

# Modelli produttivi agri-energetici: l'integrazione di filiera dalla scala aziendale a quella territoriale

Massimo Monteleone<sup>\*1</sup>, Salvatore Luciano Cosentino<sup>2</sup>,  
Giuseppe De Mastro<sup>3</sup>, Marco Mazzoncini<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze Agroambientali, Chimica e Difesa Vegetale, Università di Foggia  
Via Napoli 25, 71100 Foggia

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze Agronomiche, Agrochimiche e delle Produzioni Animali, Università di Catania  
Via Valdisavoja 5, 95123 Catania

<sup>3</sup>Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali, Università di Bari  
Via Giovanni Amendola 165/A, 70126 Bari

<sup>4</sup>Dipartimento di Agronomia e Gestione dell'Agroecosistema, Università di Pisa  
Via San Michele degli Scalzi 2, 56124 Pisa

Società Italiana di Agronomia

---

## Riassunto

Si assiste oggi ad un generale consenso in merito alle agri-energie, sebbene crescenti siano le preoccupazioni in merito all'effettiva capacità da parte di queste nuove tecnologie di poter far fronte efficacemente ai problemi di ordine ambientale ed ecologico che il modello energetico convenzionale, prevalentemente incentrato sulle fonti di origine fossile, ha di fatto generato.

Aumentano incessantemente le richieste di energia su scala planetaria, in parte anche a seguito della crescita economica che contraddistingue i nuovi Paesi emergenti. La consapevolezza diffusa in merito alla ormai limitata disponibilità residua di risorse petrolifere ed alle negative conseguenze ambientali generate dal consumo di fonti fossili, determina l'assoluta ed improrogabile necessità di definire un nuovo "modello" energetico, incentrato sul risparmio energetico, l'efficienza nell'utilizzo dell'energia e sulle fonti rinnovabili. A questo proposito, le biomasse di origine agricola possono svolgere un ruolo importante per soddisfare tali requisiti e far fronte alle suddette esigenze. Lo sviluppo di efficienti filiere agri-energetiche necessita un'adeguata disponibilità di materie prime agricole (biomasse), un'ottima integrazione e coordinamento fra le differenti fasi produttive nonché la capacità di operare a costi sufficientemente competitivi rispetto alle fonti convenzionali. In realtà, è possibile identificare differenti tipologie di filiere agri-energetiche, le quali possono avere un'articolazione ed una diffusione territoriale più o meno ampia (filiera corta vs. filiera lunga); ciascuna di esse può manifestare sia caratteristiche positive che negative; in generale, però, la filiera corta è giudicata più favorevolmente nel quadro di un modello di sviluppo sostenibile, in quanto ritenuta più idonea ad uno sviluppo locale, auto-centrato, rispettoso delle risorse agro-ecologiche ed ambientali e più consona alla promozione di un modello di generazione energetica distribuito, localmente diffuso e non accentrato. In ogni caso, è assolutamente indispensabile procedere ad una rigorosa comparazione delle alternative energetiche a mezzo di procedure quali il *Life Cycle Assessment* (Valutazione del Ciclo di Vita) in grado di evidenziare le tipologie di generazione che risultano meno inquinanti rispetto ad una pluralità di categorie d'impatto.

*Parole chiave:* modelli produttivi agri-energetici; pianificazione agri-energetica; aspetti agro-ecologici ed ambientali.

## Summary

### AGRI-ENERGY CHAINS: FROM FIELD TO LAND PLANNING

A general consensus on bio-energy and renewable energetic sources is expressed by modern societies; at the same time, some concerns and uncertainties are related to the actual ecological and environmental standards that these new technologies are able to fulfill. The overall energy demand is permanently rising as the economic growth spread through new developing countries. The consciousness about the limited petroleum availability and the negative environmental consequences related to fossil fuels exploitation, inevitably calls for a new global energy model based

\* Autore corrispondente: tel.: +39 0881 589223; fax: +39 0881 589342. Indirizzo e-mail: m.monteleone@unifg.it

on a drastic improvement on energy use efficiency, energy savings and renewables. On this respect, biomass could play an important role to meet these new constraints and requirements.

The development of bio-energy needs a reliable biomass availability, a well organized and integrated chain-supply and reasonable costs of the biomass feedstock in order to be competitive with respect to conventional fossil-fuels. Different productive and distributive chain-supply can be depicted, at the large as well as at the local-scale; pros and cons can be identified for both, but locally produced bio-energy and “distributed” energy generation is mostly favored by general society and some stakeholders; it seems to better support landowners, rural economy and local market; at the same time, the environmental benefits seems to be higher. Rigorous evaluation procedures, such as “Life Cycle Assessment”, must be ordinarily implemented to proper compare such alternatives with each other and choose the one that fits better.

*Key-words:* agri-energy models, agri-energy land-planning, agro-ecological and environmental traits.

## 1. Introduzione

Il dibattito intorno alle fonti energetiche rinnovabili (FER) e, di conseguenza, riguardo all’impiego delle biomasse agricole ai fini energetici, si è progressivamente esteso, coinvolgendo ampi settori della pubblica opinione oltre che esponenti della politica, della ricerca scientifica e del trasferimento tecnologico, nonché le diverse categorie professionali e produttive direttamente coinvolte; si è assistito ad una progressiva crescita dell’interesse, di pari passo accompagnato da un’accentuazione dei toni polemici del confronto, frequentemente condizionato da una contesa (quasi “ideologica”) fra sostenitori e detrattori delle fonti energetiche “alternative”.

È però del tutto evidente che il *sistema energetico attuale*, per come esso si è determinato a scala mondiale nel corso della crescita economico-industriale del secolo scorso, mostra chiari ed evidenti segni di crisi; il *modello energetico di riferimento*, incentrato quasi esclusivamente su fonti non rinnovabili e ad elevato tasso d’inquinamento, nonché fondato sulla garanzia di un’offerta energetica crescente ed incondizionata, incapace di regolare la domanda d’energia in termini di qualità ed efficienza, necessita una drastica e radicale riformulazione.

Come da più parti evidenziato, l’ineluttabilità e l’urgenza della presente crisi energetica e la sua dimensione planetaria derivano da alcune specifiche condizioni che schematicamente si richiamano:

- le disponibilità petrolifere sono ormai in netta contrazione; analogo decorso contraddistingue anche le altre fonti di origine fossile, il gas naturale e, in un lasso di tempo più dilatato, anche il carbone;

- le conseguenze di un uso massiccio e crescente di combustibili fossili ha avviato un processo di alterazione climatica su scala planetaria (*global warming*) ormai inequivocabile e palese, a tal punto che occorre prontamente contrastarne e mitigarne l’azione, al fine di non incorrere in perturbazioni ancor più gravi e a carattere irreversibile;
- la sicurezza e l’autonomia energetica dell’Europa (e in particolare dell’Italia) sono gravemente minacciate a seguito di una condizione d’instabilità geopolitica che vede il manifestarsi delle più gravi tensioni internazionali o la recrudescenza di scenari di guerra aperta (non a caso) proprio nelle aree geografiche dove si localizzano gli ultimi, più consistenti giacimenti petroliferi.

Atteggiamenti preconcepiuti, che alternativamente identificano le FER come la “panacea” alla crisi energetica mondiale o, all’opposto, come l’ennesimo “imbroglio” o “sogno” ecologico, costituiscono delle mistificazioni semplificatrici che allontanano il momento, invece improrogabile, in cui adottare soluzioni concrete, tecnicamente efficienti, coerenti agli indirizzi sovranazionali definiti a scala globale od europea come pure risultanti da un processo di pianificazione e concertazione condotto a livello locale. Si tratta di definire *condizioni chiare e regole condivise* che possano consentire, a beneficio di tutta la comunità (locale, nazionale ed internazionale), di conseguire il massimo vantaggio in termini di disponibilità energetica senza tradire quei presupposti imprescindibili che tributano alle FER la qualifica di fonti di energia “pulita”, ossia ottenuta secondo criteri di sostenibilità ecologica, compatibilità ambientale ed equità sociale.

Il presente lavoro, quindi, intende procedere ad una riflessione sui caratteri ed i requisiti fondamentali che sono sottesi ad un modello energetico che preveda una significativa ma equilibrata contribuzione da parte delle fonti energetiche incentrate sull'impiego delle biomasse di origine agricola. La dimensione complessivamente esplorata dal presente lavoro è perciò di tipo sovra-aziendale; essa attiene ad una scala espressamente territoriale, coinvolgendo livelli d'ambito che oltre ad una dimensione tipicamente locale investono anche quella macro-geografica.

La proposta agri-energetica, nel quadro del carattere multifunzionale oggi attribuito all'attività agricola, prevede la produzione (nonché il consumo interno e/o la vendita) di energia da fonti rinnovabili come processo conclusivo di una filiera integrata agro-industriale che trova il suo imprescindibile punto di avvio nelle aziende agrarie, siano esse singole o consorziate.

