%) da fonti rinnovabili. Tra le “rinnovabili” l’energia prodotta dalle biomasse ha superato i 5 Mtep, un quantitativo che corrisponde all’incirca al 31% di tutte le Fonti di Energia Rinnovabile - FER, ma che comunque è ancora distante dai livelli auspicati nel Libro Bianco del Governo. In ogni caso nel Libro Bianco è previsto un incremento delle biomasse dal 1997 al 2008-2012 di ben tre volte (Rapporto ITABIA 2003).

Di particolare importanza sono le iniziative regionali nel settore. Infatti, alcune regioni italiane hanno già approntato dei progetti e delle proposte per avviare in modo consistente la produzione di bioenergia, bioetanolo e biodiesel. D’altro canto gli stessi agricoltori hanno mostrato a più riprese di essere favorevoli e disponibili ad impegnarsi in queste nuove colture “dedicate” alla produzione di biomassa soprattutto in quelle aree agricole che sono maggiormente in crisi (vedi ad esempio le zone a barbabietola da zucchero). Sia le regioni che gli agricoltori sono, insomma, in gran parte pronti a cogliere le opportunità che la nuova PAC mette a disposizione per l’incremento delle colture da biomassa. E’ il caso degli aiuti economici comunitari ai produttori che adottano un trasformatore autorizzato per la lavorazione delle produzioni energetiche in combustibile oppure che introducono tali coltivazioni nei terreni a riposo (set aside).

Un problema che si ripropone anche con le colture da biomassa, riguarda la struttura agricola italiana, cioè il superamento dell’eccessiva parcellizzazione delle aziende agricole italiane. Come è noto il territorio agricolo italiano è caratterizzato prevalentemente da aziende di piccole e piccolissime dimensioni, la SAU media aziendale è di 5,1 ettari; le aziende che hanno una superficie superiore ai 50 ettari sono soltanto il 2%.

Fig. 3 - Media della superficie agricola utilizzata per aree geografiche



Fonte: elaborazione APAT su dati ISTAT

Dal momento che la coltura da biomassa per le sue implicazioni, soprattutto relative al momento della trasformazione finale del prodotto, richiede, delle dimensioni superiori, ne consegue che le aziende agricole si troveranno nella necessità di organizzarsi in distretti agro-energetici. Questi, secondo l’ENEA, per potersi validamente costituire dovranno: “*per estensione . . . essere sufficienti in termini di superficie investite a una determinata coltura bioenergetica (alcune migliaia di ettari) . . .*”. Nello stesso tempo, tale area dovrà essere “*concentrata in un . . . di raggio limitato a poche decine di chilometri (indicativamente infe-*

riore ai 50 Km) " (Dossier ENEA – Le tecnologie per i biocombustibili e i biocarburanti: opportunità e prospettive per l'Italia 25/5/06).

Un altro importante problema riguarda la tutela dell'ambiente, anche con riferimento alla questione specifica e non marginale del paesaggio agrario.

Deve essere chiaro che il forte e condiviso impulso che vi è in Italia per queste coltivazioni non deve portare a ricadute negative sull'ambiente. E' questo, innanzitutto, un orientamento ben preciso dell'Unione europea. Molto chiaro al riguardo è stato Stavros Dimas, responsabile della Commissione Europea per l'ambiente, il quale ha dichiarato che *"le preoccupazioni ambientali sono divenute una parte integrante delle politiche delle biomasse e dei biocombustibili perché non c'è beneficio nella sostituzione dell'uso non sostenibile del combustibile fossile con l'uso non sostenibile della biomassa e dei biocombustibili"*. ("A Sustainable Bio-Fuels policy for the European Union" Brussels 07/06/2006). Lo stesso Commissario prende atto che la biomassa è una risorsa limitata ma preziosa, anche se non può rappresentare l'unica soluzione per i nostri problemi energetici. Da ciò l'invito a fare in modo che questa preziosa risorsa sia usata con attenzione per poterne ottenere la massima utilità ed evitare i possibili effetti negativi.

Biomasse: effetti positivi e negativi

Ai fini di una corretta valutazione delle potenzialità di questo prodotto e per la organizzazione dei relativi interventi di promozione e sostegno, occorre tenere ben presenti gli effetti positivi e negativi dell'uso delle biomasse a scopo energetico.

E' indubbio che a scala mondiale il maggiore effetto positivo si ha con la riduzione delle emissioni di gas serra e dell'inquinamento atmosferico, nonché con il minor ricorso alle fonti di energia fossile.

I maggiori problemi sorgono a livello territoriale e aziendale e gli effetti positivi o negativi sono legati al tipo di azione che si intraprendono a questi livelli.

A scala territoriale, ad esempio, possono sorgere problemi in ordine alla conservazione del suolo, al consumo delle risorse idriche, alla perdita della biodiversità e alla modifica del paesaggio agrario. D'altro canto, le colture da biomassa, se ben inserite nei diversi ambienti, possono avere ricadute positive nel caso in cui vengano coltivate in terreni da risanare a causa della presenza di sostanze tossiche oppure utilizzando specie in via di estinzione per salvaguardarne la sopravvivenza e con essa la biodiversità.

A scala aziendale, invece, i maggiori problemi si registrano in ordine ai conti economici delle colture, al mantenimento della fertilità del suolo, alla stabilità delle rese, alla flessibilità dell'ordinamento produttivo. (Nella tabella n.1 un quadro di sintesi)

Tabella 1 - Effetti delle colture da biomassa sull'ambiente

Scala globale	Scala territoriale	Scala aziendale
Biodiversità	Conservazione del suolo	Bilancio economico
Bilancio CO2	Tutela delle risorse idriche	Conservazione fertilità terreno
Riduzione altre emissioni	Valori ricreativi paesaggistici	Fabbisogno di lavoro umano e meccanico
Bilancio energetico		Stabilità delle rese
		Flessibilità ordinamento produttivo

Fonte quaderno ARSIA 6/2004

Ulteriori e potenziali rischi che la coltivazione intensiva delle specie da biomassa potrebbe avere sul nostro territorio sono legati a:

- Aumento della pressione sull'intero settore agricolo dovuto all'intensificazione delle coltivazioni: compattamento del suolo, eccesso di nutrienti nel suolo e nelle acque, consumo eccessivo della risorsa idrica, erosione;
- Trasformazione dei prati, prati-pascoli in terreno arabile per le colture bioenergetiche con perdita delle riserve di carbonio immagazzinate;
- Perdita della biodiversità per il ritorno a modelli di produzione più intensivi;
- Errata scelta di colture o di miscugli di specie che non tengono conto delle esigenze pedo-climatiche delle diverse regioni;
- Incremento del rischio di incendio;
- Omogeneizzazione del paesaggio.

Nella Comunicazione della Commissione Europea sulla "Strategia dell'UE per i biocarburanti" nel capitolo dedicato allo sfruttamento dei "Vantaggi ambientali" si legge: *"È fondamentale prevedere adeguate norme ambientali minime da applicare alla produzione di materie prime per i biocarburanti, adattate alle condizioni locali dell'UE e dei paesi terzi. Sono state, in particolare, sollevate perplessità sull'utilizzo dei terreni ritirati dalla produzione, per il potenziale impatto sulla biodiversità e sul suolo, e sulle colture destinate a biocarburanti in zone vulnerabili sotto il profilo ambientale. Per rispondere a questi timori occorre riflettere con attenzione a dove allestire le colture energetiche affinché s'inseriscano in maniera ottimale nella rotazione delle colture, occorre evitare ripercussioni negative sulla biodiversità, l'inquinamento idrico, il degrado del suolo e la distruzione di habitat e di specie di elevata importanza naturale."* (COM(2006)34], Cap. 3.2. Sfruttare i vantaggi ambientali, paragrafo 2).

Un recente studio dell'Agenzia Ambientale Europea, del 2006, *"How much bioenergy can Europe produce without harming the environment"* (No 7/2006) suggerisce una serie di indicazioni e criteri per una coltivazione delle colture da biomassa che sia compatibile con l'ambiente.

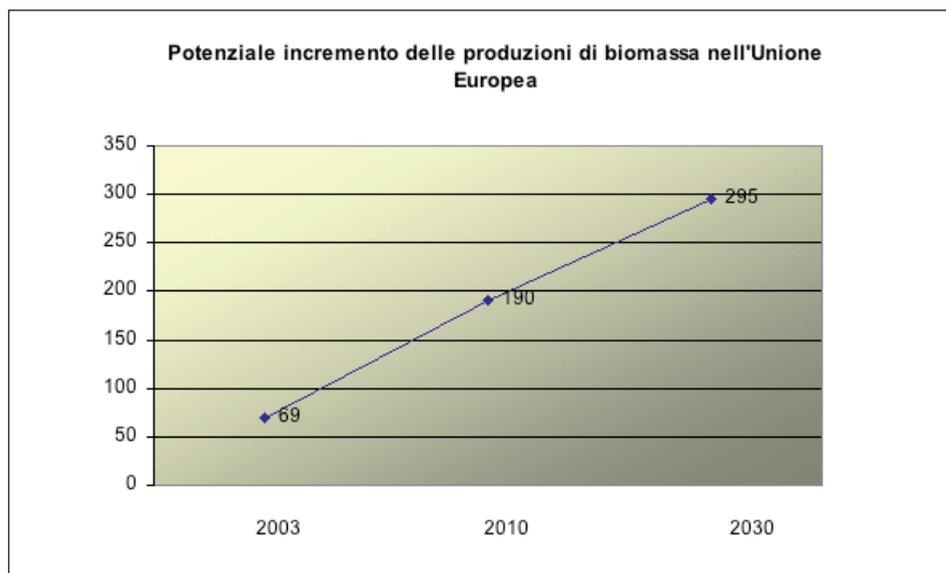
Nel documento l'Agenzia invita ogni Paese membro:

- A.** A quantificare l'ammontare di biomassa a fini energetici che può produrre senza provocare ripercussioni negative sull'ambiente partendo dalla formulazione di principi base di protezione ambientale che risultano essere:
- Tutela delle cosiddette zone agricole ad alto valore naturalistico, coltivate in modo non intensivo, che hanno la funzione di arrestare la perdita di biodiversità;
 - Mantenimento di una percentuale minima di superficie a set aside (3%) ad area di compensazione ecologica nelle aree intensamente coltivate;
 - Salvaguardia delle zone destinate a pascolo, degli oliveti e delle boscaglie;
 - Divieto di coltivare dove si pratica environmentally oriented farming, a questo fine va ricordato che l'Agenzia europea si pone l'obiettivo di impegnare il 30% della superficie agricola europea entro il 2030 a questo tipo di agricoltura;
 - Salvaguardia delle aree protette e in particolare delle aree forestali e dei residui della vegetazione;
 - Uso di colture da biomassa a basso impatto ambientale;
 - Mantenimento delle superfici ad uso estensivo del suolo.
- B.** A creare dei modelli per il calcolo delle superficie coltivabili per ogni regione sulla base dei principi ambientali stabiliti;

- C. Ad individuare, in base alle esigenze pedoclimatiche delle diverse zone di coltivazione, le colture e i diversi miscugli di specie più idonei per la produzione di biomassa;
- D. A valutare il potenziale bioenergetico di ogni singola coltura e di miscuglio.

Oltre queste indicazioni di criteri da rispettare per una effettiva tutela dell'ambiente, l'Agenzia Ambientale Europea ha definito il limite massimo, in termini di quantità prodotte, della compatibilità ambientale delle biomasse. Nel documento citato risulta che l'ammontare massimo di biomassa disponibile per l'energia in Europa potrebbe arrivare fino a 295 milioni di tonnellate di olio nel 2030 in confronto ai 69 milioni del 2003.

Fig. 4 - Incremento delle produzioni di biomassa



Fonte: elaborazione APAT da dati EEA Report No 7/2006

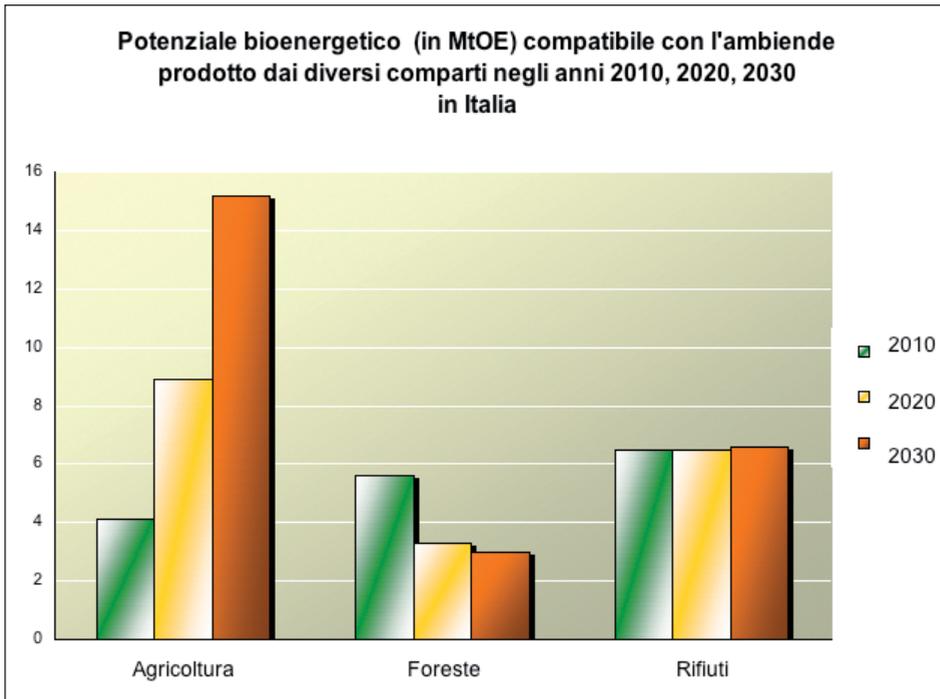
Questo riferimento è molto importante ai fini della misurazione degli stessi interventi di sostegno al settore. Il documento elabora inoltre, in termini di previsioni quantitative, il contributo che può venire alla quantità di energia eco-compatibile dai tre comparti Agricoltura, Foreste, Rifiuti (Fig.5).

Conclusioni

Nel nostro lavoro, affrontando le questioni aperte delle colture da biomasse ci siamo trovati di fronte ad uno scenario ricco di grandi opportunità ma anche ad una serie di problematiche molto complesse. Da qui l'esigenza di riunire esponenti della comunità scientifica italiana, rappresentanti delle Istituzioni ed operatori per valutare insieme, in una riflessione organica, come procedere oltre in un settore che rappresenta una sfida per l'agricoltura e per l'ambiente italiano; tutto ciò tenendo conto delle indicazioni che provengono dalla stessa Unione Europea.

L'obiettivo specifico del Convegno è quello di affrontare i problemi che si presentano nel

Fig. 5 - Proiezioni del potenziale bioenergetico italiano.



Fonte: elaborazione APAT da dati EEA Report N07/2006

promuovere lo sviluppo di queste coltivazioni nella nostra penisola e di definire il contributo che può venire dall'Italia nel settore dell'energia da biomassa. Perciò sarebbe importante che dalle relazioni e dagli interventi emergessero degli elementi utili ad orientare il lavoro che ciascuno di noi svolge nel proprio ambito specifico.

A questo fine è importante tener presente due elementi. Il primo riguarda il tipo di approccio che tutti noi dovremmo avere nell'impostazione del nostro lavoro. Si tratta, infatti, a mio avviso di avere un atteggiamento di piena apertura alle continue innovazioni che la ricerca scientifica produce. Spesso, infatti, vengono raggiunti dei risultati e sono aperti degli scenari di novità tali da cambiare le coordinate dei nostri lavori e questo è un fatto da tenere ben presente che richiede onestà ed apertura mentale.

Il secondo elemento riguarda la duplice direzione in cui si muove il nostro lavoro che è quello dello sviluppo agricolo e della tutela dell'ambiente. Mentre per l'agricoltura sono sufficientemente chiari le esigenze legate a occupazione, sviluppo delle aziende e delle produzioni, per la tutela ambientale il discorso è molto più complesso. Ciò perché:

non è chiaro il livello di danneggiamento che l'uomo ha causato fin ora all'ambiente e se questo danneggiamento abbia superato un punto di non ritorno: come sarebbe dimostrato dai cambiamenti climatici;

autorevoli centri di studi internazionali ed italiani stanno affermando che il nostro pianeta sarebbe arrivato ad una situazione nella quale "everything may change", tutto può cambiare, come è affermato ad esempio nel Rapporto della National Academy of Science del 2002. E' una situazione di rottura che non permetterebbe più oggi di fare delle previsioni lineari in materia ambientale;

in queste condizioni il contributo che può venire dalla produzione di energia da biomasse po-

trebbe portare non solo dei benefici immediati all'ambiente, ma soprattutto potrebbe determinare l'avvio di modelli produttivi energetici diversi; inoltre, dal momento che questa fonte energetica proviene dalle produzioni agricole, si aprirebbe per molte popolazioni del pianeta sia la possibilità di avvicinarsi alle nuove fonti di energia, sia di contribuire all'apertura di queste nuove prospettive. L'avvio della produzione da biomasse, basata su tecnologie nuove, può essere a questo modo anche l'occasione per la costruzione di una solidarietà internazionale concreta in difesa dell'ambiente.

Bibliografia

- Comunicazione della Commissione Europea, "Piano d'azione per la biomassa" 2005.
- Comunicazione della Commissione Europea, "Strategia dell'UE per i biocarburanti", 2006.
- European Environment Agency, "*How much bioenergy can Europe produce without harming the environment*", 2006.
- Peder Jensen, "Scenario Analysis of Consequences of Renewable Energy Policies for Land Area Requirements for Biomass production" – Studio per la DG CCR/IPTS, 2003.
- Rapporto ITABIA, "Le biomasse per l'energia e l'ambiente", 2003.
- Dossier ENEA, "Le tecnologie per i biocombustibili e i biocarburanti: opportunità e prospettive per l'Italia" 25/5/06.
- Quaderno ARSIA, "Le colture dedicate ad uso energetico: il progetto Bioenergy farm", giugno 2004.
- Ministero per le Politiche Agricole e Forestali, Programma Nazionale Energia Rinnovabile da Biomassa (PNERB), 24 giugno 1988.
- Ministero per le Politiche Agricole e Forestali, Programma Nazionale per la Valorizzazione delle Biomasse Agricole e Forestali (PNVBAF), 18 giugno 1989.
- Ministero per le Politiche Agricole e Forestali, Programma Nazionale Biocombustibili (PROBIO), 1999.

SVILUPPO DI PIANTE CON ESALTATA PRODUZIONE DI BIOMASSA E RIDOTTO IMPATTO SULL'AMBIENTE

PAOLO RANALLI

CRA-Istituto Sperimentale per le Colture Industriali - Bologna

Sommario

Le piante forniscono energia sia direttamente, mediante semplice combustione, che indirettamente, dopo trasformazione in carburanti liquidi (biodiesel, bioetanolo) o gassosi (biogas). Esigenza inderogabile delle piante come fonte di energia rinnovabile è l'elevato guadagno in energia netta che devono presentare. Perciò, l'obiettivo del miglioramento genetico ed agronomico è quello di disegnare una pianta che unisca elevata ritenzione dell'energia (fissata sottoforma di metaboliti) con ridotti costi per la difesa dalle avversità e per la raccolta. Le strategie che si devono seguire per raggiungere questo ideotipo comprendono interventi idonei a rendere più efficienti l'assorbimento e l'utilizzo dei nutrienti, la conversione degli input energetici e sintesi dei metaboliti, la resistenza agli *stress* biotici ed abiotici. Cioè le azioni di ricerca devono essere mirate a: i) esaltare la fotosintesi clorofilliana e i processi di trasporto e accumulo dei fotosintati; ii) aumentare le conoscenze sui geni preposti al controllo delle vie metaboliche dei carboidrati, lipidi e cellulosa dalle quali scaturiscono le possibilità di attivazione e silenziamento degli stessi geni per ridirezionare taluni cammini biosintetici; iii) aumentare i siti di deposito dei metaboliti ottimizzando l'architettura della pianta e il rapporto *sink-source*; iv) introgredire e/o migliorare la resistenza a stress biotici ed abiotici per aumentare la possibilità di valorizzare le aree marginali; i) rivisitare e aggiornare gli obiettivi e le procedure di selezione (riorientamento della selezione dall'*harvest index* alla produzione di biomassa). Tali azioni si basano quindi su identificazione dei geni cruciali (*bottleneck*) di funzioni metaboliche, ricerca di alleli superiori e loro introgressione in nuovi genotipi. Esse traggono supporto da procedure molecolari avanzate per identificazione e sequenziamento dei geni (*microarray* e tecniche di sequenziamento *high throughput*), da banche e riserve di germoplasma (per attingere caratteri utili) e da strategie di *breeding* mirate (selezione assistita da marcatori funzionali).

Premessa

Le piante forniscono energia sia direttamente, mediante semplice combustione, che indirettamente, dopo trasformazione in carburanti liquidi (biodiesel, bioetanolo) o gassosi (biogas). Esigenza inderogabile delle piante come fonte di energia rinnovabile è l'elevato guadagno in energia netta che devono presentare. Perciò, l'obiettivo del miglioramento genetico ed agronomico è quello di disegnare una pianta che unisca elevata ritenzione dell'energia (fissata sottoforma di metaboliti) con ridotti costi per la difesa dalle avversità e per la raccolta. Le strategie che si devono seguire per raggiungere questo ideotipo comprendono interventi idonei a rendere più efficienti l'assorbimento e l'utilizzo dei nutrienti, la conversione degli input energetici e sintesi dei metaboliti, la resistenza agli stress biotici ed abiotici.

Cosa è stato fatto in Italia, in questi settori?

La maggior parte delle conoscenze sono scaturite da un progetto di ricerca e sperimentazione ("Tecniche Innovative Sostenibili di produzione E trasformazione di colture energetiche Non food"-TISEN) promosso e finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali. Il progetto è stato costruito intorno ad un razionale che ha trovato nei concetti di innovazione, sostenibilità e integrazione delle conoscenze le direttrici basilari. Il baricentro delle azioni promosse è stata l'azienda agraria, in grado di offrire una ampia gamma di materie prime adatte ai vari impieghi industriali, ottenute da colture appositamente dedicate (nuove o tradizionali).

Il progetto si è basato sulla parola chiave "filiera", che ne ha identificato l'approccio di studio, basato sui seguenti interventi:

- reperimento di germoplasma;
- produzione di materia prima in campo (scelta varietale e agrotecnica);
- raccolta e pre-trattamento;
- conversione in derivati energetici (energia termica, energia elettrica, biodiesel, oli industriali);
- bilanci energetici ed economici;
- impatto sull'ambiente.

Il progetto

Il progetto ha promosso un avanzamento delle conoscenze in tutti i segmenti della filiera. In particolare, nella filiera "energia" sono scaturite conoscenze nuove dal confronto fra specie erbacee annuali (sorgo, canapa), specie erbacee poliennali (canna comune, cardo e miscanto) e specie arboree a turno breve (pioppo, salice, robinia). Sono state evidenziate elevate potenzialità produttive di sorgo e canna comune, nonché di pioppo e robinia. Risultati assolutamente nuovi sono stati raggiunti in ordine alla conversione in energia delle biomasse ed ai primi bilanci energetici ed economici. Nella filiera "biodiesel", la sperimentazione ha dimostrato di poter contare su un discreto numero di ibridi di girasole alto oleico, molto competitivi con quelli convenzionali; ha altresì evidenziato elevata potenzialità del colza nella misura in cui l'offerta varietale consenta di ottimizzare il collocamento della coltura in ciclo autunno-primaverile, con possibilità di valorizzare aree anche marginali, con poche risorse idriche. Nella filiera "oli industriali", infine, le specie implicate nella sperimentazione (*Brassica napus*, *Brassica carinata*, *Brassica juncea*, *Crambe abyssinica*) hanno confermato rese basse e necessità di un profondo rinnovamento varietale (*Brassica carinata* ha fornito performance superiori). Sono state raggiunte, invece, ottime conoscenze sulla messa a punto degli itinerari colturali più adatti ai vari contesti colturali.

Il progetto ha previsto, infine, tre tematiche trasversali:

- 1) l'impatto delle colture sull'ambiente condotta attraverso il metodo LCA (*Life Cycle Assessment*);
- 2) il condizionamento delle colture dalle avversità biotiche;
- 3) la sostenibilità economica delle filiere.

I punti di forza del progetto sono da ricercare:

- a) nel coinvolgimento di tutte le competenze richieste dai vari segmenti della filiera, che ha costituito un momento di forte raccordo di sinergie tecnico-scientifiche altrimenti sparse e distanti sul territorio;

- b) nella integrazione alla partnership del progetto delle industrie che convertono la materia prima (biomasse) in derivati energetici (energia termica, energia elettrica, biodiesel, bio-oli) per il necessario *feed back* che gli altri soggetti della filiera devono ricevere per fare scelte più consapevoli;
- c) nella validazione a livello dimostrativo dei materiali e criteri operativi identificati dalla sperimentazione parcellare;
- d) nello sviluppo di dispositivi sperimentali (impianti di short rotation forestry) utili per ulteriori esperimenti (che non possono essere abbandonati dopo la conclusione del progetto per non perdere i vantaggi di costosi investimenti);
- e) nella condivisione di tutte le decisioni inerenti la impostazione, conduzione e interpretazione dei risultati ottenuti attraverso riunioni puntuali di progetto, seminari di approfondimento, visite ai campi di prova ed agli impianti industriali di conversione delle biomasse.

Ma, in breve, il progetto cosa ha dimostrato? La risposta che scaturisce dalla messa dei risultati conseguiti è che le energie da fonti rinnovabili non sono ancora economicamente competitive con gli omologhi prodotti convenzionali di origine sintetica, fossile o chimica, anche nelle filiere più organizzate. Allora, cosa occorre fare a partire da questi risultati?

- 1) Occorre aumentare le rese, attraverso azioni miranti a:
 - a) rivisitare e aggiornare gli obiettivi e le procedure di selezione (riorientamento della selezione dall'*harvest index* alla produzione di biomassa);
 - b) esaltare la fotosintesi clorofilliana e i processi di trasporto e accumulo dei fotosintati;
 - c) aumentare le conoscenze sui geni preposti al controllo delle vie metaboliche dei carboidrati, lipidi e cellulosa dalle quali scaturiscono le possibilità di attivazione e silenziamento degli stessi geni per ridirezionare taluni cammini biosintetici;
 - d) aumentare i siti di deposito dei metaboliti ottimizzando l'architettura della pianta e il rapporto *sink-source*;
 - e) introgredire e/o migliorare la resistenza a stress biotici ed abiotici per aumentare la possibilità di valorizzare le aree marginali. Tali azioni si basano quindi su identificazione dei geni cruciali (*bottleneck*) di funzioni metaboliche, ricerca di alleli superiori e loro introgressione in nuovi genotipi. Esse traggono supporto da procedure molecolari avanzate per identificazione e sequenziamento dei geni (*microarray* e tecniche di sequenziamento *high throughput*), da banche e riserve di germoplasma (per attingere caratteri utili) e da strategie di *breeding* mirate (selezione assistita da marcatori funzionali);
- 2) Occorre una redistribuzione simmetrica del valore aggiunto. Quest'ultimo va ripartito fra tutti i soggetti della filiera; la componente agricola deve partecipare alla fase di trasformazione del prodotto in modo da fruire del valore aggiunto che adesso è a vantaggio della parte industriale (associarsi per vincere!);
- 3) Occorrono politiche incentivanti. Incentivi alla produzione (contributi all'impianto, alla gestione delle colture) e defiscalizzazione delle accise.

VALORIZZAZIONE A FINI ENERGETICI DELLE BIOMASSE FORESTALI: SOSTENIBILITÀ E INSOSTENIBILITÀ

LORENZO CICCARESE, CARMELA CASONE, GIUSEPPE CASCIO

APAT – Dipartimento Difesa Natura-Servizio parchi e Risorse Naturali

Sommario

Il tema dello sviluppo della biomassa per fini energetici è entrato prepotentemente nell'agenda della politica energetica e ambientale, sia a scala internazionale sia nazionale. I motivi sono essenzialmente due: la necessità di diversificare le forme di approvvigionamento d'energia e di promuovere fonti energetiche alternative a quelle fossili, la cui combustione è considerata una delle principali cause dell'accumulo in atmosfera dei gas ad effetto serra. In questo senso, la biomassa è considerata una fonte energetica rinnovabile, a zero emissioni.

Attualmente, in Italia, la produzione lorda di energia da biomassa (comprendente legna e assimilati, biocombustibili e biogas) è stimata in circa 3,3 Mtep, a cui si aggiungono circa 1,0 Mtep proveniente dai rifiuti, per una quota pari a circa il 2% degli usi finali d'energia.

L'obiettivo nazionale di raddoppiare il contributo della biomassa al fabbisogno energetico nazionale dipende da una serie molteplice di fattori, e principalmente (i) dal miglioramento dell'efficienza dei sistemi di combustione e (ii) dall'aumento dell'entità della biomassa prodotta e utilizzata.

L'aumento della quantità di biomassa prodotta per unità di superficie e l'espansione della superficie da destinare alla produzione di biomasse agricole e forestali pongono interrogativi non di poco conto, che investono questioni economiche, sociali e ambientali.

Di seguito saranno presentate alcune considerazioni sul contributo attuale e potenziale della biomassa al raggiungimento degli obiettivi che il nostro paese si è dato e dovrà darsi nel contesto delle politiche comunitarie in tema di energia e di contenimento delle emissioni clima-alteranti e, in ultimo, alcune riflessioni sui possibili impatti che la valorizzazione a fini energetici della biomassa può avere sulle principali componenti ambientali.

Introduzione

Il tema dell'utilizzo della valorizzazione della biomassa per produrre energia ha raggiunto negli ultimi tempi una considerazione e un interesse mai avuti in precedenza, sia a livello nazionale sia internazionale. I motivi sono molteplici e possono essere riassunti come segue:

- necessità di diversificare le fonti d'energia (a seguito sia del progressivo aumento del prezzo del petrolio e del metano che rende competitive sul piano economico alcune fonti energetiche rinnovabili sia delle tensioni internazionali connesse al controllo delle risorse petrolifere);
- adozione di politiche pubbliche di risparmio energetico e di riduzione della dipendenza dall'estero per le energie fossili (con il conseguente finanziamento di generatori di energia termica ed elettrica a piccola e a grande scala);
- iniziative internazionali di contenimento delle emissioni di gas ad effetto serra (segnatamente la Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici e

il susseguente Protocollo di Kyoto e la Direttiva CE *Emissions Trading*);

- promozione delle fonti energetiche alternative a quelle fossili in quanto la combustione di queste ultime è considerata una delle principali cause dell'accumulo in atmosfera dei gas ad effetto serra.

In questo senso la biomassa rappresenta senza dubbio una soluzione interessante (Schlamadinger et al. 2004). Essa, infatti, è considerata una fonte energetica rinnovabile, a zero emissioni, in quanto la sua combustione restituisce all'atmosfera la CO₂ già assorbita dalle piante e, se il ciclo produttivo e l'uso delle risorse rimangono inalterati nel tempo, non causa un aumento complessivo di CO₂, viceversa l'uso di combustibili fossili rilascia CO₂ che è rimasta immobilizzata nei giacimenti geologici per milioni di anni determinando un accumulo di CO₂ nell'atmosfera. Inoltre la biomassa ha il vantaggio di rendere disponibile l'energia localmente, di fornire opportunità di sviluppo socio-economico per le popolazioni rurali, di contrastare l'esodo dalle aree agricole e remote, di contribuire a una gestione più attiva e sostenibile delle risorse agro-forestali.

Secondo l'*International Energy Agency* (IEA 2005), nella ripartizione dei consumi finali totali d'energia, i consumi di energia da biomassa (rinnovabili e da rifiuto) sono in aumento e rappresentano il 14,2% rispetto al totale (quasi 7,3 miliardi di tonnellate equivalenti di petrolio, Gtep), mentre erano il 13,1% nel 1973 (quando i consumi totali finali risultavano pari a 4,6 Gtep). Nei Paesi industrializzati l'energia da biomassa rappresenta solo il 3,2% del totale dei consumi energetici finali (circa 3,8 Gtep), mentre essa corrisponde all'incirca al 35% nei Paesi in via di sviluppo.

Per quanto riguarda gli scenari relativi a domanda e uso globali di bio-energia, sono state prospettate diverse eventualità (per esempio, Hall et al. 1993; WEC 1994; Hall e Scrase 1998; Fujino et al. 1999; IPCC 2001; Smeets et al. 2004;). L'IPCC (2001) ha ipotizzato che, per l'anno 2050, il contributo potenziale della bio-energia potrà variare tra i 95 e i 280 EJ (in grado di ridurre le emissioni tra 1,4 e 4,2 GtC l'anno, ovvero tra il 5 e il 25% delle emissioni da carburante fossile previste per l'anno 2050. Un secondo rapporto dell'IEA (2005b) segnala che la bio-energia potrà fornire circa 92 EJ nel 2020 e 159 EJ nel 2050, mentre secondo Hoogwijk et al. (2002) il potenziale potrebbe variare da 33 fino a 135 EJ l'anno.

In questa prospettiva si inserisce il "Piano d'azione per la biomassa" (COM 628 del 7/12/2005), presentato dalla Commissione Europea nel dicembre 2005. Esso fissa l'obiettivo, per l'UE-25, di aumentare sensibilmente il contributo della bio-energia al suo fabbisogno energetico passando dagli attuali 69 milioni di TEP (4% dei consumi totali) a circa 185 milioni di TEP entro il 2010. Di questi, 43 milioni di TEP dovrebbero derivare dalle foreste e altrettanti dalle colture agricole dedicate. La Comunicazione, inoltre, esplicita la necessità che i singoli Paesi includano assunzioni ecologiche nell'elaborazione dei Piani d'Azione per la Biomassa.

Più di recente, i capi di stato e di governo dell'UE, a conclusione del "vertice di primavera" del 9 marzo 2007, hanno trovato un accordo sull'obiettivo di tagliare del 20% le emissioni dei gas clima-alteranti e di portare al 20% la copertura del fabbisogno energetico della Comunità attraverso l'uso di fonti rinnovabili entro il 2020.

A livello nazionale va segnalato il DPCM del 23 febbraio 2006, con il quale è stato costituito il tavolo di filiera per le bio-energie, con lo scopo di analizzare difficoltà e necessità del settore e di indicare le possibili soluzioni, evidenziando le priorità di intervento, le tipologie delle misure del Piano di Sviluppo Rurale.

Nei paragrafi seguenti saranno presentate alcune considerazioni sul contributo attuale e potenziale della biomassa al raggiungimento degli obiettivi che il nostro paese si è dato e dovrà darsi nel contesto delle politiche comunitarie in tema di energia e di contenimento delle

emissioni clima-alteranti e, in ultimo, alcune riflessioni sui possibili impatti che la valorizzazione a fini energetici della biomassa può avere sulle principali componenti ambientali.

Il contributo attuale della biomassa e le prospettive

Attualmente, in Italia, la produzione lorda di energia da biomassa (comprendente legna e assimilati, biocombustibili e biogas) è stimata essere pari a circa 4,9 Mtep (Tabella 1), una quantità che include anche 1,0 Mtep provenienti dai rifiuti (ENEA 2005). Le statistiche ufficiali evidentemente sottostimano il contributo reale della biomassa per la produzione d'energia, in quanto sottostimano quegli usi di difficile registrazione statistica, quali i consumi della legna da ardere nelle abitazioni (da ricollegare ad una presenza diffusa di piccoli utilizzatori domestici) e dei residui di lavorazione del legno nei processi industriali (APAT 2003).

Tab. 1 - Energia da rinnovabili in equivalente fossile sostituto (ktep) (anni 2000-2004)

Fonti energetiche	2000	2001	2002	2003	2004
Idroelettrica ⁽¹⁾	9.725	10.298	8.694	8.068	9.077
Eolica	124	259	309	321	403
Fotovoltaico	4	4	4	5	6
Solare Termico	11	11	14	16	18
Geotermia	1.240	1.204	1.239	1.308	1.407
Rifiuti	481	721	818	1.038	1.248
Legna ed assimilati ⁽²⁾	2.344	2.475	2.489	2.782	2.995
Biocombustibili	66	87	94	177	195
Biogas	162	196	270	296	356
A - Totale	14.144	15.256	13.931	14.092	15.706
B - di cui non tradizionali ⁽³⁾	2.017	2.519	2.932	3.536	4.056
A/B (%)	14	17	21	25	26

(1) Solo energia elettrica da apporti naturali valutata a 2.200 kcal/kWh.
 (2) Non include risultato indagine ENEA sul consumo di legna da ardere nelle abitazioni.
 (3) Eolico, solare, rifiuti, legna (esclusa la legna da ardere), biocombustibili, biogas. Sono inoltre, da considerare 9,8 TWh prodotti da rifiuti industriali che corrispondono a 2,1 Mtep sostituiti.

Fonte: Elaborazione ENEA

Limitatamente alle biomasse provenienti dalle risorse forestali, l'ISTAT riporta che nel 2004 sono stati prelevati quasi 9 milioni di metri cubi (m³) di legname. Di questi, 6 milioni di m³ sono registrati come legna da ardere. Tale dato, che comprende i prelievi legnosi sia da foresta sia da fuori foresta, in termini energetici, utilizzando i coefficienti di conversione adottati da Euroobserver (Euroobserver, 2005) per i prelievi da foresta, danno un contributo stimabile in circa 1,23 Mtep. Se le valutazioni si allargassero a considerare anche i consumi legati alla raccolta informale e non registrata, i dati potrebbero essere ben più significativi.

Guardando, invece, alle quantità di biomassa legnosa effettivamente disponibili in foresta e fuori foresta, l'offerta potenziale di biomasse legnose potrebbe segnalare la possibilità di una significativa espansione della filiera bosco-energia.

La Tabella 2 presentata una sintesi delle stime sui prelievi e la disponibilità di biomasse legnose in Italia. Considerando le possibili opzioni offerte dalla foresta e dal fuori foresta (l'utilizzo a fini energetici degli scarti prodotti dalle utilizzazioni delle fustaie e dai residui delle cure colturali, il pieno utilizzo per fini energetici dell'incremento medio annuo complessivo dei cedui, la realizzazione al 2010 di 100.000 ettari di SRC) è stato stimato un potenziale massimo compreso tra 5,72 e 6,00 Mtep.

Realmente, un aumento dei prezzi dei combustibili fossili e dei crediti di emissione potranno determinare anche in Italia un aumento del prezzo che i consumatori saranno disposti a

Tab. 2 - Sintesi delle stime sui prelievi e la disponibilità di biomasse legnose

	Anno di riferimento	Quantità (Milioni t)	Quantità (Milioni m ³)	Equivalenti (Mtep)	Fonte
Prelievi					
Prelievi di legna ad uso energetico da foresta	2004	-	5,56	1,09	ISTAT
Prelievi di legna ad uso energetico da "fuori foresta"	2004	-	0,48	0,14	ISTAT
Prelievi potenziali					
Residui delle utilizzazioni delle fustate	2004	-	5,65	1,27	Ns. stime su dati IFNI e ISTAT
Utilizzazioni dei cedui	2004	-	16,55	3,76	Ns. stime su dati IFNI e ISTAT
Cure colturali	2004	-	1-2	0,23-0,46	Ns. stime su dati ISTAT
Utilizzazioni "fuori foresta": filari	2004	0,35-0,56	0,47-0,75	0,11-0,17	Ns. stime su dati ISTAT
Utilizzazioni "fuori foresta": piccole superfici boscate	2004	-	0,07	0,02	Ns. stime su dati ISTAT
Piantagioni legnose forestali a ciclo breve	2010	0,80 ⁽¹⁾	-	0,36	-

(1) Stima effettuata su 100.000 ha di piantagioni a regime al 2010.

Fonte: elaborazione APAT su dati ISTAT

pagare per la legna a fini energetici, generando un aumento dei prelievi di legna per energia, specialmente dai cedui. Del resto, essendo un potenziale in espansione, il persistente aumento del prezzo del petrolio verificatosi negli ultimi tempi ha già prodotto segnali in questo senso.

Concretamente, però, questo potenziale è difficilmente raggiungibile, in quanto alcune assunzioni teoriche alla base dello studio condotto da Ciccarese (Ciccarese *et al.*, 2006) non sono realmente praticabili.

Rispetto alla fattibilità delle politiche nazionali di sviluppo della bio-energia e la possibilità di raggiungere gli obiettivi previsti, occorre segnalare che queste dipendono da una serie multipla di fattori, che possono essere raggruppati essenzialmente:

nella crescita dell'efficienza dei sistemi bio-energetici (logistica, mercato e tecnologia);

nell'intensificazione d'uso delle fonti di biomassa già presenti, e

nell'attuazione di colture energetiche erbacee e arboree, su suoli agricoli.

