



Piante di Macauba spontanee in un pascolo del Minas Gerais (Foto Barbanti)

*Gianpietro Venturi
Chairman della Piattaforma
Nazionale biocarburanti
Biofuels Italia*

SOSTENIBILITÀ DEI BIOCARBURANTI DI PRIMA E SECONDA GENERAZIONE: FRA CERTEZZE E DUBBI

Nell'articolo vengono discussi i termini della diatriba fra sostenitori e detrattori dei biocarburanti e ricordati i fattori che possono determinare la loro sostenibilità per gli aspetti ambientali, sociali ed economici. Ulteriore disponibilità di conoscenze, e quindi di approfondimento di studi e ricerche, sembrano indispensabili soprattutto per indirizzare il modo corretto le normative e i provvedimenti legislativi ora in fase di preparazione sia a livello nazionale che europeo.

Biocarburanti buoni o cattivi?

È arduo capire perché i biocarburanti (che rappresentano appena l'1% delle bioenergie che, a loro volta, concorrono per meno dell'11% a soddisfare il consumo di energia primaria nel mondo) suscitino tante polemiche, con accesi sostenitori e altrettanto agguerriti detrattori. Sembra improbabile che, nel ridurre l'inquinamento provocato dall'uso del petrolio nei trasporti, i biocarburanti possano rivestire un ruolo così rilevante, tanto da poter contrastare o almeno rallentare il temuto cambiamento climatico. È altrettanto improbabile che l'impiego di cereali e oleaginose per ottenere biocarburanti possa esercitare una concorrenza alla destinazione alimentare tale da influire in modo significativo sui prezzi delle materie prime. Infatti le superfici destinate negli ultimi anni nel mondo alla produzione di biocarburanti sono state attorno all'1,5% degli arativi e raggiungono appena lo 0,5% se si considera il totale dei terreni coltivati per alimentazione umana e zootecnica.

Per ottenere biocarburanti viene utilizzato solo lo 0,7% della disponibilità di cereali (Tab. 1) e una percentuale ancora inferiore di quella di oleaginose. Inoltre, rispetto al totale dei carburanti usati per il trasporto, i biocarburanti rappresentano solo circa l'1,5%. Amici e nemici dei biocarburanti sono quasi sempre in buona fede e si basano su dati corretti, ottenuti in ben definite situazioni, però generalizzati e utilizzati in modo improprio. In realtà i biocarburanti sono "buoni" o "cattivi" a seconda delle situazioni di produzione, trasformazione ed uso, a loro volta determinate dalla combinazione di moltissimi fattori. Innanzitutto l'origine della materia prima. I biocarburanti possono derivare da residui dell'agroindustria, dell'agricoltura, delle foreste e, seppure con precise limitazioni, dalla frazione organica di rifiuti urbani, oppure possono essere ottenuti da colture dedicate, cioè coltivate appositamente. In quest'ultimo caso, sono diverse, e con differente "peso", le variabili agronomiche che entrano in gioco con l'obiettivo di massimizzare la produzione o di ridurre i costi, o deter-