## **2. Un'ampia gamma di possibilità energetiche**

Le biomasse, in funzione della loro natura e tipologia, possono consentire l'attivazione di numerose e diversificate filiere agri-energetiche; possibili classificazioni, ad esempio, si fondano in base alla composizione chimica (presenza di componenti ligno-cellulosici, zuccherino-amidacei oppure oleaginosi) ed alle caratteristiche fisiche della biomassa (potere calorifico, umidità, massa volumica, stato di confezionamento od addensamento, ecc.); sono inoltre numerose e variamente interrelate le vie tecnologiche per l'ottenimento di differenti qualità di combustibile (solido, liquido e gassoso) e le opportunità di utilizzare tali combustibili su di un vasto fronte d'impiego, per la realizzazione di un'ampia gamma di prodotti e/o servizi energetici: produzione di calore, di freddo, di elettricità, di energia motrice per le autovetture, ecc.

È proprio la spiccata duttilità e la molteplicità delle utilizzazioni delle biomasse ai fini della generazione energetica a costituire il fattore forse più rilevante a favore delle filiere agri-energetiche. Biomassa è "la parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali ed animali) e dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, nonché la parte biodegradabile

dei rifiuti industriali ed urbani" (D.L. 29 dicembre 2003, n. 387). Da questa definizione si evince, inoltre, che quello delle coltivazioni agrarie non è l'unico settore produttivo potenzialmente coinvolto nell'impiego delle biomasse a scopo energetico; bensì le opportunità di generazione energetica sono estendibili sia al settore delle forestazione (quella "produttiva" finalizzata all'ottenimento di legno d'opera e da ardere e quella "conservativa" tesa alla corretta gestione del patrimonio boschivo) che al settore agro-industriale e, più in generale, a tutte quelle attività produttive che impiegano materiali di origine organica attraverso processi che non ne alterino o contaminino le caratteristiche proprie di bio-combustibile naturale; in particolare, occorre segnalare il potenziale e proficuo innesto di finalità energetiche anche nell'ambito del settore del trattamento e smaltimento dei rifiuti solidi urbani (RSU) e la possibilità che, limitatamente alla sua frazione organica opportunamente differenziata (FORSU), possano attivarsi processi di valorizzazione energetica come ultimo anello di una catena tesa in primo luogo al riciclo ed al reimpiego produttivo dei materiali conferiti (D.L. 5 febbraio 1997, n. 22, anche denominato "decreto Ronchi").

## **3. La struttura delle filiere agri-energetiche**

In linea del tutto generale, una filiera produttiva destinata alla generazione energetica a partire dalle biomasse agricole può essere intesa come articolata in tre fasi essenziali: 1) la fase di coltivazione e/o di raccolta delle biomasse (a seconda che trattasi di colture dedicate o biomasse residuali), operazione che risulta spazialmente distribuita e la cui materia prima evidenzia una "concentrazione" (massa per unità di superficie) variabile a seconda della tipologia e della produttività delle colture coinvolte; 2) la fase di trasporto e concentrazione spaziale della materia prima presso il centro di stoccaggio, includendovi l'eventuale condizionamento della biomassa, fino al momento del suo trasferimento al centro di utilizzazione, presso lo stabilimento industriale; 3) la successiva fase di conversione della biomassa in un prodotto energetico (combustibile, energia elettrica, energia termica), direttamente impiegabile od eventualmente soggetto ad ulteriore trasferimento, at-

traverso una rete distributiva, fino all'utente finale. Ciascuna di queste fasi richiede un particolare consumo energetico, diretto od indiretto che sia, più o meno rilevante in rapporto all'ammontare complessivo dei fattori produttivi immessi nel processo di filiera; inoltre, si viene a determinare la disponibilità di residui, scarti o sottoprodotti il cui contenuto energetico è complementare a quello del prodotto principale; inevitabile, infine, il rilascio di emissioni o reflui aventi un possibile effetto inquinante (alterazione degli standard qualitativi di comparti ambientale quali aria, acque ed atmosfera).

Il calcolo dettagliato e sequenziale di tutte le qualità e quantità di materiali, composti e sostanze rispettivamente in ingresso ed in uscita dal processo trasformativo di filiera (procedura d'inventario ambientale) costituisce l'operazione preliminare al fine di valutare l'impatto ambientale esercitato dal processo medesimo e di determinarne alcuni indici di prestazione ambientale secondo la metodologia *Life Cycle Assessment* (LCA).

L'ottimizzazione del processo di filiera e l'efficiente integrazione dei suoi differenti segmenti, mediante aggiustamenti e calibrazioni tecnologiche, debbono consentire di mitigare al massimo il possibile impatto ambientale, migliorando le prestazioni ambientali del processo e, allo stesso tempo, di abbattere i costi di produzione nonché d'incrementare i margini di guadagno da parte di tutti gli imprenditori coinvolti nella filiera.

Il modello organizzativo in cui si struttura la filiera agri-energetica assume un particolare significato in riferimento al ruolo che l'imprenditore agricolo esplica nel suo seno. Con specifico riferimento a tale criterio, quindi, la *filiera lunga* è quella in cui gli imprenditori agricoli producono le colture energetiche che altre imprese acquisiscono, trasformano e convertono in energia o carburante. La filiera, quindi, appare segmentata e parcellizzata in una serie sequenziale di processi e passaggi, in alcuni casi numerosi, ciascuno dei quali si appropria di una frazione del valore aggiunto complessivamente conseguito a compenso del processo produttivo svolto o dell'apporto di servizi immessi nella filiera medesima. La tipologia diametralmente opposta alla precedente è quella rappresentata dalla cosiddetta *filiera corta* che si contraddistingue per una sostanziale identità fra produt-

tore ed utilizzatore finale delle agro-energie; in altri termini, l'imprenditore agricolo impegnato nella produzione di materia prima combustibile realizza egli stesso gli impianti destinati alla conversione energetica delle biomasse, in stretta relazione a quelle che sono le sue dirette esigenze di auto-consumo energetico. In caso di produzione eccedentaria rispetto alle richieste strettamente necessarie, è possibile prefigurare l'opportunità di vendere l'energia prodotta attraverso le modalità oggi offerte dal mercato liberalizzato dell'energia.

Si parla d'*integrazione di filiera* allorché, sebbene gli imprenditori agricoli non trasformino direttamente la biomassa in energia per destinarla alla vendita, essi comunque partecipano agli utili della filiera. Questa condizione, che permane nell'alveo della cosiddetta filiera lunga può determinarsi a seguito di accordi o contratti di filiera. In particolare, occorre segnalare il D.L. 27 maggio 2005, n. 102 inerente la "Regolazione dei mercati agro-alimentari", all'articolo 10 si introduce il concetto d'*intesa di filiera* ed all'articolo 11, invece, si definisce il concetto di *contratto quadro*.

#### 4. Le "polarità" del settore agri-energetico

Il settore agri-energetico si qualifica per una serie di polarità o contrapposizioni di tipo dualistico sulle quali occorrerebbe svolgere opportune riflessioni. Una prima polarità è quella che sussiste fra disponibilità locale di biomasse (evidentemente contenuta entro definiti limiti territoriali) e potenzialità di una loro ampia acquisizione sul mercato internazionale; una seconda polarità è quella, di cui si è detto, fra "filiera corta", finalizzata al prioritario soddisfacimento di una domanda interna di energia, e "filiera lunga", in prevalenza proiettata a rifornire i mercati internazionali a loro volta controllati da società a carattere multinazionale; un'ulteriore polarità è quella che si realizza fra un modello agri-energetico finalizzato all'inclusione produttiva delle aree agricole a progressiva marginalizzazione e quello orientato ad una conversione e sfruttamento intensivo delle aree già destinate a produzioni alimentari, che a sua volta aggrava il conflitto fra agricoltura "food" e "non food"; all'interno della filiera agri-energetica, inoltre, è del tutto evidente il rapporto

dialettico che si instaura fra la componente associata al settore agricolo (produzione della materia prima) e quella connessa al settore industriale (conversione e generazione energetica).

Tutte le polarità precedentemente individuate sono però riconducibili od assimilabili a due differenti “visioni” territoriali, quella di una produzione centralizzata dell’energia e quella, all’opposto, di una generazione distribuita e territorialmente diffusa.