Rispetto al primo punto va segnalato che i sistemi di produzione di energia a partire dalla biomassa hanno raggiunto una tecnologia matura, in grado di raggiungere buoni livelli di efficienza, funzionalità ed affidabilità. Viceversa, ampi spazi di miglioramento insistono sul lato della logistica e del mercato.

L'aumento della quantità di biomassa prodotta per unità di superficie e l'espansione della superficie da destinare alla produzione di biomasse agricole e forestali racchiudono temi complessi e pongono interrogativi rilevanti, di natura economica, sociale e, ovviamente, ambientale.

La crescita della bio-energia, infatti, include una serie di potenziali pressioni e impatti - non necessariamente negativi - sulle principali caratteristiche ambientali, quali la biodiversità, la qualità del suolo, il paesaggio, la disponibilità e la qualità dell'acqua, l'inquinamento di fiumi e laghi, l'emissione di sostanze tossiche.

Il potenziale della biomassa da colture *ad hoc*

Dalla realizzazione di colture energetiche *ex novo*, sia lineari sia estese, su suoli agricoli possono derivare significativi contributi. Tuttavia questa opzione contiene interrogativi non di poco conto, che investono questioni sociali, ambientali ed economiche.

Nel caso specifico dell'Italia, parafrasando un celebre articolo di Waggoner (Waggoner, 1994) dal titolo "*How much land can ten billion people spare for nature?*", in cui veniva posta la questione della priorità della destinazione d'uso da assegnare ad una risorsa naturale finita come il territorio, quanto territorio possiamo destinare alla coltivazio-

ne di bio-energia? Inoltre, quali sono gli effetti ambientali associati a questa scelta? Infine, quali sono i costi associati alla realizzazione di queste coltivazioni?

In Italia, negli ultimi decenni, parallelamente alla stagnazione demografica e a quella della domanda per prodotti agricoli, nonché all'aumento della produttività per unità di superficie, si è registrata una significativa riduzione della superficie agricola utilizzata (SAU). Essa, come testimoniano i dati emersi dall'ultimo Censimento Generale dell'Agricoltura (CGA) a cura dell'ISTAT (2002), è diminuita di 1,8 milioni di ettari (-12,2%) rispetto a quella del 1990. La riduzione percentuale della SAU ha riguardato in misura pressoché equivalente i seminativi, i prati e i pascoli e le coltivazioni permanenti. Lo stesso CGA segnala una diminuzione della superficie forestale all'interno di aziende agricole e/o forestali, indice di un progressivo abbandono gestionale delle foreste. La tendenza alla contrazione della SAU è continuata, anche se in maniera poco significativa, fino al 2003 (-0,05% rispetto al 2000), come segnala l'indagine pubblicata dall'ISTAT nel 2005 sulla Struttura e sulla Produzione delle Aziende Agricole.

Il dato di abbandono gestionale delle superfici agricole, collegato a quello dell'espansione della superficie forestale, segnala un fenomeno molto complesso, di notevole rilevanza territoriale, con risvolti socio-economici e ambientali molto forti. Negli ultimi quarant'anni centinaia di migliaia di ettari sono stati attraversati da fenomeni di evoluzione: superfici agricole abbandonate divenute prima improduttive e successivamente invase dalla vegetazione spontanea, per essere poi attraversate da incendi, da trasformazioni fondiari, oppure essere recuperate all'agricoltura. Questa forma di "non" gestione dei terreni, connotata da caratteri di transitorietà e differenziazione, da un punto di vista ambientale può avere impatti di segno opposto. L'abbandono, infatti, può essere seguito da processi di ricolonizzazione da parte della vegetazione arborea, arbustiva o erbacea (rivegetazione); oppure da processi di degrado dei suoli, legati alla perdita di sostanza organica o ai processi di erosione (devegetazione e desertificazione). Questo fenomeno meriterebbe un monitoraggio nel tempo, al fine di definire il peso sia delle variazioni d'uso del suolo sia dei suoli agricoli in rivegetazione nelle strategie bioenergetiche nazionali, ed inoltre, in modo particolare, per stimare la superficie disponibile per colture energetiche, sia oleacee e amilaceo-zuccherine sia legnose.

A tal fine può essere utile fare riferimento anche ai risultati di un'indagine condotta dall'APAT sulla trasformazione della copertura vegetale sul territorio italiano, avvenuta nel periodo 1990-2000. Utilizzando i dati resi disponibili dal progetto CORINE Land Cover e avvalendosi di un software GIS, è stato possibile costruire, per ogni regione e per l'intero territorio nazionale, matrici di transizione tra le diverse categorie di copertura vegetale. La matrice presenta in diagonale la superficie di ogni tipologia vegetazionale che non ha subito variazione tra il 1990 e il 2000. In riga figurano le superfici che sono passate da una tipologia "i" nel 1990 ad una tipologia "j" nel 2000. In colonna le superfici che la tipologia "j" ha acquistato dalla tipologia "i" nell'arco di tempo che va dal 1990 al 2000. Le ultime due colonne indicano la superficie totale nel 1990 e le perdite complessive per ogni tipologia; le ultime tre righe rappresentano rispettivamente la superficie totale nel 2000, le acquisizioni complessive per ogni tipologia e la variazione netta (differenza tra acquisizioni e perdite). Le matrici, per semplicità, riportano i codici usati da CORINE Land Cover per indicare le diverse tipologie di uso del suolo. Gli stessi codici sono esplicitati nella Tabella. Dall'analisi della Tabella di transizione di scala nazionale emerge che nel periodo 1990-2000, ben 210.311 ha di suoli agricoli sono stati trasformati in altre categorie d'uso e, inversamente, 66.367 ha sono stati convertiti in suoli agricoli, per una perdita netta di 143.944 ha di suoli agricoli.

Tabella 3 - Matrice di transizione per le trasformazioni d'uso del suolo tra il 1990 ed il 2000. In evidenza il cambiamento netto negativo da superfici agricole e naturali verso altre forme d'uso.

LIVELLO_2	11	12	13	14	21	22	23	24	31	32	33	41	42	51	52	S_1990	Perdite
11	1033634	64	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1033719	85
12	0	238254	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	238275	21
13	568	887	48739	29	22	11	0	8	46	929	0	0	0	261	0	51582	2763
14	22	0	0	28204	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28226	22
21	17287	16096	3298	484	8388241	6612	1345	21526	1581	9298	0	316	0	1086	0	8388270	89029
22	4848	813	337	0	4391	2166627	197	9624	101	1001	26	0	0	0	0	2187965	21338
23	1311	421	248	0	1586	185	446437	2575	197	3533	0	65	0	59	0	456562	10065
24	24460	6615	1754	1090	6345	5297	660	4681888	7427	44842	110	0	0	289	0	4780767	98875
31	666	43	720	88	990	51	88	1030	7839347	12871	4479	0	0	114	0	7860495	21148
32	1271	275	753	54	2555	17	29	990	94782	3617575	2537	0	48	76	0	3728882	103307
33	103	70	29	0	28	5	0	6	1922	1727	1174172	0	0	196	25	1177374	3202
41	0	0	0	0	50	0	30	0	0	0	39	15293	0	424	0	15836	543
42	0	67	0	0	0	0	0	0	0	12	0	53241	0	53	0	53374	130
51	0	0	0	0	39	0	0	116	16	140	688	215	0	216776	0	217396	1220
52	0	151	200	119	0	0	0	0	0	0	97	0	37	6	754412	755022	610
Superficie 2000	1084278	263796	56547	30668	8324187	2178803	448786	4717784	7944434	3692416	1182160	15889	53326	219287	754489		
Acquisiti	50636	25582	7888	1864	15946	12176	2349	35896	105887	74841	7988	596	85	2511	77		
Net Change	59551	25481	5045	1812	44863	5161	2716	47903	83939	29166	4784	53	45	1291	533		
Zone suburbanizzate di tipo residenziale	11																
Zone industriali, commerciali ed infrastrutturali	12																
Zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti e abbandonati	13																
Zone verdi artificiali non agricole	14																
Sementativi	21																
Culture permanenti	22																
Prati stabili (foraggiere permanenti)	23																
Zone agricole eterogenee	24																
Zone boscate	31																
Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea	32																
Zone aperte con vegetazione rada e acescuto	33																
Zone umide interne	41																
Zone umide marittime	42																
Acque continentali	51																
Acque marittime	52																

Una discussione dovrebbe pertanto essere avviata sulla proporzione di queste aree (e di quelle che, nei prossimi anni, presumibilmente saranno ancora rese disponibili dagli effetti dei nuovi indirizzi di sviluppo rurale, specialmente sulle aree precedentemente investite a colture quali tabacco, barbabietola e frumento) che potrebbero essere dedicate alle colture energetiche. Una scelta complessa dovrà essere fatta tra colture amilaceo-zuccherine e oleaginose, oppure legnose, oltre all'individuazione della giusta ripartizione delle aree dedicate alle piantagioni bioenergetiche per singola regione.

E' chiara l'importanza della possibilità di effettuare proiezioni sui trend di cambiamento delle coperture vegetazionali (e delle superfici agricole in particolare) per individuare le regioni più idonee ad una riconversione delle aree agricole per colture energetiche. Ciò contribuirebbe a evitare competizione con le aree destinate alle produzioni agricole a scopo alimentare ed ammortizzare le possibili pressioni su comparti ambientali quali suolo, acqua e paesaggio in generale. Le regioni caratterizzate da pratiche di agricoltura intensiva con accentuata competitività delle aziende non dispongono certamente di aree da utilizzare per la produzione di bio-energia così come le regioni che presentano zone ad alto valore paesaggistico e di biodiversità (quali prati e pascoli) che non possono essere convertite in aree coltivabili se non con adeguate misure di compensazione.

A titolo del tutto indicativo e orientativo, ipotizzando la realizzazione di 100.000 ettari di *Short Rotation Coppices* (SRC) su suoli agricoli abbandonati o marginali (ricorrendo a specie quali pioppo, robinia, eucalitto, platano), si potrebbe avere una produzione (conservativa e prudente) di 8 tonnellate per ettaro l'anno di sostanza secca (t/ha/a), come suggerito da Verani et al. (2006), in grado di produrre 0,36 Mtep l'anno.

Impatti

Da un punto di vista più propriamente ambientale, la valorizzazione a fini energetici della biomassa, può avere un impatto di segno opposto, positivo o negativo, sulle principali caratteristiche ambientali, quali la biodiversità, la qualità del suolo, il paesaggio, la disponibilità e la qualità dell'acqua, l'inquinamento di fiumi e laghi, l'emissione di sostanze tossiche (McLaughlin e Walsh 1998). Si tratta di argomenti complessi, spesso legati ai casi specifici, e specialmente in relazione al tipo di risorse (foresta naturale o semi-naturale, piantagione *ad hoc*, erbacea o arborea, amilacea o proteica).

In questo contesto, a destare maggiori perplessità sono le piantagioni bio-energetiche. In linea generale, queste possono generare effetti negativi quando esse sono realizzate su aree naturali o semi-naturali e ancora di più se le piantagioni sono mono-specifiche oppure se vengono realizzate con specie non native e con materiale d'impianto ottenuto per via agamica; inoltre, le pratiche colturali che insistono su tali aree possono provocare una riduzione di biodiversità, attraverso un'alterazione della qualità degli habitat per se (per effetto dell'uso di pesticidi e d'erbicidi, di fenomeni d'erosione del suolo) e degli ecosistemi (frammentazione, effetti sugli organismi degli habitat adiacenti). Altri impatti negativi possono essere associati alla compattazione del suolo, alla qualità e quantità delle risorse idriche, al *run-off* d'erbicidi, di pesticidi e di fertilizzanti in eccesso che possono contaminare il suolo e il mezzo liquido in esso presente. D'altro canto, occorre sottolineare che, se le «coltivazioni-energia» sono realizzate su terreni ex-agricoli o su suoli degradati, gli effetti sulla biodiversità animale e vegetale, sulla riduzione dei fenomeni erosivi (Malik et al. 2000) e sulla qualità dei suoli sono senz'altro positivi (Tolbert et al. 2000). Inoltre, essendo le specie arboree comunemente impiegate per questo tipo d'impianti (*Salix* spp., *Populus* spp.) particolarmente efficaci nell'assorbire i composti azotati, specialmente in confronto alle coltivazioni erbacee annuali, le piantagioni arboree a fini forestali possono produrre benefici in termini d'abbattimento delle eccessive concentrazioni d'azoto presenti nei suoli. Ancora in questo contesto, le piantagioni-energia possono essere usate nelle *wetland* artificiali, per la depurazione di reflui da metalli pesanti quali zinco, rame, cadmio, piombo o per "ripulire" suoli inquinati (Christopher e Isebres 2000, Adegbi 2001).

Il tema di fondo è dunque riuscire a dare un equilibrio tra produzione e mantenimento dei caratteri ecologici (biodiversità *in primis*) e individuare forme gestionali in grado di contenere gli impatti negativi sulle varie componenti ambientali o perfino di generare impatti positivi. Ciò può essere raggiunto, per esempio, con l'uso di specie native e non invasive e di materiale di propagazione attentamente scelto, al fine di salvaguardare la diversità genetica (intraspecifica); con l'alternanza a mosaico delle colture erbacee e arboree; con la disetaneità dei soprassuoli (nel caso delle piantagioni arboree), al fine di aumentare la diversità strutturale; la costituzione di piantagioni multiobiettivo, attraverso le quali produrre nel contempo biomassa legnosa (anche con piante di più specie) e legname di pregio (con ciclo medio lungo).

Ulteriori esempi di scelte gestionali sono: la creazione di corridoi ecologici per connettere habitat frammentati; la modifica delle dimensioni dei coltivi e delle prese di taglio del bosco; l'adozione di modelli colturali mirati al contenimento del consumo di prodotti chimici; la diffusione degli inerbimenti; l'impiego di mescolanze di specie e la differenziazione delle età.

L'elaborazione di linee guida che siano in grado di integrare le esigenze di rispetto delle componenti ecologiche e del paesaggio nella realizzazione di piantagioni-energia sono altamente auspicabili, allo stesso modo di quello che è avvenuto per la scelta dell'energia eolica. Del resto, lo stesso Piano d'Azione sulla Biomassa prima citato le richiede espressamente.

Se una posizione prudente è evidentemente fondata e scientificamente giustificata, va co-

munque ricordato che i *policy makers* non devono trascurare il fatto che gli interventi nel settore si conciliano, molto meglio di altri, con il perseguimento di altri rilevanti interessi ambientali, economici e sociali, quali il contenimento delle emissioni di gas-serra, la diversificazione e la sicurezza di approvvigionamento delle fonti energetiche, l'opportunità di sviluppo socio-economico per le popolazioni rurali, l'impedimento all'esodo dalle aree rurali e remote, una gestione più attiva e sostenibile delle risorse agro-forestali.

Bibliografia

- Adegbidi H.G., Volk T. A., White E.H., Abrahamson L.P., Briggs R.D.; Bickelhaupt D.H. (2001). Biomass e nutrient removal by willow clones in experimental bioenergy plantations in New York State. *Biomass & Bioenergy* 20: 399-411.
- APAT (2004) Le biomasse legnose. Un'indagine delle potenzialità del settore forestale italiano nell'offerta di fonti d'energia. Rapporti APAT 30. 99 p. ISBN 88-448-0097-7. Disponibile al sito http://www.apat.gov.it/site/it-IT/APAT/Pubblicazioni/Rapporti/Documento/rapporti_2003_30.html (citato il 10 ottobre 2005)
- Christopher R., Isebres J.G. (2000). Growth and contaminant uptake by hybrid poplars e willows in response to application of municipal lefill leachate. Pp. 151. In: Proceedings of the 21st Session of the International Poplar Commission Meeting, Poplar e Willow Culture: Meeting the Needs of Society e the Environment (Isebres, J.G.; Richardson, J., eds.). North Central Research Station, St. Paul, Minnesota, USA:
- Eurobserv'er (2005). Wood energy barometer. 49 October 2005 SYSTÈMES SOLAIRES n° 169. Disponibile al sito http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat_baro/observ-baro169.pdf (citato il 30 ottobre 2006)
- Fujino J., K. Yamaji e H. Yamamoto (1999). Biomass-Balance Table for evaluating bioenergy resources. *Applied Energy* 63(2): 75-89.
- Hall D. O., F. Rosillo-Calle, R. J. Williams and J. Woods (1993). Biomass for Energy: Supply prospects. *Renewable Energy: Sources for Fuels and Electricity*. T. B. Johansson, H. Kelly, A. K. N. Reddy and R. H. Williams. Washington D.C., Island Press: 593-651.
- Hall D.O. e Scrase J. I. (1998) Will biomass be the environmentally friendly fuel of the future? *Biomass e Bioenergy* 15, 357-367.
- Hoogwijk M., Faaij A., Van den Broek R., Berndes G., Gielen D., Turkenburg W. (2002). Exploration of the ranges of the global potential of biomass for energy. *Biomass and Bioenergy* 25(2): 119-133.
- IEA (2003) Energy to 2050. Scenarios for a sustainable future. ISBN 92-64-01904-9. IEA Publications. Paris, France. 219 p.
- IEA (2005). International Energy Statistics. Key World Energy Statistics. 79 p. International Energy Agency. Paris, France. Disponibile al sito: <http://www.iea.org/dbtw-wpd/Textbase/nppdf/free/2005/key2005.pdf> (citato il 10 ottobre 2005)
- IPCC (2001) Climate Change 2000 Synthesis Report – Third Assessment Report. Cambridge University Press.
- Malik R.K., Green T.H., Brown G.F., Mays D. (2000) Use of cover crops in short rotation hardwood plantations to control erosion. *Biomass & Bioenergy* 18: 479-487.
- McLaughlin S. B. e Walsh M. E. (1998) Evaluating environmental consequences of producing herbaceous crops for bioenergy. *Biomass e Bioenergy* 14, 317-324.
- Schlamadinger B., Faaij A. e Daugherty E. (2004). Should we trade biomass, electricity, renewable certificates, or CO2 credits? In: Proceedings of the 2nd World Conference and

- Technology Exhibition on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection.
- Smeets E., Faaij A., Lewandowski I. (2004). A quickscan of global bio-energy potentials to 2050. An analysis of the regional availability of biomass resources for export in relation to the underlying factors. Report NWS-E-2004-109 ISBN 90-393-3909-0. March 2004. 121 p.
- Tolbert V.R., Thornton F.C., Joxlin J.D., Bock B.R., Bearanayake W., Houston A.E., Tyler D.D., Mayes D.A., Green T.H., Pettry D.E. (2000). Increasing below-ground carbon sequestration with conversion of agricultural lands to production of bio-energy crops. *New Zealand Journal of Forestry Science* 30:138-149.
- WEC (1994). *New Renewable Energy Sources. A guide to the future.* London, U.K., World Energy Council. Kogan Page Limited.

PROSPETTIVE DI SVILUPPO DELLE COLTURE DA BIOMASSA NEGLI AMBIENTI DELL'ITALIA MERIDIONALE

VITO PIGNATELLI, ILARIO PISCIONERI, NEETA SHARMA

ENEA - Dipartimento Biotecnologie, Agroindustria e Protezione della Salute

Sommario

Diverse colture da biomassa sono state oggetto di studio presso l'ENEA nell'ambito di progetti nazionali ed internazionali di ricerca negli anni dal 1993 al 2006 (Progetto PRisCA del MiPAF e i Progetti CE *Miscanthus Network*, *Cynara Network* e *Switchgrass Network*), con l'obiettivo di mettere a punto la tecnica di coltivazione e valutare, oltre alla produttività, anche l'adattabilità ai fattori ambientali e climatici, con particolare riferimento all'Italia Meridionale.

Diverse combinazioni di fattori di produzione, quali volume irriguo e apporto di fertilizzanti, sono state oggetto di valutazione. Le specie vegetali utilizzate sono state tutte di tipo erbaceo, sia annuali che poliennali. Sono state studiate alcune colture già conosciute come piante tradizionali, ma con lo scopo di mettere in evidenza aspetti innovativi per la destinazione "no-food", nonché altre di nuova introduzione o sporadicamente coltivate nell'ambiente italiano. Le prove sono state condotte presso il Centro Ricerche ENEA della Trisaia (Rotondella, MT) adottando schemi a parcelle randomizzate, comuni a tutti i siti di sperimentazione compresi nei diversi Networks di Ricerca Europei. Oltre alla biomassa secca totale, sono stati determinati diversi altri parametri.

Tra le specie poliennali, quella che ha evidenziato la maggiore produttività rispetto a tutte l'*Arundo donax*, con punte massime di 79,6 t/ha, seguita da *Panicum virgatum*, *Miscanthus x giganteus* e *Cynara cardunculus*. Per alcune di queste colture, sono tuttora in corso sperimentazioni per valutarne la produttività nel lungo periodo e mettere a punto metodologie per il passaggio alla coltivazione in pieno campo.

Introduzione

Il problema della sicurezza e diversificazione delle fonti di approvvigionamento energetico, insieme alla consapevolezza degli effetti ambientali dell'uso delle fonti fossili di energia, spinge oggi le istituzioni e le industrie ad affrontare con rinnovato impegno la "questione energetica", e in questa prospettiva le biomasse, prodotti e residui delle attività agricole, forestali e agroindustriali, possono costituire una risposta promettente, anche se parziale, alla richiesta di alternative ecologicamente sostenibili ai combustibili fossili.

Le biomasse comunemente utilizzate in Italia per la produzione di energia termica e/o elettrica sono attualmente costituite quasi totalmente da scarti e prodotti di risulta di attività produttive eterogenee (agricole, forestali ed agroindustriali), per i quali manca una quantificazione precisa della reale disponibilità e, di conseguenza, delle potenzialità produttive per alimentare il crescente mercato della bioenergia (Tabella 1).

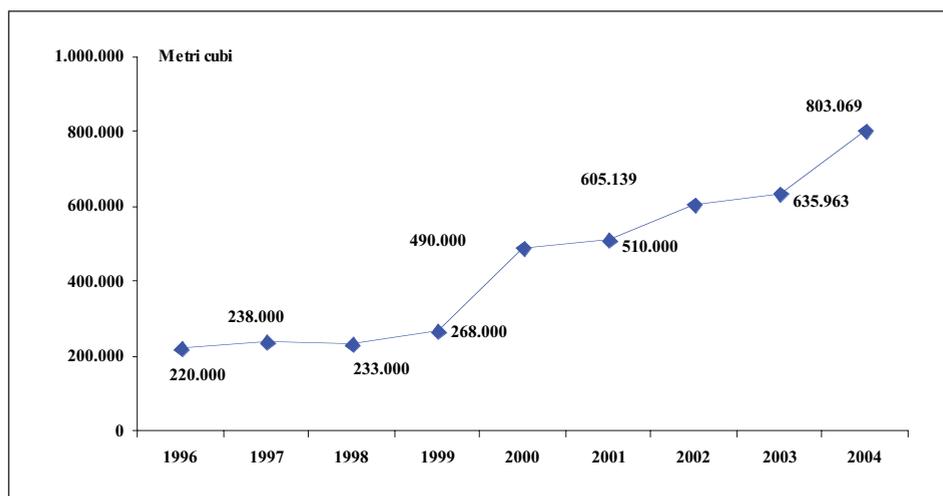
Tabella 1 - Disponibilità stimata di biomasse in Italia

Tipologia di residuo	Quantità stimata (milioni di t/anno)
Residui lavorazione del legno	6
Residui agroindustriali	1,5
Residui forestali	6
Residui colturali	7,5
Totale	21

Fonte: ITABIA, Rapporto 2003: Le Biomasse per l'Energia e l'Ambiente

Una frazione significativa di queste biomasse, sotto diverse forme (legna, cippato, pellets), viene comunque importata da altri Paesi europei ed extra-europei, soprattutto allo scopo di garantire una continuità di rifornimento - oltre che, ovviamente, per il prezzo competitivo - per le centrali elettriche a biomassa di taglia medio-grande (dai 10 Mwe di potenza installata in su). Tali importazioni sono in costante crescita, come mostra il grafico di Figura 1, che si riferisce alla sola categoria merceologica "legna da ardere", ma indica chiaramente quale è la tendenza generale degli ultimi anni.

Figura 1 - Importazione di legna da ardere (wood fuel) in Italia



Fonte: FAO, Forestry Data 2005

E' quindi evidente che, per garantire in futuro una disponibilità di materia prima adeguata alle crescenti dimensioni del mercato della bioenergia, senza dover ricorrere in modo massiccio a fonti di importazione, sarà necessario passare dalla "raccolta" alla "produzione" delle biomasse, destinando una frazione significativa della superficie agricola nazionale a colture finalizzate alla produzione di energia.

In questa prospettiva, numerosi progetti di ricerca su diverse specie vegetali erbacee, utilizzabili come possibili colture da biomasse, sono stati avviati e sviluppati fin dai primi anni novanta sia in ambito nazionale (Progetto PRisCA del MiPAF), sia nel contesto più generale di networks europee di ricerca, finanziati dalla Commissione Europea.

Per quel che riguarda in particolare l'ENEA, l'obiettivo principale di tali attività è stato quello di sviluppare la conoscenza sull'adattabilità e la produttività di tali colture negli ambienti dell'Italia Meridionale per un possibile utilizzo come materia prima alternativa alle fonti energetiche tradizionali o per altri scopi, come ad esempio la produzione di pasta di cellulosa per l'industria cartaria. Per la realizzazione delle prove sperimentali è stato reperito e utilizzato germoplasma di diversa provenienza.

Materiali e metodi

La sperimentazione, partendo da ricerche specifiche mirate all'acquisizione di nuovo germoplasma (anche da paesi tropicali e sub-tropicali), si è sviluppata su diverse prove agronomiche che hanno riguardato vari aspetti delle colture quali:

- Indagini biometriche, fisiologiche e di adattamento al clima del luogo;
- Caratterizzazione qualitativa;
- Valutazione produttiva;
- Sperimentazione di tecnologie innovative per la trasformazione industriale, con particolare riferimento alla produzione di pasta di cellulosa;
- Analisi e valutazioni delle rese in biomassa utilizzabile a fini energetici.

Nell'ambito del Progetto PRisCA del MiPAF, sono state messe a confronto varie specie annuali e poliennali (kenaf, sorgo, canna comune, cardo, panico ecc.), mentre nel corso delle attività relative al Progetto Europeo "Cynara Network" sono stati confrontati 9 diversi genotipi adottando tre differenti date di semina. Le accessioni sono state impiantate in parcelle di 40 m² ciascuna, con una densità di una per metro quadro. Per ogni anno di coltura sono stati effettuati due concimazioni, senza nessun intervento irriguo.

Le prove agronomiche relative al miscanto (*Miscanthus x giganteus*) sono state invece realizzate utilizzando esclusivamente piantine fornite dalla società Piccoplant A. G. (Germania), trapiantate nel giugno 1993, utilizzando materiale e procedure identiche per tutte le Unità Operative costituenti il relativo Network Europeo di ricerca.

L'esperimento è stato condotto con tre differenti dosi di concimazione azotata, apportando circa 4.000 m³/ha di acqua di irrigazione per anno. Sono state realizzate parcelle di cento metri quadri ciascuna, con una densità di quattro piante per metro quadrato (Figura 2).

Figura 2 - Coltivazione sperimentale di *Miscanthus x giganteus* presso il Centro Ricerche ENEA della Trisaia



Infine, per quel che riguarda le attività previste dal Progetto "Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) as an alternative energy crop in Europe", quindici genotipi di *Panicum* sono stati seminati nel 1998.

Per tutte le colture in oggetto il problema delle infestanti si è manifestato soltanto durante il primo anno ed è stato risolto senza fare uso di diserbanti chimici. Infatti negli anni successivi il vigoroso sviluppo delle colture ha soffocato tutte le erbacce. Alla fine di ogni ciclo, le differenti colture sono state raccolte nella stagione invernale (fine gennaio - inizi marzo) completamente secche e defoliate (Figura 3).

Risultati e discussione

I principali risultati produttivi relativi ad alcune colture esaminate in diversi progetti di ricerca presso il C.R. ENEA Trisaia sono riportati sotto forma di grafico nella Figura 4. Al fine di poter confrontare il comportamento delle diverse specie, sono stati presi in considerazione soltanto i dati relativi al terzo anno di sperimentazione.

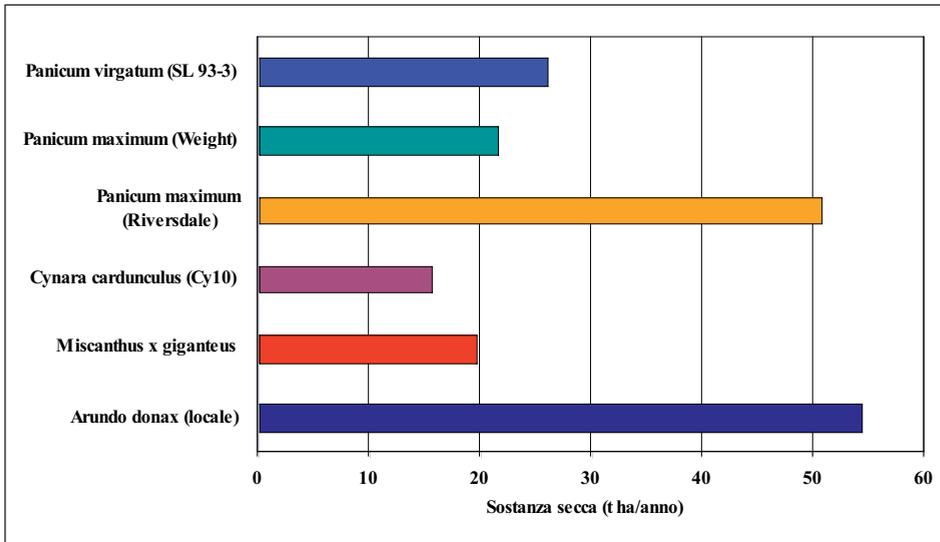
Dall'analisi dei risultati ottenuti in questo anno di sperimentazione, per quel che riguarda le prove effettuate nell'ambito del Progetto PRisCA (1992-1996), l'*Arundo donax* si è confermata la specie più produttiva, con il risultato di 54,5 t/ha di sostanza secca, seguita dal *Panicum maximum* con 50,8 t/ha di sostanza secca.

Un progetto specifico ha riguardato, come si è detto, il cardo, nel quale sono stati confrontati nove differenti genotipi senza alcun apporto irriguo. Tra questi, il migliore risultato è stato ottenuto con le 15,6 t/ha di s. s. del genotipo Cy₁₀.

Figura 3 - Coltivazione sperimentale di *Panicum virgatum* (Switchgrass) prima della raccolta presso il Centro Ricerche ENEA della Trisaia



Figura 4 - Produttività stimata (t ha/anno di biomassa secca) per alcune colture erbacee poliennali presso il C.R. ENEA Trisaia



Nel Progetto *Miscanthus Network* è stata esaminata la risposta produttiva della coltura al variare di diversi fattori di produzione, a partire dall'apporto di fertilizzante. La produzione media ricavata dalla migliore combinazione di fattori di produzione è stata di 19,7 t/ha di s.s., in coltura irrigua.

In un ulteriore specifico progetto sono stati infine messi a confronto 15 genotipi di *switchgrass*. In questo caso diversi genotipi hanno dato risultati eccellenti, tra i quali il SL 93-3 ha prodotto 26,1 t/ha di s.s.

Conclusioni

La ricerca è stata mirata allo studio delle potenzialità produttive di diverse colture da biomassa. Tra tutte le specie messe a confronto la più promettente è stata l'*Arundo donax*, il cui rendimento in sostanza secca nei diversi anni di sperimentazione ha toccato valori anche di oltre 79 t/ha. I dati produttivi tra i vari genotipi di *Cynara cardunculus* evidenziano che il genotipo Cy10 si distingue con un aumento costante di produzione durante i primi tre anni di coltura. La prova sperimentale di miscanto, inizialmente impostata sulla valutazione del rendimento in biomassa al variare di alcuni fattori di produzione, ha avuto come risultati produttivi medi valori molto interessanti, intorno alle 20 t/ha in s.s.. È importante notare come, dai risultati sperimentali, la coltura del miscanto sembra non trarre vantaggio da apporti eccessivi di fertilizzanti azotati per esprimere il proprio potenziale produttivo, come dimostra il fatto che si raggiunge un rendimento di 20t/ha durante il quarto anno nelle parcelle con un livello medio (60 kg N/ha) di fertilizzazione. Inoltre, il confronto dei dati produttivi dopo l'estirpazione delle piante in alcune parcelle ha indicato che i rizomi rimasti nel terreno hanno una buona capacità di ripresa, con risultati simili a quelli delle parcelle non estirpate, già al secondo anno. Quindi, si può concludere che, in caso di necessità, si possono estirpare i rizomi per essere utilizzati per l'impianto di nuove colture senza pregiudicare la capacità produttiva dei campi utilizzati allo scopo.

Fra le varietà di *switchgrass* oggetto di sperimentazione la più produttiva, al terzo anno di coltivazione, è stata "SL 93-3" con 26,08 t/ha, varietà che si è peraltro dimostrata anche una tra le più stabili, come capacità produttiva, nel corso degli anni.

Per quanto riguarda in particolare le colture di miscanto e *switchgrass*, le prove sono proseguite ben oltre la conclusione dei Progetti Europei nel cui ambito erano state avviate (Tabella 2), e sono tuttora in corso al fine di valutarne la durata nel tempo e i conseguenti costi colturali, nella prospettiva di introdurre queste colture energetiche fra le possibili opzioni produttive del sistema agricolo del nostro Paese.

Tabella 2 - Produttività negli anni di alcune colture erbacee da biomassa presso il C.R. ENEA Trisaia

Specie	Produttività (t ha/anno s.s.)										
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Miscanthus x giganteus	6,0	18,2	19,7	19,8	18,0	18,0	16,2	17,7	22,4	17,1	16,8
Miscanthus x giganteus (*)						9,6	14,1	15,1	14,4	14,5	
Panicum virgatum (**)					2,3	8,4	10,8	12,2	7,2	4,8	6,1
Panicum virgatum var. Alamo					4,8	15,5	18,0	16,7	10,5	7,9	9,4

Bibliografia

- E. Jelitto, W. Schacht, & A. Fessler, Die Freiland-Schmuckstauden. 1990. Handbuch und Lexikon der winterharten Gartenstauden, Stuttgart, 683
- I. Rutherford & M. C. Heath. 1992. The potential of Miscanthus as a fuel crop, ETSU/Department of Trade and Industry, U.K.
- Cooper J, Braster M, Woolsey E. 1998. Overview of the Chariton Valley switchgrass project: A part of the Biomass Power for Rural Development Initiative. In: Bioenergy '98: Expanding Bio- Energy Partnerships, vol. 3, Madison, WI, p. 1-10.
- de Klerk-Engels B, Elbersen HW. 1999. Energy, Fibre and multifunctional uses of switchgrass (*Panicum virgatum* L.). Proceedings of the Conference "Energy and Agriculture towards the Third Millenium", Athens, 2-5 June 1999.
- Christian DC, Elbersen HW. Switchgrass (*Panicum virgatum* L.). In: N. El Bassam. Energy plant species. Their use and impact on environment and development. London: James and James publishers, p. 257-263.
- Samson RA, Omielan JA. 1998. Switchgrass: A potential biomass energy crop for ethanol production. In: The Thirteenth North American Prairie conference, Windsor, Ontario, 1998. p. 253-258.
- US Department of Energy. 1999. Review report of the regional biomass energy programme technical projects. Washington, DC.
- Christian DC, Elbersen HW. 1998. Switchgrass (*Panicum virgatum* L.). In: N. El Bassam. Energy plant species. Their use and impact on environment and development. London: James and James publishers, p. 257-263.

LE COLTURE DA BIOMASSA LIGNOCELLULOSICHE: CONTRIBUTO AL MANTENIMENTO DELLA BIODIVERSITÀ

GIOVANNI MUGHINI¹, MARIA GRAS¹, GIANNI FACCIOTTO², SARA BERGANTE²

¹CRA – Unità di Ricerca Forestale, sezione periferica ISP di Roma; ² CRA – Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura (ISP), Casale Monferrato

Sommario

Si assiste in Italia ad un aumento crescente dell'uso di biomasse lignocellulosiche (legna da ardere e "cippato") per uso energetico in alternativa ai combustibili fossili (carbone, petrolio, gas). Purtroppo la maggior parte della biomassa prodotta in Italia sotto forma di legna da ardere proviene da boschi cedui naturali nazionali che così non possono essere trasformati in fustaia che è la forma di governo di un bosco più adatta per ottimizzare: 1) la carbonizzazione (*carbon sink*); 2) la conservazione della biodiversità; 3) la protezione ed evoluzione del suolo; 4) la fruizione turistico-ricreativa; 5) il valore estetico-paesaggistico.

A fronte di una tale situazione l'arboricoltura da legno a ciclo breve è da considerarsi il metodo più opportuno per produrre elevate quantità di biomassa per uso energetico contribuendo simultaneamente alle richieste crescenti di mercato e riducendo il prelievo dai boschi cedui naturali, che potrebbero essere così avviati ad una gestione più conservativa. I turni delle colture arboree da biomassa variano da 2 a 5 anni le densità d'impianto sono comprese tra 1.100 e 5.000 piante ettaro. Pioppi, salici, eucalitti e robinia sono le latifoglie più adatte per questo tipo di coltura, le loro produzioni variano in funzione del turno, densità, specie e situazione pedoclimatica. Inoltre pioppi, salici ed eucalitti sono buoni accumulatori di metalli pesanti e di nutrienti e degradatori di idrocarburi. Il loro impiego su terreni contaminati permetterebbe di ottenere simultaneamente la produzione di biomassa e di ridurre la concentrazione degli inquinanti.

Premessa

Da qualche anno, nel nostro Paese, si assiste ad un aumento nell'uso di biomasse lignocellulosiche (legna da ardere e cippato) per la produzione di energia calorifica e/o elettrica. La scelta di usare biomasse al posto dei combustibili fossili, produttori di gas serra, è sicuramente da incentivare a patto che vi sia un equilibrio tra la CO₂ che viene prodotta durante la combustione e quella che viene assorbita nel corso della ricrescita delle piante sottoposte a taglio.

I dati di consumo del cippato sono in continuo aumento come quelli della legna da ardere (figura 1). Tenendo presente che nel nostro Paese la quasi totalità della legna da ardere proviene dai boschi cedui naturali se ne deduce che, in questo momento, la richiesta di questo assortimento viene soddisfatta con un aumento del taglio di questo tipo di soprassuoli. I cedui così non possono essere trasformati in fustaia che è la forma di governo del bosco più adatta per ottimizzare: 1) la carbonizzazione (*carbon sink*); 2) la conservazione della biodiversità; 3) la protezione ed evoluzione del suolo; 4) la fruizione turistico-ricreativa; 5) il valore estetico-paesaggistico.

Uno dei motivi dell'incremento di richiesta di legna da ardere è da imputarsi al minor prez-

zo che questo combustibile ha, attualmente, nei confronti dei combustibili convenzionali di origine fossile (gas, gasolio) che tradizionalmente vengono impiegati per il riscaldamento degli ambienti.

In particolare però la forte richiesta di cippato è dovuta alle centrali elettriche alimentate a biomassa legnosa presenti in molte regioni italiane. Si tratta di centrali costruite negli ultimi anni, con potenze variabili fino a 20 MW, che stanno facendo dell'Italia uno tra i maggiori importatori europei di biomasse lignocellulosiche. Questa scelta non ha ridotto la nostra dipendenza dall'estero per le fonti energetiche ma l'ha diversificata: invece di importare solo petrolio o gas ora importiamo anche biomasse lignocellulosiche con un aumento della movimentazione per il trasporto per quantità equivalenti in termini di potere calorifico. Per ottenere la biomassa necessaria alle attività umane e nello stesso tempo avviare ad una gestione conservativa i nostri boschi e particolarmente quelli governati a ceduo è auspicabile il ricorso all'arboricoltura da legno, che è la coltivazione con metodi agronomici di varietà selezionate di specie arboree per la produzione di legname su terreni agricoli eccedentari.

Si tratta di una coltura agricola, che comprende anche le colture arboree da biomassa a ciclo breve, il cui scopo è massimizzare la produzione di legname per unità di superficie con pratiche agronomiche sostenibili.

Culture arboree da biomassa a ciclo breve

Nel caso specifico della produzione di biomassa per uso energetico, questa è ottenibile con turni molto brevi (2-5 anni), impiegando varietà selezionate di pioppo, salice, eucalitto e robinia piantate a densità molto elevate (10.000-1.100 piante/ha) (FACCIOFFO *et al.* 2005, 2005 a; MUGHINI *et al.* 2005). Come prodotto secondario si ottiene anche in impianti da arboricoltura da legno con turni più lunghi (10-15 anni) e densità meno elevate (400-600 piante/ha).