minare la qualità, o contenere l'impatto ambientale, ecc. Va considerata la scelta della specie e, nell'ambito di questa, del genotipo, che può essere precoce o tardivo, resistente, tollerante o suscettibile a malattie, o a parassiti e a fattori abiotici quali freddo, caldo, siccità, più o meno esigente in elementi nutritivi, adattabile o no ad anomalie dei suoli, con caratteristiche qualitative differenti e più o meno adatte a specifiche tecnologie di trasformazione, con eventuale contenuto di coprodotti, ecc. Di altrettanta importanza è la tecnica colturale: precessione richiesta o preferita, lavorazione e preparazione del terreno, epoca e modalità di semina, densità di piante e loro distribuzione spaziale, concimazione, irrigazione, difesa da malerbe, parassiti e malattie, epoca e modalità di raccolta, ecc. Per ciascun fattore dell'agrotecnica, le scelte sono imposte non solo dalla specifica situazione pedoclimatica in cui si opera, ma anche dalle condizioni logistiche, quali, ad esempio, dimensioni dell'azienda agricola, tipo di agricoltura normalmente praticato, possibilità di irrigare, disponibilità di manodopera, di attrezzature meccaniche per la raccolta, di mezzi di trasporto, possibilità di stoccaggio e conservazione, ecc. Le scelte operative riguardanti il primo anello della filiera produttiva vanno rapportate alle esigenze della fase di trasformazione, legate alle caratteristiche chimiche e fisiche della materia prima. Già da quanto sopra sintetizzato, si comprende che il biocarburante sarà buono o cattivo in funzione della combinazione di variabili, scelte o imposte, con cui è stato ottenuto. A questo punto sorge un interrogativo. Buono o cattivo rispetto a cosa? Rispetto al parametro considerato nella valutazione. Potrebbe essere il bilancio energetico, quello ambientale, che, a sua volta, può riguardare i bilanci dell'anidride carbonica o di altri elementi climalteranti, dell'acqua, dei nutrienti, oppure l'erosione, la lisciviazione dei nitrati, la diversità genetica, il paesaggio, ecc. Si deve anche tener conto della coltura sostituita con quelle per biocarburanti e degli effetti diretti e indiretti derivanti dal cambiamento dell'uso del suolo (ILUC= Indirect Land Use Change), aspetto ora al centro dell'attenzione a livello globale. Ne consegue una sostanziale discordanza fra la molteplicità dei risultati ottenuti da studi e ricerche e quindi la possibilità di scegliere e utilizzare quelli ritenuti più idonei a confortare la tesi che si vuol sostenere. La diatriba è viva per i biocarburanti cosiddetti di prima generazione, derivanti da colture tradizionali da carboidrati o da olio, il cui prodotto viene normalmente utilizzato per l'alimentazione umana o animale. Amici e nemici dei biocarburanti sembrano invece concordare nell'attribuire a quelli di seconda generazione (ottenuti da colture lignocellulosiche) sostenibilità ambientale e sociale molto più elevate e forse anche una migliore sostenibilità economica. Sostenibilità è la parola magica, di moda da qualche anno, che sembra giustificare e indirizzare obiettivi di ricerca, iniziative di dimostrazione e sviluppo, investimenti industriali, a livello regionale, nazionale, dell'UE e dell'intero globo. Fino a non molto tempo fa si è parlato, nell'ordine, di sostenibilità economica e ambientale, poi la prima ha prevalso sulla seconda, ed ora sembra aver preso la prevalenza la sostenibilità sociale. Ma l'ordine e il livello di importanza è variabile a seconda degli areali del pianeta, in dipendenza delle condizioni socio-economiche e politiche o di quelle pedoclimatiche. Inoltre criteri e parametri sono influenzati da fattori esterni imprevedibili. Si pensi ad esempio all'effetto degli eventi giappo-

Tab. 1 - Uso dei cereali nella UE (2007-2008) in coincidenza con l'aumento dei prezzi. Fonte: UE Cereal Management Committee, 2009

Destinazioni	(%)
Alimentazione animale	63,5
Alimentazione umana	23,5
Industria	7,9
Sementi	4,4
Bioetanolo	0,7
Totale	100,0

nesi sulla valutazione dell'energia nucleare! La definizione stessa di sostenibilità si presta ad interpretazioni equivocate. Quella forse più accettata è la seguente "equilibrio fra il soddisfacimento delle esigenze presenti e la non compromissione della possibilità di soddisfare le esigenze delle generazioni future". Molto soggettiva è la valutazione sia dei fabbisogni attuali che di quelli futuri, e, di conseguenza, il giudizio di sostenibilità che scaturisce dall'esame di specifiche situazioni. Riguardo alla sostenibilità sociale, possono essere ricordati, quale esempio, i parametri presi in considerazione dalla FAO nell'inchiesta BEFSCI (Buone pratiche per la produzione di bioenergia). Essi sono: protezione dell'accesso alla terra per le comunità locali; sicurezza alimentare locale (accesso, disponibilità, utilizzazione, stabilità); occupazione, remunerazione, tipo di prestazione e condizioni di lavoro; generazione di reddito e inserimento dei piccoli agricoltori nella filiera; sicurezza energetica e accesso locale all'energia; sviluppo generale del benessere (vengono considerate salute, educazione, alloggi, viabilità, disponibilità di acqua, ecc); e, infine, parità di trattamento tra i due sessi. Come si può notare sono tutti criteri estremamente generici che possono essere riferiti alla sostenibilità dei biocarburanti come a qualsiasi altra attività, produttiva e non. Tutti strettamente legati alla specifica situazione in cui si opera che determinerà, quindi, il livello del passaggio fra giudizio positivo e negativo. Molti gli studi sulla sostenibilità economica, la più facilmente variabile nel tempo, perché legata anche alle mutevoli condizioni di mercato, e ben diversa in funzione dell'areale. La sostenibilità ambientale, infine, è determinata da fattori fisici e scelte tecniche, e perciò le valutazioni sono più attendibili perché spesso basate su dati oggettivi. Ovviamente sostenibilità sociale, ambientale ed economica hanno un peso differente a seconda della situazione spazio-temporale esaminata. Ad esempio le valutazioni avranno risultato diverso a seconda della scala spaziale considerata (mondo, UE, singolo stato, regione, land, contea, provincia, comune).