#### 4.1 Il dualismo fra la filiera “lunga” e quella “corta”

In termini del tutto concettuali la differenza fra catena “lunga” e “corta” si concretizza solo in relazione al numero degli operatori di filiera che vi prendono parte e sull’articolazione produttiva più o meno complessa della filiera medesima. Spesso, però, a tale concetto se ne associa un altro, ossia quello relativo all’estensione spaziale della filiera ed al suo sviluppo geografico più o meno ampio; le catene lunghe, quindi, possono contraddistinguere (sebbene non necessariamente) filiere produttive che coinvolgono scambi commerciali fra operatori fisicamente assai distanti fra loro, per cui si rendono necessari trasporti anche di lungo tratto in modo da consentire il conferimento delle materia prima dal luogo di produzione al luogo di conversione energetica, per poi procedere alla distribuzione in senso contrario dell’energia così ottenuta, dal luogo di generazione ai punti di utilizzazione. È del tutto evidente che questo modello energetico, pur economicamente valido in considerazione dei livelli di prezzo concorrenziali che vigono sullo scenario internazionale di mercato, costringe a notevoli perdite d’efficienza (una quota parte dell’energia prodotta è persa nei processi di trasferimento e distribuzione), ciò che determina impatti ambientali (non solo mancato risparmio di energia fossile ma anche emissioni di CO<sub>2</sub> e di gas clima-alteranti) ed una forte limitazione della valenza ambientale a cui pure questa attività costantemente si richiama. Da qui la necessità di inserire nella contabilità complessiva delle filiere agro-energetiche anche il bilancio dell’energia, quello delle emissioni nonché l’inventario e la conseguente stima degli impatti che possono essere esercitati sui comparti ambientali quali suolo, acqua ed atmosfera attraverso l’esecuzione di un’accurata “analisi del ciclo di vita” dei bio-combustibili e, più in

generale, dell’energia ottenuta attraverso fonti rinnovabili.

Le differenze fra questi due modelli contrapposti di generazione dell’energia da fonti rinnovabili chiamano in causa anche le notevoli differenze rispetto al modello complessivo che su scala territoriale attiene all’impiego dell’energia. Infatti, necessariamente la “filiera corta”, nel suo stesso esplicitarsi, determina una stretta e prossimale associazione fra produzione ed uso d’energia, ciò che soddisfa pienamente i criteri di un modello “distribuito”, ossia territorialmente diffuso, a carattere di “rete”, in grado di contraddistinguersi per un numero tendenzialmente elevato di piccoli impianti, aventi cioè una taglia di potenza relativamente modesta, ma ciò nonostante in grado di servire efficacemente una pluralità di utenze le quali, in tal modo, si svincolano sempre più dalla dipendenza da parte di una rete distributiva unica a rifornimento centralizzato.

Tale dimensione “locale” della generazione in piccola scala ha anche un’altra essenziale conseguenza: la necessità di vincolare strettamente ed inflessibilmente le possibilità di generazione energetica alle effettive disponibilità di biomasse presenti sul territorio di riferimento; ciò induce e sollecita nel “porre a sistema”, col massimo dell’efficienza, ogni possibile ed idonea materia prima (di scarto, residuale o prodotta *ad hoc*) che possa fungere da bio-combustibile, in modo da alimentare impianti spesso di differente tipologia, quindi con differenti esigenze di approvvigionamento, condizione questa che massimizza le possibilità d’impiego dei materiali medesimi. Questo carattere di “duttilità” della micro-generazione distribuita costituisce un ulteriore fattore di notevole rilevanza a cui andrebbe attribuita attenzione maggiore.

Una “filiera lunga” è in grado di sostenere ed attutire i costi connessi alle diverse fasi di trasformazione che hanno luogo nel corso della catena produttiva (ciascuna fase essendo espletata da differenti operatori) solo ed unicamente attraverso un cospicuo aumento della materia prima lavorata e dell’energia complessivamente prodotta (ossia: a fronte di un ricavo unitario assai modesto è necessario un fatturato assai cospicuo per pervenire a livelli di guadagno complessivo giudicati adeguati). Quindi, il volume o la dimensione dell’attività produttiva, che in certi casi può condurre al gigantismo

impiantistico, è dettato dalla necessità di doverci sistematicamente confrontare (e conformare) ad uno scenario internazionale dove il prezzo della materia prima come quello dell'energia è condizionato da quei soggetti imprenditoriali fortemente competitivi che, pertanto, sono in grado di formulare prezzi tendenzialmente ridotti, difficilmente remunerativi in relazione ad un mercato di tipo locale; ciò costringe ad un incremento notevole delle quantità scambiate e ad un'apertura (od "allungamento") della filiera per instaurare rapporti di scambio con i fornitori che possono offrire condizioni più convenienti di acquisto della materia prima.

#### 4.2 Conflitto fra agricoltura "food" e "non-food"

Uno scenario fortemente globalizzato (come quello precedentemente descritto) accentua però il rischio che, in ambito internazionale, si determinino condizioni di forte squilibrio, sfruttamento, povertà, degrado ambientale, a carico dei paesi economicamente più deboli, così come appare ormai evidente in base a numerosi ed allarmati rapporti di organismi sovranazionali (FAO, 2007; UN, 2007; GRAIN, 2007; Worldwatch Inst., 2007; CEO, 2007; Nyberg e Raney, 2006).

La recrudescenza di fenomeni socio-economici quali carestia e fame, a seguito dell'aumento dei prezzi dei prodotti cerealicoli, base alimentare delle popolazioni povere del mondo, in prevalenza dovuti alla destinazione energetica e non più alimentare assegnata alle produzioni agricole, nonché alla riduzione delle superfici destinate a coltivazioni alimentari per destinarle alla produzione di biocarburanti, è manifestazione evidente di questi ultimi anni.

La "catena corta" si sottrae, almeno in teoria, ad ogni confronto competitivo rispetto al prezzo della materia prima e concentra gli sforzi produttivi non tanto su di un prodotto destinato alla vendita quanto su di un bene destinato al consumo diretto; conseguentemente, tale filiera può dimostrarsi economicamente conveniente allorché si paragoni il prezzo unitario dell'energia acquisita sul mercato esterno con il costo derivante dal processo interno all'azienda od al consorzio di aziende; se il secondo è inferiore al primo la filiera ha ragione di esistere e contribuisce positivamente al bilancio aziendale in ragione dei mancati costi che essa determina (ossia i costi che non occorre più soste-

tere in quanto soddisfatti al proprio interno).

Un dibattito particolarmente acceso, che è andato crescendo in intensità in questi ultimi anni, è quello relativo alla conflittualità che si verrebbe a generare fra destinazione alimentare e non alimentare delle produzioni ottenute dai suoli agrari ed il rischio che ciò implicherebbe con riguardo alla sovranità/sicurezza alimentare delle popolazioni, specie quelle più povere (Dufey, 2007; Schmidhuber, 2007; UN, 2007; OECD-FAO, 2007). La possibilità di indirizzare alcune colture agrarie di larga coltivazione mondiale (soia, mais, canna da zucchero, ecc.) secondo plurime destinazioni d'uso (alimentazione umana, mangimistica animale o produzione di bio-carburanti) determina una forte dinamicità di mercato; è peraltro evidente che, in regime di apprezzamento dell'energia, si assista ad una tendenziale, privilegiata destinazione energetica di queste produzioni agricole. La suddetta condizione determina un aumento dei prezzi cerealicoli, una rarefazione delle scorte alimentari ed ingenera uno stato diffuso di crisi alimentare.

È però importante evidenziare che il problema, nelle sue cause più profonde, non è prioritariamente determinato dall'espansione delle bio-energie, quanto da un mercato agro-alimentare completamente globalizzato, liberalizzato e concorrenziale (Colombo, 2002). Specie nei paesi più poveri, questa condizione ha di fatto annichilito il settore agricolo di piccola scala, destinato alla produzione di alimento primario per la popolazione locale residente, stimolando invece l'estensione di coltivazioni indirizzate alle produzioni per l'*export*, in nome di un presunto vantaggio "comparato" (in ragione del quale sarebbe preferibile restringere la gamma produttiva alle più remunerative colture da esportazione e con il ricavato acquisire le risorse alimentari primarie). L'attività agricola rivolta al mercato globale necessita di grandi estensioni di territorio e si intensifica in termini di capitali e tecnologie impiegati, favorendo la concentrazione di terre e risorse, così colpendo la popolazione rurale che rischia l'estromissione completa dal circuito economico. A ciò si aggiunga la sistematica azione di *dumping* esercitata sul prezzo delle *commodities* alimentari da parte di Stati Uniti ed Europa, anche in concorrenza fra loro, che ha fortemente condizionato la capacità competitiva dei Paesi in via di

sviluppo. Lo scenario si complica ulteriormente oggi, allorché Paesi in rapida espansione economica (e demografica) accedono a consumi fino a poco tempo fa notevolmente ristretti.

### **5. Valenza agro-ecologica dell'energia da biomasse**

Allorché la discussione riguardo le bio-energie e le filiere agri-energetiche si incentri esclusivamente sulla necessità di fronteggiare il progressivo aumento del prezzo del greggio e la crescente scarsità nelle disponibilità mondiali di fonti energetiche di origine fossile, si rischia di assegnare ad esse solo ed unicamente un ruolo di bene "integrativo" o "sostitutivo", senza cogliere la pluralità degli altri fondamentali aspetti che sono strettamente associati all'impiego di energia da fonti rinnovabili. In altri termini, le bio-energie non debbono essere meramente interpretate come una fonte addizionale di energia al fine di sostenere i crescenti consumi mondiali. Tali nuove forme di produzione energetica, invece, per la natura delle risorse utilizzate, per il forte legame che esse determinano a livello territoriale, per la valenza ecologica che possono esprimere, per il modello di produzione e consumo di energia che esse veicolano, costituiscono un tassello prezioso per un progressivo superamento del sistema energetico attualmente dominante, essenzialmente contraddistinto da ridotta efficienza e centralizzazione produttiva.