In linea di massima possiamo distinguere due tipologie di impianti per la produzione di biomassa per uso energetico aventi le seguenti caratteristiche:

- a) Ciclo colturale 10-15 anni
 - Ceduzione: ogni 2 anni
 - Assortimenti ritraibili: cippato
 - Densità d'impianto: 5.000-10.000 piante ettaro
- b) Ciclo colturale: 15-20 anni
 - Ceduzione: ogni 5 anni
 - Assortimenti ritraibili: legna da ardere, cippato
 - Densità d'impianto: 1.100-1.600 piante ettaro

La tipologia (a) permette di ottenere solo cippato in quanto le dimensioni delle piante sono molto ridotte. Il taglio avviene con mezzi specializzati, cippatrici semoventi simili a trebbiatrici, che tagliano, cippano e scaricano il materiale ottenuto in cassoni trainati da trattori che si muovono in parallelo alla cippatrice semovente.

La tipologia (b) permette di ottenere legna da ardere in quanto le piante raggiungono dimensioni adatte per questo tipo di assortimento e il cippato viene fatto con il rimanente. Il taglio può avvenire con metodi convenzionali (motosega) o con macchine specializzate.

Tutte le operazioni colturali e di piantagione sono meccanizzabili, compresa la fase finale. A titolo di esempio e relativamente all'eucalitto, nella tabella 1, si riporta un protocollo di coltivazione.

Fondamentale per la riuscita di questo tipo di piantagione sono gli interventi nel corso del primo anno. L'eliminazione delle infestanti prima della piantagione e dopo nei primi mesi di vita delle piante è importantissima per evitare la competizione. In questo senso anche la concimazione iniziale e l'irrigazione dopo l'impianto se non vi sono eventi meteorici è fondamentale per ridurre le fallanze e dare quella spinta iniziale alle piante per permettergli di superare la competizione con le infestanti.

Pioppo, salice, eucalitto e robinia hanno caratteristiche molto particolari che le rendono idonee per la produzione di biomassa in impianti specializzati in quanto:

- sono specie a rapido accrescimento;
- fioriscono molto presto e, con diversi metodi, è possibile anticipare ulteriormente la maturità sessuale, il che permette di costituire attraverso piani di incrocio controllato soggetti con caratteristiche desiderate in tempi brevi;
- pioppo, salice ed eucalitto è possibile sfruttare l'eterosi ibrida ottenibile con l'incrocio interspecifico ottenendo cloni ibridi con caratteristiche desiderate superiori;
- si tratta di specie facilmente propagabili sia per macro (talee caulinari per pioppo, salice ed eucalitto; talee radicali per robinia) sia per micropropagazione (coltura *in vitro*) che permette una volta selezionate le piante con caratteristiche desiderate di moltiplicarle per la grande coltura;
- usando in modo corretto le varietà selezionate delle specie citate è possibile la coltivazione in aree molto diversificate fra loro per caratteristiche pedoclimatiche;
- rispondono molto bene alla concimazione e all'irrigazione aumentando in modo sostanziale la produttività.

Nella Tabella 2 sono riportate le produzioni di biomassa anidra, in tonnellate/ettaro/anno, stimate in alcuni impianti sperimentali.

In generale si può vedere che le produzioni medie sono molto variabili in quanto condizionate dalle situazioni climatiche. Vi sono però evidenti differenze tra le produzioni medie e quelle ottenute con i migliori cloni a conferma che la selezione varietale può incrementare la produzione a parità di condizioni ambientali. Ad ogni modo il fattore che limita di più la crescita è la disponibilità idrica nel periodo vegetativo.

Le produzioni più elevate sono state ottenute infatti in situazione di grande disponibilità idrica e sono servite per stimare le produttività massime ottenibili in situazioni idriche ottimali con le attuali varietà clonali selezionate.

E' improponibile però, per questo tipo di colture, eccettuato alcuni casi molto particolari, il ricorso all'irrigazione come pratica di routine per motivi riconducibili ai seguenti:

- 1) il basso valore commerciale della biomassa;
- 2) l'elevato costo della pratica irrigua;
- 3) Il conflitto che si verrebbe a creare con le colture alimentari.

Colture arboree da biomassa e fitorisanamento

Il problema dell'irrigazione delle piantagioni da biomassa e anche quello della concimazione potrebbe essere facilmente superato impiegando per tale scopo acque reflue depurate o liquami zootecnici, con modalità e quantità che evitino l'inquinamento dei terreni e delle acque. In tale modo si otterrebbe contemporaneamente un incremento della produttività e lo smaltimento corretto di sostanze indesiderate. Inoltre si eviterebbe l'uso di concimi di sintesi i quali per la loro produzione hanno pur sempre un costo energetico che in ultima analisi comporta emissione di CO₂ nell'ambiente.

Pioppi, salici ed eucalitti oltre che di nutrienti, con differenze inter e intra specifiche e limiti massimi variabili, sono accumulatori anche di metalli pesanti e degradatori di idrocarburi e sono in grado di crescere su terreni inquinati da tali composti (MUGHINI *et al.* 2006, ROCKWOOD *et al.* 2000, PUNSHON *et al.* 1999). Queste loro caratteristiche potrebbero essere sfruttate per costituire piantagioni da biomassa proprio su terreni inquinati da sostanze indesiderate su cui, per motivi igienico-sanitari, le colture alimentari risultino interdette. In questi casi la ciclica asportazione della biomassa in tempi ravvicinati permetterebbe di ridurre la concentrazione degli inquinanti nel terreno interessato dalla coltura o nelle eventuali acque di superficie inquinate nella zona esplorabile dagli apparati radicali e contemporaneamente produrre biomassa per energia.

Inoltre non bisogna dimenticare che, come con la selezione è possibile esaltare caratteristiche desiderate quali la maggior capacità di accrescimento, adattabilità, resistenza ai parassiti, altrettanto è possibile per la capacità di accumulo di sostanze indesiderate.

Figura 1 - Produzione nazionale di legna per combustibili (dati ISTAT)

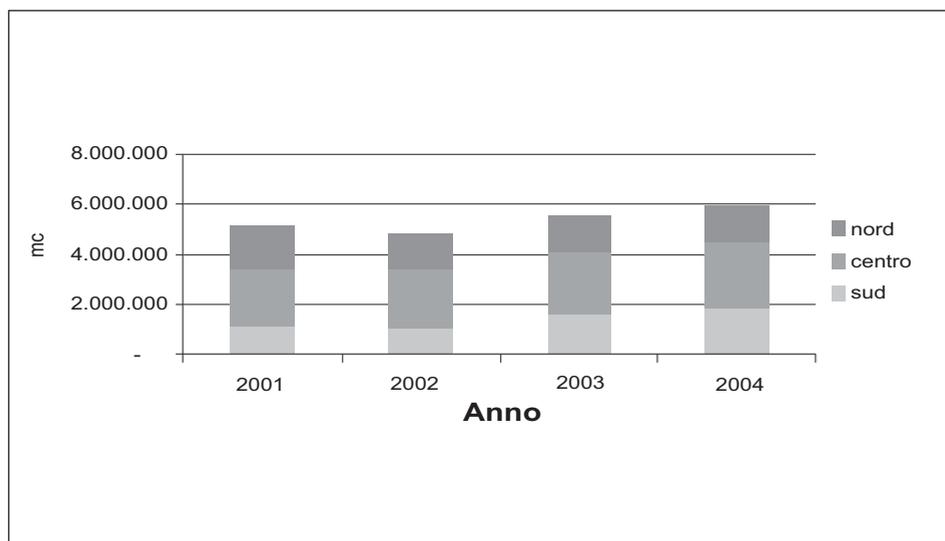


Tabella 1 - Protocollo orientativo di coltivazione per l'eucalitto al I anno

- 1) rippatura (80-100 cm)
- 2) diserbo chimico (glifosate)
- 3) aratura superficiale (30 cm)
- 5) affinamento terreno (erpicatura o fresatura)
- 6) piantagione e concimazione localizzata (40g/pianta di Agroblen 9+20+8+3,0MgO+0,1B)
- 7) diserbo chimico (Oxyfluorfen 0,50-0,70 l/ha p.a.)
- 8) irrigazione di soccorso (20-30 mm)
- 9) 1-2 fresature nell'interfila e 1 diserbo manuale intorno alle piante

Tabella 2 - Produzioni di biomassa anidra in tonnellate ettaro anno in alcuni impianti sperimentali CRA-ISP-URF

Specie	Densità (piante/ha)	turno (anni)	anno stima	media (t s.s./ha/anno)	miglior clone (t s.s./ha/anno)
Pioppo	10.000	2	II	11,00-13,00	17,00
Salice	10.000	2	II	9,00-13,00	19,00
Eucalitto	5.500	2	II	4,00-23,00	32,00
"	1.600	5	II	3,00-10,00	16,00
Robinia	8.000	2	II	2,00-11,00	

Figura 2 - Fustaia coetanea di faggio



Figura 3 - Ceduo naturale matricinato di quercia



Figura 4 - Piantagione da biomassa di eucalitto



Figura 5 - Piantagione da biomassa di pioppo



Bibliografia

- AAVV., 2003. "Le biomasse legnose. Un'indagine sulle potenzialità del settore forestale nell'offerta di fonti di energia". Rapporti 30/2003. APAT
- AAVV., 2002. Assorbimento e fissazione di carbonio nelle foreste e nei prodotti legnosi in Italia. Rapporti 21/2002. APAT
- Mughini G., Gras M., Facciotto G.; 2005. Eucalyptus Clonal Tests in Central-South Italy for Biomass Production. In: 14th European Biomass Conference & Exhibition. Paris, France 17-21 October
- Facciotto G., Bergante S., Lioia C., Mughini G., Nervo G., Giovanardi R., Manazzone S., Carretti R. 2005. Short rotation forestry in Italy with poplar and willow. In: 14th European Biomass Conference & Exhibition. Paris, France 17-21 October
- Facciotto G., Bergante S., Lioia C., Mughini G., Zenone T., Nervo G.. 2005 a. Produttività di cloni di pioppo e salice in piantagioni a turno breve V Congresso Nazionale SISEF. Foreste e società: cambiamenti, conflitti e sinergie. Università degli Studi di Torino-Grugliasco (TO), 27-30 Settembre.
- Mughini G., Alianiello F., Mascia M.G., Aromolo R., Benedetti A., Gras M., Facciotto G., 2006. Fitorisanamento con specie arboree da biomassa in terreni contaminati da arsenico: risultati preliminari. In: Convegno SISS 'Suolo Ambiente e Paesaggio'. Imola. 27-20/06/2006
- Punshon T., Dickinson N. 1999. Heavy metal resistance and accumulation characteristics in willows. *International Journal of Phytoremediation*. 1:4,361-385;
- Rockwood D.L., Alker G.R. 2000. Phytoremediation of Heavy Metal Contaminated Groundwater Using Cottonwood Trees. School of forest Resources & Conservation, UF, Gainesville, FL.

TERRITORIO E SOSTENIBILITÀ

ESPANSIONE DELLE COLTURE DA BIOMASSA SUL TERRITORIO ITALIANO: INCOGNITE LEGATE ALL'INTRODUZIONE DI SPECIE ALIENE POTENZIALMENTE INVASIVE

ROBERTO CROSTI, VANNA FORCONI

APAT - Dipartimento Difesa Natura-Servizio Agricoltura

Sommario

La riduzione degli habitat e l'espansione delle specie aliene invasive sono considerate tra le maggiori responsabili per il rischio di estinzione delle specie spontanee di tutti i continenti. In Italia sono centinaia le specie di piante vascolari aliene considerate invasive e molti sono gli habitat dove queste specie si riproducono e si sono naturalizzate. L'impatto di queste specie sugli ecosistemi è negativo sia dal punto di vista naturalistico che economico. Con l'espansione, in diverse zone pedoclimatiche, delle colture da biomassa su tutto il territorio nazionale il rischio della proliferazione di specie aliene potrebbe aumentare. Le caratteristiche autoecologiche delle specie invasive coincidono con le caratteristiche delle specie colturali a maggior rendimento e tipiche di efficienti specie pioniere che competono efficacemente con la flora spontanea, soprattutto su suoli primitivi e degradati. Anche in Italia con l'avvento su tutto il territorio di colture da biomassa, le aree degradate (come coltivi abbandonati), i margini dei coltivi e le aree frammentate potrebbero essere a rischio di invasione da parte di specie aliene che in seguito potrebbero insidiarsi nei residui di vegetazione spontanea all'interno degli agroecosistemi. Una valutazione del rischio di invasività, autoecologia delle specie ed una visione globale della invasività nelle altre aree del globo sono informazioni necessarie al fine di ridurre eventuali espansioni in habitat naturali di specie aliene usate per produzione di biomasse.

Introduzione

Il crescente consumo di energia dei paesi industrializzati, le instabilità economiche e politiche dell'approvvigionamento di combustibili fossili da Paesi terzi e l'inquinamento atmosferico prodotto dall'utilizzo di questi combustibili hanno favorito il sempre maggiore ricorso all'utilizzo di energia proveniente da fonti rinnovabili come le "biomasse", cioè l'utilizzo di massa vegetale proveniente da colture agro-forestali per la produzione di energia. L'impiego, su scala industriale, di materiale vegetale per energia se da una parte, a parità di energia consumata, riduce le emissioni di gas serra in quanto utilizza CO₂ denominata "fresca", cioè non originata da combustibile fossile, dall'altra corre il rischio di creare un impatto negativo sull'ambiente; da qui la necessità di appurare attentamente i potenziali rischi per l'ambiente dell'espansione delle colture proposte per la produzione di energia e verificare accuratamente le condizioni affinché il loro utilizzo possa essere compatibile con gli ecosistemi naturali. In un recente report (EEA 2006), la stessa Agenzia Europea per l'Ambiente sottolinea la necessità di analizzare, sotto molteplici aspetti, la compatibilità ambientale della produzione di biomasse.

Un aspetto poco considerato e che solo ultimamente sta preoccupando naturalisti ed ecologi (Raghu et al. 2006), è il rischio che le specie aliene utilizzate per la produzione di biomassa possano espandersi negli habitat naturali e creare danni sia agli ecosistemi sia alla biodiversità. Le specie utilizzate per le biomasse, infatti, oltre ad essere scelte per la loro elevata produttività, sono anche coltivate in grande quantità su ampie estensioni in tutto il territorio nazionale e con introduzioni periodiche; tutte queste sono caratteristiche ecologiche e colturali che le rendono specie con elevate capacità invasive (Kovacic 2003 in Schrader 2005).

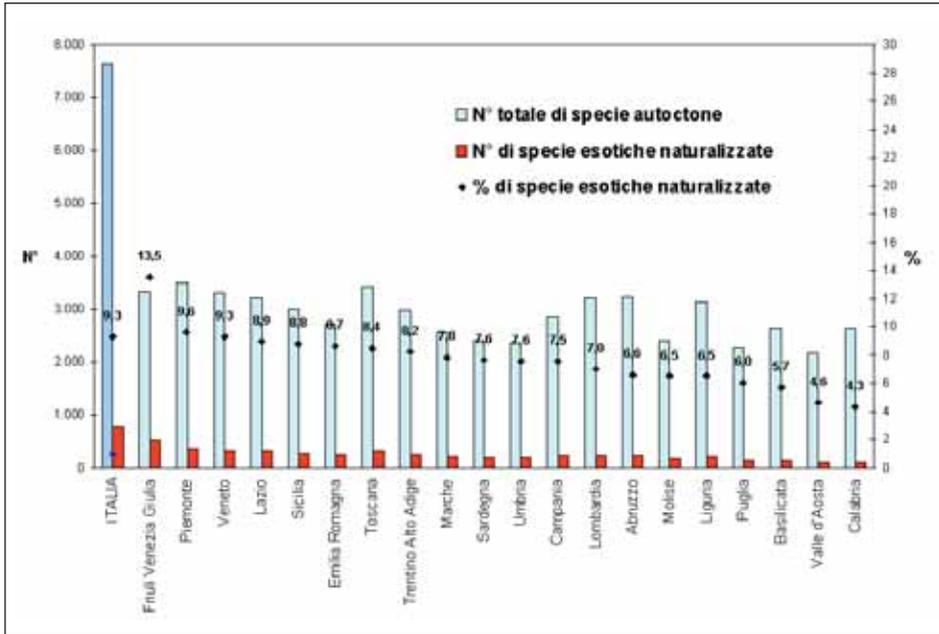
Le specie aliene, definizioni e distribuzione in Italia

Una specie aliena è una specie che si è dispersa al di fuori del suo areale naturale in maniera accidentale o deliberata; i suoi sinonimi possono essere termini come 'specie esotica' o 'specie alloctona'. A seconda della loro frequenza e delle loro capacità di propagazione le specie aliene possono differenziarsi in: occasionali, la cui capacità riproduttiva nel nuovo habitat è scarsa e quindi sopravvivono solo poche generazioni; naturalizzate, nel caso in cui si riproducono senza l'intervento umano e non creano danno agli habitat naturali; invasive, quando, grazie alle loro capacità riproduttiva, invadono gli habitat, mettendo a rischio la presenza di specie native e alterando l'ecosistema. Le invasive possono anche definirsi "nocive" quando la loro propagazione è tale da essere considerata un serio danno ecologico ed economico. Le aliene invasive possono essere anche descritte in funzione dell'ecologia dell'habitat dove crescono; abbiamo così le aliene: "*disturbance*", "*agricolture*" e "*environmental*" a seconda se l'habitat è degradato (anche all'interno di un habitat naturale), oppure se agricolo o naturale.

La distruzione degli habitat e l'espansione delle specie aliene invasive sono considerate le maggiori responsabili per il rischio di estinzione delle specie spontanee di tutti i continenti. Nell'articolo 8 (h) della Convenzione sulla Diversità Biologica del 1992, di cui l'Italia è Stato firmatario nel 1994, si sottolinea il rischio delle specie esotiche per gli ecosistemi naturali impegnando i Paesi contraenti a vietare l'introduzione e, se già presenti, ad eradicare esotiche invasive. Hurka (2002) cita infatti che: "*Le specie aliene sono fra le principali cause per la perdita della biodiversità, seconda solo alla distruzione degli habitat*".

In Italia sono presenti centinaia di specie di piante vascolari aliene considerate invasive (Viegi 2001) e sono diversi gli habitat dove queste specie si riproducono e si sono naturalizzate. Al momento sono censite 6711 spontanee e 782 specie aliene (Conti *et al.*, 2005). Nell'Annuario dei Dati Ambientali APAT 2005-2006 (2006) il numero e la distribuzione regionale delle specie esotiche naturalizzate è stato inserito come indicatore del *livello di minaccia di specie vegetali* (Fig.1 e Tabella 1).

Figura 1 - Piante vascolari autoctone e specie esotiche naturalizzate



Fonte: Anuario Apat 2005-2006

Tabella 1 - Numero totale di specie autoctone e di specie esotiche naturalizzate per regione

Regione	Totale specie autoctone	Specie esotiche naturalizzate	Numero totale di specie (autoctone+esotiche)	Specie esotiche naturalizzate
	n.	n.	n.	%
Piemonte	3.510	372	3882	9,6
Valle d'Aosta	2.174	105	2279	4,6
Lombardia	3.220	244	3464	7,0
Trentino Alto Adige	2.984	268	3252	8,2
Veneto	3.295	336	3631	9,3
Friuli Venezia Giulia	3.335	521	3856	13,5
Liguria	3.131	217	3348	6,5
Emilia Romagna	2.726	259	2985	8,7
Toscana	3.435	317	3752	8,4
Umbria	2.360	193	2553	7,6
Marche	2.571	219	2790	7,8
Lazio	3.228	317	3545	8,9
Abruzzo	3.232	230	3462	6,6
Molise	2.412	169	2581	6,5
Campania	2.844	232	3076	7,5
Puglia	2.286	146	2432	6,0
Basilicata	2.636	159	2795	5,7
Calabria	2.629	119	2748	4,3
Sicilia	3.010	290	3300	8,8
Sardegna	2.407	199	2606	7,6
ITALIA	7.634	782	8.416	9,3

Fonte: Elaborazione APAT su dati tratti da Conti, Abbate, Alessandrini, Blasi, 2005 - *An annotated checklist of the Italian vascular flora*.
Min. Amb. D.P.N.; Dip. Biol. Veg., Univ. di Roma La Sapienza.

Fonte: Anuario Apat 2005-2006

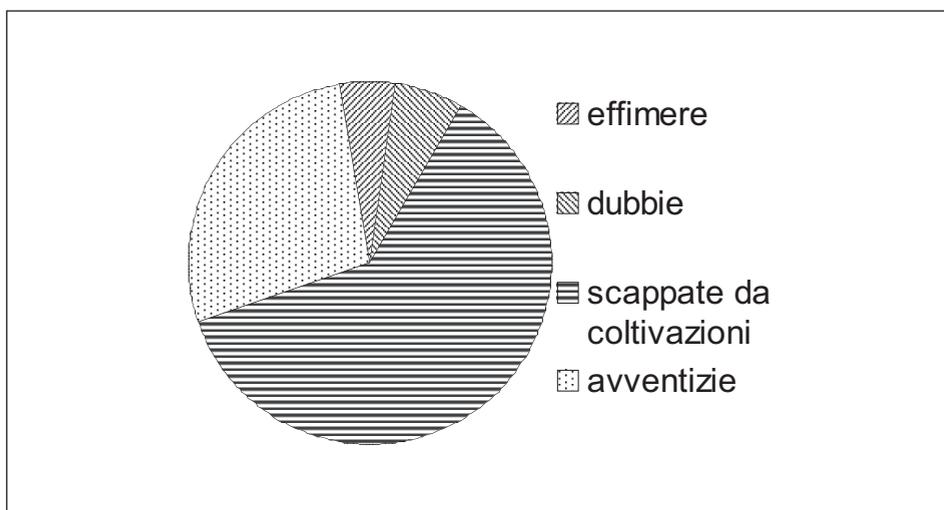
Impatti sugli ecosistemi

L'impatto delle specie esotiche sugli ecosistemi naturali può essere dannoso sia dal punto di vista naturalistico sia da quello economico; ad esempio, *Sorghum halepense* (specie geneticamente affine al sorgo coltivato), è invasiva in tutta l'Italia e negli Stati Uniti; in quest'ultima Nazione, dove è considerata invasiva in 1/3 degli Stati, crea un danno stimato intorno ai 30 milioni di dollari all'anno (McWhorter 1993). Le specie aliene invasive sono infatti responsabili del cambiamento sia della frequenza delle specie autoctone sia della struttura della vegetazione spontanea (Mooney et al. 2000; Crosti et al. 2007). Il ripristino degli ecosistemi impattati comporta elevati costi economici. Oltre ad essere ecologico, il danno può essere anche di tipo agronomico (Pimentel et al. 2005) per l'invasione nelle coltivazioni destinate ad uso alimentare, ed archeologico per la crescita delle piante su manufatti storici (Celesti-Grappo et al. 2004), quest'ultimo risulta particolarmente importante in un Paese ad elevata valenza di turismo storico-culturale come l'Italia.

Echinochloa colona e *Sorghum halepense* sono specie esotiche il cui ingresso è legato alle colture del riso. La prima introdotta come coltura alternativa, la seconda attraverso sementi non pure. Queste specie sono diventate invasive in diversi habitat di molte regioni italiane; entrambe le specie sono considerate infestanti in agricoltura e sono causa di danno economico sia per i costi di eradicazione sia per la minor resa nel raccolto. La specie affine *Sorghum bicolor*, con le sue diverse varietà, è una specie proposta per coltura da biomassa in Italia nonostante venga considerata in diversi Paesi una aliena invasiva.

Con l'espansione nelle diverse zone pedoclimatiche del territorio nazionale di "nuove" colture per biomassa, potrebbe aumentare il rischio della proliferazione di specie aliene e di genotipi non locali. Dati recenti (Viegi 2001) dimostrano che più del 60% delle specie aliene invasive sono introdotte da coltivazioni agricole o sono in qualche modo collegate alle colture ornamentali (Fig. 2).

Figura 2 - Categorie di specie aliene invasive in Italia

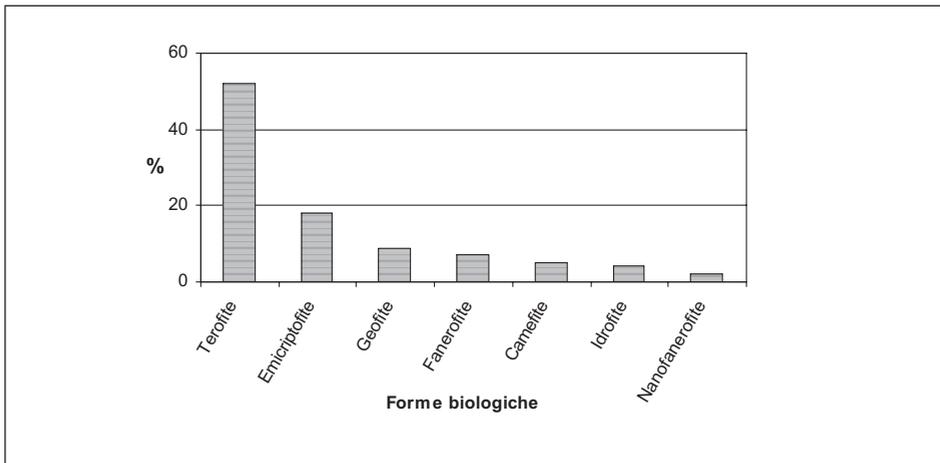


Fonte: Viegi 2001.

Le specie aliene nei diversi habitat e le nuove specie proposte per biomassa

Molte delle caratteristiche autoecologiche delle specie invasive coincidono con le caratteristiche di quelle colturali usate per produzione di biomassa, come ad esempio: elevato grado di riproduzione e corto periodo rigenerativo (più del 50% delle aliene invasive in Italia sono terofite - Fig.3); elevato grado di dispersione e diffusione; plasticità fenotipica; grande "range" di distribuzione; precoce germinazione; efficienza della plantula nell'assorbimento idrico; banca semi persistente e dormienza eterogenea. Tutte queste sono caratteristiche tipiche anche di specie pioniere che competono efficacemente con la flora spontanea soprattutto su suoli primitivi e degradati.

Figura 3 - Forme biologiche di specie aliene invasive in Italia

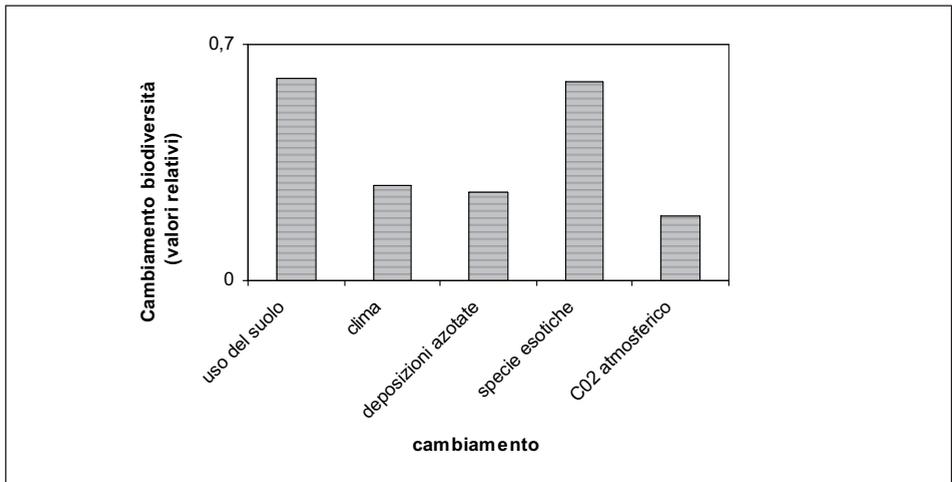


Fonte: Viegi 2001

L'habitat mediterraneo, caratterizzato da inverni piovosi ed estati calde, favorisce le produzioni agricole, ma anche la presenza di specie invasive di piante provenienti da regimi climatici simili. Non a caso in Sud Africa e nell'Australia Occidentale, il numero di specie esotiche è elevato e gran parte degli ecosistemi sono stati invasi da specie provenienti proprio da altre regioni a clima mediterraneo. Secondo i risultati di un modello di previsione che analizza la biodiversità globale nel 2100 (Sala et al. 2000), nel bioma mediterraneo la presenza di specie esotiche, insieme al cambiamento di uso del suolo, è considerata la maggiore "driving force" per il cambiamento di biodiversità (Fig.4).

Nel Sud Africa mediterraneo, per esempio, specie come *Cytisus scoparius*, *Nerium oleander*, *Lythrum salicaria*, *Ulex europaeus*, *Opuntia ficus-indica*, *Cirsium vulgare*, *Datura stramonium*, *Xanthium spinosus* sono considerate specie alloctone invasive e quindi dannose per gli ecosistemi. Allo stesso modo *Phalaris arundinacea*, una graminacea di ambiente umido temperato, spontanea in Italia, viene proposta negli Stati Uniti come specie per la coltivazione per biomassa, nonostante sia considerata invasiva di ambienti umidi e dannosa per gli habitat naturali nel Nord America (Morrison et al. 1999). Situazioni simili, anche se con specie non legate all'agricoltura, sono il caso di *Euphorbia terracina* negli habitat mediterranei australiani e di *Cirsium arvense* in gran parte del Nord America. Questi ultimi esempi dimostrano come delle specie, anche poco comuni nell'habitat originario, possano trasformarsi in invasive in altre regioni se

Figura 4 - Effetto dei principali cambiamenti nel bioma Mediterraneo e previsione del cambiamento della biodiversità in una previsione nel 2100



Fonte: Sala et al. 2000.

trovano diverse condizioni ambientali in particolare minore competizione da parte delle specie "residenti" e l'assenza di predatori e/o patogeni (Blumenthal 2006).

Miscanthus sinensis e il suo ibrido *Miscanthus x giganteus* sono tra le specie proposte per coltivazioni da biomasse in Italia. La prima viene considerata invasiva in diversi Paesi mentre la seconda, un allopoliploide che non produce semi vitali, ha una elevata riproduzione vegetativa dai rizomi tale da renderla potenzialmente invasiva. Per quest'ultima, al rischio di proliferazione vegetativa, si unisce anche il rischio che l'allopoliploidia non sempre può garantire la permanenza di sterilità (Gray et al. 1991).

Panicum virgatum, che ha molte caratteristiche riproduttive in comune con il miscanto possiede in aggiunta la capacità di elevata produzione di semi, fatto che rende il panico ancora più invasivo. Il *P. virgatum* è infatti considerato una specie invasiva in molte parti del mondo (Randal et al. 1996), l'assenza di competitori e di nemici naturali sono tra le motivazioni che favoriscono l'invasività di questa specie (Forman 2003).

Crambe abyssinica è un'altra delle specie proposte e sperimentate per la produzione di biomassa e la sua coltivazione risulta economicamente conveniente anche per la produzione di semi da olio. I semi, che la pianta produce in grandi quantità, hanno una dormienza anche "post raccolto" tipica dei *taxa* "non domesticati" (mantengono cioè caratteristiche tipiche delle spontanee). Questa particolarità fa sì che plantule di *C. abyssinica* possano emergere anche ad anni di distanza dal raccolto rendendola così potenziale invasiva.

Kochia scoparia è una specie eurasiatica particolarmente tollerante all'aridità e per questa sua caratteristica è tra quelle proposte per la produzione di biomassa in aree mediterraneo-aride. Negli Stati Uniti, dove la specie è già utilizzata per la produzione di energia, è diventata un'invasiva in parecchie regioni tanto che sono stati elaborati dei protocolli specifici per la sua prevenzione ed eradicazione.

Helianthus tuberosus, topinambur, è una specie originaria del Nord America conosciuta per la sua elevata produttività. Produce grosse quantità di tuberi ricchi di carboidrati e per questo viene già utilizzata per la produzione di etanolo. La specie risulta invasiva in molti agroecosistemi dell'Europa a clima temperato (Hartmann et al. 1995; Weber et al. 2005). Diverso è il caso del carciofo *s.l.* alla cui specie, *Cynara cardunculus*, appartengono il car-

ciofo coltivato (var. *scolymus*), il "cardo" coltivato (var. *altilis*) ed il carciofo selvatico spontaneo (var. *sylvestris*). Il carciofo selvatico spontaneo ha caratteristiche tali da renderlo resistente allo stress idrico, pertanto diviene coltura vocata per territori particolarmente siccitosi (Raccuia et al. 2004a). Il genotipo della specie spontanea al momento è ben separato, sia geneticamente sia spazialmente, dalle varietà coltivate (Raccuia et al. 2004b), ma l'espansione e l'incremento delle colture di "cardo" per biomassa sono un potenziale pericolo per il rischio di inquinamento genetico del *taxon* spontaneo. L'espansione delle colture, infatti, favorisce il superamento delle barriere naturali di carattere morfologico, ecologico e geografico permettendo eventi di ibridazione in *taxa* filogeneticamente affini (Scalera 2001). Maggior danno si avrebbe dall'introduzione di genotipi di provenienza spagnola la cui capacità produttiva e di crescita è di gran lunga maggiore (da qui l'utilizzo per biomasse) dei genotipi presenti in Italia. L'espansione di questo nuovo genotipo potrebbe favorirne l'invasività a danno di molte altre specie spontanee con le quali riuscirebbe a competere più facilmente per risorse quali luce, acqua e spazio; questi genotipi hanno infatti elevata capacità riproduttiva, formazione di fitomassa e germinazione precoce.

Per quanto riguarda le specie arboree ed arbustive, utilizzate per le coltivazioni di "Short Forestry Rotation", oltre alla *Robinia pseudoacacia*, leguminosa la cui invasività nei terreni degradati è ben nota, potrebbe essere potenzialmente pericoloso l'uso di acacie come per esempio *Acacia saligna*. Tale leguminosa dotata di fillocladi si è dimostrata invasiva nell'habitat arbustivo del mediterraneo Sud Africano (Holmes et al. 1997) e introdotta in Italia negli anni '60, per scopi ornamentali e di consolidamento del terreno, è diventata abile competitora nei mantelli di bosco dell'Italia meridionale. Questa acacia ha una grande produzione di fitomassa e genera un elevato numero di semi vitali che probabilmente non hanno predatori.

In Italia le specie aliene invasive tendono a diffondersi in habitat degradati e/o disturbati mentre la loro frequenza è bassa negli habitat naturali. Gran parte delle specie introdotte, infatti, rimangono confinate ad habitat antropizzati ed alle coltivazioni (Celesti-Grapo 2004). Va però considerato che, se da una parte le specie esotiche riducono la loro presenza al progredire della serie della vegetazione, dall'altra ostacolano l'avanzare della serie stessa rallentando così il processo naturale di ripristino dell'habitat. Da qui la necessità di prevenzione, eradicazione e controllo delle specie alloctone invasive per il ripristino degli ecosistemi per la salvaguardia e il recupero delle funzioni e della biodiversità naturale (Hulme 2006). Tale necessità è evidenziata tra le azioni chiave del Piano Strategico Nazionale per le Politiche Agricole Comunitarie 2007-2013.

Nelle comunità vegetali naturali degli agroecosistemi mediterranei tipici della "wheat-belt" dell'Australia mediterranea, il disturbo del suolo e l'incremento di nutrienti sono tra le cause principali della frequenza di invasive annuali tipo *Avena fatua* (Hobbes et al. 1988). La disponibilità di risorse, in coincidenza con la disponibilità del germoplasma alloctono (Davis et al. 2000) è, infatti, uno dei fattori principali per l'invasione di specie aliene.

Per questo motivo le specie spontanee sono in grado di limitare l'espansione di quelle esotiche, che utilizzano le loro stesse risorse, con l'aumentare della loro diversità (Fargione et al. 2003). Con la coltivazione sul territorio italiano di vaste estensioni di colture da biomassa, gli agroecosistemi potrebbero essere più soggetti a rischio di invasione da parte di specie aliene alimentando così anche il sistema *source-sink* delle invasive. L'elevato numero di aree degradate/disturbate, infatti, può favorire l'espansione delle specie aliene che in questo tipo di habitat riescono ad avere una "performance" migliore. Solitamente il "disturbo" è un processo rilevante per il rinnovamento delle specie vegetali e viene considerato importante per la conservazione della biodiversità. In natura sono molte le cause di disturbo per la vegetazione come ad esempio incendi, frane, eventi atmosferici devastanti, ter-

remoti, vulcani. Se il disturbo si verifica in aree naturali la ricolonizzazione dell'area perturbata avviene grazie al germoplasma di specie spontanee proveniente dalle zone limitrofe. Nel caso di aree già di per sé degradate dal punto di vista naturalistico, quali quelle coltivate, che presentano anche una bassa diversità di germoplasma di specie spontanee, la presenza di grosse produzioni di specie esotiche per biomassa potrebbe essere un ulteriore danno alla biodiversità qualora le nuove specie coltivate si rivelassero anche invasive. La radicazione di specie invasive, infatti, oltre a rallentare la ripresa della vegetazione spontanea può anche favorire la perdita di biodiversità dei residui di vegetazione all'interno degli agroecosistemi. Le invasive, infatti, tendono ad invadere prati e boschi i quali, per frammentazione e per prossimità con aree sottoposte ad uso di fertilizzanti, sono già di per sé habitat sensibili all'insediamento di specie generaliste. Lo stesso Comitato delle Regioni dell'Unione Europea, in un recente documento (UE 2006), sottolinea la necessità, per arrestare la perdita di biodiversità, di valutare l'impatto ambientale di progetti che prevedono l'introduzione o gestione di specie aliene potenzialmente invasive.

Conclusioni

Al fine di ridurre eventuali espansioni in habitat naturali di specie aliene usate su larga scala per la produzione di biomassa, sarebbe necessario: una più approfondita analisi della problematica attraverso una visione globale della invasività nelle altre aree del globo; ricerche sperimentali sulla capacità invasiva e la competizione con le spontanee in diverse condizioni pedoclimatiche e la predisposizione, come già avviene in altri Paesi, di una Analisi del Rischio di Invasività (WRA). L'analisi del rischio ha lo scopo di identificare quelle che sono le specie aliene con elevato potenziale di invasività. Una buona analisi può individuare quali sono le specie "rischiose" e quindi non autorizzarne l'utilizzo in massa. Solitamente, l'Analisi del Rischio si basa su una valutazione degli aspetti biogeografici, dei dati storici, della biologia ed ecologia delle specie aliene (Krivanek et al. 2006). Dall'analisi scaturisce un "punteggio", a valori alti solitamente corrisponde un elevato rischio di invasività. Al momento nel Dipartimento Difesa della Natura dell'APAT (Servizi: Agricoltura e Risorse Naturali) è in corso uno studio sull'Analisi del Rischio delle specie aliene nel Lazio (Tabella 2).

Tabella 2 - Analisi del rischio di specie aliene nel Lazio a clima mediterraneo

Specie	WRA	Invasività da letteratura /conoscenza	Specie biomassa
<i>Aesculus hippocastanum</i>	-3	No	No
<i>Ailanthus altissima</i>	16	Si	Si
<i>Carpobrotus edulis</i>	11	Si localmente	No
<i>Robinia pseudoacacia</i>	15	Si	Si
<i>Sorghum halepense</i>	19	Si	Affine (S. Bicolor)
<i>Yucca gloriosa</i>	-1	No	No
<i>Zea mais</i>	3	No	Si
<i>Helianthus tuberosus</i>	12	Si clima in clima temperati	Si

Fonte: Risultati preliminari da tesi di Stage Apat del dott. Walter Testa

Nel caso del rischio di invasività di specie aliene si deve agire sia dal punto di vista agronomico sia biologico (Raghu et al. 2006) con criteri e severità simili a quelli già adottati per “biological control agents” (Sheppard *et al.* 2003) e per le piante geneticamente modificate (Giovannelli et al. 2004; Sorlini *et al.* 2005).

Tra i compiti degli esperti e delle autorità preposte alla conservazione e salvaguardia dell’ambiente, prima di promuovere coltivazioni di specie dedicate alla produzione di biomassa su estese superfici di territorio, dovrebbe esserci anche quello di valutare il rischio ecologico e prevedere l’utilizzo di tecniche colturali che, pur favorendo la crescita della pianta, ne riducano la possibilità di riproduzione. L’impiego di analisi di rischio e tecniche colturali ridurranno la presenza di specie aliene invasive ed il conseguente danno alla diversità delle specie vegetali spontanee ed alla biodiversità in generale.

Si ringraziano:

i colleghi dell’APAT Salvatore Cipollaro, Carmela Cascone, Stefania Ercole e Pietro Bianco per il loro valido contributo a questo lavoro.