Motivazioni. Prima e seconda generazione

Le motivazioni che governano lo sviluppo dei biocarburanti in differenti areali non sempre sono legate alla loro sostenibilità. Prevalgono sicurezza energetica (USA, Cina, India), sostegno dell'agricoltura, protezione del mercato (USA), proventi dall'esportazione (Brasile), e, solo in UE, aspetti ambientali. Perché gli aspetti ambientali? I quasi 4,5 miliardi di tonnellate di CO₂ emesse ogni anno dalla UE sono addebitabili per l'85% a soli tre settori e per il 28% al trasporto (Tab. 2). Le emissioni dovute al trasporto derivano per il 71,5% da quello su strada, per il 15,5% dal marittimo e per il 7,2% dal ferroviario (Fig. 1). È prevedibile che le emissioni dovute ai trasporti su strada subiranno forti incrementi ed un'incidenza crescente nel tempo. Poiché i carburanti usati per il trasporto derivano per il 96% dal petrolio (nell'UE importato per circa l'80%, con previsioni del 94% per

Tab. 2 - Ripartizione delle emissioni di CO₂ nell'UE (Fonte: European Commission, 2008)

Settori	(t x 10 ⁶)	(%)
Potenza + calore	1,56	35
Trasporti	1,24	28
Industria	0,93	21
Famiglie	0,45	10
Servizi	0,27	6
Totale	4,45	100

tovettura di media cilindrata, la riduzione di CO₂ rispetto all'uso di carburanti tradizionali possa variare di:

- 5,5 kg se si usa etanolo da cereali;
- 6,8 kg se si usa biodiesel da oleaginose;
- 13-14 kg se si usa etanolo da lignocellulosiche.

Appare evidente il vantaggio delle lignocellulosiche che in media (ma bisogna tener conto della variabilità) mostrerebbero (per la CO₂) una sostenibilità ambientale molto superiore. La riduzione di emissioni (CO₂ equiv.) rispetto alla benzina sarebbe infatti (Piraccini, 2006) più che doppia con biocarburante derivante da lignocellulosiche (70-80%) rispetto a quella ottenuta da cereali (25-30%) e superiore di circa due terzi rispetto a biocarburanti da bietola. Possono essere ricordati i risultati di alcune ricerche. I bilanci dei gas con effetto serra sono molto variabili a seconda delle colture e per ciascuna coltura a seconda delle situazioni. In ogni caso però sono più favorevoli con biocarburanti derivanti da lignocellulosiche (Fig. 2). Il confronto fra etanolo ottenuto da un cereale (mais) e da lignocellulosiche mostra una forte differenza nella riduzione di gas effetto serra, ovviamente molto più elevata nelle miscele con maggiore percentuale di etanolo (Tab. 3). In termini più generali, considerando le bioenergie, e non solo i biocarburanti, va ricordato che un GJ prodotto da carbone od olio combustibile comporta l'emissione in atmosfera di 22-24 kg di carbonio, contro solo due kg se ottenuto da colture dedicate. Anche rapportando ad ettaro coltivato il confronto fra biocarburanti di prima e di seconda generazione, appare evidente il vantaggio di questi ultimi, sia

per il risparmio di emissioni di GHG, che di energia (Tab. 4). Si noti l'ampia forbice fra i dati riportati per tutte le fonti di materia prima. Prendendo in considerazione le singole specie, entro i tre gruppi, da carboidrati, da olio e lignocellulosiche (Tab. 5), si riscontrano ancora differenze notevoli non solo fra le specie, ma anche intraspecifiche, con le "forcelle" riportate attribuibili alla combinazione fra genotipi, fitotecnica e condizioni pedoclimatiche. Variabilità altrettanto marcata si ritrova entro ogni specie anche per altri parametri, quali ad esempio consumo idrico, durata del ciclo, alcune caratteristiche qualitative, ecc. Il potenziale produttivo (sostanza secca) stimato per l'UE (Fig. 3) mostra forti differenze fra specie e, entro alcune, fra i valori massimi e minimi ottenibili.

il 2030), si ritiene che una sostituzione con biocarburanti possa ridurre le emissioni. Inoltre i biocarburanti non contengono zolfo, sono biodegradabili e hanno anche minori emissioni di composti incombusti nocivi. Pur con la cautela dovuta alla variabilità dei risultati, è stato calcolato che, per ogni 100 km percorsi con un'au-