Le colture a destinazione energetica sono finalizzate a soddisfare esigenze in parte differenti rispetto alle convenzionali colture alimentari. Esse, infatti, debbono in primo luogo essere ottimizzate con riguardo al contenuto energetico che le caratterizza piuttosto che alla produzione alimentare. La gamma di colture potenzialmente impiegabili è comunque assai ampia e comprende le stesse colture a destinazione alimentare o foraggera, delle quali semplicemente viene ad essere modificata la destinazione del prodotto (nonché alcune tecniche agronomiche di coltivazione che ne esaltino tale prerogativa), così come colture erbacee poliennali (abituamente non inserite nei nostri sistemi colturali) o colture arboree a ciclo breve e rapida ceduzione (la cosiddetta "short rotation forestry") od ancora sistemi foraggieri a doppio ciclo di coltivazione annuo.

Occorre pertanto identificare un certo numero di criteri ambientali ed ecologici in grado di interpretare differenti tipologie di pressione od impatto esercitato sull'ambiente (Palchetti e Vazzana, 2006; Campiglia et al., 2006; Mughini et al., 2006); questi impatti potrebbero derivare, almeno in termini potenziali, da un'incontrollata od inappropriata diffusione di tali colture da energia su ampie superfici agrarie precedentemente a differente utilizzazione. In senso diametralmente opposto, è anche utile sottolineare, lì dove presenti e ritenuti di una certa rilevanza, i vantaggi ambientali connessi ad un'oculata scelta delle colture da energia e l'opportunità che un loro adeguato inserimento aziendale possa apportare sensibili miglioramenti ambientali e condurre ad un'utilizzazione più equilibrata delle risorse agro-ecologiche (acqua, suolo, diversità biologica, ecc.) del territorio.

Le odierne pratiche agronomiche, in rapporto al contesto ambientale in cui sono applicate ed alle modalità della loro realizzazione, possono esercitare un effetto che può ritenersi negativo, in alcune circostanze, e positivo in altre. Per questa ragione è di assoluta importanza che ogni processo produttivo agrario finalizzato all'incremento della disponibilità bioenergetica del territorio punti, contestualmente, a non esacerbare i delicati rapporti con l'ambiente e gli equilibri ecologici ad esso connessi.

Sono da temere, in particolare, spinte produttivistiche esasperate che conducano ad una ulteriore intensificazione dei processi produttivi agrari su superfici sempre più vaste, in grado di determinare una profonda modificazione del contesto rurale. Tale tendenza, se generalizzata, potrebbe produrre una radicale riconversione delle superfici agrarie ed un progressivo passaggio da forme di utilizzazione estensiva, spesso esercitate su aree ad elevato valore naturalistico, a forme più intensive di sfruttamento dei suoli. Costituiscono una grave minaccia tutte quelle riconversioni che implicano il passaggio da un regime "sodivo" ad un regime "arativo" del suolo ed in particolare il dissodamento di praterie permanenti la cui composizione floristica assume un significato naturalistico di assoluta rilevanza. Analoga preoccupazione può derivare da un incontrollato inserimento di specie alloctone in contesti ambientali particolarmente delicati e vulnerabili, così come la scelta di una gamma di colture da energia complessivamente non adeguata al contesto ambientale di

riferimento. Più nel dettaglio, è possibile individuare alcuni comparti ambientali (suoli, acque, componente biologica nel suo insieme, ecc.) oggetto di potenziale minaccia, così come alcuni processi strettamente connessi alla gestione agricola che possono indurre fenomeni di degrado o di alterazione più o meno profonda a carico degli standard di qualità ambientale (WWF, 2006; RIRDC, 2005; EEA-JRC, 2006; EEA, 2006; LUC, 2007). Fra i processi ritenuti di preminente rilevanza riconosciamo: erosione e compattazione dei suoli, lisciviazione dei nutrienti, deriva e dispersione dei pesticidi, sovrasfruttamento delle falde idriche, rarefazione dell'agrodiversità e della biodiversità.

Una spinta specializzazione colturale induce processi d'intensificazione che, in generale, accentuano gli effetti di degrado ambientale (inquinamento) ed intensificano i fenomeni di dissesto idro-geologico. In conseguenza di una drastica semplificazione dei sistemi aziendali di coltivazione si determina una condizione di ridotta diversità delle specie coltivate; ciò si associa ad una progressiva rarefazione di habitat naturali o semi-naturali e delle specie selvatiche che trovano negli ambienti coltivati le condizioni ideali d'insediamento, più di tutto nell'ambito di quei coltivi a carattere estensivo, quali prati permanenti, foraggiere poliennali, nonché strutture ed elementi di diversificazione paesaggistica come siepi, filari, alberate, sistemi macchia-radura, ecc. Questo fenomeno di rarefazione ecologica determina anche una semplificazione di tipo paesaggistico che risulta strettamente associata ad una progressiva limitazione funzionale dei processi ecologici e ad un depauperamento della flora e della fauna associata agli ambienti agricoli tradizionali. Di contro, un aumento della diversificazione colturale e l'introduzione di nuovi elementi strutturali di diversificazione paesaggistica può costituire un fattore benefico per la biodiversità, particolarmente in sistemi agricoli intensivi. Una maggiore varietà della copertura vegetale, infatti, può favorire il realizzarsi di una pluralità di habitat idonei a specie appartenenti a diversi *taxa*. Alcune colture a destinazione energetica (in particolare le specie pluriennali e quelle arboree a rapida ceduzione) possono contribuire significativamente alla diversificazione del paesaggio e degli habitat ed alla salvaguardia ambientale (Bonari et al., 2004).

## 6. Valutazione ambientale delle agri-energie attraverso il Life Cycle Assessment

Numerosi sono gli aspetti ambientali che le bioenergie debbono soddisfare affinché possa essere attivamente promosso il loro utilizzo e dunque incentivata la loro produzione. In primo luogo, l'impiego delle biomasse presupporrebbe una completa "neutralità carbonica", ossia un perfetto bilanciamento fra le emissioni di gas-serra conseguenti alla combustione delle biomasse e l'anidride carbonica assimilata con la fotosintesi durante la crescita vegetale. Questa presunta "neutralità" non può dirsi rispettata allorché tali bio-energie siano prodotte facendo largo impiego di input energetici di origine fossile (fertilizzanti, macchine agricole, trasporto, energia spesa nel processo di condizionamento e conversione, ecc.).

Ne consegue che il grado di "sostenibilità" di ciascuna delle differenti forme di bio-energia può essere convenientemente stabilito solo facendo ricorso ad una puntuale e minuziosa determinazione del "ciclo di vita" del prodotto energetico ottenuto (procedura LCA, Life Cycle Assessment), ossia riferendosi ad un'analisi condotta sull'intera filiera produttiva e sui modi d'impiego dell'energia così generata (Gasol et al., 2007; Cosentino et al., 2006; IFEU, 2000; Kaltschmitt et al., 1997; Heller et al., 2003; Hanegraaf et al., 1998).

In termini del tutto generali, ma assai indicativi, si suole riconoscere un'effettiva valenza ambientale alle bio-energie, ossia una reale efficacia nel mitigare l'effetto serra, nel caso in cui l'energia generata dai bio-combustibili sia significativamente superiore rispetto a quella spesa per ottenerli. Ciò implica che il rapporto energetico fra energia prodotta ed energia spesa durante il processo (*energy ratio*) debba essere il più possibile elevato (comunque superiore all'unità). Con riferimento alla benzina ed al diesel di origine fossile, il rapporto energetico è compreso, in genere, fra 0,7 e 0,9; nel caso del bio-etanolo (quello ottenuto dal mais), invece, tale rapporto si aggira intorno ad 1,3 e sale significativamente a 3-4 nei riguardi del bio-diesel; netta è dunque la superiorità ambientale del bio-diesel (ottenuto da soia) rispetto al bio-etanolo (ottenuto da mais), come confermato, fra gli altri, anche da Hill et al. (2006). La produzione di bio-etanolo a partire da compo-



nenti cellulosiche (bio-etanolo detto di “seconda generazione”) consente di conseguire un netto miglioramento dell’efficienza energetica, pervenendo a dei rapporti energetici pari a circa 10 (Wald, 2007; Wyman, 2007); valori simili od ancora più elevati si ottengono dall’impiego di biomasse ligno-cellulosiche nel processo di combustione, fino a valori intorno a 20 nel caso di utilizzazione del legname da esbosco (Titius, 2007; Wald, 2007).