Bibliografia

- APAT 2006. Annuario dei dati ambientali 2005-2006.
- Blumenthal, Dana M. (2006) Interactions between resource availability and enemy release in plant invasion. *Ecology Letters* 9 (7), 887-895.
- Celesti-Grapow L., 2005. Specie esotiche –La flora. In Blasi C. (ed. in chief), - Stato della biodiversità in Italia. Contributo alla strategia nazionale per la biodiversità. Palombi Editori. Roma: 193-201.
- Celesti-Grapow L., Blasi C., 2004. The role of alien and native weeds in the deterioration of archaeological remains in Italy. *Weed Technology* 18.
- Connell, J.H., 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* 199: 1302-1310.
- Conti F., Abbate G., Alessandrini A., Blasi C., 2005 Annotated checklist of the Italian vascular flora. Palombi Editore.
- Crosti R., Dixon K.W., P.G. Ladd and Yates C.J (2007). Changes in the structure and species dominance in vegetation over 60 years in an urban bushland remnant. *Pacific Conservation Biology* In press.
- Davis, M. A.; Grime, J. P.; Thompson, K. 2000. Fluctuating resources in plant communities: a general theory of invasibility. *Journal of Ecology* 88:528-534.
- EEA 2006 How much bioenergy can Europe produce without harming the environment? EEA n 7/2006.
- Fargione J., Brown C. S. and D. Tilman 2003. Community assembly and invasion: An experimental test of neutral versus niche processes. *PNAS* 100.
- Forman, J. 2003. The introduction of American species into Europe: issues and consequences. In *Plant Invasions—Ecological Threats and Management Solutions*. Leiden, The Netherlands.
- Giovannelli V., Lener M., Mobili L., Selva E., 2004. Piante geneticamente modificate e ambiente. Rapporti APAT 44.
- Gray, A.J., D.F. Marshall, and A.F. Raybould. 1991. A century of evolution in *Spartina anglica*. *Advances in Ecological Research* 21:1-62.
- Hartmann, E., Schuldes, H., Kübler, R., and Konold, W. (1995) Neophyten. Biologie, Verbreitung und Kontrolle ausgewählter Arten. Ecomed, Landsberg.
- Hobbs R.J., Atkins L., 1988. Effect of disturbance and nutrient addition on native and introduced annuals in plant communities in the Western Australian wheatbelt Austral

- Ecology 13 (2), 171–179.
- Holmes, P.M. and R.M. Cowling. 1997. The effects of invasion by *Acacia saligna* on the guild structure and regeneration capabilities of South African fynbos shrublands. *Journal of Applied Ecology* 34.
- Hulme, P. E., 2006. Beyond control: wider implications for the management of biological invasions. *Journal of Applied Ecology* 43 (5), 835-847.
- Hurka H., 2002. Evolutionary consequences of biological invasions. *Neobiota* 1:203-204.
- Kowarik I., 2003. Biologische Invasionen - Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa, Ulmer, Stuttgart, 380 p.
- Krivanek M. & Pysek P., 2006. Predicting invasion by woody species in a temperate zone: a test of three risk assessment schemes in the Czech Republic (Central Europe). *Diversity and Distribution* 12, 319-327.
- McWhorter C. G. 1993 , *Weed Science* 41, 669.
- Mooney H. A. and Hobbs R. J., 2000. *Invasive Species in a Changing World*. Island Press.
- Pimentel D., Zuniga R., Morrison D., 2005. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecological Economics* 52 , 273– 288.
- Raccuia S.A., Cavallaro V. Melilli M.G., 2004a. Intraspecific variability in *Cynara cardunculus* L. var. *sylvestris* Lam. Sicilian populations: seed germination under salt and moisture stresses. *J. of Arid Environment* 56: 107-116.
- Raccuia S.A., Mainolfi A., Mandolino G., Melilli M.G., 2004b. Genetic diversity in *Cynara cardunculus* L. revealed by AFLP markers: wild and cultivated taxa comparisons. *Plant Breeding* 123: 280-284.
- Randall, J.M., Marinelli, J. (eds.). 1996. *Invasive plants: weeds of the global garden*. Brooklyn Botanic Garden Handbook 149.
- Raghu S, R. C. Anderson, C. C. Daehler, A. S. Davis, R. N. Wiedenmann, D. Simberloff, R. N. Mack. Adding Biofuels to the Invasive Species Fire? *Science* Vol. 313. no. 5794, p. 1742
- Sala O.E., e 18 altri 2000. Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100. *Science* 10: Vol. 287. no. 5459, pp. 1770 – 1774.
- Scalera R. 2001. *Invasioni biologiche. Le introduzioni di vertebrati in Italia: un problema tra conservazione e globalizzazione*. Collana Verde, 103. Corpo Forestale dello Stato. Ministero per le Politiche Agricole e Forestali. Roma.
- Scharader G., 2005. Invasive alien plants in Europe-how can they be regulated? *Proceedings Invasive plants in Mediterranean type regions of the world*. May 2005.
- Shannon L. Morrison S. L., Molofsky J. 1999. Environmental and genetic effects on the early survival and growth of the invasive grass *Phalaris arundinacea*. *Can. J. Bot.* 77(10): 1447–1453.
- Sheppard W., Hill R., DeClerck-Floate R.A., McClay A., Olckers T., Quimby Jr P.C., and H.G. Zimmermann 2003. A global review of risk-benefit-cost analysis for the introduction of classical biological control agents against weeds: a crisis in the making? *Biocontrol News and Information*.
- Sorlini C., 2005. *La valutazione del rischio ambientale dell'emissione deliberata dell'ambiente di organismi geneticamente modificati*. Ministero Ambiente e della Tutela Territorio.
- Unione Europea-Comitato delle Regioni (2006). *Comunicazione della Commissione. Arrestare la perdita di biodiversità entro il 2010-e oltre*. COM(2006) 216 def.
- Viegi, L. (2001) *Investigations on some reproductive features of invasive alien plants in Italy*. In Brundu, G. et al. *Plant invasion* Backhuys Publishers, Leiden.
- Weber E., Gut D., 2005. A survey of weeds that are increasingly spreading in Europe. *Agronomy. For Sustainable Development* 25 109-121.

USO DI COLTURE ENERGETICHE PER IL RIPRISTINO AMBIENTALE

ANNA BENEDETTI¹, GIOVANNI MUGHINI², FRANCESCO ALIANIELLO¹, MARIA GABRIELLA MASCIA¹

¹Cra-Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, Roma

²CRA-ISP, Unità di Ricerca URF – Sezione di Roma

Sommario

Dare una definizione univoca di qualità del suolo è oltremodo difficile in quanto è di fondamentale importanza stabilire l'uso che di esso se ne vuole fare e per ciascun uso sarà indispensabile fornire una definizione in funzione dell'obiettivo da raggiungere. Non a caso infatti la stessa normativa vigente, ad esempio in materia di siti contaminati, stabilisce limiti differenti in funzione della differente destinazione d'uso come insediamenti urbani, verde pubblico, ecc.

Una delle definizioni di qualità più conosciute internazionalmente per i suoli agrari è stata fornita da Doran e Parking nel 1994 come la "capacità del suolo di interagire con l'ecosistema per mantenere la produttività delle colture, la qualità ambientale e promuovere la salute degli animali e delle piante".

L'individuazione di siti di produzione idonei ad ospitare le colture energetiche propone una serie di riflessioni che collegano il concetto di qualità del suolo a quello di qualità ambientale e qualità delle produzioni.

Nella presente nota verranno discusse le potenzialità che diversi territori possono avere per la coltivazione di colture energetiche finalizzate non solo alla qualità delle produzioni, ma anche alla gestione sostenibile della risorsa suolo nello scenario agricolo italiano.

Verranno altresì discussi criteri di valutazione della qualità del suolo con la proposta di alcuni indicatori utili nella pianificazione degli interventi agricoli.

Infine verrà fornita una breve disamina relativa alle caratteristiche che alcune aree di produzione possono presentare in funzione delle potenzialità che le colture energetiche sono in grado di esprimere nella riqualificazione ambientale.

Premessa

A livello europeo l'ultimo decennio è stato caratterizzato da numerose iniziative volte alla protezione del suolo. Molti i documenti stilati che ne evidenziano il ruolo fondamentale nella produzione di alimenti e biomasse, di materie prime ed energia, nonché base per tutte le attività umane comprese quelle connesse con gli aspetti storici e culturali.

Si è parlato spesso della multifunzionalità del suolo e sul modo in cui entrano in competizione diverse destinazioni d'uso del suolo stesso là dove le attività umane insistono su spazi esigui come ad esempio in Italia.

Un corretto uso del suolo non può prescindere da una puntuale ed attenta valutazione delle potenzialità che ciascun suolo può esprimere in funzione dell'obiettivo perseguito in relazione ai principali problemi che riguardano i suoli stessi.

Cause di degrado del suolo

La strategia tematica sulla conservazione del suolo elaborata dall'Unione Europea concretizzata con la comunicazione del 22/9/2006 n. 232 inerente la proposta di Direttiva del parlamento e del Consiglio ha focalizzato l'attenzione su una serie di problemi che vanno dall'erosione idrica, alla contaminazione locale e diffusa, alla compattazione superficiale e profonda, alla perdita di sostanza organica, alla diminuzione di biodiversità, alla salinizzazione e al rischio idrogeologico causa di frane ed inondazioni. Le problematiche che interessano il territorio italiano non si discostano da quanto evidenziato per gli altri Paesi dell'Unione Europea.

Più del 77% del territorio italiano è a rischio erosione a causa dell'energia di rilievo e dell'erodibilità dei suoli. Tale rischio si intensifica per pressione antropica dovuta soprattutto a tecniche di lavorazione improprie, la mancanza di interventi di sistemazione idraulico agrarie, inerbimenti, movimenti di massa nelle zone di scavo, aumento dell'erosività delle piogge, ecc. (Van der Knijff et al. 1999 dell'European Soil Bureau).

Difficile da stimare e da arginare l'inquinamento diffuso del suolo, causa della perdita o del danneggiamento di alcune funzioni del suolo e della qualità delle acque. L'inquinamento del suolo può avere conseguenze gravissime sulla salute umana ed animale e sulla conservazione dell'ambiente, andando ad incidere direttamente sulle catene trofiche e sulla produzione di alimenti. Tra le principali cause di inquinamento diffuso sono riscontrabili le deposizioni atmosferiche, le pratiche agricole aggressive, trattamenti dei rifiuti ed alle acque reflue non idonei, ecc.

Diverso il caso dell'inquinamento localizzato rappresentato dai siti contaminati intendendo con essi "tutte le aree nelle quali è stata accertata un'alterazione puntuale delle caratteristiche naturali del suolo da parte di qualsiasi sostanza xenobiotica oltre i limiti previsti dal DM 471/99". Nel 2001 in Italia sono stati censiti 41 siti di interesse nazionale da bonificare.

La compattazione superficiale e profonda causata dalla compressione della massa volumica con perdita di aerazione e capacità di trattenuta dell'acque e conseguentemente della vita delle biomasse vegetali su di esso. Eventi naturali, ma soprattutto l'impatto antropico ne sono l'elemento scatenante.

L'impermeabilizzazione è causa di perdita di terreno agrario e naturale con la cementificazione della sua superficie e l'alterazione delle caratteristiche principali del suolo.

Il contenuto medio in sostanza organica dei suoli italiani si aggira intorno all'1,5%. Se si pensa che questo dato medio deriva da valori che assommano insieme suoli naturali, forestali, pascoli e suoli agrari, si evince facilmente come i suoli agrari siano drammaticamente a rischio di perdita di sostanza organica per mineralizzazione ed erosione. E' stato stimato che senza le dovute reintegrazioni con fertilizzazioni organiche, interrimento dei residui delle coltivazioni, inerbimento, circa l'1,5% di sostanza organica del terreno viene perso ogni anno per mineralizzazione. L'accumulo di sostanza organica nel suolo è un processo molto più lento della sua perdita. Le zone stimate più a rischio per l'Italia sono Sicilia, Sardegna, Calabria e Puglia (ANPA – Atlante degli indicatori del suolo- 2001).

Strettamente collegato alla perdita di sostanza organica è la perdita di biodiversità. Nel suolo esistono microreti, mesoreti e macroreti che una volta andate perdute per essere ricostituite necessitano di tempi variabili nell'ordine da settimane ad anni.

E' qui il caso di ricordare che i microrganismi del suolo sono i mediatori della fertilità del suolo e dello sviluppo delle piante, senza la loro preziosissima opera gli elementi nutritivi contenuti nel suolo sarebbero indisponibili per le piante. Il problema di fondo della valutazione della perdita di biodiversità del suolo risiede nella mancanza ancora oggi di metodi di valutazione seriale affidabili e pratici.

La salinizzazione causata dall'accumulo nel suolo di sali solubili dovuta ad uso irriguo di acque anomale, all'inquinamento delle falde con acque marine, provoca la perdita di fertilità del suolo con l'impossibilità in alcuni casi della coltivazione stessa. In Italia (Dazzi, 2001) i suoli interessati da salinizzazione secondaria sono localizzati nella maggior parte in Sicilia e rappresentano circa il 10% dell'intero territorio regionale; molte aree delle fasce costiere della Sardegna e della Puglia sono interessate dal medesimo fenomeno.

Molte dunque sono le cause di degrado del suolo e sommando tutte le superfici inutilizzabili per la produzione di alimenti emerge come in realtà l'intera superficie agricola utile in Italia sia in continua contrazione. Se a questo si aggiunge che tutti questi problemi vengono ad acuirsi nel momento in cui del suolo ne viene fatto un uso improprio, si impone una corretta gestione territoriale accompagnata da una seria pianificazione, nell'intento da un lato di contenere questi fenomeni, dall'altro di condurli nel tempo ad una sia pure lenta risoluzione.

Attenzione particolare deve essere prestata alla coltivazione di piante per uso energetico che, a seconda di come viene valutato il problema, può rappresentare sia un beneficio che una sottrazione di suolo alla coltivazione di derrate alimentari. Infatti molta letteratura sta fiorendo in questi anni sull'opportunità che può nascere a livello aziendale nella coltivazione di piante per uso energetico. Due correnti di pensiero si stanno confrontando, e precisamente quella che vede l'impianto di colture per uso energetico su suoli altamente fertili al fine di realizzare alte rese, l'altra che invece suggerisce di utilizzare suoli definiti "eccedentari" o "marginali", vedendo nelle colture per uso energetico un valore aggiunto per il reddito dell'azienda da praticarsi parallelamente ad altre colture destinando alla loro coltivazione quei terreni che diversamente sarebbero rimasti incolti.

Colture per uso energetico

E' noto dalla letteratura scientifica che molti dei problemi elencati precedentemente sulle cause di degrado del suolo possono essere arginati attraverso la coltivazione di piante che non vengano poi destinate all'alimentazione. Esistono piante resistenti a "stress" causati da eccesso di salinità, piante che riescono a sopravvivere e riprodursi su suoli inquinati da metalli pesanti, fitofarmaci, eccesso di nutrienti. Erosione, smottamenti, frane possono essere controllati attraverso la riforestazione di aree degradate, ecc.

Particolarmente adatte a questo tipo di funzione sono le cosiddette colture legnose a ciclo breve in quanto in grado di produrre biomassa per uso energetico e di fitodepurare suoli ed acque da sostanze indesiderate. Di seguito verranno brevemente riferiti alcuni risultati ottenuti nel corso di precedenti esperienze maturate nell'ambito di attività di collaborazione tra il CRA-Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante (ISNP) e CRA-Istituto Sperimentale per la Pioppicoltura (ISP) (Mughini^a et al 2006, Mughini^b et al. 2006).

In particolare sono stati condotti studi sulle potenzialità di fitorisanamento da arsenico da parte di eucalitto, salice e pioppo. I risultati riguardano un lavoro preliminare effettuato a livello di vivaio impiegando come substrato un terreno agricolo sito nel Comune di Scarlino (GR) con elevate quantità di metalli pesanti (As 208 mg/kg, Cr 98, Cu 52, Pb 43, Zn 167, Nichel 51) su cui sono state fatti crescere 5 cloni di pioppo, altrettanti di salice e 16 di eucalitto.

I cloni di eucalitto saggianti mediamente risultano avere una capacità di accumulo dell'As nelle foglie (2,691 mg/kg) superiore a quelli di pioppo (2,176 mg/kg) e di salice (1,781 mg/kg). I valori più elevati sono dati da 2 cloni di eucalitto seguiti da uno di pioppo (rispettivamente 7,775; 5,850; 3,965 mg/kg).

La variabilità tra cloni di eucalitto per capacità di accumulo riscontrata fa supporre sia pos-

sibile una selezione dei più promettenti. Altrettanto risulta in bibliografia per pioppo e salice (Rockwood D.L. *et al.* 2000; Punshon & Dickinson 1999). L'esiguo numero di cloni di pioppo e salice saggiati nella presente prova non permette di verificare tale ipotesi, ed è opportuno pertanto ampliare la sperimentazione ad un numero di genotipi più ampio appartenenti anche ad altre specie ed ibridi. Infatti, ad esempio, Rockwood D.L. *et al.* (2000), in una prova in pieno campo con cloni di *P. deltoides* hanno riscontrato mediamente valori di accumulo di As nelle foglie di 6,7 mg/kg, nettamente superiori a quelli dei cloni di *P. x canadensis* usati nella presente prova.

In conclusione questi primi risultati confermano la capacità fitoestrattiva di queste piante arboree, che potrebbero quindi essere impiegate per il disinquinamento di terreni contaminati da As.

Studi in corso in nord Europa, negli USA ed in Australia dimostrano sempre più che specie ed ibridi di pioppo, salice ed eucalitto sono accumulatori non solo di As ma anche di Pb, Cu, Cd, Cr, Zn. E che esiste una variabilità di accumulo inter-intraspecifica tale da permettere una selezione per capacità di accumulo (Wislocka *et al.*, 2006)

Sempre le stesse entità arboree risultano fitodegradatrici e fitovolatilizzatrici di MTBE, PCB, TCE e idrocarburi presenti in terreni o acque contaminate con differenze anche in questi casi inter-intraspecifiche (Xingmao *et al.*, 2004) ed inoltre fitoaccumulatrici di nutrienti provenienti da effluenti urbani e/o industriali (Liphadzi e Kirkham, 2006; Sebastiani *et al.*, 2004).

In tutti i casi citati gli studi sono volti ad ottimizzare la produzione di biomassa per uso energetico con il fitorisanamento da sostanze indesiderate. Nei paesi citati si tratta di tecnologie già operanti sul territorio (non in Italia dove l'argomento è di fatto sconosciuto) che necessitano di approfondimenti per ottimizzarne l'efficienza.

Studi condotti dal CRA-ISNP (Benedetti *et al.* 2004, Pompili *et al.* 2004) nell'ambito del progetto Climagri, coordinato dal CRA-Ufficio di Ecologia Agraria (UCEA), hanno dimostrato il ruolo fondamentale che l'agricoltura può svolgere nella mitigazione dell'effetto serra attraverso la valutazione dell'evoluzione di CO₂ da suoli gestiti agronomicamente in maniera diversa. La quantità di carbonio organico sequestrata dal suolo dipende dai processi di degradazione, mineralizzazione ed umificazione a cui sono sottoposti gli input di sostanza organica che giungono alla superficie del suolo, alle caratteristiche chimico-fisiche e biologiche del suolo stesso alle condizioni climatiche che condizionano la composizione della microflora, della meso e macrofauna, orientando il metabolismo del suolo verso l'organizzazione piuttosto che la mineralizzazione. Le colture legnose rispetto alle pratiche agricole convenzionali erbacee si sono dimostrate particolarmente efficienti nella formazione di suolo. A tal proposito è stato dimostrato che non tutte le specie conducono alla stessa formazione di suolo: infatti in uno studio condotto da Pinzari *et al.* (2001) si è visto che la formazione di suolo sviluppatasi sotto *Pinus halepensis* Miller e Cedro dell'Atlante nello stesso periodo di tempo (rimboschimento effettuato nel 1956), hanno prodotto differenze significative nella forma di humus nel profilo del suolo. Infatti sotto pino era presente un orizzonte Lv di 3 cm sovrastante un orizzonte Fa caratterizzato da humus mor, mentre sotto cedro non si rinveniva l'orizzonte Lv, mentre l'humus era di tipo moder.

Studi condotti sulla valutazione della qualità del suolo attraverso indicatori di tipo microbiologico e biochimico su ripopolamenti mediante impianto di robinia e paulonia, confrontati con il pratopascolo, hanno dimostrato una tendenza al miglioramento delle caratteristiche dei suoli, soprattutto in considerazione del fatto che tali ripopolamenti seguivano utilizzazioni del suolo ad agricoltura intensiva con una evidente perdita in sostanza organica per mineralizzazione (Di Bartolomeo *et al.* 2004).

Figura 1 - Modello economico di valutazione del danno-beneficio di un potenziale impatto Ambientale per la valutazione dell'inquinamento ottimale (E^*)

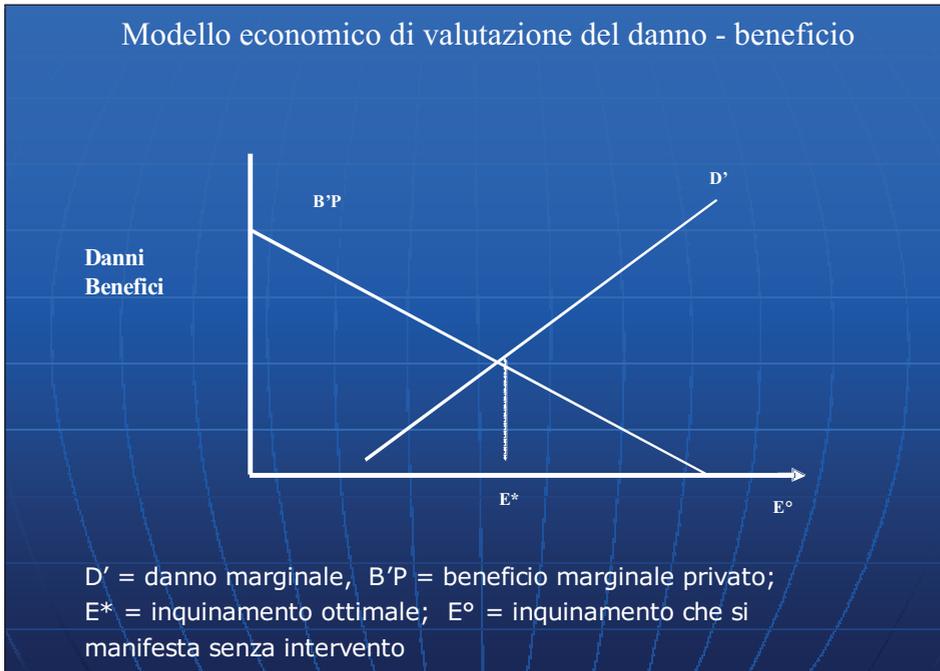
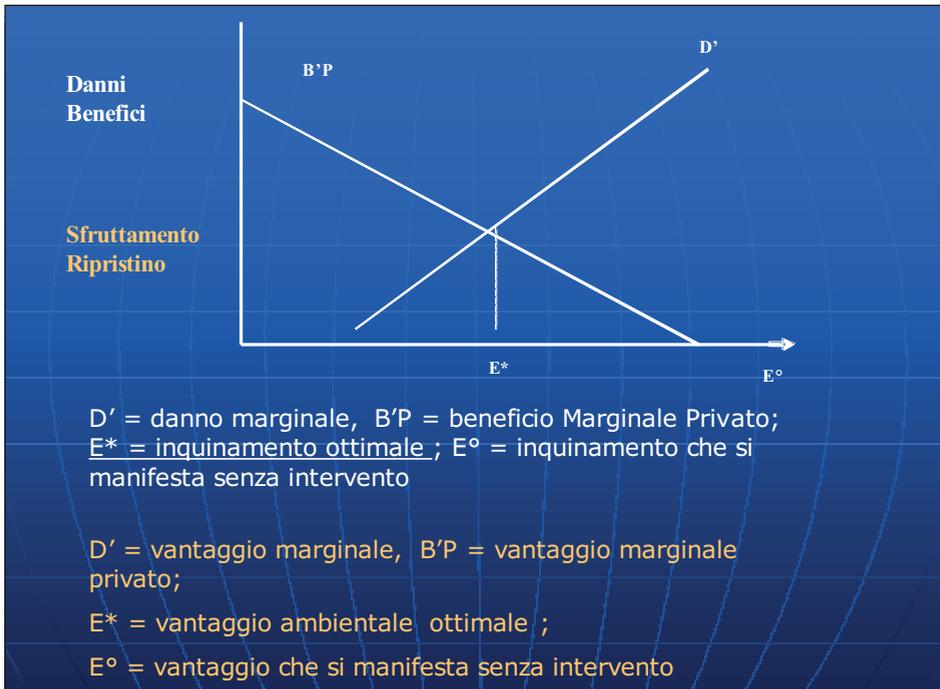


Figura 2 - Modello economico di valutazione del potenziale effetto benefico delle biomasse per uso energetico nel ripristino ambientale e valutazione del vantaggio ambientale ottimale (E^*)



Considerazioni di questo tipo applicate all'uso del suolo per la produzione di colture legnose a ciclo breve rendono estremamente interessante la valutazione relativa al valore aggiunto che la produzione di biomasse legnose può avere se effettuata in suoli poco redditizi per altre colture. La perdita di suolo e quindi la sua nuova formazione ha un valore inestimabile legata al tempo in cui possono intervenire i due processi ed ai costi di un possibile intervento in tal senso. Destinando a colture legnose a ciclo breve suoli inadeguati ad altre tipologie d'uso potrebbe nel tempo essere possibile la restituzione di ingenti territori all'agricoltura.

Nel caso delle produzioni legnose a ciclo breve per la produzione di energia, data la loro peculiarità di destinazione non alimentare, è importantissimo effettuare preventivamente un bilancio economico costi-benefici relativi all'impianto in una determinata area che tenga conto del valore aggiunto offerto dalle produzioni legnose nel ripristino ambientale. Perdere suolo e soprattutto suolo fertile per la produzione di alimenti di qualità è piuttosto facile e rapido, riportare un suolo degradato alle sue caratteristiche iniziali invece costa molto in termini sia economici che temporali.

Le colture legnose a ciclo breve possono adattarsi a suoli inquinati da elementi indesiderati, fortemente acidi o alcalini, destrutturati, incendiati, troppo ricchi in elementi nutritivi tanto da limitare la produzione di altre colture, suoli aridi o paludosi, tutto questo ovviamente con notevoli costi di gestione. La domanda comunque da porsi è relativa al guadagno che in termini ambientali una scelta del genere può consentire. Mutuando dall'economia un modello costruito per la valutazione del carico di inquinamento accettabile da una attività antropica per mantenere sostenibile l'ambiente, potrebbe essere costruito un modello di valutazione relativo al vantaggio ambientale ottimale che da un territorio è possibile ottenere in termini di uso del suolo (Fig. 1-2). Leggendo il danno/beneficio come uno sfruttamento/ripristino si individua nell'intersezione la potenzialità che un suolo non più idoneo alla produzione di alimenti può costituire nella produzione di biomasse per uso energetico parallelamente ad un ripristino ambientale.

Bibliografia

- Benedetti, A.; Pompili, L.; Nisini, L.: "Ruolo attivo dell'agricoltura nei processi di mitigazione del cambiamento climatico globale". Ministero delle politiche Agricole e Forestali, UCEA Ed. Progetto di ricerca CLIMAGRI pag.67-73 (2004).
- Di Bartolomeo, M.; Pompili, L.; Benedetti, A.: "Indicatori di qualità del suolo di aree forestale in ambiente mediterraneo". Atti convegno SISS Siena 9-12 giugno 2003, p.133-138 Bollettino Società Italiana di Scienza del Suolo v.53 (2004).
- Liphadzu, M. S., Kirkham, M. B.: Heavy Metals Displacement in EDTA-Assisted Phytoremediation of Biosolids Soil. Water Science & Technology, 2006. Vol 54, 5, p. 147-153.
- Mughini, G., Alianiello, F., Mascia, M. G., Aromolo R. e Benedetti A.: Fitorisanamento con specie arboree da biomassa e da pteris vittata di terreni contaminati da arsenico. Convegno nazionale "Suolo ambiente paesaggio" Imola, 27-30 giugno 2006.
- Mughini G., Alianiello F., Mascia M. G., Aromolo R., Benedetti A., Gras M., Facciotto G.: Decontamination of soils contaminated by arsenic through phyto-extraction with tree biomass species. 8th Annual meeting FISV 28 settembre-1 ottobre 2006.
- Pinzari, F.; Dell'Abate, M.T.; Benedetti, A.; Dazzi, C.: " Effects of a 40-years afforestation made up by *Cedrus atlantica* and *Pinus halepensis* on the soil chemistry and fertilità of a Mediterranean soil. Canadian Journal of Soil Science, 81 (5):553-560 (2001).

- Pompili, L.; Nisini, L.; Benedetti, A.: "A case study on evolution of atmosphere CO₂ enrichment from agricultural soils:Italy. Proceedings of Eurosoil 2004 Freiburg (Germany) 4-12 september 2004.
- Rockwood, D. L., Cardellino, R., Alker, G., Lin, C., Brown, N., Spriggs, T., Tsangaris, S., Isebrands, J., Hall, R., Lange, R., Nwokike, B.: Fast-growing trees for heavy metal and chlorinated solvent phytoremediation. Proceedings of the Seventh International In Situ and On-Site Bioremediation Symposium, Orlando, Florida, USA, 2-5 June 2003 Columbus: Battelle Pres, 2004 p. F12
- Sebastiani, L., Sceba, F., Tognetti, R.: Heavy metal accumulation and growth responses in poplar clones Eridano (*Populus Deltoides* x *maximowiczii*) and I-214 (*P. x euramericana*) exposed to industrial waste. *Environmental and experimental botany*, 2004, v. 52, 1, p. 79-88.
- Wislocka, M., Krawczyk, j., Klink, A., Morrison, L.: Bioaccumulation of Heavy Metals by Selected Plant Species from Uranium Mining Dumps in the Sudeti Mts., Poland. *Polish Journal of Environmental studies*; 2006, vol. 15, 5, p. 811-818.
- Xingmao, M., Richter, A. R., Albers, S., Burken, Joel G.: Phytoremediation of MTBE with Hybrid Poplar Trees. *International Journal of Phytoremediation*, 2004, vol. 6, 2, p. 157-167.

QUALITÀ E VULNERABILITÀ DEI SUOLI NELLA PRODUZIONE DI BIOENERGIE

NICOLA FILIPPI¹, STEFANO LUCCI²

¹European Commission – JRC- Ispra² APAT - Dipartimento Difesa Natura-Servizio Agricoltura

Sommario

Il suolo è una risorsa estremamente variabile, nello spazio oltre che nel tempo, e indissociabile dall'ambiente in cui evolve. La caratterizzazione dei diversi tipi di suolo e delle loro funzioni, in interazione con gli altri fattori ambientali, è indispensabile per valutare la sostenibilità delle molteplici iniziative, intraprese o ipotizzabili, per produzione di biomasse da utilizzare a fini energetici e i possibili impatti sui vari comparti ambientali.

Ogni suolo si caratterizza per una propria capacità di produrre biomassa, in relazione ai requisiti delle differenti piante coltivate, con definiti usi delle terre e tecniche agro-ambientali.

Specificità di ogni suolo è inoltre la reazione ai diversi usi delle terre finalizzati alla produzione di bioenergie: una definita utilizzazione delle terre può, secondo il tipo di suolo, migliorarne o degradarne la qualità. Anche la capacità di fungere da filtro naturale per le acque superficiali e sotterranee o il rilascio nell'atmosfera di anidride carbonica, metano o altri gas, sono funzioni strategiche e specifiche di ogni suolo (magazzinaggio, filtraggio e parziale trasformazione di minerali, materia organica, acqua, energia e diverse sostanze chimiche). Le attività di rilevamento e cartografia dei diversi suoli italiani, coerente ed armonizzabile a livello nazionale ed europeo, con la valutazione delle loro funzioni agro-ambientali, sono portate avanti in larga parte da strutture tecnico scientifiche regionali ('Carta dei Suoli d'Italia in scala 1:250.000'; progetto APAT/servizi suolo regionali per costruzione di indicatori ambientali sul suolo). Le conoscenze disponibili a livello regionale sono una base eccellente per impostare una valutazione armonizzata delle qualità e vulnerabilità dei diversi tipi di suolo in relazione alla produzione di biomasse, nonché dei possibili impatti su altri comparti ambientali. Alcuni casi esemplificativi sono riportati per illustrare l'applicazione delle informazioni disponibili sui suoli finalizzata alla valutazione delle diverse capacità (i) di produrre biomasse, (ii) di incorporazione di carbonio organico e di reazione a un diminuito apporto dello stesso, (iii) di attenuazione dell'inquinamento delle acque.

Introduzione

A livello comunitario, nazionale, regionale e anche locale, sono state intraprese numerose attività sul tema della produzione ed utilizzazione di materie prime agricole come fonte di energia (per approfondimenti vedi bibliografia 1, 2, 3, 4, 7, 9, 14). Le Regioni, in particolare, attraverso i Piani di Sviluppo Rurale, i Piani strategici regionali in materia di energia e atti legislativi specifici (14), stanno sviluppando numerose iniziative e indirizzi per la realizzazione e la diffusione delle colture a scopi energetici.

Come evidenziano gli stessi documenti comunitari, lo sviluppo delle bioenergie pone alcune questioni ambientali. La Comunicazione della Commissione "Piano d'azione per la biomassa" (5), Annex 4 - Environmental impacts, evidenzia due priorità. La prima di queste riguar-

da precisamente la necessità di garantire che nella produzione di biomassa siano rispettati i requisiti ambientali specifici delle aree di intervento. La Comunicazione della Commissione "Strategia dell'UE per i biocarburanti" (6), al cap. 3.2. Sfruttare i vantaggi ambientali, oltre a sottolineare che la Commissione intende "attivarsi per garantire la sostenibilità delle attività di coltivazione delle materie prime per i biocarburanti all'interno della UE e nei paesi terzi", al paragrafo 2) afferma: "È fondamentale prevedere adeguate norme ambientali minime da applicare alla produzione di materie prime per i biocarburanti, adattate alle condizioni locali dell'UE e dei paesi terzi. Sono state, in particolare, sollevate perplessità sull'utilizzo dei terreni ritirati dalla produzione, per il potenziale impatto sulla biodiversità e sul suolo, e sulle colture destinate a biocarburanti in zone vulnerabili sotto il profilo ambientale. Per rispondere a questi timori occorre riflettere con attenzione a dove allestire le colture energetiche affinché s'inseriscano in maniera ottimale nella rotazione delle colture, occorre evitare ripercussioni negative sulla biodiversità, l'inquinamento idrico, il degrado del suolo e la distruzione di habitat e di specie di elevata importanza naturale. I criteri di sostenibilità per la produzione nell'UE non devono, tuttavia, limitarsi alle sole colture energetiche, ma devono interessare tutti i terreni agricoli, come del resto previsto dalle norme sulla condizionalità introdotte dalla riforma della PAC del 2003. Tutti questi criteri devono inoltre tener conto dei vantaggi che la coltivazione delle colture energetiche presenta nei sistemi di rotazione delle colture e nelle zone marginali. Tali criteri e norme (...), devono essere efficaci e non imporre eccessivi oneri burocratici."

Il problema è stato affrontato anche dall'Agenzia Europea per l'Ambiente in un recente volume (8) che analizza le potenzialità di produzione di bioenergie nei Paesi europei, ponendo come requisito minimo il mantenimento delle superfici agricole ad alta compatibilità ambientale (prati, agricoltura biologica e a basso impatto, ecc.). Il Rapporto afferma, come anche le normative comunitarie già citate, che la pianificazione dello sviluppo delle bioenergie a livello nazionale ed europeo deve dotarsi di linee guida ambientali.

Il suolo

Gli aspetti ambientali da affrontare in relazione allo sviluppo delle bioenergie, esaminati in altri interventi al presente convegno, sono numerosi (biodiversità, invasività delle specie, paesaggio, diffusione nelle aree protette, ecc.). Tuttavia, tenute presenti anche le linee della nuova Politica Agricola Comunitaria e il principio della condizionalità, si ritiene che il suolo sia uno degli elementi principali da considerare nel valutare la possibile diffusione delle colture bioenergetiche. Il suolo - e di riflesso le acque - può risentire degli effetti di una indiscriminata diffusione di queste colture (10) e, d'altronde, è una risorsa estremamente variabile, nello spazio oltre che nel tempo, e indissociabile dall'ambiente in cui evolve. La caratterizzazione dei diversi tipi di suolo e delle loro funzioni, in interazione con gli altri fattori ambientali, è quindi indispensabile per valutare la sostenibilità delle molteplici iniziative, intraprese o ipotizzabili, per la produzione di biomasse da utilizzare a fini energetici e i possibili impatti sui vari comparti ambientali.

Tra le minacce al suolo che potrebbero essere causate da una diffusione delle colture bioenergetiche si possono menzionare (11, 12, 13):

- 1) la contaminazione del suolo prodotta da un incremento nell'uso di input chimici e organici (prodotti fitosanitari, nutrienti, reflui zootecnici, fanghi);
- 2) i processi di compattazione, erosione, causati da una intensificazione delle lavorazioni;

- 3) l'impoverimento del carbonio organico (C) del suolo e di altri nutrienti (K, P) attraverso un aumento dell'asportazione di biomassa con conseguente calo della fertilità del suolo, riduzione della capacità protettiva delle acque, perdita di biodiversità e riduzione dell'effetto di contenimento della CO₂ in atmosfera.

Valutazione dei suoli e delle terre ai fini della produzione di bioenergie

Ogni suolo si caratterizza per una propria capacità di produrre biomassa, in relazione ai requisiti delle differenti piante coltivate, con definiti usi delle terre e tecniche agroambientali. Specifica di ogni suolo è inoltre la reazione ai diversi usi delle terre finalizzati alla produzione di bioenergie: una definita utilizzazione delle terre può, secondo il tipo di suolo, migliorarne o degradarne la qualità. Anche la capacità di fungere da filtro naturale per le acque superficiali e sotterranee o il rilascio nell'atmosfera di anidride carbonica, metano o altri gas, sono funzioni strategiche e specifiche di ogni suolo (magazzinaggio, filtraggio e parziale trasformazione di minerali, materia organica, acqua, energia e diverse sostanze chimiche). Per affrontare le problematiche del suolo associate alla diffusione delle colture a scopo energetico, si ritiene pertanto importante sia definire criteri ed indirizzi e predisporre metodologie (attitudine dei suoli, valutazione delle terre) per la verifica della congruità delle colture proposte rispetto alle caratteristiche e alle condizioni ambientali (sostenibilità ambientale), in linea con gli orientamenti comunitari (PAC, condizionalità) (Figura 1); sia studiare e approfondire gli impatti sulle risorse ambientali (degradazione del suolo, consumo e qualità delle acque) e sull'approvvigionamento energetico da fonti rinnovabili (consumi energetici ed emissioni).

Le attività di rilevamento e cartografia dei diversi suoli italiani, coerente ed armonizzabile a livello nazionale ed europeo, con la valutazione delle loro funzioni agroambientali, sono portate avanti in larga parte da strutture tecnico scientifiche regionali (es. 'Carta dei Suoli d'Italia in scala 1:250.000'; progetto APAT/Servizi suolo regionali per costruzione di indicatori ambientali sul suolo). Le conoscenze disponibili a livello regionale sono una base eccellente per impostare una valutazione armonizzata delle qualità e vulnerabilità dei diversi tipi di suolo in relazione alla produzione di biomasse, nonché dei possibili impatti su altri comparti ambientali.

Da parte di alcuni servizi del suolo regionali sono in corso di elaborazione esempi interessanti di applicazione delle informazioni disponibili sui suoli alla valutazione delle diverse capacità (i) di produrre biomasse, (ii) di incorporazione di carbonio organico e di reazione a un diminuito apporto dello stesso, (iii) di attenuazione dell'inquinamento delle acque (es. IPLA-Piemonte sul girasole e la robinia ed ERSA-Friuli Venezia Giulia sulla colza e il girasole) (Figure 2 e 3). Questi esempi di valutazione dell'attitudine dei suoli ad alcune colture bioenergetiche e le relative cartografie costituiscono una valida base di partenza per predisporre, attraverso accurate valutazioni ed integrazioni effettuate col contributo di altre regioni, idonee metodologie per la previsione degli impatti delle colture a scopo energetico sulle risorse ambientali e sull'approvvigionamento energetico da fonti rinnovabili.