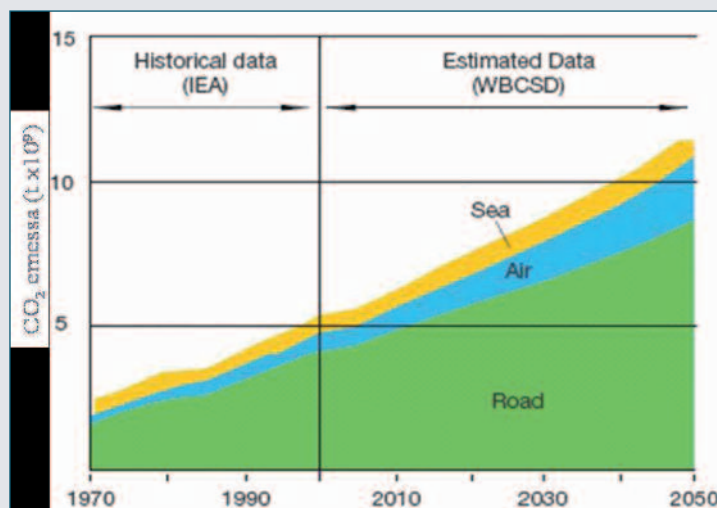


Fig. 1 - Andamento delle emissioni di GHG storiche e stimate nel settore dei trasporti. Dati storici da IEA e stimati da WBCSD. Fonte: Buttazzoni, 2009

Superiorità netta quindi dei biocarburanti di seconda generazione derivati da colture lignocellulosiche. In particolare sembrano prevalere le erbae pluriennali per una serie di caratteristiche. Rispetto alle annuali (ad esempio sorgo zuccherino e da fibra) richiedono lavorazioni del terreno (quindi consumi energetici e liberazione di CO₂) non ogni anno alla semina, ma solo *una tantum* all'impianto, con una durata economica (cioè con un'accettabile livello produttivo) che può raggiungere i 15-25 anni. Ovviamente in Italia non disponiamo di esperienze così lunghe! Perciò l'impatto dell'impianto sembra più prudentialmente poter essere ripartito almeno su una quindicina di anni. Molte delle colture pluriennali sembrano avere limitate esigenze nutrizionali, rispondono poco alle concimazioni e quindi ne evidenziano subito l'ineconomicità. Perciò hanno buona sostenibilità sia economica che ambientale. Finora non hanno mostrato particolare soggezione a parassiti e malattie e, una volta consolidate, sembrano difendersi autonomamente dalle malerbe. Appaiono sostanzialmente dotate di una rusticità che le rende adatte anche a condizioni non particolarmente favorevoli. Quanto sopra non deve essere generaliz-

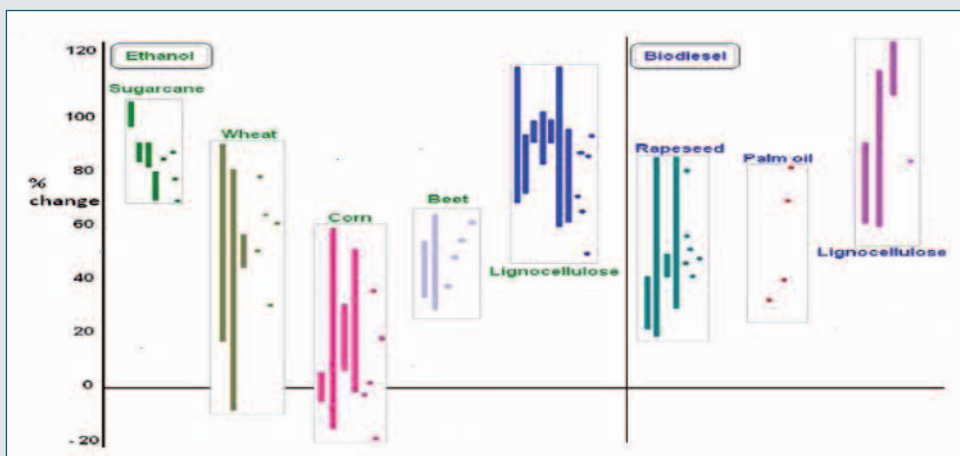


Fig. 2 - Confronto delle emissioni di gas con effetto serra di etanolo e biodiesel rispetto a benzina e diesel. Analisi di 60 pubblicazioni sull'LCA, riportanti campi di variabilità (linee) o dati specifici (punti). Fonte: OECD, 2008; da Sims e Taylor, IEA 2008

zato, ma può essere attribuito a situazioni che si presentano con molta frequenza nei possibili areali di coltura italiani. La presenza e l'esperienza di tecnici deve comunque guidare le scelte per i biocarburanti di seconda generazione. Attualmente si dispone di conoscenze, sia per la produzione della materia prima (fase agricola), sia per la trasformazione (fase industriale), sufficienti a far partire la filiera. Soprattutto sono attesi miglioramenti crescenti in tempi mediobrevi, legati ad una molteplicità di soluzioni più adatte alle singole situazioni. In sintesi sembrerebbe che, rispetto alle tradizionali colture da energia di prima generazione, quelle poliennali lignocellulosiche siano in grado di sequestrare dal doppio al quadruplo di carbonio, apportare 50-75% di sostanza organica in più e consentire una riduzione degli apporti del 50-75% per i fertilizzanti e addirittura dell'80-90% per gli antiparassitari. D'altra parte la biomassa delle lignocellulosiche ha una densità energetica molto bassa (circa 16 GJ per tonnellata) con le ovvie ripercussioni negative sui bilanci energetici ed economici di trasporto, stoccaggio, ecc.