Se, pertanto, la capacità di ridurre le emissioni clima-alteranti venisse riconosciuta come uno dei criteri essenziali di vantaggio delle fonti rinnovabili rispetto a quelle fossili, ne conseguirebbe che, fra le differenti possibilità di generazione energetica a partire dalle biomasse, priorità assoluta dovrebbe essere assegnata a quelle forme o tecnologie di generazione che fossero in grado di contribuire maggiormente a tale riduzione e che siano, quindi, le più efficienti da questo punto di vista. Tale aspetto di valutazione comparativa dell’efficienza ascrivibile a ciascuna tecnologia di conversione energetica è talmente rilevante da suggerire l’ipotesi che gli incentivi alle bio-energie debbano essere strettamente commisurati a questo importante parametro. Solo l’instaurarsi di un tale meccanismo competitivo, incentrato nello stabilire un costo emissivo crescente per ogni unità di CO<sub>2</sub>-equivalente rilasciata in atmosfera, può costituire la premessa per conseguire risultati significativi e celeri. A tal fine, pertanto, occorre:

Operare il calcolo del bilancio energetico e dei gas serra complessivamente emessi in atmosfera a fronte di quelli evitati con riferimento al complesso della filiera bio-energetica; sulla scorta di tali risultanze, prediligere processi e tecnologie che possano conseguire il maggior rapporto di sostituzione dei combustibili fossili ed il massimo ritorno in termini di contenimento dell’effetto serra;

Eseguire una valutazione integrale delle filiere con riferimento ad una pluralità di categorie d’impatto ambientale, secondo i canoni della procedura Life Cycle Assessment; a tal riguardo, rilevanza assumono specifiche categorie d’impatto che attengono, ad esempio, ai processi di eutrofizzazione, acidificazione, rarefazione della fascia troposferica di ozono, eco-tossicità e tossicità nei riguardi dell’uomo; anche in questo caso, in rapporto alla ponderazione che si vorrà attribuire a ciascuna categoria d’impatto,

si rende possibile procedere alla selezione delle tecnologie bio-energetiche che, in termini comparativi, si ritengono meno dannose all’ambiente ed alla salute dell’uomo.

### 6.1 Il dilemma dei bio-carburanti

Con riferimento al settore dei trasporti, particolare enfasi viene assegnata all’opportunità d’impiego delle biomasse agricole per la produzione di bio-carburanti (liquidi), in grado di sostituire (oppure più semplicemente miscelarsi secondo proporzioni variabili) a quelli di origine fossile. In Italia, il 31% dei consumi energetici complessivi è ascrivibile al settore dei trasporti e, di questi, il trasporto su strada ne assorbe circa il 95% (ENEA, 2007).

Il bio-etanolo è il bio-carburante più diffuso ed assomma a circa il 94% del totale su scala mondiale. Circa il 60% deriva dalla canna da zucchero ed il rimanente 40% da altre colture (mais in primo luogo). Il Brasile, come è noto, realizza le esportazioni più consistenti, detenendo circa la metà del rifornimento mondiale. Sullo scenario economico internazionale il bio-etanolo prodotto in Brasile risulta assai più competitivo rispetto a quello statunitense, così come quest’ultimo rispetto a quello europeo (OECD, 2005). Particolarmente riguardo all’efficienza energetica ed al grado di sostituzione dei combustibili fossili, il confronto è impari (almeno allo stato attuale delle condizioni).

Diversamente, il biodiesel trova in Europa l’area più importante di produzione e consumo; a fronte, però, di una elevata capacità industriale di trasformare gli oli in biodiesel, sussiste il limite di una modesta produzione di materia prima (a partire da semi oleaginosi o proteo-oleaginosi) che non può incidere significativamente rispetto ai consumi di carburante registrati sul territorio europeo, anche ipotizzando conversioni agro-energetiche su estese superfici a seminativo oggi diversamente coltivate. Ciò espone, inevitabilmente, alla necessità di procedere all’importazione di oli acquisiti sul mercato internazionale, particolarmente quelli di origine tropicale e sub-tropicale. Il mercato degli oli e delle materie grasse è, infatti, in rapidissima espansione e la domanda complessiva per queste materie prime aumenta significativamente (Schmidhuber, 2007). Questa condizione genera, a sua volta, una notevole espansione delle superfici coltivate, ad esempio, a soia o

quelle investite a piantagioni di palma o di jatropha; ciò suscita serie preoccupazioni dal punto di vista ecologico in conseguenza di una generale intensificazione dei metodi produttivi, degli interventi di disboscamento realizzati per far spazio alle coltivazioni, della conversione di superfici agricole destinate a coltivazioni alimentari a colture energetiche. Ne consegue che la crescita progressiva del mercato internazionale del biodiesel dovrebbe suggerire un atteggiamento assai prudente e valutazioni critiche in merito ai suddetti aspetti cruciali della filiera.

Nello specifico, occorrerebbe considerare che i bio-carburanti ottenuti da processi intensivi di coltivazione evidenziano un'efficienza energetica assai ridotta e, di conseguenza, potrebbero essere considerati un prodotto sostitutivo dei carburanti fossili solo temporaneamente, ossia nell'arco di tempo necessario a conseguire nuove e più evolute soluzioni tecnologiche (miglioramenti della produttività e passaggio ai biocombustibili di seconda generazione). In particolare, vi è l'indicazione (analizzando le risultanze di numerosi studi LCA) che la produzione di bioetanolo e di biodiesel possa determinare un rapporto quasi paritario (in alcuni casi inferiore, in altri di poco superiore all'unità) fra energia guadagnata ed energia spesa (Pimentel, 2003; Pimentel e Patzek, 2005; Farrell, 2006; Hill, 2006). Il bilancio della CO<sub>2</sub> verrebbe ulteriormente aggravato in considerazione che lo stock di carbonio "sequestrato" (ossia trattenuto) dal suolo, in forma di sostanza organica, è progressivamente rilasciato in atmosfera in conseguenza di uno sfruttamento intensivo della fertilità del terreno agrario. Particolarmente preoccupante, con riferimento all'effetto serra ed alla riduzione dell'ozono stratosferico, è il rilascio di N<sub>2</sub>O dai suoli agrari come conseguenza degli apporti fertilizzanti a base di azoto; secondo alcuni autori (Crutzen et al., 2007), l'intensificazione colturale finalizzata all'esaltazione dei livelli produttivi delle colture da cui derivare i bio-carburanti condurrebbe ad effetti del tutto controproducenti in termini di azione clima-alterante.

Una particolare possibilità d'impiego degli oli è quella di utilizzarli tal quali invece che indirizzarli verso il processo di transesterificazione (necessario per la conversione in biodiesel); ciò implica un'opportuna ma lieve modifica di alcune caratteristiche costruttive del motore.

L'assenza di un ulteriore ed aggiuntivo processo industriale migliora sensibilmente il bilancio ambientale della filiera. Pertanto, questa tipologia di soluzione manifesta buone potenzialità di riuscita (sia economica che ambientale), ancora una volta, nell'ambito di filiere corte, realizzate attraverso una stretta integrazione agro-energetica, avendo definito un bacino d'impiego su scala strettamente locale (autoconsumo aziendale per le trattrici agricole, approvvigionamento di piccole flotte di autobus a scala cittadina, elettrificazione rurale a mezzo di generatori, ecc.).

Non bisogna inoltre sottovalutare la dimensione progressivamente crescente che assume l'impiego diretto degli oli come combustibile per la generazione elettrica. Ciò costituisce un fattore ulteriore di notevole perplessità in quanto, in aggravio alla ridotta efficienza energetica evidenziata dalla filiera del biodiesel, in parte giustificabile con la necessità di ottenere un prodotto espressamente finalizzato all'autotrazione, in quest'ultimo caso la finalità del processo di conversione è invece quella di ottenere un prodotto energetico (elettricità) che viene più convenientemente conseguito attraverso l'impiego di altre tecnologie incentrate su fonti rinnovabili.

Nonostante i limiti manifestati dai bio-carburanti, pressante è la necessità di fornire una soluzione che possa alleviare la notevole incidenza energetica oggi attribuita al traffico veicolare (trasporti urbani ed extra-urbani, mobilità di persone e merci). Probabilmente per il futuro si potrebbero prospettare soluzioni radicalmente differenti rispetto a quelle oggi dominanti, le quali facciano appello a nuove tipologie di vettori energetici (per esempio l'impiego di celle a combustibile incentrate sulla tecnologia dell'idrogeno); tutto ciò, è evidente, mette radicalmente in discussione l'assetto odierno del mercato automobilistico (Rifkin, 2002).