Bibliografia

- Apruzzese A. et al. (a cura di), 2006. Dai campi l'energia del futuro. I supplementi di Agricoltura 30, Regione Emilia-Romagna, Assessorato Agricoltura (Supplemento ad Agricoltura n. 6/2006). P1-46

- Baldini M. et al., 2005. Confronto tra sistemi culturali a ridotto impatto ambientale per il girasole destinato alla produzione di biodiesel. *Agroindustria*, 4(1):71-9
- Bartolelli V. e Caserta G., 2006. Le bioenergia in Italia: sogno o realtà ?. In: *Dai campi l'energia del futuro. I supplementi di Agricoltura 30, Regione Emilia-Romagna, Assessorato Agricoltura (Supplem. ad Agricoltura n. 6/2006)*. p. 14-7
- Bona S. e Riello L., 2005 ?. Utilizzazione dell'olio di girasole in azienda. Progetto Interregionale PROBIO "Filieri biocombustibile dal girasole". Azienda Regionale Veneto Agricoltura. P. 70
- Commissione delle Comunità Europee, 2005. Piano d'azione per la biomassa. Comunicazione della Commissione, COM(2005) 628. p. 46
- Commissione delle Comunità Europee, 2006. Strategia dell'UE per i biocarburanti. Comunicazione della Commissione, COM(2006) 34. p. 30
- Edwards D. 2006. Policy Focus on Bioenergy. *EFI news* 14(1):3-5
- European Environmental Agency, 2006. How much bioenergy can Europe produce without harming the environment. *EEA Report No 7/2006*. p. 67
- Nannetti S., 2006. Le iniziative della Regione Emilia-Romagna. In: *Dai campi l'energia del futuro. I supplementi di Agricoltura 30, Regione Emilia-Romagna, Assessorato Agricoltura (Supplemento ad Agricoltura n. 6/2006)*. p. 18
- Patzek T.W. e Pimentel D., 2005. Thermodynamics of Energy Production from biomass. *Critical Review in Plant Science*, 24:327-364.
- Piorr H.P., 2006. Cereal straw for bioenergy: Environmental and agronomic constraints. University of Applied Sciences Eberswalde. JRC/CENER Expert Consultation "Cereals Straw Resources for Bioenergy in the European Union" Pamplona, 18- 19 October 2006 - Session 1 Cereals straw for bioenergy: Environmental and agronomic constraints (Introduction 1) [<http://streference.jrc.cec.eu.int/html/Expert/20Consultation-Pamplona-Oct2006.htm>].
- Powelson D., 2006. Straw use – energy or soil quality? Rothamsted Research, UK. JRC/CENER Expert Consultation "Cereals Straw Resources for Bioenergy in the European Union" Pamplona, 18- 19 October 2006 - Session 1 Cereals straw for bioenergy: Environmental and agronomic constraints (Introduction 2) [<http://streference.jrc.cec.eu.int/html/Expert%20Consultation-Pamplona-Oct2006.htm>].
- Powelson D., 2006. Environmental & agronomic Constraints. Rothamsted Research, UK. JRC/CENER Expert Consultation "Cereals Straw Resources for Bioenergy in the European Union" Pamplona, 18- 19 October 2006 - Session 1 Cereals straw for bioenergy: Environmental and agronomic constraints (Report on Session 1) [<http://streference.jrc.cec.eu.int/html/Expert%20Consultation-Pamplona-Oct2006.htm>].
- Regione Veneto. Legge regionale 30 giugno 2006, No. 8 Iniziative di sostegno alla produzione e all'utilizzo di biomassa legnose per scopi energetici.
- Riva G. et al., 2004. Le biomasse residuali per uso energetico nella Regione Marche. Regione Marche, ASSAM. p.41.

Si ringraziano il dott. Paolo Giandon del Servizio Osservatorio Suolo e Rifiuti – Osservatorio Regionale Suolo di Arpa Veneto, il Settore Suolo dell'Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente s.p.a. di Torino, l'Ufficio del Suolo dell'ERSA - Agenzia regionale per lo sviluppo rurale del Friuli Venezia-Giulia per gli importanti contributi critici e per il materiale documentario messo a disposizione.

Figura 1 - Schema delle procedure per la valutazione dell'attitudine dei suoli

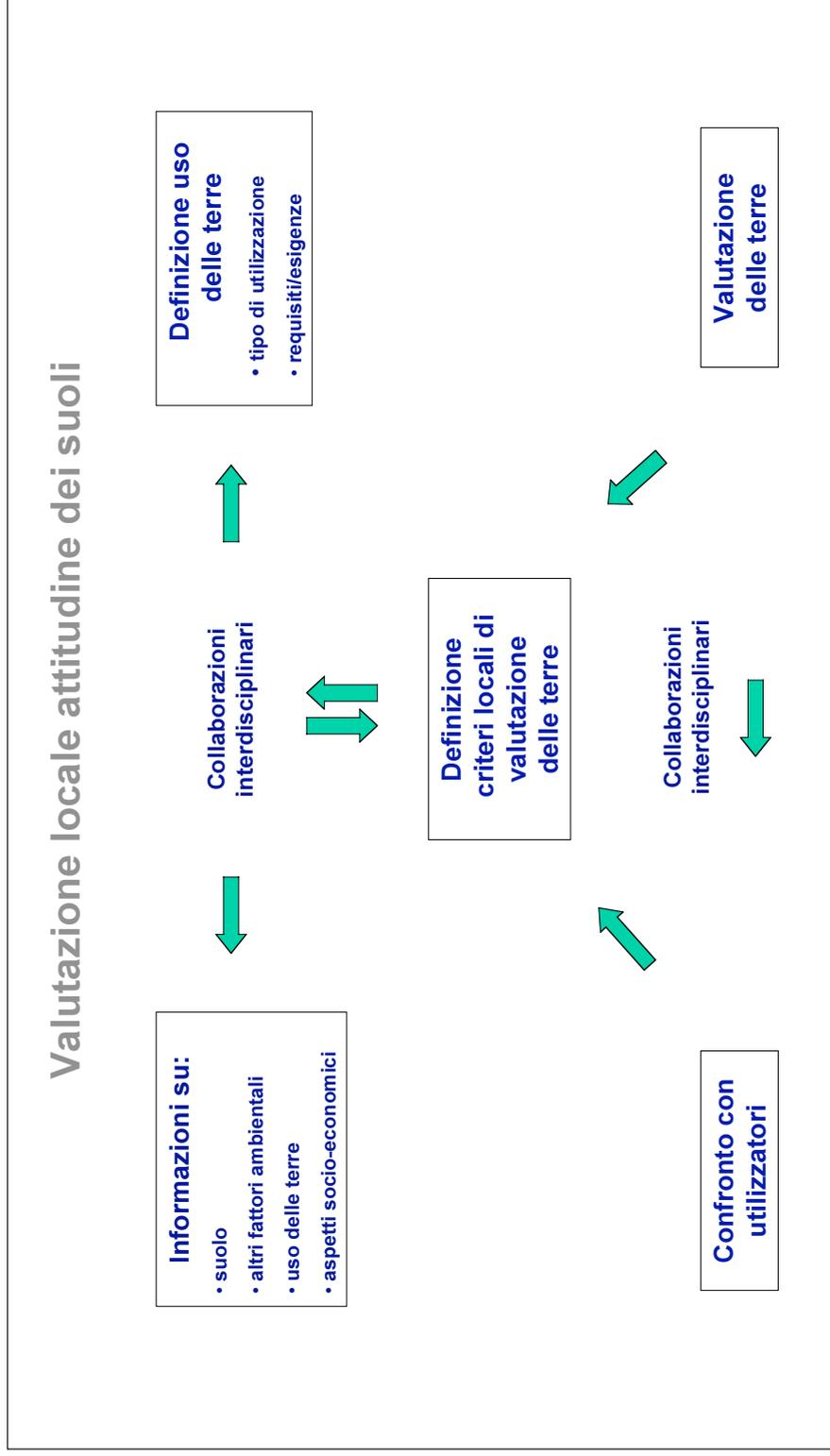


Figura 2 - Carta dell'attitudine dei suoli alla coltivazione del girasole

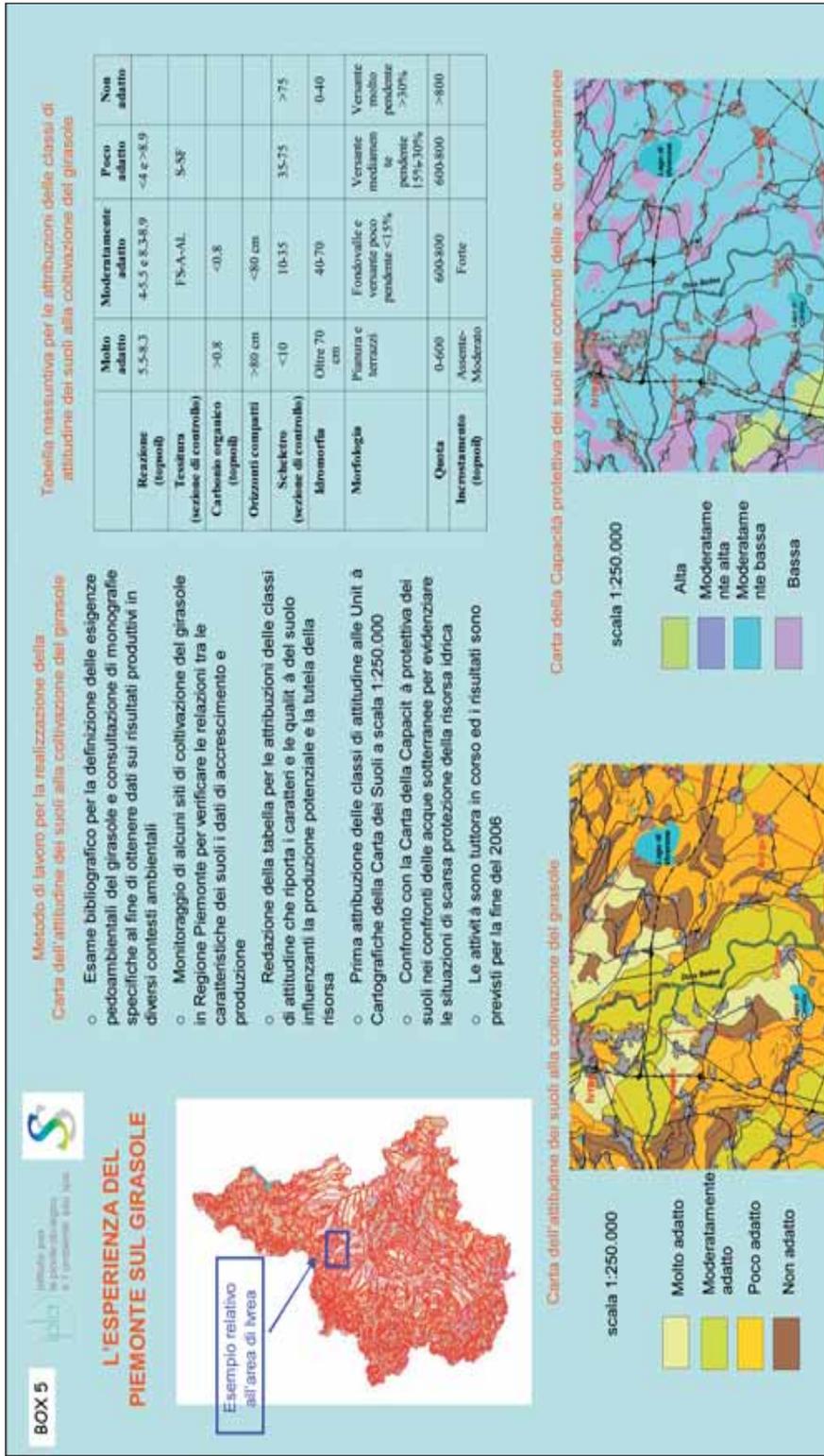
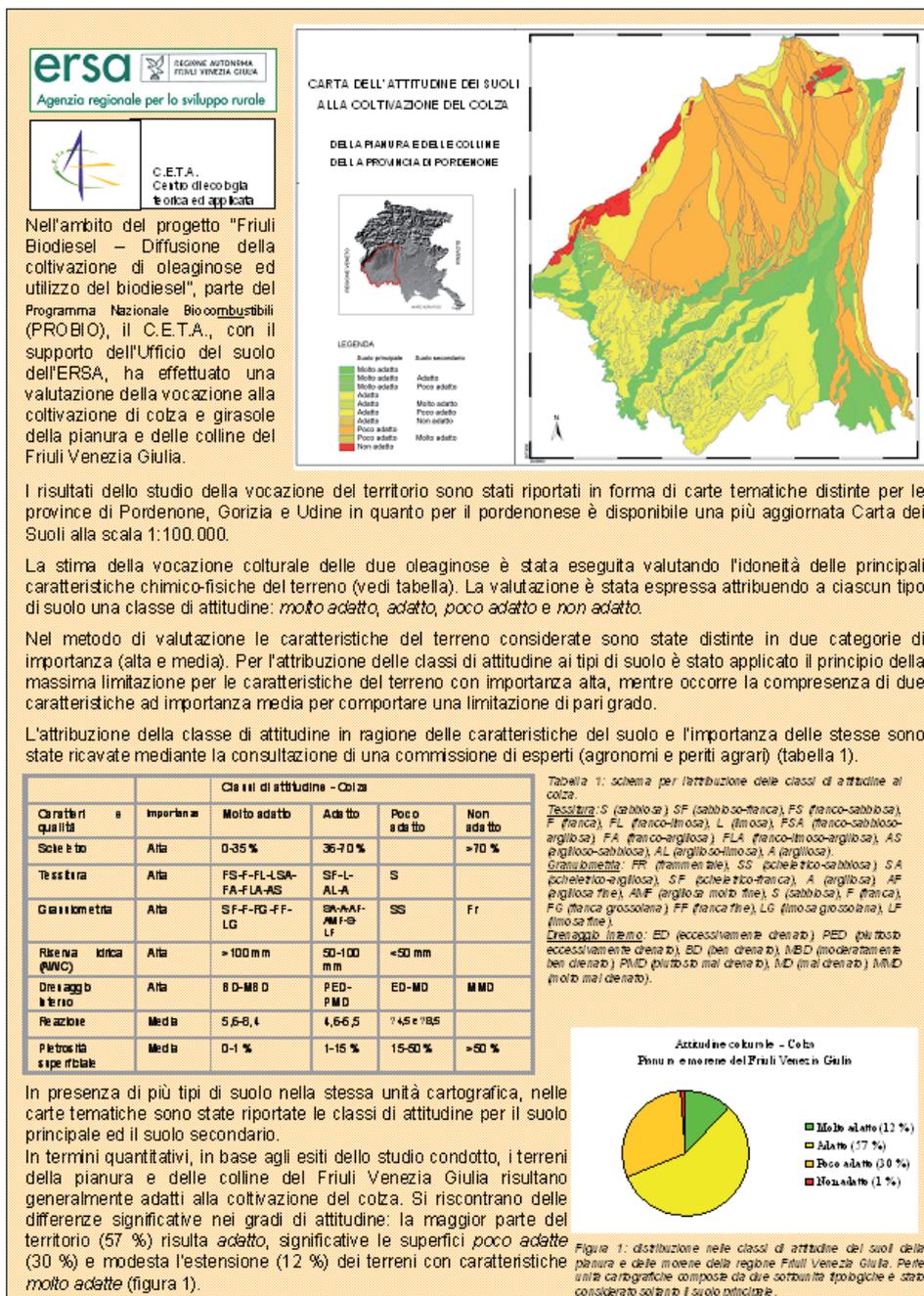


Figura 3 - Carta dell'attitudine dei suoli alla coltivazione del colza



II SESSIONE

Presiede:

ANGELO FRASCARELLI

Consigliere per le Politiche Agricole Comunitarie del MiPAAF

PROBLEMATICHE FUTURE

BIOTECNOLOGIE E SPECIE FORESTALI: APPLICAZIONI E PROSPETTIVE FUTURE

GIOVANNI STAIANO, VALERIA GIOVANNELLI

APAT- Dipartimento Difesa Natura-Servizio Indicatori e Tossicologia Ambientale

Sommario

La prima specie forestale geneticamente modificata è stata il pioppo (1986). La scelta di questa specie è stata dettata dalla facilità con la quale è possibile ottenere la trasformazione genetica delle cellule del pioppo e dalla facilità con la quale si ottiene la propagazione vegetativa della stessa specie. Questo ha determinato che il genere *Populus* è, allo stato attuale, il genere più ampiamente studiato. Infatti il genoma del pioppo è stato completamente sequenziato.

A livello mondiale l'attività di ricerca relativa all'applicazione dell'ingegneria genetica alle specie forestali è stata censita in 35 paesi (fig.1). In 16 di questi, sempre a scopo di ricerca, sono stati effettuati rilasci deliberati nell'ambiente. Nei rimanenti paesi l'attività risulta confinata in laboratorio.

Gli Stati Uniti, con il 42% (fig. 2), risultano primi in termini di mole di attività e di maggior quantità di rilasci a scopo sperimentale, che a livello globale risultano essere 210.

I generi maggiormente utilizzati sono *Populus*, *Pinus*, *Liquidambar* ed *Eucalyptus* (fig.3).

L'unico paese, ad oggi, ad avere autorizzato impianti di specie forestali geneticamente modificate (pioppo) a scopo commerciale è la Cina.

In particolare: nel 2002 sono stati piantati 300 ettari di *Populus nigra* Bt mentre nel 2003 circa 200 ettari dell'ibrido 741 (*P. alba* x [*P. davidiana*+*P. simonii*] x *P. tomentosa*) modificato con cry1Ac.

Figura 1 - Attività di modificazione genetica a livello mondiale (2004)

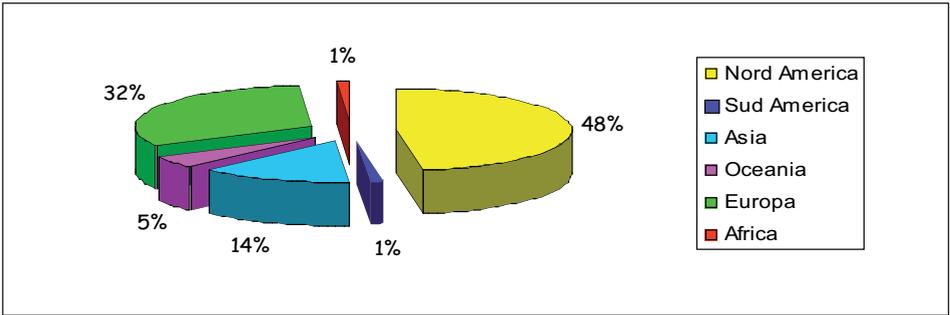


Figura 2 - Attività di sperimentazione a livello mondiale per paesi (2004)

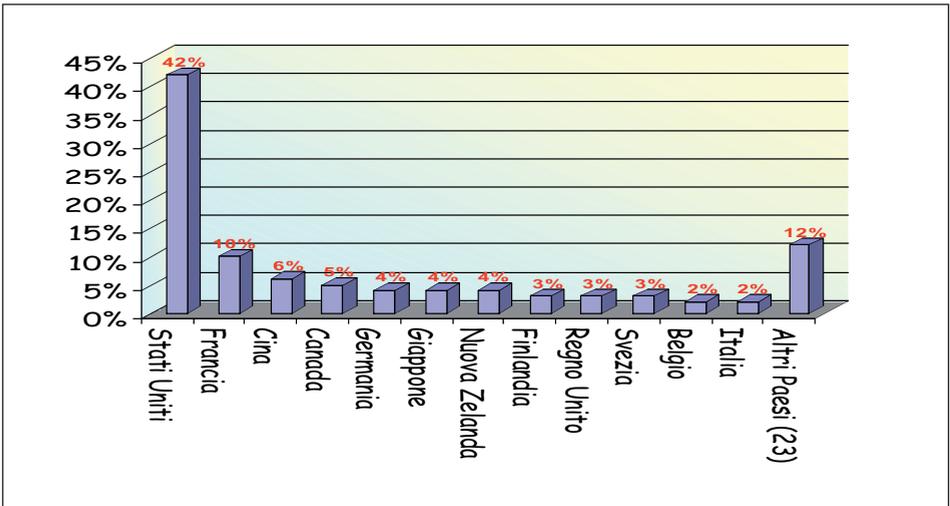


Figura 3 - Percentuali relative alle specie forestali modificate geneticamente a livello mondiale (2004)

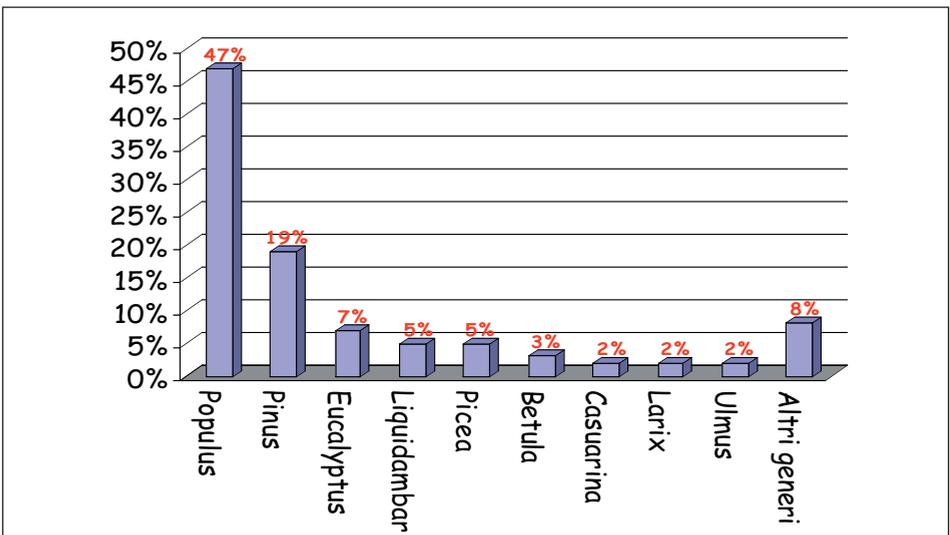
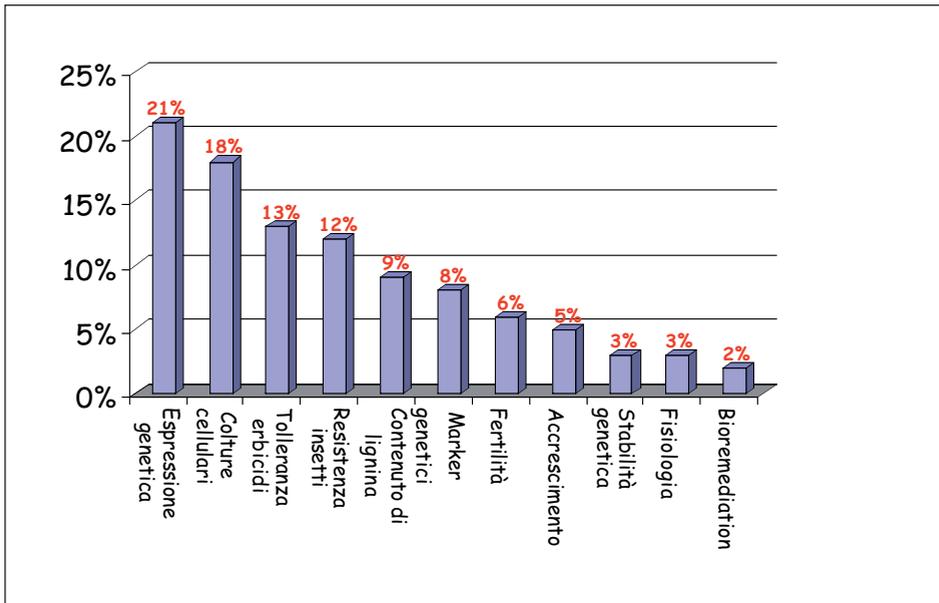


Figura 4 - Principali attività di ricerca (2004)



Tipologia di modificazione

Per quanto riguarda la tipologia di applicazioni (fig. 4) le modificazioni più ampiamente utilizzate hanno riguardato la resistenza agli insetti e la modifica qualitativa e quantitativa della lignina. Lo scopo è quello di ridurre gli impatti e di aumentare le rese al fine di rispondere positivamente alla domanda crescente di legno e di derivati per la produzione di cellulosa. Questo tipo di applicazioni è condotto principalmente da aziende del settore privato.

Per quanto riguarda la resistenza agli insetti si utilizzano tre metodologie principali: un primo metodo consiste nell'utilizzo di *A. tumefaciens* che veicola la tossina *Bt* (che, una volta penetrata nell'intestino degli ospiti, si attiva) ed utilizzato sul genere *Populus* e su *Pinus radiata*; un secondo metodo che prevede l'uso di un inibitore della proteasi (attraverso l'utilizzo del gene *pin2* della patata) utilizzato su *Populus* ed un terzo metodo che prevede la combinazione tra la tossina *Bt* e un gene coinvolto nella sintesi di una perossidasi e che è stato applicato su *Liquidambar styraciflua*.

Per quanto riguarda la modifica qualitativa e quantitativa della lignina si è intervenuti sulla regolazione dell'attività di enzimi chiave coinvolti nella via metabolica della biosintesi della lignina.

Altre tipologie di modificazione riguardano la tolleranza agli erbicidi.

Sono stati ingegnerizzati per la tolleranza al glifosato le seguenti specie: *Populus alba* x *Populus grandidentata*; *Populus trithocarpa* x *Populus deltoides*; *Eucalyptus grandis*; *Larix decidua* e *Pinus radiata* mentre *Populus tremula* e *Pinus radiata* sono stati modificati per tollerare il chlorosulfuron.

Infine la modifica della fioritura e dell'accrescimento sono state ottenute attraverso, rispettivamente, l'inserimento di un gene citotossico sotto il controllo di uno specifico promotore della fioritura (nel pioppo) e il miglioramento dell'assimilazione dell'azoto e la modifica della sintesi delle giberelline.

Tipologia di applicazioni

Oltre alle applicazioni viste sopra, a carattere prevalentemente industriale, altre possibilità di utilizzo di specie forestali geneticamente modificate riguardano il miglioramento di alcune caratteristiche per assicurare la sopravvivenza di specie minacciate, attraverso ad esempio l'adattamento a "stress" biotici ed abiotici, la bonifica di suoli contaminati (*bioremediation*), la coltivazione per la produzione di biomassa e la produzioni di molecole ad uso farmaceutico. Non bisogna sottovalutare, inoltre, la ricerca di base nella biologia forestale per ottenere informazioni sul funzionamento di specifici geni e sulle caratteristiche delle sequenze di controllo.

Conclusioni

Le applicazioni delle moderne biotecnologie sono uno strumento relativamente recente nel settore forestale. Inevitabilmente ai potenziali benefici si sovrappongono potenziali svantaggi. Tutto ciò necessita dello sviluppo di un adeguato sistema regolatorio che, partendo dalle conoscenze acquisite nel settore agricolo, necessita degli opportuni adattamenti. Sebbene negli ultimi venti anni l'attività di ricerca nel campo delle biotecnologie forestali sia stata molto intensa, le applicazioni su larga scala a livello commerciale sono frenate dagli alti costi di investimento in termini di ricerca e sviluppo (ad esempio i lunghi tempi necessari alle sperimentazioni) e dalla necessità di migliorare le conoscenze nel campo della biologia forestale. Ad esempio l'inserimento di nuove caratteristiche (accrescimento, adattabilità, qualità del legno) è limitata dalla insufficiente conoscenza relativa ai meccanismi di controllo molecolare che, nella maggior parte dei casi, è sotto controllo poligenico (da qui la necessità della ricerca di base nella biologia delle specie forestali). Per quanto riguarda la valutazione del rischio questa dovrebbe essere condotta caso per caso ma i tempi per effettuare una valutazione del rischio adeguata sono inevitabilmente lunghi (stabilità del gene, dispersione di seme e polline, impatti sugli ecosistemi) e, ad oggi, gli studi sono ancora insufficienti.

In conclusione il 95% delle foreste mondiali è di origine naturale o seminaturale e pur avendo le biotecnologie un possibile ruolo in questo settore è improbabile che, nel breve periodo, verranno utilizzate oltre il settore privato e i modelli di sviluppo tipici delle attuali pratiche agricole.

Bibliografia

- Campbell, M.M., Brunner, A.M, Jones, H.M. & Strass, S.H. 2003. Forestry's fertile crescent: the application of biotechnology to forest tree. For. Biotechnol., 1: 141-154.
- Haines, R.J. 1994. Biotechnology in forest tree improvement: research directions and priorities. Forestry Paper n. 118. Rome.
- Pew Initiative on Food and Biotechnology. 2001. Biotech branches out: a look at the opportunities and impacts of forest biotechnology. Proceedings of a workshop. Atlanta GA USA. Society of American Foresters, Ecological Society of America. 28 pp
- Yanchuk, A.D. 2001. The role and implications of biotechnological tools in forestry. Unasylva 204 (52): 53-61.
- Industry Canada – Life Sciences Branch. 2001. Biotechnology in the forestry sector. Natural Resource Canada
- Sedjo, R.A. 1999. Biotechnology and planted forests. Assessment of potential and possibilities. Discussion paper 00-06, Resource for the future, Washington, DC, 28 pp

LE COLTURE DA ENERGIA: PROSPETTIVE FUTURE E LORO SOSTENIBILITÀ NEI SISTEMI AZIENDALI

ENRICO PALCHETTI¹, CONCETTA VAZZANA²

¹CREAR - Centro Interdipartimentale di Ricerca per le Energie Alternative e Rinnovabili, Università degli Studi di Firenze.

²DISAT - Dipartimento di Scienze Agronomiche e Gestione del Territorio Agroforestale) Università degli Studi di Firenze.

Sommario

Nel presente lavoro si esaminano le possibilità di inserire nel panorama agricolo italiano le produzioni di colture dedicate per la produzione di biomassa e di biocarburanti, anche alla luce delle ultime modifiche della Politica Agricola Comunitaria (PAC).

Tra le varie ipotesi viene esaminata e discussa:

- la possibilità di riportare a coltura redditiva aziende marginali, con terreni incolti perché economicamente improduttivi, il cui abbandono è fondamentalmente dovuto alla loro natura fisica accidentata e all'ubicazione in zone agronomicamente difficili per qualsiasi coltura;
- la potenziale conversione di aziende situate in zone ad alta vocazione produttiva;
- il modello aziendale di riferimento per una produzione sostenibile sotto il profilo economico ed ambientale;
- la tipologia di filiera più idonea alle caratteristiche del comparto agricolo della Regione Toscana.

Parallelamente si analizzano le principali criticità a livello del sistema aziendale, soprattutto in relazione a:

- la disponibilità di aree agricole adeguate alle coltivazioni energetiche, non conflittuali con l'agricoltura convenzionale;
- le dimensioni molto limitate delle aziende e degli appezzamenti aziendali per le coltivazioni energetiche;
- la possibile perdita di biodiversità programmata e associata a livello aziendale;
- l'inevitabile impatto ambientale legato all'aumento degli input tecnici in azienda;
- la necessità di costituire consorzi di produzione tra imprenditori delle aziende di piccole dimensioni per raggiungere la massa critica di produzione.

Infine, sulla base dei progetti e delle attività presenti nella realtà toscana, si analizzano le azioni propedeutiche allo sviluppo, realizzazione e monitoraggio di filiere bioenergetiche economicamente ed ambientalmente sostenibili anche attraverso il reimpiego di residui forestali e colture agrarie dedicate, in forma integrata rispetto ad altre fonti rinnovabili e non.

Premessa

La definizione di bio-energia accomuna qualsiasi forma di energia ottenuta da biomassa, ovvero l'insieme dei composti organici derivanti da attività biologiche (Foti e Cosentino, 2001); questo insieme è fortemente eterogeneo e di difficile inquadramento sistematico ma ha un fattore comune nella fotosintesi, processo fisiologico che converte l'energia radiante del sole, la più abbondante sul pianeta terra, in energia chimica di legame.

Anche se per biomassa da energia si intende l'insieme di tutti i composti organici derivanti direttamente o indirettamente dal processo fotosintetico e quindi sia organismi vegetali che animali, fanno esclusione le fonti fossili, per le quali il periodo di rinnovabilità è troppo lungo; il termine biomassa non può quindi prescindere dal principio della sua rinnovabilità nel breve periodo.

L'interesse della comunità scientifica verso le bio-energie nasce, inizialmente, durante la prima crisi petrolifera dell'era moderna negli anni settanta, periodo al quale risalgono le prime fonti bibliografiche in materia ed è successivamente diminuito sino quasi a scomparire. Le motivazioni per cui è tornato ad essere argomento di attualità scientifica sono invece frutto dell'allarme ambientale che sin dagli anni della stesura del protocollo di Kyoto ha investito la comunità mondiale; alla questione ambientale si è poi immediatamente aggiunta la questione economica del costo dei combustibili fossili.

Da tutto ciò appare facilmente spiegabile il rinnovato interesse per lo studio e lo sviluppo delle energie nuove e rinnovabili: *"se le nazioni industrializzate continueranno a prelevare e a consumare le fonti fossili ai ritmi attuali – e le nazioni emergenti tenderanno ad imitarle – il pericolo maggiore nel breve e nel medio termine, non sarà tanto l'esaurimento di tali fonti, quanto quello di provocare danni irreversibili all'ambiente"* (Libro bianco per la valorizzazione energetica delle Fonti rinnovabili, 2001)

L'Unione Europea oramai da due decenni ha attribuito grande importanza alla promozione dell'uso delle energie rinnovabili ed alla promozione di una serie di azioni di politica economica volte ad incentivarne l'uso, delle biomasse in particolare. Il primo regolamento emanato risale al 1978 (RC 1302/78) e riguardava la concessione di sostegni finanziari ai prodotti di sfruttamento di fonti energetiche alternative. Dal 1978 in poi sono stati numerosi i regolamenti emanati da Bruxelles e recepiti dai singoli stati membri, compresi i fondamentali CoC 576 del 19/11/96 (Libro verde "Energia per il futuro") ed il "Protocollo di Kyoto per la riduzione dei gas serra" siglato nell'ambito della Terza Conferenza delle parti alla Convenzione sui cambiamenti climatici: 10/12/97; ratificato dall'Italia in data 1 Giugno 2002.

Gli attuali obiettivi della Commissione Europea prevedono di portare entro il 2010 il contributo delle fonti alternative di energia dall'attuale 5% al 12%; ovvero dagli attuali 75 Mtep/anno ai 180 Mtep/anno. Questi orientamenti sono stati recepiti anche dall'Italia in cui le fonti di energia alternativa dovrebbero passare dall'attuale 7% fino al 13% (da 3.5 Mtep/anno a 8 Mtep/anno).

Parallelamente l'Unione Europea ha emanato specifiche Direttive (Direttiva 2003/30/CE) finalizzate a promuovere l'impiego di "biocarburanti" o "carburanti rinnovabili" (definiti dalla Direttiva stessa: "tutte le sostanze liquide o gassose derivanti da biomassa") in sostituzione di gasolio e benzine; la Direttiva auspicava, e non obbligava, gli Stati membri ad immettere sul mercato interno una quota minima di biocarburanti, tale quota avrebbe dovuto essere

- pari al 2% entro il 31 dicembre 2005;
- pari al 5.75% entro il 31 dicembre 2010.

L'Italia, assieme a Lussemburgo e Portogallo, è stata multata per non aver ottemperato alla prima scadenza, ma ha reagito mediante la recente Legge 11 marzo 2006 n. 81 che dal 1° luglio 2006 obbliga i produttori di diesel e benzina ad immettere al consumo biocarburanti in una percentuale uguale all'1% del quantitativo di diesel e benzine immessi sul mercato nel corso dell'anno precedente (Ragazzoni e Reagazzi, 2006)

Il coinvolgimento del comparto agricolo nella tematica è conseguente alla sua natura di produttore di "materia prima" per la produzione di energie rinnovabili ma ha assunto dimensioni sempre più interessanti anche a causa della recente riforma della Politica

Agricola Comunitaria. Dopo l'entrata in vigore della nuova PAC si è infatti assistito sia all'affermazione di colture non tradizionalmente presenti sul territorio italiano che alla riscoperta di colture che avevano perso importanza durante la vecchia politica comunitaria di sussidi alla produzione.

Il disaccoppiamento tra produzione e contributi ha difatti reso scarsamente remunerative le tradizionali coltivazioni di pieno campo ed ha condotto ad un incremento sia delle superfici destinate a nuovi impianti di colture da biomassa sia alla riscoperta delle tradizionali colture oleaginose/alcoligene ma con destinazione finale la produzione di biocarburanti/biocombustibili.

L'incremento che nel prossimo futuro potranno avere le colture da energia risponde bene alle esigenze di carattere agronomico di diversificazione degli ordinamenti colturali andando ad ampliare il ventaglio delle rotazioni (Mosca e Venturi, 2001).

Scopo del presente lavoro è quello di procedere ad una analisi delle criticità e dei punti di forza agronomici ed ambientali delle colture da energia nel panorama aziendale: verranno quindi analizzate le problematiche e le criticità aziendali.

Analisi delle problematiche delle colture da energia

Uso del suolo

Nel contesto indagato è opinione diffusa che la conversione dei terreni con colture diverse, per tecnica agronomica e per organizzazione dei sistemi agricoli dalle tradizionali componenti dei rischi sia di tipo ambientale che di tipo economico, mettendo peraltro in profonda crisi il sistema produttivo del biologico.

Infatti l'uso delle colture agrarie, da biomassa ed oleaginose, per la conversione energetica presenta numerose problematiche associate: esse competono con l'agricoltura tradizionale e le foreste per le risorse suolo ed acqua ed hanno diverse ripercussioni ambientali su suolo, acqua, atmosfera ed organismi nonché alcuni indesiderati effetti sociali ed economici.

Risorse suolo ed acqua

L'incremento di produzione di biomassa necessario per supplire alle crescenti richieste energetiche ha come prima conseguenza un incremento nella richiesta delle risorse suolo ed acqua, richiesta sicuramente in concorrenza con le colture alimentari e, per quanto concerne la disponibilità di suolo, difficilmente esaudibile (Pimentel et al. 1984). Riguardo la risorsa acqua, essa è attualmente il principale fattore limitante delle aree agricole più sviluppate e la sua domanda è in crescita esponenziale. L'incremento di uso dell'acqua per supplire alle necessità delle colture energetiche potrebbe intensificare i problemi di riserve di acqua.

Erosione del suolo

La produzione di energia da biomassa potrebbe esacerbare i problemi di erosione del suolo; anche se sono disponibili tecniche per il contenimento dell'erosione esse sono costose e di difficile applicabilità pratica.

Perdita di nutrienti

Con la raccolta di biomassa vegetale ed il suo allontanamento dai terreni una significativa perdita di nutrienti può avvenire (Pimentel et al. 1984); conseguentemente gli elementi della fertilità devono essere reintegrati al terreno mediante fertilizzazioni.

Microorganismi e fauna selvatica

La conversione dei sistemi naturali in piantagioni di colture da energie comporta dei cambiamenti sia dell'habitat che delle fonti di nutrimento di microrganismi e fauna selvatica (Pimentel et al. 1984). La monocoltura di alberature a rapida crescita tipo *Short Rotation Forestry* (SFR) riduce la biodiversità vegetale ed animale e può condurre ad un aumento dei problemi fitosanitari.

Terreni marginali

Come è possibile osservare in Tabella 1, il 75% del territorio italiano è impegnato dalle attività agricole tradizionali ma si può anche vedere che una consistente quota, pari al 7.5% è rappresentato da marginali e incolti. L'utilizzo dei terreni marginali, caratterizzati da una scarsa redditività viene generalmente auspicato ogni qual volta si affronta la tematica della produzione di colture a scopo energetico.

Alcune delle colture "energetiche" posseggono una elevata adattabilità alle più svariate tipologie di suoli (forti pendenze, aridità, salinità, eccesso di scheletro) e danno la possibilità di riportare a coltura redditiva aziende marginali, con terreni incolti perché economicamente improduttivi e il cui abbandono è fondamentalmente dovuto alla loro natura fisica accidentata o all'ubicazione in zone agronomicamente difficili per qualsiasi coltura.

Tabella 1: Destinazione d'uso del territorio italiano (Dati 1991)

Tipo di uso	Km ²	%
Aziende agricole	226.200	75.0
SAU	158.340	52.5
Seminativi	88.037	29.2
Legnose permanenti	28.976	9.6
Prati e pascoli permanenti	41.327	13.7
Boschi	45.240	15.0
Terreni marginali e coperture	22.620	7.5
Resto del territorio	75.138	25.0
TOTALE	301.338	100

Peraltro i dati odierni forniti nell'ambito del Progetto Finalizzato Energetica 2 del CNR mostrano un incremento dei terreni marginali registrati in tabella in circa 40.000 Km² corrispondente a 2.000.000 di ha.

Questo aumento è dovuto al progressivo abbandono dei terreni meno produttivi, ma le varie proposte esaminate per l'utilizzo per colture energetiche sono state progressivamente scartate (Coiante, 2004) ed è pertanto da escludere che da esse possa venire un contributo significativo come coltivazioni di biomassa per uso energetico, mentre è visto con meno scetticismo il loro impiego come "coltivazione" a fotovoltaico.