Va ricordato anche che le piante in generale hanno una bassissima efficienza (1-2%) di conversione dell'energia solare. Durante l'estate (con una Rg di circa 18 MJ per m² ogni giorno) l'accumulo potenziale giornaliero di sostanza secca dovrebbe essere attorno a 10 t per ettaro, pari cioè quasi alla produzione ottenuta nell'intero ciclo. Poiché queste colture finora hanno avuto scarso interesse economico, sono state oggetto di altrettanto scarso impegno del miglioramento genetico. Si può perciò presumere che esistano ampi margini di successo con interventi mirati a specifiche caratteristiche della pianta. Un confronto (sintetico, ma anche soggettivo) fra colture per biocarburanti di prima e seconda generazione è riportato nella Fig. 4. Le implicazioni economiche e politiche derivanti dal diverso livello produttivo sono evidenti. È stato

Tab. 3 - Riduzione dei gas ad effetto serra ottenibile usando miscele di benzina con diversa percentuale di etanolo derivato da mais o lignocellulosiche. Da Wang, 2005, modificato

Miscela	Materia prima	Riduzione (%)	
		Per Km percorso	Per litro sostituito
Etanolo 10%	mais cellulosiche	1.8 - 2.3 6,1	18 - 26 85
Etanolo 85%	mais cellulosiche	16.0 - 22.0 64	21 - 29 86

Tab 4 - Risparmio, per ettaro coltivato, di energia e di emissioni GHG utilizzando biocarburanti di 1^a e 2^a generazione ottenuti rispettivamente da colture tradizionali (da carboidrati e da oleaginose) o da biomasse lignocellulosiche. Confronto con benzina e diesel. Da Cherubini 2009, modificato

	Risparmio energetico	
	Energia (GJ ha ⁻¹)	CO ₂ equiv. (t ha ⁻¹)
Bioetanolo 1 ^a generazione (mais, bietola, frumento)	15-150	0,5-11
Bioetanolo 2 ^a generazione (lignocellulosiche)	25-95	2-7
Biodiesel 1 ^a generazione (colza, girasole, soia)	15-65	0,5-4
Biodiesel 2 ^a generazione (lignocellulosiche)	110-160	8-12

calcolato che, sulla base di produzioni medie stimate, le superfici necessarie per sostituire con biocarburanti il 10% dei carburanti in Italia sarebbero pari al 16,5-29,5% degli arativi sostituendo il diesel con biodiesel derivato da girasole o colza; al 3,9-17,3% sostituendo la benzina con etanolo ottenuto da cereali e bietola oppure 2,3-16,2% con lignocellulosiche annuali o poliennali. Va però evidenziato che i tanto discussi (land competition, concorrenza con destinazioni alimentari, bilanci energetici ed ambientali contestati, ecc.) biocarburanti di prima generazione sono il necessario ponte verso quelli di seconda.

Colture non tradizionali non coltivabili in Europa

Va anche ricordato che oltre alle colture tradizionali da carboidrati ed olio, ne esistono altre non coltivabili in Europa, ma facilmente e proficuamente sviluppate in altri contesti. Possono essere fatti tre esempi: canna da zucchero, Jatropha e Macauba. È ben nota la canna da zucchero coltivata per produrre etanolo in Bra-

Tab. 5 - Alcune caratteristiche di colture da energia dedicate adattabili alle condizioni pedoclimatiche italiane