## 6.2 Calore ed elettricità

Con riferimento ad un orizzonte temporale di breve e medio periodo, le forme di generazione d'energia da biomasse che meglio soddisfano i requisiti d'efficienza nonché quelli a carattere ambientale sono quelle incentrate sulla produzione di calore ed elettricità ottenuti dalla combustione di biomasse ligno-cellulosiche o da biogas; da queste tecnologie, infatti, si conseguono i risultati più incoraggianti in termini di sostituzione di energia fossile e riduzione del-

le emissioni clima-alteranti. Dalle molteplici valutazioni LCA eseguite, risulta comunque confermato lo svantaggio generale dei bio-combustibili rispetto agli omologhi fossili nei riguardi di alcune categorie d'impatto (acidificazione dell'atmosfera, eutrofizzazione delle acque, rarefazione dell'ozono stratosferico). Come, ad esempio, affermato da Cosentino (2006); ciò è da addebitarsi alle operazioni colturali le quali prevedono l'impiego di macchine ed attrezzi nonché l'uso di concimi minerali, ecc. Ne è confermata il fatto che nelle tesi sperimentali a ridotti input agrotecnici, l'incidenza della fase agricola si contrae, in alcuni casi anche sensibilmente, riducendo pertanto l'impatto complessivo delle categorie sopra citate. Gli impatti ascrivibili ad altre categorie (ecotossicità, tossicità umana, ozono fotochimico) non si discostano, in genere, da quelli attribuibili ai corrispettivi combustibili fossili.

Sia riguardo la generazione di calore che di elettricità (preferibilmente congiunta mediante cogenerazione), i residui agricoli o forestali, gli scarti agro-industriali, nonché alcune colture energetiche dedicate possono risultare particolarmente idonei ad un impiego su scala territoriale, purché adeguatamente pianificato nell'approvvigionamento.

La digestione anaerobica manifesta elevate capacità di produzione energetica, superiori alle tecnologie precedenti sia in termini lordi che netti (ossia allorché vengano dedotti i costi energetici connessi all'espletamento del processo produttivo). La produttività è assai interessante anche in riferimento all'energia prodotta per superficie unitaria di coltivazione. In particolare, in accordo con Plank (2006), è possibile verificare che il rendimento lordo (in litri equivalenti di carburante per ettaro) è pari a 4.977 in relazione al biogas, 4.179 per l'etanolo ottenuto dalla canna da zucchero (in Brasile), 4.054 nel caso del bioetanolo da barbabietola (in Europa), 3.907 con riferimento al BtL (Biomass to Liquid, biocarburante liquido di seconda generazione ottenuto tramite sintesi chimica), 1.660 per il bioetanolo ottenuto da mais (in USA) ed infine 1.408 per il biodiesel da colza. Il quadro complessivo risulta ancora più evidente, accentuando i meriti del biogas, allorché ci si riferisca al guadagno energetico netto (espresso, ad esempio, in kWh/ha). L'ottenimento di biogas a partire da biomasse costituite da insilato di mais

e sorgo od altre specie a carattere foraggiero determina una produzione indicativamente variabile fra 42 e 62 mila kWh/ha, a raffronto dei 33,6 mila kWh/ha corrispondenti al biocarburante BtL o ai 24,4 mila kWh/ha relativi al bioetanolo ottenuto da barbabietola da zucchero (Plank, 2006).

La digestione anaerobica è una tecnologia relativamente semplice, efficace, ormai consolidata, strettamente connessa alla gestione agricola e/o zootecnica dell'azienda agraria, capace di valorizzare biomasse umide di differente origine, sia colture dedicate che residui o scarti. In particolare, è opportuno segnalare che il "digestato" (ossia ciò che residua dal processo di digestione anaerobica) costituisce materiale organico assai utile in qualità di apporto fertilizzante (per una valenza concimante ed insieme ammendante) da destinare a quei medesimi terreni da cui si è ottenuta la biomassa per l'approvvigionamento dell'impianto. Ciò, in termini d'impiego ecologico delle risorse, indica un'efficiente chiusura del ciclo della materia con restituzione al suolo agrario di quegli stessi elementi nutritivi utilizzati dalla colture nel corso del loro accrescimento ("neutralità" del bilancio non solo carbonico ma anche minerale).

## 7. Un modello "locale" d'agricoltura

In merito alla contrapposizione fra filiera corta e lunga, occorre aggiungere un'ultima considerazione; differentemente da altri Stati (prevalentemente extra-europei, in primo luogo USA, Canada, Brasile, Australia, ecc.), la nostra agricoltura (nazionale ma, in genere, europea) si contraddistingue per un assetto strutturale incentrato su aziende di modesta dimensione, spesso parcellizzate e territorialmente disperse, a conduzione diretta e ad elevata richiesta di lavoro, nonché contraddistinte da un livello d'intensificazione generalmente elevato. L'ampia variabilità orografica e climatica e la ridotta disponibilità di superfici agrarie, costantemente aggredite dall'espansione urbana ed infrastrutturale, creano le condizioni per realizzare un modello di agricoltura assai diversificato nelle sue produzioni, piuttosto che un modello ad estrema specializzazione colturale. Queste considerazioni pongono in evidenza la necessità di orientare strategicamente il nostro modello pro-

duttivo agricolo verso produzioni di qualità, particolarmente di tipo orto-frutticolo, con tratti di spiccata vocazionalità locale, produzioni tipiche di difficile standardizzazione e di incondizionato riconoscimento geografico.

L'ammontare complessivo della superficie agricola nazionale, inoltre, non può oggettivamente consentire il soddisfacimento delle esigenze interne di energia rinnovabile, per esempio stimate con riferimento ai bio-carburanti destinati all'autotrazione (biodiesel e bioetanolo).

Ciò vale anche con riferimento all'Europa a 25 membri. L'Unione Europea si è posta l'obiettivo di sostituire il 5,75% dei carburanti fossili da trasporto con i biocarburanti entro il 2010; considerando l'attuale produzione agricola media europea, sarebbe necessario destinare alle colture bioenergetiche tra il 14 ed il 27% della SAU europea, in relazione alla tipologia di carburante ed alla specie coltivata (Kavalov, 2004). I volumi richiesti per conseguire l'obiettivo prefissato relativamente al biodiesel sarebbero dunque corrispondenti al 192% della produzione complessiva di colza (dato del 2005) od altresì il 14% della produzione mondiale (EU, 2006). Saremmo quindi comunque dipendenti da un prevalente rifornimento estero di carburanti, sebbene di origine rinnovabile piuttosto che fossile.

Questa considerazione, di per sé incontrovertibile, dovrebbe suggerire l'opportunità di indirizzare il nostro modello produttivo agri-energetico secondo strategie differenti che non siano, semplicisticamente, quelle della massimizzazione delle produzioni energetiche, obiettivamente al di fuori della nostra portata in raffronto al potenziale produttivo di altre nazioni.

Da quanto finora osservato, risulta abbastanza comprensibile l'opportunità di concepire la produzione agri-energetica piuttosto come integrazione e complementazione delle produzioni agricole, al fine di conseguire una pluralità di vantaggi strettamente associati ad un equilibrato sviluppo delle agri-energie: in primo luogo un'adeguata diversificazione colturale, utile nella gestione agronomica delle aziende e benefica per le condizioni di fertilità del suolo; inoltre, un'interessante integrazione di reddito agrario a seguito della differenziazione produttiva; favorire la copertura delle esigenze energetiche aziendali, indirizzando il *surplus* all'erogazione elettrica o di calore ad una rete distributiva

esterna all'azienda. Un consumo energetico diretto, comunque prossimo al punto di generazione, svincola dai condizionamenti del mercato globalizzato dell'energia e pone le condizioni per un'effettiva utilizzazione energetica anche allorché il regime dei prezzi vigenti sul mercato nazionale od internazionale non risultasse sufficientemente remunerativo. Ciò avviene in considerazione della ridotta estensione della filiera che, essendo a prevalente od esclusiva identificazione agricola, consentirebbe di far maturare al suo interno il valore aggiunto conseguente alla generazione dell'energia.

## 8. A che prezzo gli incentivi?

Il sostegno all'acquisto degli impianti e gli incentivi alla vendita di energia rinnovabile andrebbero attentamente valutati nei loro riflessi, diretti ed indiretti, sul comparto agricolo e in relazione alle ripercussioni che si possono generare sulle dinamiche dell'uso del suolo e, più in generale, dello sviluppo del territorio rurale. Potrebbero avere origine, infatti, profonde sproporzioni, in termini di vantaggio economico, fra investimenti alternativi, col rischio di porre in essere contraddizioni assai accentuate nei riguardi di una pluralità d'interventi finalizzati allo sviluppo rurale, come ad esempio quelli messi in atto con i PSR regionali. La soverchiante convenienza economica connessa alla produzione di energia elettrica (attraverso la realizzazione di impianti eolici ed anche fotovoltaici), rispetto alle più modeste (spesso incerte) possibilità di reddito offerte dall'esercizio agricolo (anche nelle sue forme tecnicamente più evolute), determina, nei casi peggiori, una dismissione dell'azienda e la vendita dei terreni, nelle circostanze più favorevoli una loro parziale cessione. Da un punto di vista agro-ambientale ciò predispone alla perdita dei terreni più fertili, spesso quelli di pianura ed origine alluvionale, generando inoltre una grave interferenza sul ciclo idrologico, una maggiore esposizione ai rischi di ruscellamento, erosione, compattamento, ecc.