Conversione di aziende situate in zone ad alta vocazione produttiva

Altre ipotesi prendono in considerazione la conversione di aziende i cui terreni si trovano in comprensori ad elevata vocazione produttiva, si pone in questi casi la problematica della redditività della loro conversione a colture "energetiche".

Arboricoltura specializzata - Il territorio agricolo è occupato per il 9.6% da colture arboree

specializzate (oliveti, vigneti, frutteti, pioppeti da cellulosa). L'associazione ITABIA (Associazione Italiana che raggruppa gli operatori del settore biomasse) ha stimato che la quantità di scarti legnosi provenienti da questo settore ammonta a circa 33 Mt di materia legnosa secca corrispondenti a circa 13.2 Mtep, ma per questioni di convenienza economica causati dalle difficoltà logistiche che si incontrano per rendere disponibile questo materiale per gli usi energetici, solamente il 6% di esso (2 Mt) è utilizzato per produrre energia termica.

Seminativi – La maggior parte della SAU è utilizzata per la coltivazione di colture erbacee di varia tipologia. Si tratta dei migliori terreni agricoli, generalmente ad elevata redditività e la loro conversione per la produzione di colture da energia comprende diverse tipologie di colture.

Colture erbacee da biomassa – Svariati anni di sperimentazione hanno individuato alcune colture da biomassa adatte all'ambiente Italiano, tra queste vi si ritrovano colture annuali (sorgo da fibra, kenaf,) e poliannuali (*Arundo donax*, miscanto e cardo). La coltivazione di queste specie è relativamente priva di problemi agronomici ma implica, per essere economicamente sostenibile, l'uso di corpi aziendali piuttosto vasti e preferibilmente non frammentati.

Colture arboree a rapida crescita (SRF) - Si tratta di arboreti ad elevate densità di impianto effettuati soprattutto con: pioppo, salice, eucalipto e robinia, la cui conduzione agronomica prevede il taglio con frequenza annuale, biennale o triennale. Le produzioni di biomassa che si ottengono si aggirano intorno alle 20-22 t/ha di sostanza secca.

Colture erbacee per bio-carburanti – Si tratta essenzialmente delle tradizionali colture industriali (girasole, colza, barbabietola) con l'aggiunta di altre colture tipiche di areali diversi dal nostro (camelina, jatropha, sorgo zuccherino). La loro coltivazione può essere finalizzata alla produzione di oli (da impiegare puri o previa trans-esterificazione per produrre biodiesel), o di zuccheri fermentescibili per produrre etanolo per autotrazione.

Le filiere energetiche

Come si può quindi intuire le possibilità di convertire l'azienda agricola da un'agricoltura di tipo tradizionale a quella di tipo energetico sono numerose e disponibili per le varie tipologie di ambienti italiani e con un vasto panorama di specie e varietà utilizzabili ma la tipologia di filiera utilizzata può comportare alcune complicazioni di tipo tecnico-logistico che, da sole, possono concorrere a ridurre la redditività della coltivazione e porre molti limiti alla sostenibilità della stessa.

La sostenibilità delle colture da energia è difatti, per sua natura, indissolubilmente legata alla tipologia di filiera su cui la coltura si inserisce e in particolare le fase di generazione dell'energia rappresenta il punto di maggiore criticità.

Esistono fondamentalmente due tipologie di filiere, ovvero:

- a) Filiere lunghe caratterizzate da una forte componente impiantistica che è principalmente rappresentata da:
 - Centrali per la combustione delle biomasse (Colture di biomasse dedicate);
 - Impianti per la trans-esterificazione degli olii (Biodiesel);
 - Impianti di produzione alcool (Etanolo);
- b) Filiere corte che necessitano di strutture limitate e che possono essere acquisite da piccoli consorzi:
 - Olio vegetale puro per autotrazione/cogenerazione;
 - Cippato di legna per riscaldamento domestico;

Le filiere lunghe necessitano di grandi impianti e quindi il loro sviluppo e successo sono

necessariamente legati a importanti investimenti economici e devono fare riferimento a comprensori agricoli piuttosto vasti. Sono quindi necessari interventi di tipo pubblico atti a favorirne la realizzazione.

Le filiere corte, non necessitando di impianti molto costosi, possono essere allestite anche a livello del singolo agricoltore o a livello consortile; alcuni esempi in questo settore si possono trovare in Germania (Figura 1) dove esistono numerosi (226) piccoli impianti consortili di spremitura per semi di oleaginose (colza per la grande maggioranza) per la produzione di olio da impiegare in purezza (VO Vegetable Oil) nell'alimentazione di trattrici e veicoli appositamente convertiti di proprietà dei consorziati.

Figura 1 - Spremitura consortile di oleaginose in Germania



Fonte: VWP – Vereinigte Werkstätten für Pflanzenerntechnologie

Conclusioni: analisi delle criticità a livello aziendale.

Sostenibilità e impatto ambientale legato all'aumento degli input tecnici

A fronte delle molteplici ricerche sulle possibili utilizzazioni delle biomasse per usi energetici, con la valutazione della convenienza di creare sinergia tra i settori agricolo, energetico e ambientale, troppo poco si è ancora fatto per valutare gli effetti dell'introduzione di tali coltivazioni sul mantenimento della fertilità e sulla difesa dei suoli, specie in ambienti marginali.

Dato il degrado ampiamente diffuso nei sistemi agricoli delle aree collinari italiane per effetto dell'erosione dei suoli, l'introduzione di colture da massa o da olio su superfici molto ampie in aziende marginali sembrerebbe sconsigliabile a favore invece della reintroduzione di boschi e pascoli (Calandra e Cappelloni, 1991).

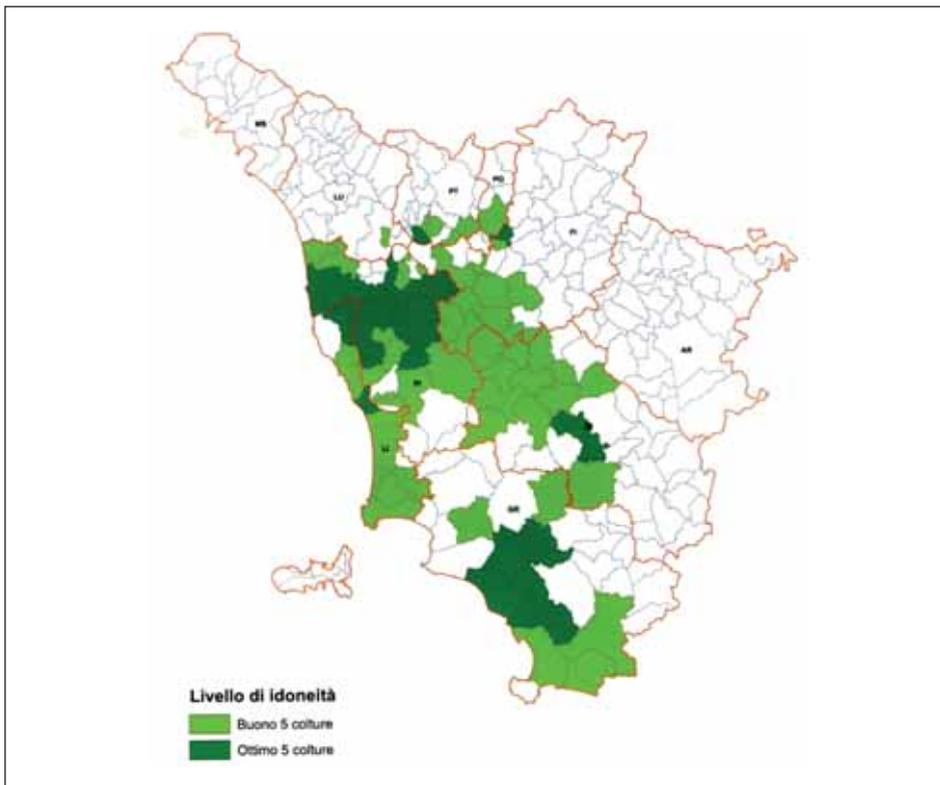
Un altro punto su cui sarebbe necessario fare maggiore chiarezza è relativo all'aumento

degli input tecnici sotto forma di fertilizzanti e prodotti chimici a rischio ambientale per colture da energia che per essere economicamente sostenibili dovrebbero raggiungere elevate produzioni.

Conflittualità con l'agricoltura convenzionale

Le limitate superfici aziendali italiane congiuntamente all'elevata frammentazione dei terreni, rende assolutamente necessario la costituzione di consorzi tra gli imprenditori delle aziende di piccole dimensioni per raggiungere una massa critica di produzione di biomassa tale da sostenere economicamente la filiera. Per contro da indagini svolte sul territorio toscano nell'ambito dei progetti Bioenergy Farm e Progetto BIOSIT, anche mediante l'utilizzo di tecnologia GIS, si osservano numerose sovrapposizioni territoriali (Figura 2) tra le aree potenzialmente vocate alla produzione di colture energetiche e le tradizionali colture da alto reddito toscane (Sabbatini *et al.*, 2004).

Figura 2: Individuazione dei potenziali "distretti bioenergetici" per colture dedicate



Fonte: Quaderno ARSIA 6/2004: Progetto Bioenergy Farm.

Infatti i due distretti caratterizzati da maggiore "vocazionalità" ovvero quello pisano/livornese e quello maremmano/grossetano rappresentano allo stesso tempo due distretti molto vocati per le colture orticole il primo, e per la viticoltura di qualità il secondo. Ma le conflittualità tra colture da biomassa ed agricoltura tradizionale non si estinguono con la concorrenza spaziale sul territorio, difatti i sistemi colturali che includono le biomasse tendono a favorire la monosuccessione, o quantomeno a non favorire la pratica

agronomica delle rotazioni; con tutte le conseguenze immaginabili sotto il profilo della sostenibilità ambientale delle coltivazioni.

Inoltre, secondo alcuni autori (Coiante, 2004), l'allontanamento di elevate quote di biomassa prodotta dalla coltura comporta una riduzione del normale approvvigionamento di sostanza organica al terreno.

Allo stato attuale le sperimentazioni su colture da biomassa condotte in regime di agricoltura biologica sono limitate e le linee guida per questo tipo di coltura sono pertanto scarse.

Perdita di biodiversità

Un particolare argomento di riflessione per una introduzione consapevole e sostenibile delle colture da energia nel panorama della agricoltura italiana è quello relativo all'effetto sulla biodiversità.

Tutti noi sappiamo che a livello globale la biodiversità è stata fortemente condizionata dalla agricoltura intensiva che ha ridotto attraverso l'applicazione di pratiche a forte impatto il numero delle specie presenti, sia vegetali che animali, e la consistenza delle singole popolazioni. Nel corso dei secoli l'agricoltura ha contribuito alla creazione e alla salvaguardia di una grande varietà di habitat seminaturali di elevato pregio. Al giorno d'oggi sono proprio questi habitat che plasmano la maggioranza dei paesaggi dell'UE ed ospitano molte specie della sua ricca fauna selvatica. L'agricoltura è inoltre fonte di reddito per una comunità rurale diversificata che non soltanto rappresenta un bene insostituibile della cultura europea ma svolge anche un ruolo fondamentale nel preservare l'equilibrio dell'ambiente.

I legami esistenti fra la ricchezza dell'ambiente naturale e le pratiche agricole sono complessi. Mentre la salvaguardia di molti habitat di grande pregio in Europa è affidata all'agricoltura estensiva, dalla quale dipende anche la sopravvivenza di una grande varietà di animali selvatici, le pratiche agricole possono anche incidere negativamente sulle risorse naturali. La biodiversità che caratterizza un agroecosistema si può dividere in due categorie (Figura 3):

- la biodiversità programmata che dà la misura della consapevolezza ecologica dell'agricoltore e dipende dalle sue scelte gestionali (rotazioni, scelta varietale, implementazione delle infrastrutture ecologiche quali siepi, strisce inerbite e zone alberate etc.)
- la biodiversità associata (organismi che vivono nelle aree naturali e seminaturali dell'azienda e che hanno un ruolo molto importante nel mantenimento dell'equilibrio del sistema, ad esempio predatori utili ma anche tutta la fauna selvatica che trova in queste aree rifugio, cibo, corridoi per il suo spostamento).

Entrambe queste biodiversità contribuiscono alla funzionalità del paesaggio rendendo possibili i collegamenti tra le isole che costituiscono il mosaico ecosistemico.

Anche un utilizzo della terra inappropriato può causare erosione della biodiversità, fenomeno in gran parte non rimediabile. È per questa ragione che le politiche dell'UE, segnatamente la politica agricola comune (PAC), mirano sempre più a prevenire i rischi di degrado ambientale, incoraggiando al tempo stesso gli agricoltori a continuare a svolgere un ruolo positivo nella salvaguardia del paesaggio e dell'ambiente grazie a misure mirate di sviluppo rurale e contribuendo a garantire la redditività dell'agricoltura nelle diverse regioni.

Quale potrebbe essere la conseguenza ambientale della diffusione su grandi superficie delle colture da biomassa? Da una parte abbiamo detto che per essere economicamente valide, tali colture dovrebbero essere coltivate su superficie abbastanza ampie e che per questo dovremmo arrivare alla costituzione di consorzi di agricoltori. Nel caso della conversione alle colture da energia di areali molto ampi, questo significa che la biodiversità programmata andrebbe certamente a diminuire in quanto:

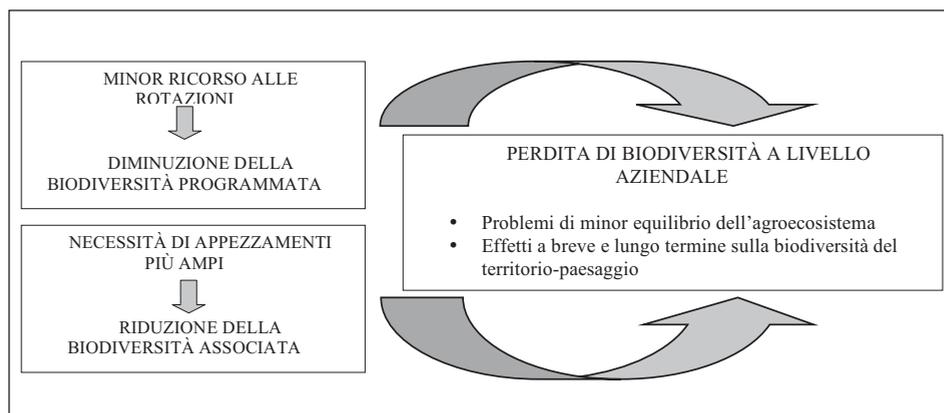
- su un numero elevato di ettari verrebbe ad essere coltivata la stessa specie e probabilmente la stessa varietà o ibrido;
- sarebbero uniformate anche le pratiche agricole per maggiore efficienza di rendimento;
- ai fini di incrementare la resa sarebbero probabilmente aumentati gli input di fertilizzanti e pesticidi.

Per quanto riguarda la biodiversità associata anch'essa verrebbe ad essere fortemente penalizzata per l'abbattimento delle strutture di confine (boschi, strade, siepi, margini dei campi, fossi) necessario per la messa a comune delle superfici e per un efficiente utilizzo della meccanizzazione a livello di bacino di produzione delle colture da energia.

Quanto detto sopra potrebbe determinare la crescita del fenomeno di insularizzazione che già connota la nostra agricoltura, causando l'emarginazione e l'isolamento reciproco di habitat molto importanti per la sopravvivenza di alcune specie che svolgono un ruolo determinante all'interno dell'agroecosistema, con la conseguenza del rischio della loro sparizione. Una ulteriore motivo di attenzione è rappresentato dall'inserimento nelle rotazioni colturali di piante da biomassa provenienti da altri ambienti, definite specie "aliene", che potrebbero acquisire la caratteristica di specie infestanti a causa della loro forte competitività sul territorio.

E' quindi necessario che la conversione alle colture da energia di ambienti prima destinati ad altre e varie produzioni tenga conto di queste problematiche e cerchi di risolverne anticipatamente le possibili conseguenze negative.

Figura 3: Perdita della biodiversità conseguente all'introduzione di colture da energia.



Analisi degli impianti di *short rotation forestry* (sfr)

Relativamente alla tecnica delle rotazioni arboree a ciclo breve (*Short Rotation Forestry*) nel nostro paese e in ambiente mediterraneo in generale, nonostante la sperimentazione abbia evidenziato i vantaggi della selvicoltura a breve rotazione ad oggi l'applicazione ad aziende reali è ancora molto limitata e in un recente lavoro Angelini et al. (2001) ne hanno analizzato le potenzialità e le problematiche agronomiche.

In Danimarca (Jorgensen *et al.*, 2005) in sistemi aziendali a gestione biologica, le Short Rotation Coppic (SRC), una tecnica analoga alle SRF, sono state inserite con successo negli ordinamenti colturali con l'uso dell'*Alnus* spp., ottenendo sistemi multiuso con vantaggi sia economici che ambientali:

- 1) Effetti positivi sulla sostanza organica del suolo.
- 2) Diminuzione delle emissioni di CO₂ in atmosfera.
- 3) Controllo di patogeni che si originano dal suolo sulle colture di pieno campo.
- 4) Riciclo dei nutrienti.
- 5) Aumento della biodiversità a livello aziendale se le SRC sono realizzate a strisce che si alternano alle colture da alto reddito.

Le stime effettuate da Jorgensen et al (2005) porta alla conclusione che esistono buone prospettive per la produzione aziendale di energie rinnovabili dall'uso congiunto di SRC e biogas in agricoltura biologica; utilizzando ad SRC il 5% dei terreni agricoli della Danimarca potrebbe venir prodotta energia per un quantitativo pari al 30-50% delle energie spese in input per l'agricoltura biologica.

La filiera più adatta al comparto agricolo della regione toscana

Per la Regione Toscana analizziamo le filiere energetiche suddividendole tra filiera della Biomassa ligno-cellulosica e filiera dei Biocarburanti.

Filiera Biomassa ligno-cellulosica

In riferimento alle aziende produttrici di biomassa, nel frequente caso di filiera lunga, occorre valutare anche l'impatto ambientale connesso con la logistica dei trasporti come la distanza dal centro di stoccaggio ed i costi ambientali del trasporto della biomassa stessa. Attualmente sono ritenuti sostenibili distretti di colture da biomassa che ruotano in un'area di 50 Km di raggio attorno alla centrale di conversione; distretti più vasti sono vincolati dal forte impatto economico ed ambientale della logistica dei trasporti.

Un interessante esempio è quello che si progetta di realizzare nella Provincia di Grosseto in cui peraltro l'attività di produzione di biomasse per energia consentirebbe almeno in parte di ammortizzare gli effetti che la riforma della P.A.C. ha prodotto sull'agricoltura grossetana e contribuirebbe al mantenimento delle pratiche agricole e del paesaggio maremmano. Il progetto prevede l'interessante sviluppo nel settore agricolo di micro-impianti a cogenerazione in grado di poter soddisfare le esigenze sia di carattere elettrico che termico delle aziende. La tecnologia raggiunta in questo specifico campo si presta infatti ad essere adattata alla peculiarità del territorio grossetano.

Filiera Biocarburanti

I bio-carburanti rappresentano un deposito di energia, proprio come la biomassa, ma maggiormente concentrata; si tratta quindi di una forma di bioenergia relativamente più facile da trasportare. Per questo motivo i comprensori "energetici" per le colture da bio-carburanti possono quindi essere più vasti di quelli da biomassa.

L'estremizzazione di questa filiera corta è rappresentata dall'utilizzo dell'olio puro, Pure Oil (PO) come carburante, filiera prevista nell'ambito del progetto LIFE 2006-2009: VOICE *Vegetable Oil Initiative for a Cleaner Environment* che il Centro Interdipartimentale di Ricerca per la Energie Alternative e Rinnovabili CREAR dell'Università degli studi di Firenze.

Il progetto VOICE prevede difatti l'allestimento dell'intera filiera del PO, che comprende:

- La produzione di girasole per un totale di 1.000 ha circa utilizzando Cv ad "alto oleico" in regime di agricoltura convenzionale e biologico;
- L'allestimento della stazione consortile di spremitura e raffinazione dell'olio con redistribuzione dell'olio stesso agli agricoltori consorziati;

- La conversione di: trattrici agricole, generatori elettrici, cogeneratori di energia elettrica e calore, il riscaldamento di serre e scuole pubbliche;
- Le analisi di impatto ambientale e *Life Cycle Assessment*.

Per quanto concerne la parte puramente agronomica del progetto l'obiettivo principale è l'analisi della sostenibilità aziendale dei vari passaggi della filiera di produzione ed utilizzo energetico dell'olio di girasole puro con la valutazione delle principali caratteristiche tecnologiche degli oli.

Difatti l'assenza di lavori scientifici riguardanti sperimentazioni agronomiche finalizzate all'uso dell'olio puro di girasole come carburante, ci impone di indagare alcuni aspetti principali della coltura in pieno campo, quali:

- Effettuare un primo screening varietale delle cultivar "alto oleico" per produttività e qualità tecnologica degli acheni destinati a biocombustibile;
- Valutare l'influenza delle fertilizzazioni sulla produttività e sulle caratteristiche qualitative del prodotto;
- Indagare la sostenibilità ambientale della coltura in differenti sistemi colturali (biologico e convenzionale).

Bibliografia

- Angelini L.G., Ceccarini L., Bonari E., 2005. Biomass yield and energy balance of giant reed (*Arundo Donax* L.) cropped in central Italy as related to different management practices. *European Journal of Agronomy*, 22, p. 375-389.
- Calandra R., Ciappelloni R., 1991. Effetti della coltivazione di oleaginose per produzione di biocarburanti sulla conservazione della risorsa suolo in aree collinari dell'Umbria Nord Orientale. *Annali-della-Facolta-di-Agraria,-Universita-degli-Studi-di-Perugia*, 45, p. 25-45.
- Coiante D., 2004. Le nuove fonti di energia rinnovabile. Ed. Franco Angeli Milano
- Foti S., Casentino L.S., 2001. Colture erbacee annuali e poliennali da energia. *Tecnica Agricola*, 1, p. 81-96.
- Jorgensen U., Dalgaard T., Kristensen E.S., 2004. Biomass energy in organic farming – the potential role of short rotation coppice. *Biomass and energy*, 28, p. 237-248.
- Libro bianco energia per il futuro:le fonti energetiche rinnovabili Libro bianco per una strategia e un piano di azione della Comunità. Commissione Europea, 2001.
- Libro verde sulla politica integrata relativa ai prodotti. Commissione Europea, 1996.
- Mosca G., Venturi G., 2001. Le produzioni agricole ad uso non alimentare: attuali prospettive di sviluppo. *Rivista di Agronomia*, 35, p. 155-162.
- Pimentel D., Fried C., Olson L., Schmidt S., Wagner-Johnson K., Westman A., Whelam K., Foglia P., Poole P., Klein T., Sobin R., Bochner A., 1984. Environmental and social costs of biomass Energy. *Bioscience*, 34 (2), p. 89-94.
- Ragazzoni A., Reagazzi D., 2006. Gli effetti della riforma della PAC del 2003 per le colture a scopo energetico: prospettive e limiti. Atti del workshop "L'agricoltura per l'energia rinnovabile: i futuri scenari", Potenza 23-24 Novembre 2006, p. 23-30.
- Sabbatini T., Villani R., Bonari E., Galli M., 2004. Analisi territoriale delle colture da energia in toscana. Le colture dedicate ad uso energetico: il progetto Bioenergy Farm, *Quaderno ARSIA 6/2004*, p. 93-116.

LE BIOMASSE DA ENERGIA: PROSPETTIVE FUTURE SOSTENIBILITÀ ECOLOGICA

ENIO CAMPIGLIA, ROBERTO MANCINELLI, FABIO CAPORALI, VINCENZO DI FELICE

DIPROVE – Dipartimento di Produzione Vegetale, Università degli Studi della Tuscia

Sommario

La produzione e l'uso su vasta scala delle biomasse vegetali come fonti energetiche alternative può determinare una serie di impatti ambientali che devono essere attentamente valutati. L'intero "ciclo di vita" delle biomasse da energia deve essere pertanto ottimizzato riducendo al minimo gli impatti negativi, come quelli determinati dall'uso di nutrienti e pesticidi per l'ottenimento delle biomasse durante la fase agricola e dai rifiuti prodotti nella trasformazione delle biomasse in energia durante la fase industriale. Per esprimere giudizi sulla sostenibilità ecologica delle colture da energia sarebbe pertanto opportuno individuare un ampio "core set" di criteri che tenga conto sia delle diverse realtà nelle quali le colture da energia si collocano, sia dei procedimenti tecnologici che permettono la loro trasformazione in combustibili, inclusi i costi sociali e ambientali del trasporto e dello stoccaggio delle biomasse. Al riguardo sono già stati proposti alcuni metodi di studio come il LCA (*Life Cycle Assessment*) che permette di valutare gli impatti ambientali, quantificando e valutando le risorse consumate e le emissioni nei vari segmenti che compongono il LCA, a partire dal reperimento delle risorse necessarie per la produzione delle biomasse fino al collocamento di eventuali rifiuti. Nella prospettiva che le biomasse da energia possano offrire un importante contributo alla soluzione dei problemi energetici, in questo lavoro viene data una breve descrizione delle metodologie attualmente impiegate per valutare la sostenibilità ecologica delle colture da energia. Sulla base di esperienze già condotte si indicano quali possano essere le prospettive future ed eventuali raccomandazioni per azioni e ricerche al riguardo.

Aspetti generali

Su scala globale, la popolazione umana è presente nel 95 % degli ecosistemi esistenti, utilizza annualmente più del 50 % di tutta la biomassa prodotta, scarica ogni anno nell'ambiente più di 100.000 prodotti chimici differenti e partecipa all'introduzione di 500.000 specie invasive nei nuovi ecosistemi (Pimentel, 2006). Nell'Unione Europea (UE), dal 1990 al 2000, l'aumento del consumo di energia è stato del 10 % (EU, 2002) soprattutto imputabile ai combustibili fossili d'importazione. Di conseguenza, la dipendenza energetica esterna (attualmente pari al 49 %) risulta nella UE in costante aumento con valori previsti che supereranno il 70 % nel 2020 se nessuna contromisura verrà presa (Jäger-Waldau e Scholz, 2004). Tale dipendenza comporta rischi economici, sociali ed ecologici per l'UE. In termini geopolitici il 45 % delle importazioni di petrolio proviene dal Medio Oriente e il 40 % delle importazioni di gas naturale dalla Russia. La precarietà di tale dipendenza è stata messa in evidenza in occasione del considerevole aumento dei prezzi del petrolio, alla fine del 2000. Questa tendenza all'uso sempre maggiore di combustibili fossili determina inoltre un cambiamento ambientale la cui irreversibilità sembra sempre più vicina (Pimm, 2006).

Le biomasse agro-forestali da energia

Lo sforzo della comunità scientifica di limitare le esternalità negative, derivanti da circa due secoli di sviluppo incontrollato dell'attività antropica, per indirizzare le attività future verso un maggiore rispetto dell'ambiente e delle sue risorse, ha indotto alla ricerca di nuove soluzioni per la produzione di energie rinnovabili (tab. 1) in contrapposizione a quelle non rinnovabili di origine fossile che, oltre ad essere limitate, rendono il sistema insostenibile (Jebaraj e Iniyar, 2006).

Tabella 1 - Popolazione e consumo energetico annuo di alcuni Stati (Wright, 2006 modificato)

Paese	Abitanti ^a (milioni)	Consumi totali (EJ•anno ⁻¹) ^b	Contributo delle bioenergie sui consumi totali (%)	Biomasse prevalentemente utilizzate
Cina	1295	45,5 ^c	16,4 ^g	Legna, residui agricoli, residui domestici.
EU-25	453	70,5 ^d	3,9 ^h	Legna, residui agricoli.
U.S.A.	288	103,4 ^c	2,8 ⁱ	Legna, granelle, residui agricoli, residui solidi urbani.
Brasile	177	7,3 ^e	27,2 ^e	Eucalipto, canna da zucchero.
Canada	31	13,1 ^c	13,5 ^j	Legna.
Australia	20	5,2 ^f	3,8	Residui agricoli.

^aEIA, 2005a,b - ^bConsumo netto di energia primaria del 2002 - ^cEIA, 2005c - ^dEurostat, 2005 - ^eBrazil Ministry of Mines and Energy, 2003 - ^fDonaldson, 2005 - ^gShuhua, 2003 - ^hEUBIONET II, 2003 - ⁱEIA, 2005d - ^jWEC, 2001.

Recentemente la Comunità Internazionale ha mostrato un forte interesse nella produzione di energia da alcune colture vegetali che normalmente vengono utilizzate per uso alimentare ed industriale (WEC, 2006). Molti affidano all'agricoltura un ruolo cardine per risolvere le problematiche di sostenibilità ambientale ed energetica (Caporali, 2004; Lockwood, 1999). Studi realizzati da numerosi Autori (tab. 2) stimano che la produzione mondiale potenziale di biomasse utilizzabili a fini energetici, durante il XXI secolo, potrebbe subire una crescita esponenziale con stime ottimistiche nell'ordine di oltre 1000 EJ•anno⁻¹ di energia prodotta con le biomasse vegetali. Tale risultato potrebbe essere raggiunto prevedendo un aumento delle rese per ettaro e delle aree agricole destinate a queste produzioni rilevato che la superficie agricola attualmente utilizzata è pari al 38 % della SAU potenziale utilizzabile nel pianeta che è di circa 2,95 miliardi di ettari (Moreira, 2006).

Nella Comunità Europea l'energia derivante dalle biomasse (animali e vegetali) attualmente rappresenta la metà (44-65 %) di tutta l'energia rinnovabile usata e soddisfatta, con circa 69 Mtep (milioni di tonnellate equivalenti di petrolio) il 4 % delle esigenze interne, mentre l'obiettivo da raggiungere entro il 2010 è di 150 Mtep (EC, 2005). Il raggiungimento di questo obiettivo aiuterebbe a rispettare gli impegni assunti con il protocollo di Kyoto nella riduzione dei gas ad effetto serra. L'Italia si è impegnata a ridurre le emissioni di gas serra del 6,5 % rispetto ai livelli del 1990 entro il 2012.

Nella UE incentivare l'utilizzo delle biomasse agro-forestali a fini energetici avrebbe ripercussioni positive anche sulla riduzione delle eccedenze produttive alimentari, con probabili vantaggi sul reddito agricolo e sul numero degli addetti in agricoltura (EC, 2005; EU, 2005). Infatti, sotto il profilo dell'occupazione diretta, nella UE l'intensità di manodopera per la produzione di biocarburanti è da 50 a 100 volte superiore a quella per i carburanti ot-

tenuti da combustibili fossili (EC, 2005). Un'ampia diffusione delle colture da energia probabilmente condurrebbe ad un ampliamento delle superfici produttive con un maggiore utilizzo delle terre marginali e il ritorno in produzione di quelle destinate al *set-aside*.

Tabella 2 - Stima della produzione mondiale di energia (EJ•anno-1) derivante da biomasse (Johansson et al., 2004 modificato)

Fonte	Tipo di residuo ^a	Anno			
		1990	2020-2030	2050	2100
Hall et al., 1993	RF, RC, RA		31		
Williams, 1995b	RF, RC, RA, RSU		30	38	46
Dessus et al., 1992	RF, RSU		90		
Yamamoto et al., 1999	Vari				272
Fischer and Schratzenholzer, 2001	RF, RC, RA, RSU			217-245	
Fujino et al., 19996	Vari	88			
Johansson et al., 1999b	RF, RC, RA, RSU		62	78	
Swisher and Wilson, 1993	RF, RC, RA		87		
IPCC, 2000	Colture da energia			660	118
IPCC, 2000	Colture da energia			310	396
IPCC, 2000	Colture da energia			449	703
IPCC, 2000	Colture da energia			324	485
Smeets et al., 2004	Colture da energia, RF, RC			273-1381	

^a{RF: residui forestali; RC: residui colturali; RA: residui animali; RSU: residui solidi urbani}; ^b{in questi studi viene valutato il contributo potenziale piuttosto che la disponibilità potenziale}.

Non trascurabile potrebbe essere l'utilizzo delle colture da energia come mezzo per il recupero ambientale di quelle aree ad alto tasso di inquinamento che in Italia rappresentano il 2,2 % della superficie nazionale (672.000 ha) (APAT, 2003). In tabella 3 si riportano altri co-benefici ambientali, sociali ed economici che giustificano la diffusione delle colture energetiche.

Tabella 3 - Potenziali co-benefici (ambientali, sociali ed economici) derivanti dall'utilizzo di biomasse e dalla coltivazione delle colture energetiche (Sims et al., 2006)

Benefici ambientali	Benefici sociali	Benefici economici
<ul style="list-style-type: none"> Minor pressione sulle risorse naturali limitate. 	<ul style="list-style-type: none"> Accesso migliorato ai servizi di base (acqua, elettrica, ecc.). 	<ul style="list-style-type: none"> Utilizzo dei sottoprodotti (es.: residui dalle segherie).
<ul style="list-style-type: none"> Minori sottoprodotti e problemi ad essi collegati. 	<ul style="list-style-type: none"> Creazione di posti di lavoro. 	<ul style="list-style-type: none"> Il commercio dei "crediti di carbonio" avrà effetti sull'economia delle energie da biomasse e degli altri sistemi energetici.
<ul style="list-style-type: none"> Protezione delle acque di falda. 	<ul style="list-style-type: none"> Aumento di occupazione e accesso alle risorse. 	<ul style="list-style-type: none"> Gli investimenti sulle produzioni energetiche saranno sicuri per contratti a medio e lungo termine.

segue

segue - Tabella 3 - Potenziali co-benefici (ambientali, sociali ed economici) derivanti dall'utilizzo di biomasse e dalla coltivazione delle colture energetiche (Sims et al., 2006)

Benefici ambientali	Benefici sociali	Benefici economici
<ul style="list-style-type: none"> • Protezione dei terreni. 	<ul style="list-style-type: none"> • Orgoglio ed indipendenza. 	<ul style="list-style-type: none"> • Il flusso di merci e servizi all'interno dell'economie locali migliorerà l'autonomia locale.
<ul style="list-style-type: none"> • Gestione delle aree per i rimboschimenti. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sostegno delle comunità rurali. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Aumento dello stoccaggio di carbonio al suolo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Miglioramento della coesione sociale. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Ritorno alla produzione delle terre abbandonate. 	<ul style="list-style-type: none"> • Minor dipendenza dalle importazioni di petrolio. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Bonifica di terreni e acque degradate. 		
<ul style="list-style-type: none"> • Ridotte emissioni di gas serra. 		

A livello internazionale da alcuni anni si utilizzano le biomasse agro-forestali a fini energetici. Il Brasile, con la produzione di etanolo a partire dalla canna da zucchero (*Saccharum officinarum* L.), è la realtà più importante in quanto soddisfa il 20 % dei consumi nazionali di carburante (Macedo, 1998). Anche la UE con la riforma della PAC, attuata nel 2003, promuove la coltivazione delle biomasse agro-forestali utilizzabili a fini energetici eliminando alcuni vincoli produttivi e concedendo sussidi agli agricoltori (EC, 2005). La Finlandia è, tra i Paesi industrializzati europei, quello che produce maggiore energia da biomasse vegetali soddisfacendo circa il 20 % del consumo energetico nazionale ($73 \text{ TWh} \cdot \text{anno}^{-1}$) utilizzando $37 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ di legna (Hakkila, 2006).

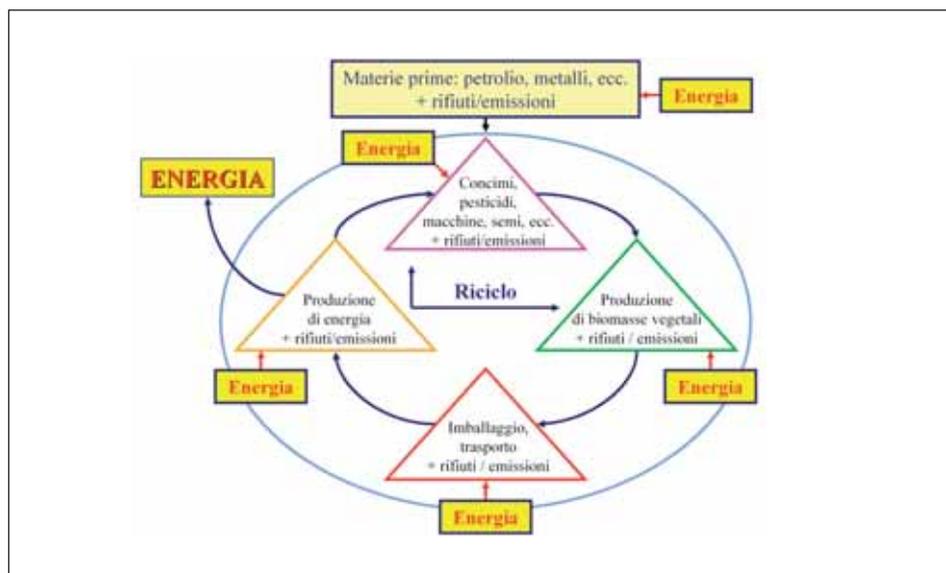
La sostenibilità delle biomasse da energia

L'entusiasmo con il quale è stata accolta la possibilità di ricavare energia dalle biomasse vegetali viene frenato da perplessità di natura economica e ambientale che interessano la sostenibilità nel medio e nel lungo periodo. Infatti, se le biomasse occuperanno un ruolo importante nel futuro delle politiche energetiche la produzione, la conversione ed l'uso dovranno essere compatibili con l'ambiente. Indicazioni contrastanti emergono sui reali vantaggi energetici, economici e ambientali complessivi valutati considerando l'intera filiera energetica delle biomasse da energia (Pimentel, 2003; Ferguson, 2003) da non trascurare, inoltre, è il conflitto che potrebbe sorgere tra produzione ad uso alimentare ed uso energetico (Tréguer e Sourie, 2006). In ogni caso, per ottimizzare la produzione delle biomasse vegetali da energia occorrono tutta una serie di informazioni riguardo l'ambiente di coltivazione, le specie e le varietà più idonee e l'itinerario tecnico da adottare che al momento non risultano nella maggior parte dei casi disponibili. Scelte errate potrebbero nel lungo periodo ridurre la fertilità del suolo e compromettere la sostenibilità dell'intero agroecosistema (Graham *et al.*, 2005). Per esempio l'introduzione di "ideotipi" da energia potrebbe determinare impatti ambientali difficilmente prevedibili soprattutto in riferimento all'eventuale introduzione di specie aliene (Pimentel *et al.*, 2000). Così come una semplificazione strutturale e funzionale dei sistemi agricoli, favorita dalla richiesta di un prodotto standardizzato da parte dell'industria di trasformazione, potrebbe determinare una riduzione della biodiversità che è alla base di una gestione sostenibile degli agroecosistemi (Altieri, 1999).

Valutazione della sostenibilità delle biomasse per uso energetico

La produzione e l'uso su vasta scala delle biomasse vegetali, come fonti energetiche alternative, può determinare una serie d'impatti ambientali che devono essere attentamente valutati. Una delle principali difficoltà incontrate nello studio della sostenibilità degli agroecosistemi, è connessa alle molteplici tecniche d'analisi sviluppatesi negli ultimi anni. Qualsiasi sia l'approccio adottato, il mondo scientifico è concorde nell'affermare che la sostenibilità è una proprietà del sistema e non delle sue parti (Caporali, 2004). Su questa base sono stati sviluppati una serie di metodi d'analisi che, adottando l'approccio input-output, hanno permesso di analizzare i flussi di materia, energia e moneta all'interno di sistemi agrari e di ricavarne indicatori ed indici di prestazioni agroambientali (Mancinelli *et al.*, 2003; Tellarini *et al.*, 2001; Tellarini e Caporali, 2000; Campiglia *et al.*, 1999; Leone *et al.*, 1996; Tellarini *et al.*, 1995; Bonari e Campiglia, 1986). L'attuale tendenza è quella di riferirsi a nuclei essenziali di indici e indicatori sintetici (*core set*), che potrebbero però mostrare limitazioni, dovute alla difficoltà nell'aver una visione globale dei processi soprattutto in riferimento a filiere complesse come quelle delle biomasse da energia. Si rende quindi indispensabile valutare il processo con un approccio sistemico (fig. 1) che, anche se più complesso, offre la possibilità di operare un'analisi più completa.