Specie	Biocombustibile			Input (I) (GJ ha ⁻¹)	Bilancio Energetico O/I	Bilancio Energetico O-I (GJ ha ⁻¹)	* Emessa	Bilancio CO ₂ t ha ⁻¹)		
	(GJ t ⁻¹)	(^O) (GJ ha ⁻¹)	(t ha ⁻¹)					** Fissata	Netta	*** Evitata
Da carboidrati										
Mais	27	32-125	1-4,5	25-40	1,5-3	8-85	2,2	0,5	1,7	2-8
Frumento	27	12-64	0,5-2,5	15-30	0,8-2	-3-35	1	0,2	0,8	1-4
Sorgo da granella	27	18-90	0,7-3,5	18-35	11-16	6-60	1,3	0,3	1	1-6
Barbabietola	27	72-170	3-6	25-60	2,8-3	50-110	2,5	0,3	2,2	4-11
Da olio										
Colza	37,5	4-45	0,1-1,2	13-27	0,3-1,7	-10-20	1,1	0,2	0,9	0,2-2,5
Girasole	37,5	12-70	0,3-1,8	20-38	0,6-1,8	-10-30	1,4	0,5	0,9	0,6-4
Lignocellulosiche	(2)				(2)	(2)				
Sorghi F e Z	16,8	330-420	3,7-8,8	20-25	17-26	320-400	1,3	0,3	1	30-35
Mais	16,7	150-380	2,5-5,3	25-40	4-8	120-340	2,2	0,5	1,7	12-35
Canapa	17,9	90-270	1,3-5,3	25-35	7-11	65-250	2	0,5	1,5	8-24
Kenaf	15,9	150-330	2,5-5,3	25-35	12-13	130-300	2	0,5	15	12-30
Canna Comune	16,5	240-600	3,7-12,2	7-22	25-35	230-580	0,7	5	-4,3	22-53
Miscanto	17,5	250-530	2,5-10,5	7-22	25-35	250-510	0,7	4	-3,3	22-47
Switchgrass	17,6	170-430	2,5-7,0	7-22	20-25	170-410	0,7	4	-3,3	15-38
Cardo	16,2	120-250	1,3-5,3	7-22	11-17	120-230	0,7	3	-2,3	11-22
Pioppo	18,5	160-390	2,5-7,0	11-16	15-25	150-370	1,1	7	-5,9	14-35
Salice	18,5	180-280	2,5-5,3	11-16	16-17	170-260	1,1	7	-5,9	16-25
Robinia	17,8	180-230	2,0-4,2	11-16	14-16	170-320	1,1	6	-4,9	16-21
Eucalipto	19	90-310	1,3-7,0	11-16	8-19	80-290	1,1	5	-3,9	8-27

*durante la fase di coltivazione (materie prime e mezzi tecnici impiegati)

**nel suolo (umificazione e organizzazione del carbonio negli apparati radicali)

***somma dell'energia netta più i crediti dovuti alla sostituzione (dati CONCAWE) delle fonti fossili con i biofuel

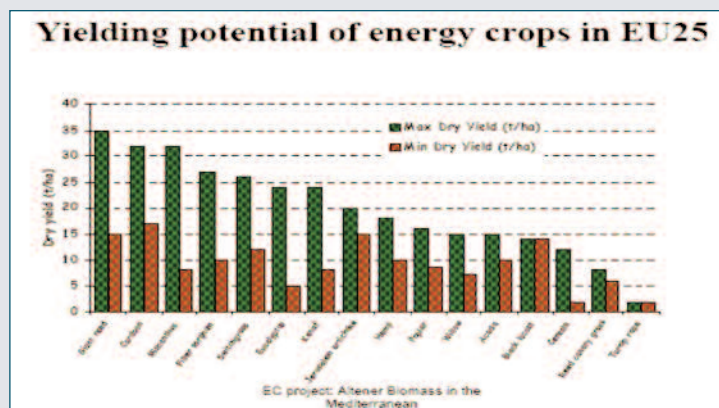


Fig. 3 - Livelli produttivi potenziali minimi e massimi ottenibili da colture da energia nell'UE-25. Fonte: Panoutsou, 2006