Occorre quindi chiedersi se il *trend* che viene oggi a prefigurarsi, sebbene favorevole all'acquisizione di energia rinnovabile ed economicamente vantaggioso per le imprese (ma promosso dallo Stato a mezzo di incentivi e soste-

gno ai prezzi di vendita dell'energia), sia congruente con le ingenti risorse messe in campo proprio con il PSR, che punta ad una qualificazione della nostra agricoltura, all'aumento della sua capacità di competizione sui mercati extra-europei, all'ottenimento di produzioni di eccellenza ed al permanere degli imprenditori nel settore agricolo. Il mercato ovviamente si orienta verso gli investimenti più remunerativi, per cui se il profitto che consegue dal produrre energia rinnovabile risulta superiore a quello derivante dall'esercizio agricolo, si produrrà e si venderà prevalentemente energia piuttosto che prodotti agricoli. Allo stesso modo, se acquisire olio d'importazione (di palma o jatropha) per destinarlo alla generazione elettrica risulta più conveniente che impiegare olio di produzione locale, nasceranno e si moltiplicheranno impianti alimentati con i primi e non con i secondi. Di certo non si intende contraddire questo assunto basilare del mercato, occorre però operare un bilancio complessivo dei vantaggi e degli svantaggi che possono derivare non tanto al singolo imprenditore quanto alla collettività nel suo complesso a seguito di una scelta così impostata, considerando che (almeno allo stato attuale) le condizioni di vantaggio e di competitività sono esclusivamente determinate dagli incentivi pubblici all'installazione degli impianti od alla vendita dell'energia da essi prodotta.

### **9. Pianificare l'uso del suolo agricolo**

Se pianificata nel modo più opportuno ed adeguatamente gestita, la produzione di energia da biomasse può risultare assai utile nel promuovere uno sviluppo rurale auto-centrato, promosso dal basso e non imposto a mezzo di modelli esogeni, secondo soluzioni calibrate rispetto alle esigenze reali della popolazione (sia sul fronte dei produttori che dei consumatori); tale modello, modulato nei suoi risvolti più direttamente applicativi, può risultare idoneo tanto per i Paesi in via di sviluppo che per quelli economicamente più avanzati. La bio-energia può stimolare nuova occupazione, un indotto di diversificate attività economiche, condizioni di vantaggio ambientale ed un sensibile miglioramento della qualità della vita, allorché essa sia determinata, gestita e condotta su scala locale (bio-regionale) ed allorché il valore aggiunto generato dal processo produttivo

sia localmente intercettato ed impiegato in chiave di sviluppo territoriale. Questa è la condizione critica ed essenziale rispetto alla quale ogni ipotesi di realizzazione agri-energetica deve necessariamente misurarsi.

Per poter pianificare lo sviluppo territoriale nel settore agri-energetico conseguendo una competitività analoga a quella oggi raggiunta da altre fonti rinnovabili è indispensabile un'analisi spaziale su larga scala, che consideri la dispersione delle risorse, le condizioni pedoclimatiche e geomorfologiche del territorio, la competitività delle colture energetiche rispetto alle colture tradizionali, a destinazione alimentare, nonché il possibile rischio connesso ad una loro prevedibile espansione in aree ad agricoltura estensiva con il conseguente impatto che da ciò potrebbe derivare nei riguardi di ambienti naturali e seminaturali e le possibili limitazioni della biodiversità. I Sistemi Informativi Geografici (GIS) rappresentano oggi il migliore strumento disponibile per la gestione e l'analisi spaziale delle risorse territoriali e per la creazione di "sistemi di supporto alle decisioni". L'approccio basato sui GIS si delinea come uno tra quelli maggiormente appropriati per una corretta pianificazione di sistemi e processi di valorizzazione delle biomasse agro-forestali; tale approccio, infatti, consente di quantificare nel modo più corretto l'effettivo ammontare delle risorse impiegabili nella generazione d'energia a seconda della differente natura e qualità delle biomasse coinvolte, ottimizzando inoltre la scelta e la collocazione geografica di ogni segmento di cui si compone la filiera agri-energetica, secondo criteri di opportunità, adeguatezza ed economicità (Sabbatini et al., 2004; Teneirelli e Monteleone, 2007 e 2008).

### **10. Valorizzazione energetica integrale delle biomasse**

Un ulteriore aspetto dualistico relativo al settore delle agro-energie è quello che si riferisce alla natura delle biomasse impiegate nella conversione energetica che possono essere, rispettivamente, biomasse residuali o di scarto o, all'opposto, biomasse ottenute da colture dedicate. Del tutto evidente è la convenienza a rivolgersi prioritariamente all'impiego di materia prima di scarto, ciò per un duplice vantaggio: a)

il suo valore economico è assai modesto, nullo o (in particolari circostanze) addirittura negativo (allorché siano previsti costi di smaltimento); b) vengono evitati gli impatti conseguenti allo smaltimento, ordinario o straordinario, dei suddetti materiali di rifiuto. In alternativa, si può operare la scelta di utilizzare colture agrarie dedicate; in tal caso il vantaggio consiste in una produttività di materia prima significativamente più elevata per unità di superficie agraria.

Strettamente connesso a questa concezione di utilizzo plurimo ed integrale delle materie prime di origine agricola è il concetto di *bio-refinery*, attraverso cui la cosiddetta agricoltura “non-food” perviene ad un’integrazione pressoché completa con il settore industriale, non solo con riferimento alla produzione di energia ma anche di materie prime e composti chimici utili in numerosi processi industriali (oli minerali, vernici, solventi, polimeri e materiali plastici di origine vegetale, ecc.). Questa stretta integrazione consente di conseguire efficienze trasformative assai elevate in quanto un medesimo prodotto agricolo può dar luogo ad un’ampia gamma di prodotti finali, mantenendosi comunque invariati i costi relativi alla sua produzione. In tal modo la strutturazione a “filiera” dei processi produttivi si articola, si ramifica e diviene assai più complessa, venendo così a definire una configurazione “reticolare”. La possibilità di utilizzazione plurima ed integrale del contenuto energetico delle piante agrarie risiede nella capacità di riuscire ad impiegare la maggior parte delle sue componenti biologiche strutturali; così, ai fini dell’ottenimento di bio-carburanti, sarebbe utile poter utilizzare non soltanto la componente zuccherina o quella oleaginosa ma anche quella frazione, del tutto prevalente nelle piante, costituita da cellulose ed emicellulose (essendo le lignine destinabili solo alla combustione od al compostaggio). Processi chimici e biochimici altamente innovativi consentono oggi di attaccare e demolire queste molecole complesse, di natura polimerica, convertendole così nei consueti bio-carburanti impiegabili per l’autotrazione. A tal riguardo, si parla dei cosiddetti *carburanti di seconda generazione*, ossia quelli ottenuti impiegando queste tecnologie innovative; essi rappresentano un prodotto di estremo interesse al fine di ampliare le disponibilità energetiche destinate a sostituire i consumi di benzina e diesel per autotrazione.

## 11. Conclusioni

Le considerazioni svolte nel presente lavoro chiamano in causa la visione di uno sviluppo locale auto-sostenibile, incentrato sul concetto di “capacità portante”, ossia equilibrato approvvigionamento delle biomasse rispetto alle effettive disponibilità territoriali. È questa la condizione (certo non esclusiva e di per sé sufficiente) affinché lo sviluppo delle agri-energie possa avvenire in sintonia con i necessari requisiti di rispetto della rigenerazione delle risorse agro-ecologiche, di ridotto impatto ambientale, di salvaguardia della biodiversità, ecc. La dimensione “locale” delle filiere agro-energetiche determina che lo sviluppo delle bio-energie non si realizzi a scapito dell’ambiente o, contestualmente, a danno delle altre filiere produttive agricole (per esempio quelle a destinazione alimentare), sottraendo superficie coltivabile, risorse ed investimenti. Il progetto locale e di piccola scala non risulta invasivo ma si armonizza con le attività pre-esistenti instaurando una crescita equilibrata, consapevole dei vincoli e delle limitazioni territoriali, ed allo stesso tempo costituisce un’opportunità per porre a sistema una pluralità di obiettivi di più ampia portata agro-ambientale: gestione sostenibile del patrimonio forestale; valorizzazione energetica degli scarti, dei residui e dei sottoprodotti delle colture agrarie, nonché procedure adeguate di gestione e valorizzazione dei reflui zootecnici o di altri reflui agro-industriali; diversificazione degli ordamenti produttivi agrari mediante l’inserimento di colture energetiche in grado di svolgere un’azione positiva in qualità di colture da rinnovo (se annuali) od instaurare un regime “sodivo” (assenza di lavorazioni del suolo e quindi recupero della fertilità) nel caso di colture poliennali. Ciò è di estrema rilevanza al fine di esaltare le vocazioni territoriali e sollecitare effetti ambientali virtuosi che, lungi dal provocare impatto, inaridimento dei suoli, perdita di biodiversità, ecc. stimolino i processi opposti. Si tratta, pertanto, di affermare il valore di una agricoltura produttiva ma diversificata e varia, condotta secondo criteri di sostenibilità ecologica e compatibilità ambientale, in grado di coniugare (nel modo in cui essa si esplica in rapporto all’ambiente ed al contesto sociale in cui è inserita) tutte le espressioni della multifunzionalità, nel cui novero certamente si riconoscono anche

le agri-energie, aspetto certamente importante ed innovativo ma che non può divenire totalizzante ed ossessivo.