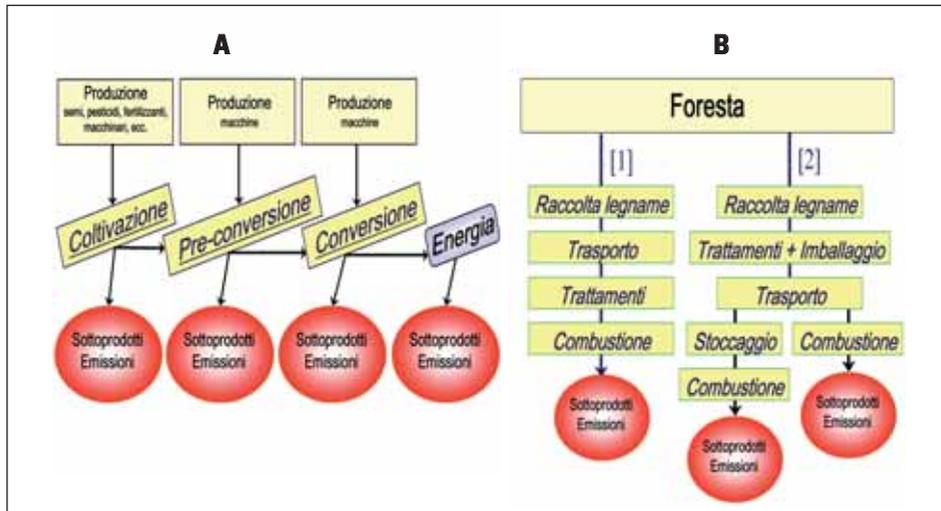
Figura 1 - Approccio sistemico al comparto delle biomasse da energia



In questo caso, un valido aiuto può essere offerto dai modelli matematici, sviluppati per valutare gli impatti ambientali. Tra i vari modelli, quello maggiormente utilizzato è il *Life Cycle Assessment* (LCA) che è un metodo oggettivo di valutazione e quantificazione dei carichi energetici, ambientali e degli impatti potenziali associati ad un prodotto, ad un processo o a un'attività lungo il suo intero arco di vita ("dalla culla alla tomba") (Heiskanen, 2002; Ayres *et al.*, 1978; Kneese *et al.*, 1970). Tale metodo, oltre ad essere applicabile su scala mondiale in quanto standardizzato e certificato dall'ente *International Standards Organization* (ISO 14040:1997; ISO 14041: 1999; ISO 14042: 2000; ISO 14043: 2000; ISO 14044: 2006), è espressione del "*Life Cycle Thinking*" (LCT) (Sonneman *et al.*, 2001).

Il LCA è un metodo che permette di: (i) valutare le problematiche ambientali di un prodotto, un processo o un'attività, in ragione dei flussi di energia-materia interni al sistema ed emessi dal sistema; (ii) valutare gli effetti che l'energia e la materia emessa hanno sull'ambiente; (iii) identificare e valutare le operazioni del processo su cui intervenire per ridurre gli impatti ambientali negativi (fig. 2).

Figura 2 - Ciclo di vita di una: a) coltura da energia (Hanegraff et al., 1998); b) foresta da energia nella filiera industriale [1] e nella filiera domestica [2] (Forsberg, 2000).



La valutazione interessa l'intero ciclo di vita del prodotto, del processo o dell'attività, a partire dall'estrazione delle materie prime (es.: rocce per la produzione dei concimi minerali) fino al consumo finale (es.: combustione del biodiesel ottenuto da oli vegetali) tenendo conto di tutti gli steps (es.: lavorazione, trasporto, distribuzione, ecc.) e considerando anche eventuali reimpieghi dei sottoprodotti (Fava et al., 1993).

Il percorso che normalmente viene svolto nell'indagine con il metodo LCA prevede la: (i) definizione degli obiettivi; (ii) definizione del campo d'analisi; (iii) definizione degli input e output; (iv) valutazione dei potenziali impatti ambientali; (v) interpretazione dei risultati (fig. 3).

Dopo aver classificato i processi e le risorse (Life Cycle Inventory - LCI), il metodo LCA permette di quantificare le performances di ciascuna categoria d'impatto tramite la caratterizzazione di "indicatori d'impatto ambientale" (Life Cycle Impact Assessment - LCIA) (tab. 5 e tab. 6).

Tabella 4 - Indicatori di impatto ambientale per ettaro di coltura nella produzione di barbabietola da zucchero in Inghilterra in quattro differenti itinerari tecnici (Tzilivakis et al., 2005)

Categorie d'impatto	Irrigata	In asciutto	Minima lavorazione	Biologico
eutrofizzazione (kg di NO3 eq..)	3,5	3,5	3,5	3,0
riscaldamento globale (kg di CO2 eq.)	2,0	1,4	1,3	1,3
ecotossicità pesticidi (punteggio)	67	65	77	0
uso di energia (MJ)	25,4	22,2	21,3	19,0

Figura 3 - Schema base del percorso da compiere nel metodo LCA

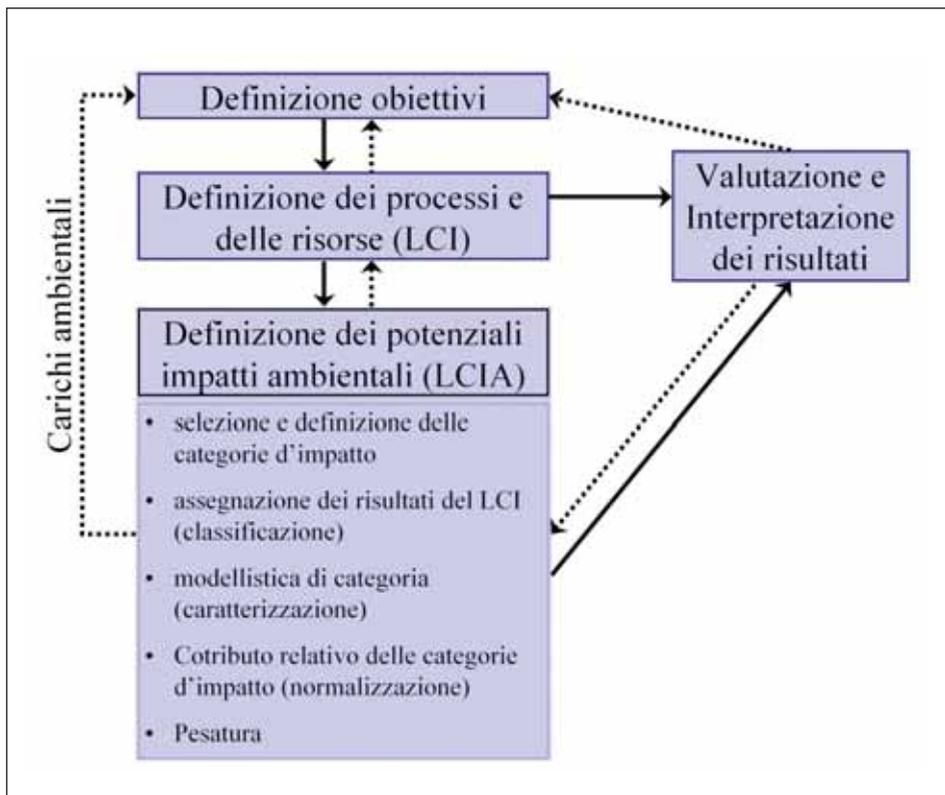


Tabella 5 - Indicatori di impatto ambientale per ettaro di coltura nella coltivazione di biomasse da energia in Francia (van der Werf, 2004)

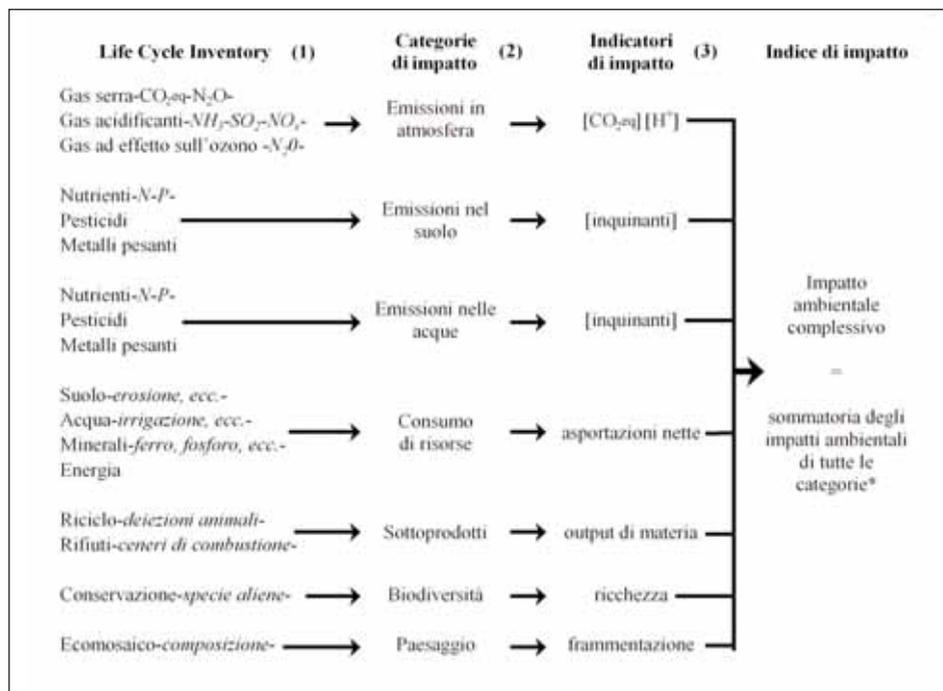
Categorie d'impatto	Girasole	Colza	Mais	Barbabietola da zucchero
Eutrofizzazione (kg PO4 eq..)	20,2	20,6	21,0	24,1
riscaldamento globale (kg CO2 eq.)	2,3	2,7	3,3	4,9
acidificazione (kg SO2 eq.)	10,8	12,8	13,6	24,5
Uso di energia (MJ)	11,9	13,8	23,0	26,3

Attraverso la normalizzazione e aggregazione degli "indicatori d'impatto ambientale", il metodo LCA quantifica la sostenibilità ambientale dell'intero processo definendola in termini di "indice di impatto ambientale" (tab. 7).

Prospettive future

Nei prossimi anni, la diffusione delle biomasse agricole a fini energetici potrebbe subire una forte crescita a livello mondiale e, nonostante le potenzialità dei Paesi Terzi, saranno probabilmente i Paesi Sviluppati a incrementarne la diffusione in ragione delle tecnologie ne-

Tabella 6 - Descrizione del processo d'analisi da adottare per valutare la sostenibilità ambientale delle colture da energia con il metodo Life Cycle Assessment (LCA). (1) classificazione, (2) caratterizzazione, (3) normalizzazione e aggregazione. *Le varie categorie d'impatto possono avere pesi diversi (Lal, 2004; Kim e Dale, 2005)



cessarie, della crescente richiesta energetica e dell'erogazione di incentivi monetari pubblici (Wright, 2006). Tale diffusione, che a livello europeo prevede la nascita di distretti agro-energetici, deve necessariamente essere realizzata e condotta secondo principi agroecologici di sostenibilità tenendo conto che: (i) le pratiche agricole ed i processi industriali si modificano nel tempo e nello spazio; (ii) la sostenibilità degli agroecosistemi deve essere valutata prima che vengano attuate le necessarie modificazioni dell'agroecosistema atte all'inserimento delle colture d'energia.

L'approccio LCA è un'importante metodo d'indagine per valutare la sostenibilità e la *performance* ambientale delle colture da energia che permette anche di prevedere e valutare scenari futuri consentendo l'attuazione di scelte eco-sostenibili.

Per una completa valutazione della sostenibilità, è auspicabile comunque associare il metodo LCA con altri metodi d'analisi quali ad esempio il *Life Cycle Management* (LCM) (Jensen e Remmen, 2005) ed il *Life Cycle Cost* (LCC) (Asiedu, 1998) in modo da esprimere giudizi di sostenibilità anche su altri aspetti quali quelli economici e sociali.

Attualmente, le principali difficoltà nell'applicazione dei modelli d'analisi derivano dalle difficoltà di reperimento, aggiornamento e gestione delle informazioni dei flussi di materia ed energia. Per questo, l'utilizzo di indicatori e indici sintetici, pur con le limitazioni ad essi associati, come la difficoltà nell'individuare i punti critici e l'eccessiva aggregazione delle informazioni, si dimostrano strumenti d'indagine molto utili, dinamici e facilmente fruibili nei processi decisionali grazie alla loro specificità e rapidità d'indagine. Si può affermare quindi che la diffusione delle biomasse da energia è in larga misura dipendente dalla sostenibilità di lungo periodo realizzabile sull'intera filiera energetica, *in primis* quella ambientale.

Bibliografia

- Altieri M., 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74, 19-31.
- Apat, 2003. *Annuario dei dati ambientali*. Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici.
- Asiedu Y., 1998. Product life cycle cost analysis: state of the art review. *International Journal of Production Research* 36, 883-908
- Ayres R.U., 1978. *Resources, environment and economics. Applications of the materials/energy balance principle*. John Wiley and Sons (eds), New York.
- Bonari E., Campiglia E., 1986. Prime valutazioni sui risultati produttivi di avvicendamenti a diverso grado di intensificazione culturale. *Agric. Ric.*, 72, 67-78.
- Brazil Ministry of Mines and Energy, 2003. *Brazilian energy balance 2003*. www.mme.gov.br
- Campiglia E., Caporali F., Mancinelli R., 1999. Indicatori delle prestazioni agroecologiche dei sistemi colturali in regime biologico. *Agric. Ric.* 182, 49-56.
- Caporali F., 2004. *Agriculture and Health. The Challenge of Organic Agriculture*. Editeam, Cento.
- Dessus B., Devin B., Pharabod F., 1992. World potential of renewable energies. *La Hoille Blanche*, 1, p. 1-50.
- Donaldson K., 2005. *Australian energy statistics - Australian energy consumption by industry and fuel type-energy units 1973-74 to 2003-04*.
- EC, 2005. *Piano d'azione per la biomasse*. Comunicazione della Commissione delle Comunità Europee del 13 dicembre 2005 - 15741/05.
- EIA, 2005a. *Country analysis briefs*. US energy information administration. Energy Information Administration.
- EIA, 2005b. *World population, 1980 present - table b.1*. US energy information administration. Energy Information Administration.
- EIA, 2005c. *International energy outlook 2004: highlights*, 2005.
- EIA, 2005c. *World primary energy consumption by region 1993-2002 - table 11.3*. Energy Information Administration.
- EU, 2002. *EU energy and transport figures, statistical pocketbook 2002*. European Commission.
- EU, 2005. *Progetto di relazione sulla quota di fonti energetiche rinnovabili nell'Unione europea e le proposte di azioni concrete*. Commissione per l'industria, la ricerca e l'energia del 4 aprile 2005 - 2004/2153(INI).
- Eubionet II, 2003. *Use of biomass and other renewable energy in Europe 2002*.
- Eurostat, 2005. *Environment and energy statistics*.
- Fava J., Consoli F., Denison R., Dickson K., Mohin T., Vigon B., 1993. *A conceptual framework for Life Cycle Impact Assessment*. Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), Pensacola.
- Ferguson A., 2003. *Implications of the USDA 2002 update on ethanol from corn: The Optimum Population Trust*, Manchester, U.K.
- Fischer G., Schrattenholzer L., 2001. *Global bioenergy potentials through 2050*. *Biomass and Bioenergy* 20, 151-159.
- Forsberg G., 2000. *Biomass energy transport: Analysis of bioenergy transport chains using life cycle inventory method*. *Biomass and Bioenergy* 19, 17-30.
- Fujino J., Yamaji K., Yamamoto H., 1999. *Biomass-balance table for evaluating bioenergy re-*

- sources. *Applied Energy* 63, 75–89.
- Graham R.L., Downing M., Walsh M.E., 2005. A framework to assess regional environmental impacts of dedicated energy crop production. *Environmental Management* 20, 475-485.
- Hakkila P., 2006. Factors driving the development of forest energy in Finland. *Biomass and Bioenergy* 30, 281-288.
- Hall D.O., Rosillo-Calle F., Williams R.H., Woods J., 1993. Biomass for energy: supply prospects. In: Johansson J.B. et al. (eds), *Renewables for Fuels and Electricity*, Island Press, Washington DC.
- Heiskanen E., 2002. The institutional logic of Life Cycle Thinking. *Journal of Cleaner Production* 10, 427-437.
- IPCC, 2000. Special report on emissions scenarios. Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, London.
- Jäger-Waldau A., Scholz H., 2004. Status Report 2004 - Energy End-use Efficiency and Electricity from Biomass, Wind and Photovoltaics in the European Union. Ispra, Italy. Institute for environment and Sustainability - European Commission Joint Research Centre (IES-JRC).
- Jebaraj S., Iniyar S., 2006. A review of energy models. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 10, 281-311.
- Jensen A.A., Remmen A., 2005. Background Report for a UNEP guide to Life Cycle Management - A bridge to sustainable products. United Nations Environment Programme, <http://www.uneptie.org/>.
- Johansson T.B., Kelly H., Reddy A.K.N., Williams R., 1993. Renewable fuels and electricity for a growing world economy: defining and achieving the potential. In: Johansson J.B. et al. (eds), *Renewable Energy-Sources for Fuels*, Island Press, Washington DC.
- Johansson T.B., McCormick K., Neij L., Turkenburg W., 2004. The Potential of Renewable Energy. International Conference for Renewable Energies, Bonn.
- Kim S., Dale B.E., 2005. Life cycle assessment of various cropping systems utilized for producing biofuels: Bioethanol and biodiesel. *Biomass and Bioenergy* 29, 426-439.
- Kneese A.V., 1970. Ayres R.U., D'Arge R.C. *Economics and the environment. A materials balance approach*. John Hopkins Press, Baltimore.
- Lal R., 2004. Carbon emission from farm operation. *Environmental International* 30, 981-990.
- Leone A., Garnier M., Campiglia E., Marini R., 1996. Uncalibrated management models to assess agricultural diffuse pollution: their use in decision making. Dipartimento di Produzione Vegetale, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo.
- Lockwood J.A., 1999. Agriculture and biodiversity: Finding our place in this world. *Agriculture and Human Values* 16, 365-379.
- Macedo I.C., 1998. Greenhouse gas emissions and energy balances in bio-ethanol production and utilization in Brazil (1996). *Biomass and Bioenergy* 14, 77-81.
- Mancinelli R., Caporali F., Campiglia E., 2003. Valutazione di sistemi di conduzione aziendale attraverso indicatori di prestazioni agroecologiche. In: Atti XXXV Convegno SIA, Napoli 16-18 settembre, 259-260.
- Hanegraff M.C., Biewinga E.E., van der Bijl G., 1998. Assessing the ecological and economic sustainability of energy crops. *Biomass and Bioenergy* 15, 345-355.
- Moreira J.R., 2006. Global biomass energy potential. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 11, 313-342.
- Pimentel D., 2003. Ethanol fuels: energy balance, economics, and environmental impacts are negative. *Natural Resources Research* 12, 127-134.

- Pimentel D., 2006. Energy use, population growth and loss of ecological biodiversity. In: Atti XVI Convegno Nazionale SITE, Viterbo-Civitavecchia, 19-22 settembre, 2.
- Pimentel D., Lach L., Zuniga R., Morrison D., 2000. Environmental and economic costs of nonindigenous species in the United States. *Bioscience* 50, 53-65.
- Pimm S.L.; 2006. Does biodiversity have a future? n: Atti XVI Convegno Nazionale SITE, Viterbo-Civitavecchia, 19-22 settembre, 2.
- Shuhua G., 2003. Development and utilization of biomass energy and related supporting policies in China. In: Proceedings 6th LAMENT Workshop, Dalian, 24-26 september, 19-21.
- Sims R.E.H., Hastings A., Schlamadinger B., Taylor G., Smith P., 2006. Energy crops: current status and future prospects. *Global Change Biology* 12, 2054-2076.
- Smeets E., Faaij, A., Lewandowski I., 2004. A quickscan of global bio-energy potentials to 2050 - An analysis of the regional availability of biomass resources for export in relation to the underlying factors. Copernicus Institute, Department of Science, Technology and Society, Utrecht University.
- Sonnemann G.W., Solgaard A., Saur K., Udo de Haes H.A., Christiansen K., Jensen A.A., 2001. Life Cycle Management: UNEP-Workshop - Sharing Experiences on LCM. *International Journal of LCA* 6, 325-333.
- Swisher J., Wilson D., 1993. Renewable energy potentials in Nakicenovic N. et al., long-term strategies for mitigating global warming. *Energy* 18, 437-460.
- Tellarini V., Caporali F., 2000. An input/output methodology to evaluate farms as sustainable agroecosystems: an application of indicators to farm in Central Italy. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 77, 111-123.
- Tellarini V., Caporali F., Campiglia E., Del Chicca M., 1995. Valutazione di differenti interventi agronomici attraverso l'analisi dei flussi energetici e finanziari nell'agroecosistema azienda: nota I. *Rivista di Agronomia (suppl.)* 29, 358-365.
- Tellarini V., Caporali F., Campiglia E., Del Chicca M., 2001. Valutazione di differenti interventi agronomici attraverso l'analisi dei flussi energetici e monetari nell'agroecosistema azienda. nota II. *Rivista di Agronomia* 35, 51-60.
- Tréguer D., Sourie J., 2006. The impact of biofuel production on farm jobs and income - The French case. In: 96th EAAE Seminar, Tänikon, January.
- Tzilivakis J., Jaggard K., Lewis K.A., May M., Warner D.J., 2005. Environmental impact and economic assessment for UK sugar beet production systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 107, 341-358.
- van der Werf H.M.G, 2004. Life Cycle Analysis of field production of fibre hemp, the effect of production practices on environmental impacts. *Euphytica* 140, 13-23.
- WEC, 2001. WEC survey of energy resources 2001 - biomass (other than wood). World Energy Council. www.worldenergy.org
- WEC, 2006. World energy in 2006. World Energy Council, London. www.worldenergy.org
- Williams R.H., 1995. Variants of a low CO₂ - Emitting Energy Supply System (LESS) for the World. Prepared for the IPCC Second Assessment Report Working Group IIa, Energy Supply Mitigation Options. 1995, Pacific Northwest Laboratories.
- Wright L., 2006. Worldwide commercial development of bioenergy with a focus on energy crop-based projects. *Biomass and Bioenergy* 30, 706-714.
- Yamamoto H., Yamaji K., Fujino J., 1999. Evaluation of bioenergy resources with a global land use and energy model formulated with SD technique. *Applied Energy* 63, 101-113.

ASSOCIAZIONI DI CATEGORIA DEGLI AGRICOLTORI

FRANCESCO CIANCALEONI

Coldiretti Area Ambiente e Territorio

Gli attuali ritmi di consumo energetico evidenziano preoccupanti scenari per il futuro circa la possibilità che le risorse naturali siano sufficienti a sostenere ed affrontare la crescita demografica ed economica. Le preoccupazioni dei cittadini partono dall'osservazione quotidiana degli effetti dell'inquinamento atmosferico, del caro petrolio e dei cambiamenti climatici, sempre più all'attenzione dell'opinione pubblica e dei media.

Se consideriamo primaria la soluzione dei problemi collegati all'inquinamento atmosferico e alla dipendenza energetica dalle fonti fossili, le azioni più urgenti sono quelle in direzione della riduzione delle emissioni inquinanti attraverso tutte le forme possibili di risparmio e di efficienza energetica, oltre alla promozione delle fonti rinnovabili, la cui quota percentuale di incidenza nella copertura del fabbisogno energetico nazionale dovrebbe essere incentivata molto di più di quanto si stia facendo.

Anche la ricerca in questo campo dovrebbe essere intensificata, ma, soprattutto, appare urgente la creazione di condizioni di mercato stabili, soprattutto dal punto di vista normativo, in grado di fornire le necessarie garanzie alle imprese che intendono investire in questo settore.

Per quanto riguarda il ruolo dell'agricoltura, se l'area fondamentale di occupazione e di reddito per l'imprenditore agricolo resta, naturalmente, la produzione di alimenti e la valorizzazione delle qualità attraverso il riconoscimento dei bisogni dei consumatori, oltre al consolidamento della fornitura di servizi agrituristici ed ambientali per i quali si va strutturando, nell'ambito dei sistemi locali, una domanda dinamica ed articolata, il disegno della *multifunzionalità* individua un'altra area di investimento nella produzione e nella collocazione sul mercato di bioenergie.

Anche il percorso di riforma della politica agricola comune, attraverso la liberalizzazione dei mercati ed il rafforzamento di interventi di sviluppo, equilibrati e sostenibili, sul territorio, favorisce, del resto, una maggiore concentrazione di risorse sull'obiettivo di valorizzazione delle colture energetiche.

Dal punto di vista normativo, la possibilità, da parte delle imprese agricole, di produrre e vendere energia, è legata alla recente modifica dell'art. 2135 del Codice Civile, che estende la qualifica agricola per connessione anche alla produzione e alla cessione di energia elettrica e calorica da fonti rinnovabili agroforestali e fotovoltaiche, nonché di carburanti ottenuti da produzioni vegetali.

Le potenzialità dell'agricoltura in campo energetico risiedono nella diffusione di colture dedicate e nella raccolta dei residui delle attività agroforestali e di quelle zootecniche e del loro sfruttamento attraverso impianti e sistemi tecnologici di piccole e medie dimensioni, idonei per un impiego diffuso e distribuito sul territorio e con impatti ambientali ridotti.

In base alle stime potenziali, si può ipotizzare un contributo del settore agricolo del 6,4% al fabbisogno energetico nazionale entro il 2010 che, in aggiunta all'aliquota già prodotta (altro 6,5%), porterebbe ad un contributo complessivo delle fonti rinnovabili del 13%. Per quanto riguarda la riduzione complessiva delle emissioni, questa potrebbe essere stimata in 12 mt CO₂ eq./anno (rispetto alle 77,9 che mancano per il raggiungimento degli obietti-

vi di Kyoto). Va detto, comunque, che la difficoltà di fare delle stime in questo campo risiede, nella complessità delle filiere agro-energetiche dal punto di vista tecnico e normativo. Eppure non bisognerebbe tralasciare i numerosi vantaggi per la società legati alla loro diffusione, connessi al ruolo di conservazione e valorizzazione del territorio da parte del settore agricolo:

- contributo alla riduzione delle emissioni di CO₂;
- tutela dell'ambiente e del paesaggio (tra l'altro il modello di pianificazione energetica da preferire è caratterizzato dalla costruzione di piccoli e medi impianti diffusi sul territorio rispetto al ricorso alle megacentrali);
- conservazione e valorizzazione delle aree marginali;
- controllo dei fenomeni di degrado ambientale e dissesto idrogeologico;
- creazione di attività utili attraverso le opere di manutenzione;
- risparmio costi depurazione e smaltimento residui;
- risparmio energetico;
- lotta al caro petrolio.

Alla luce di quanto detto, appare chiara la necessità di un nuovo approccio culturale alla pianificazione energetica ed oltre ai necessari approfondimenti da parte della ricerca sugli aspetti tecnologici, il problema della diffusione delle rinnovabili rimane collegato alla necessità di disporre di un mercato stabile. In questo senso, certo è che lo scenario delineato dalle recenti leggi finanziarie e dalla legge 11 marzo 2006, n. 81, pur presentando una serie di nuove opportunità per lo sviluppo delle attività agricole nel settore delle energie rinnovabili, corre, tuttavia, il rischio di essere compromesso da una serie di ostacoli di carattere tecnico, procedurale ed interpretativo.

In generale è innegabile che la promozione delle fonti energetiche rinnovabili rappresenti un elemento strategico della politica energetica europea e nazionale e lo stretto legame tra risorse energetiche rinnovabili e territorio chiamano in causa il settore agricolo come principale protagonista di una nuova pianificazione energetica nazionale che incentivi lo sviluppo di piccoli impianti di cogenerazione che soddisfino il fabbisogno energetico territoriale, prediligendo il modello della generazione diffusa rispetto a quello basato sui grandi impianti. In questa ottica, Coldiretti, da tempo impegnata in tutte quelle iniziative che vanno nella direzione di garantire il pieno raggiungimento degli obiettivi fissati nel Protocollo di Kyoto e credendo fermamente nelle possibilità di sviluppo di un settore indispensabile per la tutela dell'ambiente e della salute, per il contenimento delle emissioni inquinanti e per la prevenzione dei rischi conseguenti ai cambiamenti climatici, sta sostenendo con forza la promozione e l'impiego dei biocarburanti di origine agricola, così come la diffusione di altre filiere agro-energetiche, fortemente collegate alla dimensione territoriale.

ROSANNA CONTRI

CIA – Confederazione Italiana Agricoltori

L'agricoltura si rende disponibile ad essere protagonista nello sviluppo delle bioenergie, affrontando con realismo e con interesse le possibili e concrete opportunità per le imprese agricole.

L'interesse più immediato per le imprese agricole e forestali è rivolto a quelle filiere agri-energetiche che consentono di accumulare in azienda il valore aggiunto rappresentato dalla vendita di energia.

Vi sono molte imprese agricole impegnate nella multifunzionalità, pronte ad organizzarsi per coltivare, produrre e vendere energia ottenuta da impianti di taglia medio-piccola. La logica è quella della generazione diffusa di energia che vede gli agricoltori e le imprese forestali soggetti attivi non soltanto nella fase della produzione delle materie prime da destinare allo scopo energetico, ma nella realizzazione e gestione degli impianti per la produzione di energia termica e nella cogenerazione termica-elettrica.

Questo modello definisce un nuovo soggetto: le imprese agrienergetiche, cioè imprese agricole e forestali singole o associate che attraverso l'impiego prevalente di materia prima derivante dalle stesse aziende (biomasse legnose, colture dedicate, liquami zootecnici) producono e vendono a terzi (pubblici o privati) energia rinnovabile.

Dopo il positivo riconoscimento fiscale ottenuto del paese e di sviluppo di filiere energetiche regionali.

Le proposte principali della Cia:

- Definire in tempi ragionevoli un Piano agrienergetico nazionale (P.A.N.), collegato al Piano energetico nazionale, nell'ambito del quale disciplinare ed organizzare strumenti di sviluppo delle filiere (Contratti di programma agrienergetici, Distretti Agrienergetici), criteri di qualificazione delle colture energetiche, della loro tracciabilità per valorizzare le produzioni nazionali e della sostenibilità ambientale. Oltre a criteri e norme il piano dovrebbe prevedere specifiche risorse per lo sviluppo del settore. A tal fine potrebbero essere destinate una parte delle risorse previste per l'attuazione degli obiettivi del protocollo di Kyoto. Il Piano agrienergetico potrebbe avere articolazioni regionali e potrebbe rappresentare il recepimento del piano d'azione per le Biomasse recentemente presentato dalla Commissione Europea.
- Istituire un certificato verde agricolo che riconosca un plus per le aziende agricole e forestali che producono energia elettrica e termica utilizzando prevalentemente i propri prodotti aziendali.
- Promuovere le intese di filiera nel campo dei biocarburanti che prevedono la valorizzazione delle materie prime nazionali e una oggettiva convenienza per le imprese agricole circa il prezzo della materia prima. Le politiche di defiscalizzazione devono essere riequilibrare a favore di misure che rendano obbligatoria l'immissione sul mercato di percentuali crescenti di biocarburanti per il trasporto, attraverso contratti di coltivazione o intese di filiera.
- Snellire le norme attuative ed autorizzative per le imprese agrienergetiche nella fase di realizzazione degli impianti.
- Attivare una aliquota IVA agevolata sull'acquisto degli impianti e attrezzature per la produzione di energia termica ed elettrica da parte delle imprese agrienergetiche.
- Concentrare attenzione e pressione politica a livello comunitario per ottenere l'innalzamento dell'aiuto ettaro per le colture a fini energetici, in modo da renderlo economicamente appetibile e sollevare l'opportunità di una nuova OCM agroenergetica.

FILIPPO TRAFILETTI

Confagricoltura

In un Paese come l'Italia, che lamenta una forte dipendenza dall'estero, per far fronte ai propri fabbisogni energetici, il problema di una evoluzione verso modelli di produzione (e consumo) più rispettosi dell'Ambiente si pone con particolare intensità.

A ciò si affianca l'esigenza di ridare prospettive al settore agricolo, alle prese con una evoluzione decisamente complessa, condizionata dalle difficoltà di accesso al mercato, dal contenimento di produzioni tradizionali (dalle bietole, al tabacco, al grano duro), e dalla concorrenza sempre più stringente degli altri Paesi.

Per questo Confagricoltura auspica un pacchetto di azioni robuste, sull'energia da biomasse, per fornire agli agricoltori alternative alle coltivazioni tradizionali, che siano concretamente praticabili ed in grado di produrre reddito, occupazione e ricadute benefiche per l'ambiente.

Abbiamo presentato proposte specifiche ed in diverse province d'Italia gli imprenditori di Confagricoltura sono pronti ad investire in progetti agroindustriali, se si creeranno le condizioni normative e tecniche. Sugli aspetti della "bioenergia", però, notiamo sinora un distacco preoccupante tra le dichiarazioni di principio – tutte concordi nell'attribuire a questo argomento un alto grado di priorità - e la povertà delle azioni messe in campo.

Come giudicare l'abbassamento, da 300.000 a 200.000 T. della quota di biodiesel defiscalizzata? Si doveva, contemporaneamente, sviluppare un contingente defiscalizzato per il bioetanolo, ma non una goccia di questo carburante alternativo è stata immessa in commercio.

Si sono poi fissati a livelli inferiori, rispetto a quelli indicati dalla direttiva europea (30/03), gli obiettivi di immissione al consumo dei biocarburanti; e la mancanza del piano di attuazione – necessario per dare concretezza all'opera – ha mandato l'Italia in procedura d'infrazione.

Scarsa efficacia, infine, ha mostrato la legge 81/06, che prevedeva il ricorso alle "intese di filiera", da stipulare fra gli agricoltori e l'industria petrolifera, per fare in modo che i biocarburanti avessero una fonte di alimentazione con materie prime nazionali.

Con la legge finanziaria per il 2007 si sta imboccando un percorso positivo per il settore dei biocarburanti. Si rafforza, infatti, il privilegio agli accordi interprofessionali per l'accesso alla quota di biodiesel defiscalizzata.

Non meno interessanti le prospettive per l'energia elettrica. La coltivazione di biomasse legnose, insieme all'utilizzo di sottoprodotti delle produzioni agricole e zootecniche – i liquami si possono trasformare in biogas – può rappresentare una valida prospettiva per riconvertire aree interne verso la trasformazione in elettricità e/o calore. Una realtà già concreta in molte aree del Paese, per fare in modo che l'agricoltore, oltre ai "quintali", venda anche i Kilowatt.

Con le novità introdotte con la legge finanziaria sarà possibile migliorare le regole che riconoscono come attività agricola la cessione di energia elettrica, per privilegiare le biomasse agroforestali, tra le varie fonti rinnovabili. Il sistema dei certificati verdi potrà essere rivisitato, affinché con meccanismi di tracciabilità si valorizzi l'apporto delle nostre aree territoriali.

ASSOCIAZIONI AMBIENTALISTE E CENTRI STUDI

SCALA LOCALE E RIDUZIONE DEI CONSUMI COME PRESUPPOSTI PER IL RICORSO ALLE COLTURE ENERGETICHE

MASSIMO DE MAIO

Fare Verde ONLUS

Fare Verde sostiene l'utilizzo di biomasse a fini energetici per gli ormai chiari vantaggi in termini di rinnovabilità delle fonti e di lotta al riscaldamento del Pianeta. Per questo guarda con estremo interesse al dibattito che già da molti mesi si sta svolgendo in Italia sul tema dell'energia ottenuta da biomasse nonché agli esiti di questo interessante convegno promosso dall'APAT. Con riferimento al tema trattato, Fare Verde intende, con l'occasione, portare all'attenzione dei partecipanti al Convegno i seguenti punti critici:

1) Aumentare l'efficienza energetica.

Ogni discorso su fonti rinnovabili e pulite di energia rischia di infrangersi sullo scoglio delle inefficienze e degli sprechi. Per rendere efficace il ricorso a qualsiasi fonte rinnovabile di energia, occorre ridurre le quantità complessivamente consumate: il solo miglioramento dell'efficienza energetica di edifici, industria e trasporti produrrebbe risparmi fino al 33% rispetto allo scenario attuale (International Energy Agency, Energy Technology perspectives 2006).

Le nostre centrali termoelettriche hanno rendimenti del 38%, la cogenerazione diffusa per la quale si potrebbero utilmente impiegare combustibili di origine vegetale provenienti da colture energetiche, raggiunge il 94%. Nel settore automobilistico, dopo il dimezzamento dei consumi avvenuto negli anni settanta, non ci sono stati ulteriori miglioramenti, ma Greenpeace negli anni novanta ha fatto costruire un'autovettura che supera i 40 km con un litro di benzina e le case automobilistiche hanno già realizzato prototipi di medie cilindrata che raggiungono i 100-120 km con un litro di benzina.

Allo stato attuale della tecnologia è quindi possibile dimezzare i consumi di fonti fossili accrescendo l'efficienza dei processi di trasformazione energetica e utilizzando quei veri e propri giacimenti nascosti di energia costituiti dagli sprechi, dalle inefficienze e dagli usi impropri.

Accrescendo l'efficienza, si riducono i consumi di energia alla fonte a parità di servizi finali con conseguente riduzione di emissioni di CO₂ e dei costi della bolletta energetica. I vantaggi ecologici sono direttamente proporzionali a quelli economici.

Questo è inoltre il pre-requisito per favorire lo sviluppo delle fonti rinnovabili, che hanno rendimenti molto inferiori e molto più irregolari delle fonti fossili. Se i consumi energetici (di cui almeno la metà sono sprechi) si riducono, le fonti rinnovabili possono soddisfarne una quota significativa, altrimenti il loro contributo rimane irrisorio.

Il discorso sull'efficienza assume una particolare importanza quando si parla di colture energetiche. Un esempio valga per tutti: per far fronte all'attuale intero fabbisogno del solo gasolio da autotrazione in Italia, occorrerebbe coltivare a girasole e simili oltre il 40% della superficie del nostro paese, compresi fiumi, laghi e monti (Mirko Federici, Università di Siena). Si tratta di uno scenario chiaramente insostenibile.

2) Ristrutturare le reti: dalle grandi centrali alla produzione diffusa

Per rendere competitivo e sostenibile il ricorso alle fonti rinnovabili di energia e, tra queste, alle colture energetiche, occorre procedere ad una completa ristrutturazione dei sistemi di produzione, distribuzione e consumo dell'energia passando dall'attuale sistema basato su grandi centrali termoelettriche ad un sistema diffuso: una rete organizzata sul modello del worldwide web in cui piccole comunità producono energia per i loro fabbisogni ed immettono in rete i surplus, sarebbe infinitamente più efficiente e sarebbe utile per tenere sotto controllo i livelli dei consumi. In uno scenario simile, lo stesso ricorso a colture energetiche sarebbe sostenibile in quanto limitato ai consumi di piccole comunità.

3) Utilizzare colture energetiche "pulite" e "ogm-free"

Un ulteriore problema legato alle dimensioni che si intende dare alle colture energetiche riguarda il ricorso a strumenti per incrementare le rese produttive quali i prodotti chimici per l'agricoltura e le sementi geneticamente modificate. Un massiccio ricorso alle colture energetiche potrebbe, infatti, incrementare l'uso di tali strumenti. Tuttavia, è chiaro che non avrebbe senso utilizzare a scopi energetici specie vegetali geneticamente manipolate o produrre con massicce dosi di prodotti chimici: si risolvrebbe (in parte) il problema energetico aggravando altre problematiche ambientali. In molte regioni italiane le colture energetiche si troverebbero a coesistere nello stesso territorio con una agricoltura di qualità che va salvaguardata da qualsiasi tipo di inquinamento chimico e genetico. A livello internazionale si sono già manifestati segnali preoccupanti: per il *British crop protection council*, l'uso di coltivazioni transgeniche per l'industria dei biocombustibili sarà inevitabile; il presidente Lula ha già dichiarato che la soia transgenica coltivata in Brasile sarà usata per la produzione di biodiesel; l'Argentina avanza piani per trasformare la sua soia ogm in combustibili eco-compatibili (Marina Zenobio, *Biocombustibili dal sud del mondo?*, il manifesto 31 Marzo 2006).

4) Evitare l'utilizzo di biomasse e biocarburanti importati dall'estero

Già per il legno, in Italia non sfruttiamo adeguatamente gli scarti forestali e importiamo legname dall'estero (Marino Berton, Aiel - Associazione Italiana Energia dal Legno, Corsera 6 marzo 2006).

La produzione di energia da biomasse ha senso se concepita su scala regionale, e non solo per offrire nuove opportunità di reddito alle economie agricole e forestali locali. Si deve anche evitare una nuova ed ulteriore occasione di degrado ambientale nel Sud del mondo. Il rischio è che per far fronte all'enorme fabbisogno energetico dei paesi industrializzati con fonti energetiche che permetterebbero di rispettare il Protocollo di Kyoto, i Paesi del Sud del mondo incrementino le loro esportazioni di biocarburanti producendo nei loro territori ingenti danni ambientali: l'espansione delle colture energetiche su terre fertili o forestali è già esplosa in America Latina e in Asia con grave danno per la biodiversità e con notevoli rilasci di gas di serra dovuti alla distruzione forestale. Inoltre, una massiccia conversione alle colture da combustibile potrebbe far alzare i prezzi degli alimenti introducendo una competizione "food-fuel". Le colture da etanolo, comuni negli Usa e in Brasile, potrebbero accentuare l'erosione dei suoli ed esaurire falde acquifere (Marinella Correggia, *Il mito (e i danni) dei "bio-carburanti"*, il manifesto 14 Luglio 2006).