sile. La riforma agraria promossa da Lula ha consegnato all'"Agricoltura familiare" aziende di sufficienti dimensioni (dai 20 a 200 ettari), con l'impegno di destinarne il 20% alla riforestazione. Resta lo spazio per colture alimentari e per la canna destinata sia a produzione di zucchero che di etanolo. La canna può superare le 50 t/ha, con un contenuto zuccherino di quasi il 15%. In Brasile sono in funzione circa 400 distillerie che possono lavorare oltre 2 milioni di tonnellate di canna per anno. I distributori di carburanti hanno quasi sempre la pompa per l'etanolo (avendo una minor resa, costa meno rispetto alla benzina) e le automobili montano spesso il carburatore flex-fuel (Magnet-Marelli). L'etanolo da canna viene destinato all'autoconsumo e all'esportazione. Quindi remunerazione per l'agricoltura, l'industria di trasformazione e l'economia nazionale. La *Jatropha* (*Jatropha curcas*) euforbiacea, originaria del Centro America, e diffusa in Asia e Africa, è un arbusto perenne i cui semi contengono il 30-40% di un olio non commestibile per la presenza di cianuri e saponine (Fig. 5). Per la sua tossicità, l'arbusto è spesso usato come recinzione per proteggere i campi coltivati dagli animali. Può sopravvivere con una piovosità annuale inferiore a 300 mm ed è in grado di adattarsi a terreni con basso livello di fertilità. Si sta cercando di espanderne la coltivazione soprattutto in India e in diversi Paesi africani (Mozambico, Mali, Madagascar, Tanzania, Sudafrica, ecc.). Le colture sperimentate in Sardegna e Sicilia (piana di Catania) hanno mostrato forte soggezione a basse temperature, però l'ampia variabilità genetica sembra consentire programmi di miglioramento genetico che in effetti sono già in atto in diversi Paesi europei. La molteplicità di convegni e simposi e la ricorrenza della coltura nei bandi di ricerca UE indica la fiducia che in essa viene riposta. Il livello produttivo è interessante, sia quando è coltivata semplicemente come recinzione (Fig. 5) (anche 10 kg per metro di filare), sia in coltura apposita, dove può fornire 3-4 t/ha di seme a partire dal terzo anno. La produzione di olio può quindi variare da 0,9 fino a 1,6 t/ha. L'olio filtrato può essere usato come biocarburante direttamente (con motori modificati), oppure come normale biodiesel previa transesterificazione. La *Macauba* (*Acrocomia aculeata*), originaria dell'areale Messico-Argentina, è diffusa anche in Paraguay e in Brasile, soprattutto nel Minas Gerais, dove è praticamente ubiquitaria nei pascoli (v. foto apertura). Si sta risvegliando un forte interesse per il tentativo di coltivarla in modo razionale. Alta circa 20

m, può produrre da 40 a 90 kg di frutti (drupe) per pianta e perciò la densità di impianto consigliata (400 piante per ettaro) consentirebbe da 16 a 32 t/ha di frutti. L'olio contenuto può essere utilizzato per produrre biodiesel, ma s'incontra ancora difficoltà ad estrarlo dalla polpa fibrosa del frutto. Sicuramente deve essere molto studiata prima di poterla considerare fra le colture attualmente praticate per biocarburanti. Nella valutazione della sostenibilità dei biocarburanti di prima generazione è opportuno tener conto anche di queste tre piante, non coltivabili in Europa, per il loro impatto, attuale e futuro, sull'intero sistema. La canna da zucchero rientra a pieno titolo fra le tradizionali coltivazioni per etanolo, rispetto alle quali (confronto globale delle combinazioni pianta-ambiente-fitotecnica) risulta altrettanto vincente. Le altre due potrebbero rivelarsi valide concorrenti con la palma dell'estremo oriente, per la produzione di biodiesel. Sulla *jatropha* sono state riposte molte speranze e attualmente se ne stanno predisponendo impianti su superfici enormi in India e in diversi Paesi africani. La *Macauba* per ora è solo una promettente possibilità futura.

Considerazioni conclusive

In sintesi quindi: sulla sostenibilità dei carburanti di prima e seconda generazione prevalgono le certezze o i dubbi? Innanzitutto quattro premesse. La prima: i trasporti, che in Europa impiegano già 10 milioni di persone e contribuiscono al 5% del PIL pesando per il 10-15% sul prezzo finale delle merci e assorbendo per gli spostamenti in media il 13% del reddito delle famiglie, sono e saranno in continua crescita. L'UE prevede per il 2050 un taglio del 60% delle emissioni rispetto al livello del 1990. Quindi niente auto con motori convenzionali nelle città, riduzione del 40% della CO₂ per i settori navale e aeronautico. Di conseguenza impegni vincolanti sia per l'UE che per i singoli stati membri. La seconda: nel breve periodo non esistono nel settore del trasporto reali alternative a benzina e diesel, se non i biocarburanti. L'idrogeno sembra lontano e le auto elettriche sono alimentate da elettricità derivante ancora in gran parte da fonti fossili. La terza: i biocarburanti, oltre al trasporto terrestre, possono interessare sempre più quello marittimo e, soprattutto, l'aereo che non può impiegare né l'idrogeno né l'elettricità. La quarta: biocarburanti di terza generazione? Alghe, lieviti, batteri, ecc. sono estremamente interessanti e raccolgono un grande impegno di ricerca, anche con risultati più rapi-

	Maiz	Frumento	Sorgo	Betula	Colza	Grano duro	Canna comune	Miscanto	Switchgrass	Cardo	Popolo	Eucalipto
Consumo idrico	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
Lincivazione nutrienti	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
Residui di antiparassitari	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
Erosione	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
Compattamento	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
Rischio incendi	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
Biodiversità	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
Diversificazione culturale	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊

Fig. 4 - Pressione ambientale di colture da biomassa per energia. Fonte: Report European Agroenergy n. 7, 2006 modificato e dati DiSTA. Da Venturi, 2009



Fig. 5 - Un filare di Jatropha a protezione di una abitazione (Foto Barbanti)

di del previsto. Quando saranno a livello operativo?