Occorre riflettere, quindi, sul particolare modello di sviluppo e sull'assetto del territorio che i differenti modi d'implementare le agri-energie potrebbero promuovere o favorire. Occorre cioè affrontare, con la necessaria determinazione e chiarezza, l'esigenza di conseguire una visione generale e complessiva dello sviluppo territoriale, particolarmente con riferimento ai rapporti fra settore energetico e quello agrario. Infatti, avendo affermato che è utile e necessario ampliare le nostre disponibilità di energia alternativa al petrolio od al carbone, ciò non può avvenire in modo indiscriminato o sommario. Il valore delle agri-energie, infatti, non può essere espresso, semplicisticamente, dalla *quantità* di energia che viene prodotta quanto, piuttosto, dall'effettivo miglioramento della *qualità* della vita, in termini di un set articolato d'indicatori. In termini ancor più espliciti, è assolutamente determinante il *modo* attraverso cui l'energia rinnovabile di origine agricola e forestale viene prodotta oltre che l'ammontare della sua produzione.

## Bibliografia

- Biofuelwatch 2007. Agrofueels: towards a reality check in nine key areas. April 2007.
- Bonari E., Galli M., Piccioni E. 2004. Le funzioni agro ecologiche delle colture "dedicate" ad uso energetico. In: Le colture dedicate ad uso energetico: il progetto Bioenergy Farm. Quaderno ARSIA, 6:89-92.
- Campiglia E., Mancinelli R., Caporali F., Di Felice V. 2006. Le biomasse da energia: prospettive future e sostenibilità ecologica. Atti del Convegno "Colture a scopo energetico e ambiente". APAT, 5 ottobre 2006, Roma, 88-98.
- CEO – Corporate Europe Observatory, 2007. The EU's agrofueel folly: policy capture by corporate interests. Briefing paper, June 2007.
- Colombo L. 2002. Fame. Produzione di cibo e sovranità alimentare. Jaca book SpA, Milano.
- Cosentino S. 2006. Aspetti agronomici, energetici ed ambientali delle colture da biomassa per energia per gli ambienti italiani. Atti del Workshop "L'agricoltura per l'energia rinnovabile: i futuri scenari", 23-24 Novembre 2006. AISSA, Regione Basilicata e Università degli Studi della Basilicata, 57-64.
- Crutzen P.J., Mosier A.R., Smith K.A., Winiwater W. 2007. N<sub>2</sub>O release from agro-biofuel production negates global warming reduction by replacing fossil fuels. Atmospheric, Chemistry and Physics Discussion, 7:11191-11205.
- Dufey A. 2007. International trade in biofuels: good for development? And good for environment? International Institute for Environment and Development (IIED), London.
- EEA – European Environmental Agency, 2006. How much bioenergy can Europe produce without harming the environment? EEA Report, n. 7, 2006. Copenhagen, Denmark.
- EEA-JRC (European Environmental Agency – Joint Research Centre), 2006. Sustainable bioenergy cropping systems for the Mediterranean. Proceeding of the expert consultation. Madrid, 9-10 February, 2006. Summary Report.
- ENEA, 2007. Rapporto energia e ambiente 2006. Vol. 1.
- EU, 2006. Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context. Research carried out jointly by JRC/IES, CONCAWE and EUCAR. WELL-TO-TANK Report Version 2b, May 2006.
- FAO, 2007. Crop prospects and food situation. N. 3 Rome, May.
- Farrell A.E., Plevin R.J., Turner B.T., Jones A.D., O'Hare M., Kammen D.M. 2006. Ethanol can contribute to energy and environmental goals. Science, 311:506-508.
- Gasol C.M., Gabarrell X., Anto A., Rigola M., Carrasco J., Ciria P., Solano M.L., Rieradevall J. 2007. Life cycle assessment of a *Brassica carinata* bioenergy cropping system in southern Europe. Biomass and Energy, 31:543-555.
- GRAIN, 2007. Stop the agrofueel craze! Seedling. Agrofueels special issue. July, 2-9.
- Hanegraaf M.C., Biewing E.E., van der Bijl G. 1998. Assessing the ecological and economic sustainability of energy crops. Biomass and Bioenergy, 15:345-355.
- Heller M.C., Keoleian G.A., Volk T.A. 2003. Life cycle assessment of a willow bioenergy cropping system. Biomass and Energy, 25:147-165.
- Hill J., Nelson E., Tilman D., Polasky S., Tiffany D. 2006. Environmental, economic and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels. PNAS, 103, 30:11206-11210.
- IFEU – Institute for Energy and Environmental Research, (and many other institutes), 2000. Bioenergy for Europe. Which ones fit best? A comparative analysis for the Community. Final report. Research funded in part by the European Commission in the framework of the FAI V Programme.
- Kaltschmitt M., Reinhardt G.A., Stelzer T. 1997. Life cycle analysis of biofuels under different environmental aspects. Biomass and Bioenergy, 12:121-134.
- Kavalov B. 2004. Biofuel potential in the EU. Joint Research Centre (JRC) and Institute for Prospective Technological Science (IPTS). Commissioned by the European Communities. Report EUR 21012 EN.

- LUC – Land Use Consultant, 2007. Bioenergy: environmental impact and best practice. Final report. Bristol, UK.
- Mughini G., Gras M., Facciotto G., Bergante S. 2006. Le colture da biomassa ligno-cellulosica: contributo al mantenimento della biodiversità. Atti del Convegno “Colture a scopo energetico e ambiente”. APAT, Roma, 5 ottobre 2006, 43-48.
- Nyberg J., Raney T. 2006. Food security and bioenergy. Concept note. Draft of the First FAO Technical Consultation on Bioenergy and Food Security. Rome, April 2007.
- OECD, 2005. Agricultural market impacts of the future growth in the production of biofuels. DOC AGR/CA/APM/(2005)24/Final, Paris, FR.
- OECD-FAO, 2007. Agricultural outlook 2007-2016.
- Palchetti E., Vazzana C. 2006. Le colture da energia: prospettive future e loro sostenibilità nei sistemi aziendali. Atti del Convegno “Colture a scopo energetico e ambiente”. APAT, Roma, 5 ottobre 2006, 77-87.
- Pimentel D. 2003. Ethanol fuels: Energy balance, economics and environmental impacts are negative. National Resources Research, 12, 2:127-134.
- Pimentel D., Patzek T.W. 2005. Ethanol production using corn, switchgrass and wood; biodiesel production using soybean and sunflower. National Resources Research, 14, 1:65-76.
- Plank D.I.J. 2006. Fluid biofuel and biogas. Proceeding of the International Conference on “Sustainable Bioenergy – Challenges and Opportunities”, 12-13 October 2006, Bonn, Germany. German NGO Forum Environment & Development/ United Nations Foundation.
- Rifkin J. 2002. Economia all'idrogeno. Mondadori, Milano.
- RIRDC – Rural Industries and Development Corporation, 2005. Sustainability guide for bioenergy: a scoping study. RIRDC publication n. 5/190, Canberra, Australia.
- Sabbatini T., Villani R., Faini A., Bonari E. 2004. Analisi territoriale delle colture da energia in Toscana. In: Le colture dedicate ad uso energetico: il progetto Bioenergy Farm. Quaderno ARSIA, 6/2004, 93-116.
- Schmidhuber J. 2007. Biofuels: an emerging threat to Europe's food security? Impact of an increased biomass use on agricultural markets, prices and food security: a longer-term perspective. Notre – Europe policy paper, n. 27.
- Tenerelli P., Monteleone M. 2007. Land planning for sustainable bioenergy production: an application to the Capitanata district (South Italy). Proceeding of the MACE (Modern Agriculture in Central and Eastern Europe) International Conference, 17-18 January 2007, Berlin, Germany.
- Tenerelli P., Monteleone M. 2008. A combined land-crop multicriteria evaluation for agro-energy planning. Proceeding of the 16<sup>th</sup> Biomass Conference, 2-6 June 2008, Valencia, Spain.
- Titius B. 2007. The sustainability of bioenergy: some questions in search of answers. Canadian Forest Service and Pacific Forest Centre.
- UN, 2007. Sustainable bioenergy: a framework for decision makers. UN-Energy, New York, USA.
- Wald M. 2007. Is ethanol for the long haul? Scientific American, 296, 1:42-49.
- Worldwatch Institute, 2007. Biofuels for transportation: global potential and implications for sustainable agriculture and energy in the 21<sup>st</sup> century. London, UK.
- WWF-Germany, 2006. Sustainability standards for bioenergy. Frankfurt am Main, Germany.
- Wyman C.E. 2007. What is (and is not) vital to advancing cellulosic ethanol. Trends in Biotechnology, 25, 4:153-157.