5) Biogas e compost per combattere riscaldamento del pianeta e desertificazione

Prima di avviare progetti di colture energetiche bisogna preferire, ogni volta che è tecnicamente possibile, la digestione anaerobica di biomasse per la produzione di biogas e so-

stanza organica (ammendante compostato) da restituire ai terreni agricoli. Nei digestori anaerobici possono essere compostate anche apposite colture energetiche con produzione di biogas contenente fino all'80% di metano. Dopo la fase di produzione di biogas le matrici digerite possono essere ulteriormente trattate per ottenere compost da utilizzare per reintegrare sostanze organiche nei terreni agricoli (Sergio Piccinini, *L'integrazione tra la digestione anaerobica e il compostaggio*, in "La produzione di ammendante compostato in Italia – compendio tecnico – CIC 2005). Si tratta di una alternativa alle colture energetiche praticabile per dare nuovo impulso alle economie agricole e che non può essere ignorata.

Conclusioni

Le colture energetiche possono essere prese in considerazione come fonte di energia rinnovabile, pulita e sostenibile in termini di conservazione del territorio, solo se si realizza un miglioramento dell'efficienza energetica unito ad una generalizzata riduzione dei consumi e si tiene conto della scala di applicazione che deve essere ridotta all'autoproduzione e l'autoconsumo nell'ambito piccole comunità.

Solo così si può scongiurare il rischio di illudersi di avere a disposizione un nuovo "giacimento energetico" cui attingere per sostenere il nostro attuale e insostenibile livello di consumi e allo stesso tempo si può promuovere uno scenario in cui una quota percentuale di consumi possa essere soddisfatto dalle agro-energie.

Le economie agricole, anche nel ricorso alle colture energetiche, devono prediligere un rapporto stretto con un territorio che devono contribuire a conservare anche nei suoi aspetti di biodiversità, andando a soddisfare con un giusto *mix* di colture sostenibili (prive di ogm e a ridotto uso di fertilizzanti chimici) i bisogni alimentari ed energetici delle comunità locali.

CLIMA, AGRICOLTURA, TERRITORIO, AMBIENTE: IL FUTURO E' NELLE AGROENERGIE?

SIMONA CAPOGNA & ALESSANDRO DESSI

Verdi Ambiente e Società (VAS)

La crisi energetica attuale e le implicazioni sociali, ambientali e politiche legate all'utilizzo dei combustibili fossili e alle possibili alternative hanno portato di recente un'attenzione considerevole sulle biomasse come fonti rinnovabili per trasporto, elettricità e riscaldamento. La crescente richiesta di bioenergia e l'impegno politico dei paesi industrializzati a finanziarne la produzione hanno alimentato le speranze degli ambientalisti, che sognano da tempo di sostituire il petrolio con fonti alternative e di riuscire a rispettare gli obblighi derivanti dal Protocollo di Kyoto (per l'Europa si parla di una riduzione delle emissioni di gas serra dell'8% rispetto ai livelli del 1990 entro il 2012, per l'Italia del 6,5%). In particolare, poi, la produzione agricola a fini energetici (agroenergia) ha visto l'appoggio degli agricoltori, che vedono un nuovo sbocco commerciale per le commodities meno valorizzate sul mercato mondiale.

Tuttavia, le agroenergie comportano un rapporto particolare con il territorio e con le sue risorse, e non è scontato parlare di una loro "sostenibilità", considerando complessivamente i problemi legati alla produzione, trasporto e utilizzo, che non sono stati ancora accuratamente analizzati. Bisogna pensare, infatti, che per aumentarne la produttività le coltivazioni bioenergetiche vengono fertilizzate, il raccolto deve essere trasportato, prima, dal campo all'impianto di trasformazione per essere trasformato in (bio)combustibile e, successivamente, all'impianto di distribuzione per arrivare al consumatore finale. Tali operazioni comportano l'uso di materie prime ed energie fossili: fattori questi da tenere presenti, e che riducono (secondo le stime fra il 50% e il 30%) la differenza fra le emissioni di biocarburante e di combustibile fossile.

Dal rapporto dell'Agenzia Europea per l'Ambiente (European Environment Agency, EEA) *"How much biomass can Europe use without harming the environment?"*, inoltre, apprendiamo che per aumentare la produzione bioenergetica europea ed assicurare il raggiungimento degli obiettivi di riduzione dei gas serra, sarà necessario arrivare ad utilizzare una superficie di 19 milioni di ettari entro il 2030, una dimensione incompatibile con la rosea prospettiva iniziale, di destinare a tali coltivazioni aree agricole marginali o da decontaminare. Il problema è che le piantagioni bioenergetiche andranno ad occupare anche i suoli oggi destinati ai pascoli, alle foreste, all'agricoltura *"environmentally oriented"*, alle aree protette. E quasi certamente questi sforzi non saranno nemmeno sufficienti, con due conseguenze molto serie: sarà necessario importare una parte della materia prima (plausibilmente dai paesi del Sud del Mondo che garantiranno prezzi "competitivi"); oppure, nel tentativo di aumentare la produttività nostrana, consentire l'uso di Organismi Geneticamente Modificati (Ogm). I fatti attestano già oggi che entrambe le tendenze sono in atto: a Sumatra e nel Borneo 4 milioni di ettari di foreste sono state convertite per produzioni industriali di olio di palma, mentre se ne prevedono 6 in Malesia e 16,5 in Indonesia.

L'Europa, dal canto suo, sta investendo in particolare sui biocombustibili derivanti da piante oleose (la Direttiva sui Biocarburanti prevede di sostituire, entro il 2030 un quarto del petrolio destinato al trasporto) e si stanno spingendo gli agricoltori a produrre una massa organica (biomassa) standardizzata, senza valore aggiunto, senza nessun legame con il territorio e totalmente dipendente dai contributi pubblici. L'iniziale entusiasmo del mondo ambientalista, dunque, si smorza davanti all'impatto negativo, sull'ambiente, sui paesi più poveri, sul-

l'agricoltura; ed anzi, è urgente da parte dei movimenti ambientalisti un'operazione di informazione, e di critica aperta e decisa all'espansione dei biocombustibili. Di fronte alla spinta pubblica e privata verso i biocombustibili, è normale chiedersi su chi ricadranno i vantaggi reali. La risposta va ricercata in una politica che non mette in discussione il nostro modello di sviluppo, fortemente energivoro, e propone le biomasse per mantenere lo status quo e guadagnare, in parte, il consenso sociale. Una politica che ignora altre fonti rinnovabili, il risparmio energetico, l'aumento dell'efficienza dei motori, e scelte ecocompatibili in agricoltura e nel settore dei trasporti. Una politica le cui scelte sono condizionate dai gruppi industriali che impongono come priorità la salvaguardia di interessi particolari.

Non è un caso, infatti, che la Commissione Europea abbia affidato, nel 2005, il compito di stabilire il corso della ricerca sui biocarburanti al Biofrac (Biofuel Research Advisory Council), un gruppo formato da aziende automobilistiche (Volvo, Peugeot, Citroen), petrolifere (Shell, Total), agrochimiche-biotecnologiche (Monsanto, Syngenta, Bayer), oltre che da istituti di ricerca (INRA, Lund University). Sono, quindi, le stesse aziende inquinanti ad essere state chiamate in causa come "soluzione" del problema: il Biofrac ha già dato vita alla Piattaforma Tecnologica sui Biocarburanti (giugno 2006) ed è stato determinante per l'implementazione del Settimo Programma Quadro per la ricerca (FP7). Non stupisce il fatto che nella sua relazione "Biofuels in the European Union A Vision for 2030 and Beyond", il Biofrac non abbia considerato la produzione di biomassa una risorsa per lo sviluppo rurale, vincolata al rispetto di restrizioni nella scelta dei suoli, delle colture (adatte ai luoghi e perenni), delle tecniche agricole e dell'utilizzo di input. Ma che al contrario abbia fatto un esplicito riferimento agli Ogm: "Tali colture potrebbero essere prodotti GM separati dalla catena alimentare". Nascosti dietro il velo "verde" del Protocollo di Kyoto e con la rassicurazione che si tratta di prodotti "no-food", gli Ogm vengono fatti rientrare dalla finestra delle agroenergie, senza che siano risolti i problemi legati all'inquinamento genetico.

Nei meandri della politica, troppo poche voci ricordano che è assurdo cercare di garantire i tassi attuali di consumo energetico, qualunque sia la fonte da cui otteniamo l'energia, e che il problema energetico è, invece, strettamente connesso al nostro modello di sviluppo. Dovrebbe, quindi, essere affrontato con una discussione sociale più ampia e con una corretta partecipazione democratica, con la finalità di favorire il bene comune e non pochi interessi privati.

PER UNA FILIERA ENERGETICA

GUGLIELMO DONATELLO

LEGAMBIENTE per l'agricoltura Italiana di qualità

La riforma della Politica Agricoltura Comunitaria ha avuto molte conseguenze sul nostro sistema agricolo, la maggior parte negative purtroppo perché la mancanza di coraggio – le poche risorse destinate al secondo pilastro soprattutto – l'hanno lasciata a metà del guado mettendo in difficoltà molte imprese agricole a partire da quelle più innovative, come ad esempio quelle biologiche. Ma un effetto positivo c'è stato: ha costretto e sta costringendo il settore agricolo italiano a ripensare il proprio futuro. Venendo meno tante certezze, soprattutto di natura economica, l'agricoltura italiana è stata costretta a rimettersi in gioco e a valutare opzioni diverse da quelle finora praticate.

In questo quadro l'entrata in vigore del Protocollo di Kyoto per la riduzione delle emissioni climalteranti in atmosfera e l'ipotesi di riconversione energetica di alcune colture non più sovvenzionate sono sembrate a molti operatori del settore una buona opportunità economica, senza entrare però nel merito anche delle diseconomie ambientali che si celano dietro a scelte errate o addirittura insensate.

E' proprio per dare una nuova possibilità agli agricoltori sempre più in difficoltà, evitando di fargli imboccare strade insostenibili sotto il punto di vista ambientale, ma illusorie anche dal punto di vista economico, che Legambiente ha deciso di estendere la sua campagna per "l'agricoltura italiana di qualità" anche alle cosiddette filiere energetiche.

In un Paese come il nostro che fa una grande fatica a invertire la rotta sull'aumento delle emissioni di gas serra e sullo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili, la campagna di Legambiente mira ad esempio a promuovere filiere agricole che permettano di produrre calore ed energia elettrica in piccole centrali di combustione di biomasse a bassa umidità ed elevata fissazione di anidride carbonica, biocarburanti in sostituzione dei combustibili fossili per la produzione di energia o per l'autotrazione, biogas dal trattamento di reflui zootecnici nei cosiddetti digestori anaerobici.

Per Legambiente le filiere da promuovere devono essere corte (nello spazio) e brevi (nel tempo), devono garantire un bilancio energetico positivo e di produzione complessiva di CO₂ negativo o al massimo nullo, non devono prescindere dal contributo che le buone pratiche agricole possono dare alla fissazione al suolo del carbonio, alla lotta alla desertificazione e all'erosione, al processo di graduale sostituzione dei concimi chimici e al miglioramento della qualità dei suoli, mediante ad esempio l'uso in agricoltura di ammendanti prodotti dal compostaggio delle biomasse ad elevata umidità. E devono fondarsi sulla figura dell'agricoltore che non può essere solo un attore tra i tanti, e cioè l'anello iniziale della lunga catena che porterà alla produzione di energia, ma deve essere protagonista di tutta la filiera, anche sotto il punto di vista dei redditi garantiti dalla riconversione energetica delle sue colture.

COLTURE A SCOPO ENERGETICO E POPOLAZIONI DI ANFIBI

VINCENZO FERRI^{1,2}, CHRISTIANA SOCCINI¹

¹ Centro Studi Arcadia – Via Valverde 4, I-01016 Tarquinia (VT)

² Italian Working Group of D.A.P.T.F.-IUCN Amphibian Specialist Group

Sommario

Il principio di precauzione dovrebbe sempre guidare le scelte strategiche in campo ambientale e per questo è doveroso valutare sin d'ora le conseguenze, a medio e lungo termine, sulla Biodiversità dei terreni agricoli italiani, per il previsto massiccio passaggio a coltivazioni a scopo energetico (biomasse vegetali per cogenerazione, biocarburanti). Conseguenze facilmente prevedibili per quanto riguarda le popolazioni degli Anfibi che più di ogni altro gruppo faunistico è oggi minacciato per la diminuzione delle raccolte d'acqua, essenziali siti riproduttivi, e per le condizioni sempre peggiori degli habitat terrestri. Il previsto incremento degli usi non strettamente agricoli delle coltivazioni fa prevedere un aumento dei bisogni di acque per uso irriguo ed un utilizzo dei cosiddetti terreni marginali oggi destinati alla salvaguardia ambientale: niente di peggio per la loro conservazione.

Introduzione

Gli Anfibi sono considerati il gruppo di Vertebrati più minacciato di estinzione (Barinaga, 1990; Beebee, 1973, 1992; Blaustein & Wake, 1990, 1995; Griffiths & Beebee, 1992; Pechmann et al., 1991; Pounds J. & Crump, 1994; Vitt et al., 1990; Wake, 1990; Ferri, 2001) e da qualche decennio sono all'attenzione del mondo scientifico e conservazionistico ed oggetto di programmi internazionali coordinati di studio e monitoraggio (I.U.C.N. *Amphibian Specialist Group*, A.S.G. and *Declining Amphibians Population Task Force*, D.A.P.T.F. in www.open.ac.uk/daptf/declines/decl0.htm; *Global Amphibian Assessment*, G.A.A., in www.globalamphibians.org/).

Per le quasi seimila specie di Anfibi oggi conosciute la distruzione degli habitat è al primo posto tra le cause di scomparsa (Beebee, 1996). Lo sviluppo industriale, l'urbanizzazione capillare e l'agricoltura estensiva ed intensiva hanno drasticamente ridotto gli habitat terrestri e acquatici ed in particolare questi ultimi, dove soprattutto si concentrano questi animali. Dati recenti provano un'accelerazione nella scomparsa delle medie e piccole raccolte d'acqua, di solito le più adatte agli Anfibi ed alla loro riproduzione (Beebee, 1996; Boothby, 1999). Per quanto riguarda l'Italia sono le regioni settentrionali ad aver subito le maggiori alterazioni ambientali e la maggiore contrazione di superficie delle zone umide (Andreone & Sindaco, 1998; Barbieri, 1992; Ferri, 1988a, 1988b, 1998; Ferri & Centelleghè, 1996).

Alla diminuzione si unisce il progressivo peggioramento ambientale degli habitat residui; molte delle sostanze chimiche disperse negli ambienti hanno mostrato la loro inferenza biologica negativa sulle popolazioni di Anfibi ed è stato verificato che a renderne più pericolosi gli effetti sarebbero fenomeni di "*bio-magnification*", cioè la loro persistenza e il loro accumulo progressivo negli organismi attraverso le catene trofiche naturali, come gli insetticidi organoclorati (DDT, DDE).

L'agricoltura è implicata nella diffusione a largo raggio di questi composti chimici (Conway

& Pretty, 1991; Briggs & Andersen, 1995). Tra gli inquinanti più utilizzati e diffusi rientrano i nitrati, composti utilizzati in sempre maggiore quantità per la fertilizzazione delle superfici a colture cerealicole. Estremamente dannosi i pesticidi (insetticidi, nematocidi e fungicidi) e le altre sostanze utilizzate nella loro preparazione e aspersione (Mann & Alexander, 1997) che agirebbero sul sistema endocrino degli Anfibi quali "endocrine disruptors" (EDCs), alterandone la biologia riproduttiva e la differenziazione del sesso (Pickford & Morris, 1999). Molto pericolosi anche gli erbicidi, la cui tossicità su larve e adulti di specie di rane è così elevata da aver spinto già diversi paesi a normarne severamente o limitarne l'uso e la distribuzione (Bidwell & Tyler, 1997).

Questi problemi riguardano ormai da decenni anche le specie italiane e i monitoraggi a lungo termine dimostrano la rarefazione e la scomparsa delle specie più specializzate nelle aree più intensamente coltivate. Significativi sono i risultati di ricerche riguardanti la Bassa Pianura padano-veneta.

Dal 1990 gli AA. coordinano in Lombardia censimenti e iniziative di conservazione delle principali popolazioni di Anfibi nell'ambito di un progetto nazionale conosciuto come "Progetto ROSPI" (Ferri, 1998; Centro Studi Arcadia in www.centrostudiarcadia.it).

Tra le specie *target* di questo Progetto oltre a quelle minacciate dall'impatto delle infrastrutture viarie, cioè dal traffico stradale, come *Bufo bufo*, *Rana temporaria*, *Rana dalmatina*, ci sono quelle specie, come *Pelobates fuscus insubricus* e *Rana latastei*, la cui distribuzione in Lombardia, legata alle pianure, agli habitat periferuviali ed ai boschi pianiziali, coincide oggi con il territorio più interessato dalle monoculture cerealicole.

La situazione degli Anfibi nella pianura lombarda meridionale.

I terreni agricoli della Lombardia destinati ai cereali sono occupati (dati 2006, Lombardia Verde) per circa il 60% dal mais, per il 20 % dal riso e per il 12 % dal frumento. Secondo le stime della Direzione Agricoltura della Regione, nel 2005 circa 469.492 ha erano stati messi a coltivazione di cereali da granella, ai quali occorre aggiungere poco più di 94.000 ha investiti a riso. A differenza di altre regioni tali produzioni non sembrano aver avuto alcun significativo decremento per l'applicazione dei nuovi regolamenti comunitari e anzi in qualche provincia (p.e. in provincia di Cremona) è stato rilevato nel 2006 addirittura un incremento del 2 % delle superfici destinate al mais. Questa coltura è infatti condizionata solo dall'andamento delle filiere zootecniche e dalla disponibilità irrigua.

L'aumento delle superfici agricole sta ormai avvenendo a discapito dei cosiddetti terreni marginali, che però in Lombardia sono gli stessi che, almeno sulla carta, dovrebbero essere destinati alla salvaguardia ambientale e alla biodiversità.

Quale esempio delle conseguenze di questa situazione per la componente faunistica si riportano i risultati di monitoraggi più che decennali sugli Anfibi proprio della provincia di Cremona.

Tra il 1990 ed il 2005 sono stati indagati 30 siti localizzati a breve distanza dalla zona goleonale del fiume Oglio e del fiume Po. Si tratta di lanche più o meno collegate all'alveo attivo, bordi e stagni seminaturali (tabella 1).

Le indagini annuali, effettuate almeno una volta per mese, da febbraio ad ottobre, hanno riguardato quando possibile tutto il perimetro degli specchi d'acqua, utilizzando il metodo *Systematic Sampling Survey* (S.S.S., Heyer, 1994): tecnica di indagine opportunistica il cui scopo è di individuare il maggior numero possibile di specie in un tempo prestabilito (di solito quello necessario per percorrere tutto il perimetro). Per ogni rilevamento sono state

compilate apposite schede con variabili ambientali caratterizzanti sia la raccolta d'acqua che l'area circostante; tra queste variabili è stata rilevata (in percentuale di copertura dei 100 metri circostanti la raccolta d'acqua) la presenza di boschi, di coltivi (indicando il tipo di coltivazione in atto), incolti.

Nei Siti dove era stata segnalata almeno una volta in passato la presenza di *Pelobates fuscus insubricus*, una specie particolarmente rara in Lombardia, sono stati posizionati barriere perimetrali con *pit fall traps*.

I risultati dei monitoraggi mostrano una progressiva diminuzione del numero di specie segnalate in quasi tutti i Siti, ma con un vistoso peggioramento nei siti che negli anni hanno subito l'espansione delle monoculture (per lo più mais e soia) su tutto il perimetro (Siti indicati con <!> nelle tabelle che seguono). In questi stessi Siti sono risultati fattori negativi sinergici: l'aumento dei predatori (pesci e Ardeidi), l'insediamento di specie aliene (gamberi esotici), l'eutrofizzazione delle acque, l'interramento per crisi idrica o uso irriguo. Fattori di minaccia per gli Anfibi presenti anche nelle altre località, dove però una discreta percentuale del perimetro dell'invaso è ancora circondata da ambienti naturali o seminaturali (terreni marginali incolti). Da tener presente che la maggior parte delle località studiate sono di rilevante valore naturalistico, in parte già dichiarate aree protette o considerate di rilevanza erpetologica.

Ben peggiore la situazione degli Anfibi nel resto del territorio provinciale, dove i terreni agricoli sono allagati quasi giornalmente dai liquami provenienti dagli stabilimenti suinicoli e dove l'acqua superficiale è quasi totalmente intubata e disponibile solo per i bisogni irrigui.

Conclusioni

La pianura padana e l'arco alpino sono territori ricchi d'acqua e con una media annua di precipitazioni notevole, collocandosi a circa 1100 millimetri. Una quantità disponibile che non spiega affatto le gravi recenti crisi idriche del 2003, del 2005, del 2006.

Pure, a causa di un eccessivo consumo e spreco delle risorse idriche, a partire dalle concessioni idroelettriche, per passare alle necessità irrigue in agricoltura, si ha un deficit strutturale valutato in quasi 400 metri cubi al secondo (Agapito Ludovici, 2006). Si calcola che i 17 milioni di abitanti del bacino idrografico del Po causano un prelievo idrico di 1900 metri cubi al secondo, contro i quasi 600 metri cubi al secondo di altri Paesi Europei. L'uso irriguo da solo vale 694 metri cubi al secondo.

La promozione e la diffusione delle colture a scopo energetico non potrà che aumentare le necessità idriche per l'agricoltura, ancora di più a discapito della soglia vitale dei corsi d'acqua, dei livelli dei grandi laghi, della sopravvivenza delle piccole raccolte d'acqua.

La scomparsa di queste ultime e, soprattutto, la scomparsa del reticolo irriguo superficiale che per secoli ha permesso a questi animali di garantirsi la fase riproduttiva acquatica, non potrà che peggiorare la situazione delle popolazioni di Anfibi e di tutta la piccola fauna dulciacquicola.

E queste considerazioni, determinate dallo stato di fatto nella Pianura Padana, sono valide per il resto del territorio italiano, dove le crisi idriche sono annuali e le piccole raccolte d'acqua ancora più rare.

Pertanto la salvaguardia delle popolazioni di Anfibi negli ambienti agricoli necessita di tecniche di irrigazione più adeguate e della promozione di quelle colture dimostratesi meno idroesigenti.

Tabella 1 - Raccolte d'acqua della provincia di Cremona oggetto di monitoraggio a lungo termine delle popolazioni presenti di Anfibi. Ricerche di V.Ferri e collaboratori (dati originali).

	Denominazione del Sito	Tipo di protezione	Nr specie di Anfibi segnalati prima del 1995	Nr specie di Anfibi segnalati nel 2000	Nr specie di Anfibi segnalati nel 2005	
1	Morta di Pizzighettone (Pizzighettone)	S.I.C. IT20A0001 Parco regionale	8	6	5	
2	Bosco de l'Isola	S.I.C./Z.P.S. Parco regionale	5	4	3	
3	Bosco della Marisca	S.I.C. IT20A0007 Parco regionale	8	7	6	
4	Bosco di Barco	S.I.C./Z.P.S. IT20A0009 Parco regionale	7	7	6	
5	Bosco Ronchetti	Z.P.S. IT20A0401	6	6	5	
6	Isola Uccellanda	Z.P.S. IT20A0008 Parco regionale	4	4	3	
7	Lanca di Gabbioneta (Gabbioneta)	S.I.C./Z.P.S. IT20A0005 Parco regionale	7	6	6	
8	Lanca di Gerole (Torricella d.Pizzo, Motta Baluffi)	Z.P.S. IT20A0402 A.R.E. ITA009LOM002	9	9	7	
9	Lanche di Azzanello (Azzanello)	S.I.C. IT20A0006 Parco regionale Oglio N	9	7	6	
10	Le Bine (Calvatone-Acquanegra)	S.I.C. IT20A0004 Parco regionale Oglio S	7	6	6	
11	Spiaggioni di Spinadesco (Spinadesco)	Z.P.S. IT20A0501 Parco regionale Adda S	5	5	5	
12	Naviglio di Melotta	S.I.C. IT20A0002	8	7	6	
13	Palata Menasciutto	S.I.C. IT20A0003	8	7	7	
14	Bodrio Gerra del Sole (Stagno Lombardo)	Monumento Naturale	6	5	2	!
15	Bodrio Gerra Ugoloni (Stagno Lombardo)	Monumento Naturale	6	5	2	!
16	Bodrio La Meridiana (Stagno Lombardo)		5	5	3	!
17	Bodri dei Casotti (Stagno Lombardo)		6	5	3	!
18	Bodrio di Forcello (Stagno Lombardo)		4	3	2	!
19	Bodrio di Cà de Gatti (Pieve d'Olmi)	Monumento Naturale A.R.E. ITA044LOM012	6	4	4	
20	Bodri Cascina La Vigna (Pieve d'Olmi)	A.R.E. ITA044LOM012	5	3	3	!
21	Bodrio Le Margherite (S.Daniele Po)	A.R.E. ITA044LOM012	7	4	4	!
22	Bodrio Oasi Le Margherite (S.Daniele Po)	Oasi Comunale A.R.E. ITA044LOM012	7	4	4	!

segue

segue - Tabella 1 - Raccolte d'acqua della provincia di Cremona oggetto di monitoraggio a lungo termine delle popolazioni presenti di Anfibi. Ricerche di V.Ferri e collaboratori (dati originali).

	Denominazione del Sito	Tipo di protezione	Nr specie di Anfibi segnalati prima del 1995	Nr specie di Anfibi segnalati nel 2000	Nr specie di Anfibi segnalati nel 2005	
23	Bodrio della Motta (Motta Baluffi)		5	5	4	!
24	Stagni di Cascina Cantoni (Motta Baluffi)		4	5	3	!
25	Lanca di Gussola (Gussola)	Z.P.S. IT20A0502	7	6	4	
26	Lanca di Bompensiero (Bompensiero)	Parco regionale Oglio N	7	6	4	
27	Lanca di Villa Gana (Villa Gana, BS)	Parco regionale Oglio N	6	5	3	!
28	Lanca di Acqualunga (Acqualunga,BS)	Parco regionale Oglio N	7	6	5	!
29	Lanche di Cascina Dossello (Genivolta)	Parco regionale Oglio N A.R.E. ITA055LOM022	7	6	5	
30	Lanche di Cascina Marisa (Genivolta)	Parco regionale Oglio N	6	4	4	

S.I.C.=Sito di Importanza Comunitaria Rete Natura 2000; Z.P.S.= Zona di Protezione Speciale Rete Natura 2000; A.R.E.= Area di Rilevanza Erpetologica della Societas Herpetologica Italica.

Bibliografia.

- Agapito Ludovici A., 2006. Bacino del Po: Quale siccità?. Documento WWF Italia.
- Andreone F. & Sindaco R., 1998. Erpetologia del Piemonte e della Valle d'Aosta. Atlante degli Anfibi e dei Rettili. Monografie XXVI. Mus. Reg. Sci.Nat.Torino, pp. 283.
- Barbieri F., 1992. Gli anfibi dell'Appennino settentrionale: problematiche di salvaguardia. Quad. Civ. Staz. Idrobiol., 19: 47-53.
- Barinaga M., 1990 - Where have all the froggies gone?. *Science*, 247: 1033-1034.
- Beebee T. J. C., 1996. Ecology and Conservation of Amphibians. Conservation biology series. Chapman & Hall ed.
- Bidwell J. & Tyler M.J., 1997. Herbicides Pose Threat to Frogs and Toads. Abstracts from Third World Congress in Herpetology, 3-10 August 1997, Prague, Czech Republic.
- Blaustein A.R. & Wake D.B., 1995. I mutamenti ambientali e la scomparsa degli anfibi. *Le Scienze* (ediz. italiana di Scientific American), 322: 22-28.
- Boothby J. (Ed.), 1999. Ponds and pond landscapes of Europe. Proceedings, Internat. Conference of the Pond Life Project, Maastricht, The Netherlands, 30th August - 2nd September 1998. ISBN: 0-9531291-1-X.
- Briggs L. & Andersen A., 1995. Effects of Agriculture on Pond Ecology and conservation of the Fire bellied toad (*Bombina orientalis*) in Denmark. Poster SHE Congress in Bonn 1995.
- Conway G.R. & Pretty J.N., 1991. Unwelcome harvest. Agriculture and Pollution. Earthscan Publ., London, pp. 637.
- Ferri V., 1988a. Anfibi e Rettili del territorio di Montagnana (Bassa Pianura Veneta, Provincia di Padova). *Atti Soc.ital.Sci.nat.*, Milano, 129 (2-3): 211-224.
- Ferri V., 1988b. Colorazione Anfibi:diverso è bello ma pericoloso. *OASIS*, Musumeci Ed.,AO, n.3/1988: 72-77.
- Ferri V. & Centelleghes F., 1996. Situazione e problemi di conservazione degli Anfibi in Valtellina. *Studi Trentini di Scienze Naturali. Acta Biologica*. Trento, 71 (1994): 25-33.
- Ferri V. (Eds.) 1998. Il Progetto ROSPI Lombardia. Iniziative di censimento, studio e salvaguardia degli Anfibi in Lombardia. Consuntivo dei primi sei anni. 1990-1996. Com.Montana Alto Sebino & Regione Lombardia, Gianico (BS), pp. 231.
- Ferri V., 2001. G.A.D. (Global Amphibian Decline): il declino delle popolazioni di Anfibi e l'esperienza italiana. *Atti del Secondo Convegno Nazionale "Salvaguardia Anfibi"*, Morbegno (Sondrio), 15-16 Maggio 1997. *Riv.Ital. Idrob.* Perugia.
- Griffiths R.A. & Beebee T., 1992. Decline and fall of the amphibians. *New Scientist*, 1827: 25-29.
- Heyer R.W., Donnelly M.A., McDiarmid R.W., Hayek L. & Foster M.S. (Eds.), 1994. Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Amphibians. M.S.Foster Series Editor, Smithsonian Inst., pp. 362.
- Mann R. & Alexander E., 1997. The Toxicity of some common pesticide surfactants to the tadpoles of Australian frogs. Abstracts from Third World Congress in Herpetology, 3-10 August 1997, Prague, Czech Republic.
- Pechmann J.H.K., Scott D. E., Semlitsch R. D., Caldwell J. P., Vitt L. J., Gibson J.W., 1991. Declining Amphibian populations: the problem of separating human impacts from natural fluctuarions. *Science*, 253: 892-895.
- Pickford D.B. & Morris I.D., 1999. Effects of endocrine-disrupting contaminants on Amphibian oogenesis:methoxychlor inhibits progesterone-induced maturation of *Xenopus laevis* oocytes in vitro. *Environmental Health Perspectives* 107(4): 285-292.
- Pounds J.A. & Crump M.L., 1994. Amphibian declines and climate disturbance: the case of the golden toad and the harlequin frog. *Conservation Biology*, 8: 72-85.
- Vitt L.J., Caldwell H.M.W. & Smith D.C., 1990. Amphibians as harbingers of decay. *Bioscience*, 40: 418.
- Wake D., 1991. Declining Amphibian populations. *Science*, 253:860.

CHIUSURA DEI LAVORI

FRANCESCO VISICCHIO

Dirigente Servizio Agricoltura APAT

Dagli interventi e dalle relazioni presentate durante la giornata e dal successivo dibattito emergono due elementi fondamentali: da una parte, le notevoli e importanti potenzialità che hanno le biomasse agro/forestali per la produzione di energia pulita; dall'altra, i possibili contraccolpi ambientali che potrebbero derivare dalla loro coltivazione intensiva e su ampie superfici. Se, infatti, l'uso di quantità significative di energia derivante dalle biomasse di origine agricola e forestale può rappresentare una reale e concreta possibilità di riduzione delle emissioni dei gas serra, pone, d'altro canto, problemi relativi all'utilizzazione e alla salvaguardia delle risorse "suolo ed acqua", sulla conservazione della biodiversità e sul giusto equilibrio tra le diverse destinazioni d'uso delle terre coltivate.

Per ottenere reali vantaggi dalle fonti energetiche provenienti dall'agricoltura è auspicabile studiare globalmente i diversi aspetti che le caratterizzano, al fine di individuare elementi certi ed utili a stabilire indirizzi, modi di procedere e regole per l'attuazione di un protocollo applicativo avente quale obiettivo prioritario la gestione sostenibile degli agrosistemi a fini energetici.

Quanto prefigurato, potrà essere però possibile solo continuando ad alimentare il confronto e la riflessione avviati in questa occasione, per giungere, attraverso un'azione sinergica che coinvolga tutti i soggetti istituzionalmente preposti, le associazioni ambientaliste e di categoria, all'elaborazione di un comune piano strategico nazionale di sostenibilità per le colture energetiche.

FABIO CAPORALI

Dipartimento di Produzione Vegetale - Università degli Studi della Tuscia

Le relazioni e gli interventi che si sono succeduti hanno messo in evidenza luci ed ombre relative all'impiego in agricoltura delle colture a scopo energetico. Nonostante esista una direttiva europea (2003/30/EC) per la promozione dell'uso dei biocombustibili nei trasporti, sembra necessario procedere preliminarmente ad accertare, attraverso una ricerca coordinata e mirata, le attitudini produttive delle colture energetiche sull'intero territorio nazionale, verificando il tipo di introduzione nelle sequenze colturali delle colture da energia ed il loro impatto ambientale ed economico in relazione agli itinerari tecnici previsti. Un piano nazionale di ricerca finalizzato per le colture da energia e per la verifica del loro impatto a livello di aziende agrarie e di territorio dovrebbe costituire un investimento in conoscenza che senza dubbio può offrire garanzie per scelte oculate da realizzare a lungo termine.

In linea generale, occorre tuttavia tenere presente i limiti naturali che caratterizzano le colture da energia nell'ambito del più ampio piano di sviluppo per l'approvvigionamento energetico delle società umane nel futuro.

In primo luogo, la conversione dell'energia solare in biomassa attraverso la fotosintesi delle piante, rappresenta la via di sostentamento di tutti gli altri organismi eterotrofi (microrganismi ed animali, uomo compreso). E' questa energia che alimenta l'intero processo della vita e sostiene in definitiva l'intera biodiversità ecosistemica. L'energia da biomassa è pertanto energia "nobile", destinata a fluire entro le catene alimentari trofiche ed a fornire

elementi per la costituzione dei corpi degli organismi viventi. In un quadro di competizione per altri usi, come quello di alimentare macchine, la preferenza deve essere necessariamente accordata all'impiego per il sostentamento fisiologico degli organismi. Pertanto, i composti derivati dalle biomasse da destinare alla alimentazione delle macchine oppure a produrre riscaldamento, dovrebbero essere quelli di più scarso valore alimentare per il loro alto contenuto in sostanze poco digeribili come lignina e cellulosa. La selvicoltura più che l'agricoltura sembra appropriata a fornire biomasse ad uso energetico.

In secondo luogo, nel processo della fotosintesi solo una frazione molto bassa (inferiore all'1%) di energia solare è convertita in biomassa dalle piante, anche come colture agrarie. Questi valori di scarsa efficienza fotosintetica sono in contrasto con altri tipi di conversione, come quella fotovoltaica, che converte più del 10% dell'energia intercettata.

In definitiva, molti sono ancora i dubbi relativi al tipo di modello di sviluppo energetico che sarà opportuno adottare per il futuro: tuttavia, in generale, i modelli di sviluppo ad attività concentrate - come quelli adottati attualmente dalle società umane nei Paesi così detti sviluppati - per la urbanizzazione, l'industrializzazione, i trasporti e l'agricoltura convenzionale -, largamente contrastano con i criteri di risparmio energetico e di utilizzazione delle fonti locali di energia, mentre sono ispirati da una errata concezione di fonti energetiche illimitate e di capacità illimitata dell'ambiente di smaltire le scorie metaboliche di una società in crescita illimitata. Una inversione culturale ispirata da principi ecologici appare necessaria per riportare lo sviluppo su basi di sostenibilità.

ANGELO FRASCARELLI

Consigliere per le Politiche Agricole Comunitarie del MiPAAF

La produzione di energia da biomassa di provenienza agricola è oggi il tema più trattato nel dibattito della moderna agricoltura. Le agroenergie hanno suscitato un interesse abnorme nel mondo agricolo, con fortissime aspettative.

Perché un interesse così forte per le agroenergie?

Le ragioni sono note e sono state ribadite in questo convegno:

- 1) l'Unione europea e il Governo nazionale hanno fatto una scelta politica per la sostenibilità del nostro modello di sviluppo;
- 2) quindi, il raggiungimento degli obiettivi del Protocollo di Kyoto;
- 3) un'altra scelta, altrettanto netta, è quella verso la multifunzionalità dell'agricoltura;
- 4) poi c'è il tentativo di ridurre la dipendenza energetica che è elevatissima;
- 5) le agroenergie sono viste dagli agricoltori come possibilità di diversificazione produttiva, particolarmente importanti dopo la riforma della Pac e il disaccoppiamento.

Il riferimento al mondo agricolo è in questo campo è imprescindibile. Il settore primario si prospetta infatti come il maggior fornitore di biomasse.

Per tutti questi motivi, le agroenergie sono al centro della politica agricola nazionale e regionale, come dimostra l'impegno che ha profuso il Governo nell'ambito della Finanziaria 2007 e l'impegno delle Regioni nei Programmi di Sviluppo Rurale 2007-2013.

La scelta politica a favore delle agroenergie è quindi chiara e netta. Le preoccupazioni e i suggerimenti del Prof. Campiglia sulla sostenibilità ecologica delle bioenergie consentiranno di aggiustare gli strumenti, ma non frenano l'orientamento politico a favore delle agroenergie. Il pacchetto di incentivi pubblici è ampio e diversificato, a volte anche un po' confuso, e si sta lavorando per migliorarlo, soprattutto nella direzione di favorire la produzione di energia da fonti rinnovabili agricole.

Una premessa metodologica è d'obbligo: nell'affrontare il tema delle agroenergie, per evitare disillusioni, occorre coniugare adeguatamente gli obiettivi ambientali e con l'economia di queste fonti rinnovabili; che non sono competitive tutte allo stesso modo. Le biomasse hanno una fortissima eterogeneità, come è emerso in questo convegno, richiedono tecnologie altrettanto differenti per il loro utilizzo, che implicano investimenti altrettanto diversi.

L'obiettivo politico è quello di massimizzare la sostenibilità ambientale e la sostenibilità economica.

Una condizione indispensabile per la diffusione delle colture dedicate e per l'acquisizione di valore aggiunto da parte delle imprese agricole è la realizzazione di filiere strutturate e chiuse, in quanto solo con esse si possono diminuire i costi di produzione e di transazione, quindi rendere la coltivazione delle colture dedicate alla produzione di biomassa economicamente convenienti per l'agricoltore, con il trasferimento di valore aggiunto alla fase di produzione primaria. La creazione di filiere favorisce lo sviluppo delle industrie di mezzi tecnici e di macchine, l'abbattimento dei costi di trasporto, la presenza capillare sul territorio di strutture di trasformazione e stoccaggio del prodotto, e di centri di vendita.

Per la realizzazione di filiere strutturate risulta di fondamentale importanza il ruolo delle Regioni e degli Enti locali che, oltre a promuovere progetti legati all'uso delle biomasse, dovrebbero partecipare attivamente allo sviluppo del settore, per esempio attraverso l'incentivo alla installazione di impianti di riscaldamento di edifici pubblici alimentati a biomassa. Inoltre, con la creazione di "filieri locali", le risorse economiche ed umane rimangono sul territorio, creando condizioni di sviluppo soprattutto per le zone rurali.

Un'altra via è l'attivazione, all'interno delle aziende agricole, di "filieri di autoconsumo"; vale a dire che l'agricoltore, invece di vendere la biomassa, può utilizzarla per la produzione di energia termica per l'azienda, per la propria abitazione, per gli allevamenti, ecc.

Da questo punto di vista, la politica agraria nazionale e regionale è incentrata prioritariamente alla creazione di filiere organizzate che valorizzano i produttori di biomasse agroforestali e i territori rurali italiani.

Per garantire sostenibilità ambientale e sostenibilità economica, il ruolo della ricerca è fondamentale, soprattutto della ricerca interdisciplinare, come hanno dimostrato i contributi a questo convegno.