Tutto ciò premesso possono essere tentate alcune risposte:

- le certezze sono del tutto fuori luogo qualora ci si riferisca a dati medi, che non rispecchiano la realtà di singole situazioni;
- le certezze sono invece nettamente prevalenti sui dubbi se si considerano le specifiche situazioni per le quali si dispone di informazioni corrette;
- va fatta una distinzione fra carburanti di prima e seconda generazione;
- in quelli di prima le tecniche agronomiche e le tecnologie di trasformazione sono ben note e il mercato è maturo. La materia prima proviene principalmente per l'etanolo da canna da zucchero brasiliana e mais dagli USA; per il biodiesel da palma da olio dalla Malesia e dall'Indonesia e, soprattutto (65% del totale), da colza dalla Germania;

- carburanti di seconda generazione possono essere ottenuti da colture, annuali o poliennali, appositamente coltivate e non adatte per destinazioni alimentari. Hanno un livello produttivo superiore, in termini di energia, e, con scelte corrette, possono essere coltivate anche in situazioni poco favorevoli di terreno e clima. Tecniche colturali e tecnologie di trasformazione sono parzialmente mature, richiedono di essere messe a punto e sembrano mostrare ampi margini di miglioramento;
- per gli aspetti ambientali le lignocellulosiche pluriennali appaiono nettamente favorite;
- i molti aspetti positivi dei biocarburanti di seconda generazione rispetto a quelli di prima, sembrano mostrare una loro sostenibilità ambientale, in molti casi sociale, e probabilmente anche economica, propiziata, purtroppo, anche dai recentissimi eventi del Giappone e del nord Africa;
- la valutazione della sostenibilità è molto difficile perché deve riguardare, relativamente ai singoli anelli e all'intera catena produttiva, la situazione specifica in cui si opera, ma deve tener conto anche degli aspetti legati alla globalizzazione;
- sembra, infine, che i dubbi, permanenti per mancanza delle specifiche necessarie conoscenze, richiedano un impegno costante e coordinato della ricerca che deve interessare sia l'intera filiera produttiva, sia, in modo approfondito, i suoi singoli anelli.

Da ultimo, la disponibilità di conoscenze per valutare in modo corretto la sostenibilità dei biocarburanti sta diventando un'esigenza irrinunciabile perché è alla base dei provvedimenti legislativi, delle normative e regolamentazioni ora in discussione.

Saranno questi aspetti formali (si spera basati su corrette scelte tecnico-scientifiche) a decretare la sostenibilità o meno dei biocarburanti.

Bibliografia

- [1] M. Buttazzoni, Assessing the Opportunities, WWF-Novozymes, 2009, 1-89.
- [2] F. Cherubini *et al.*, *Resources, conservation and recycling*, 2009, **53**(8), 434.
- [3] EEA. How Much Bioenergy Can Europe Produce Without Harming the Environment? Report, 2006, **7**, 3-67.
- [4] European Commission. Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the Promotion of the Use of the Energy from Renewable Sources, COM 19 final, 2008.
- [5] C. Panoutsou, G. Venturi, W. Elbersen, Session 2. Agroforestry and Crop Combination Options, Proc. "Sustainable Bioenergy Cropping Systems for the Mediterranean", Madrid, 9-10 february, 1-15, 2006.
- [6] M. Piraccini, Magneti Marelli. La Storia nel futuro. Cultura d'impresa ed innovazione in Emilia-Romagna. Le applicazioni della trasformazione di biomasse a combustibili puliti a scopo energetico con particolare riferimento al settore trasporti, 2006, 1-9.
- [7] R. Sims, M. Taylor, From 1st to 2nd Generation Biofuel Technologies, IEA, Bioenergy, 2008, 1-120.
- [8] G. Venturi, Combustibili da biomasse: aspetti innovativi, Roma, 26 marzo 2009, 1-23.
- [9] M. Wang (Center for Transportation Research Argonne National Library), An Update of Energy and Greenhouse Emission Impacts of Fuel Ethanol, DOE/EU Biorefinery Workshop, Washington DC, 2005, July 21, 1-21.

ABSTRACT

1st and 2nd Biofuels Sustainability: between Certainties and Doubts

In the article the terms of the dispute between supporters and detractors of biofuels and outline the factors that may determine the sustainability of biofuels relative to environmental, social and economic aspects are discussed. Further availability of knowledge, and then in-depth studies and research, seems essential, particularly as the proper way to address regulations and legislation currently under preparation at both national and European levels.