



Gianpietro Venturi  
Università di Bologna  
Chairman Piattaforma Italiana Biocarburanti  
gianpetro.venturi@unibo.it

## BIOCARBURANTI: OPPORTUNITÀ E SOSTENIBILITÀ PER L'AGRICOLTURA

*Negli ultimi anni è stato crescente l'interesse di politici, opinione pubblica e mass media verso un uso innovativo di un'antica pratica: l'impiego energetico di biomasse derivate dall'agricoltura. Sono così divenuti di uso comune i termini bioenergie, di significato ampio, e agroenergie, di significato più definito.*

**N**el sistema terra, gli effetti singoli e le interazioni fra componenti fisiche, chimiche, biologiche e umane hanno scale diverse di variabilità temporale e spaziale. Anche le scelte dell'uomo nella gestione dell'agricoltura (modalità di produzione e destinazione d'uso dei prodotti) hanno conseguenze diverse in funzione delle situazioni pedoclimatiche in cui vengono attivate. L'energia, assieme a cibo, acqua, inquinamento, è solo uno dei grandi problemi, strettamente legati all'agricoltura, che creano timori ed incertezze per il futuro del Pianeta.

Finora l'agricoltura, sebbene con areali geografici di sovrapproduzioni ed altri di carenza, spesso a causa dell'enorme spreco di potenziali risorse, si è mostrata mediamente in grado di soddisfare le esigenze di una popolazione mondiale in crescita esponenziale.

La popolazione umana, dai 500 milioni di individui del primo secolo dopo Cristo, è arrivata ad un miliardo solo all'inizio del XX, per poi crescere, anche con l'impennata asintotica dell'ultimo cinquantennio, fino ai 6,8 miliardi attuali. Le proiezioni indicano ulteriori incrementi soprattutto in Paesi ora considerati in via di sviluppo, fino a 10-11 miliardi del 2050. Le

produzioni di cereali e di carne hanno avuto incrementi pari o superiori a quelli della popolazione, ma con dislocazione territoriale molto diversificata. Di conseguenza attualmente almeno un miliardo di persone vive nell'insufficienza alimentare, o nella fame, particolarmente in Africa. Altro aspetto da considerare è la crescente urbanizzazione, con conseguente cementificazione, nei Paesi industrializzati, che aggrava gli effetti dell'incremento demografico nel ridurre la disponibilità di terreno agricolo (da 0,5 ha pro capite del 1960 a meno di 0,2 ha del 2000).

Tenendo presente le su esposte considerazioni, ci si può domandare se i limiti delle risorse e i limiti dello sviluppo consentano di destinare alle bioenergie parte delle produzioni agricole, e perciò dei terreni, e se la scelta possa essere conveniente e sostenibile in termini politici, economici, sociali, ambientali, sia con prevalenza di effetti singoli sia combinati, sia a livello globale, sia locale.

In altri termini se esista coincidenza fra *opportunità e sostenibilità*.

La risposta deve affrontare diversi aspetti, quindi non può essere che molto articolata e comporta una gamma di sfaccettature solo parzialmente affrontabili in uno spazio limitato.

## Tipologia delle bioenergie

Le bioenergie coprono circa il 14% del consumo mondiale di energia primaria [1]. Per il 70% non hanno connessioni con l'agricoltura, sono fonti "sporche" sia per origine (scarti, rifiuti, sterco, ecc.), sia per le modalità di impiego che ne fanno circa 2,5 miliardi di popolazioni povere, con danni per la salute e per l'ambiente. Nei Paesi ad economia di transizione le bioenergie sono usate prevalentemente per riscaldamento e cottura cibo. Contribuiscono mediamente al 38% (ma con punte del 90%) al fabbisogno energetico, mentre nei Paesi industrializzati arrivano solo al 3% (in Italia al 2%).

Per il restante 30%, derivante dall'agricoltura, pari a circa il 3% del consumo energetico globale, è indispensabile fare una netta distinzione fra tipologie diverse, per fonte, e per destinazione d'uso:

- *bioenergie derivate da residui con matrice organica dell'agroindustria e dell'azienda agraria*: non esercitano competizione con altri usi; si tratta solo dell'opportuno sfruttamento di risorse che altrimenti andrebbero perdute;

- *bioenergie di origine forestale*: l'uomo da sempre, ed ancora oggi in molti areali con economie meno sviluppate, le ha usate per riscaldarsi e cucinare. Anche in Paesi industrializzati vengono impiegate, in modo crescente, come combustibile alternativo/ecologico. Si tratta di razionalizzare l'uso delle foreste, limitandone l'abbattimento, con uno sfruttamento mirato;

- *bioenergie da colture dedicate* (cioè coltivate appositamente, e perciò sarebbe più corretto chiamarle agroenergie): è opportuna un'ulteriore suddivisione fra quelle destinate a produrre elettricità, o a riscaldare e raffreddare e quelle per biocarburanti liquidi (etanolo, eteri e biodiesel) nel settore dei trasporti.

## Terreni agricoli: bioenergie o produzioni alimentari e zootecnia?

La superficie terrestre misura circa 51 miliardi di ettari di cui circa 11 terre emerse. Di queste ultime, 4 (36%) sono occupate da foreste, 3 (27%) da pascoli e meno di 1,4 (13%) da arativi. Le superfici dedicate

a colture energetiche sono state circa 20 milioni di ettari, nel 2007, pari a meno dell'1,5% degli arativi e allo 0,4-0,5% di quelle destinate complessivamente ad alimentazione umana e zootecnica. Un'incidenza finora del tutto trascurabile e disforme negli areali geografici, ma che secondo alcune fonti, anche autorevoli, avrebbe inciso sul rialzo dei prezzi delle produzioni alimentari verificatosi nel 2007.

In realtà, la significativa presenza di colture destinate ad usi energetici, in alcuni casi (mais in Usa, palma in Malesia, ecc.), potrebbe avere avuto effetti sui prezzi soprattutto del prodotto destinato all'esportazione. Il calo dei prezzi del 2008, devastante per il mondo agricolo, sembrerebbe contraddire questa ipotesi.

Le prospettive future indicano la volontà politica di espandere le colture da energia (UE, Usa, Cina, ecc.): per motivazioni ambientali; per ridurre la dipendenza energetica e l'aleatorietà degli approvvigionamenti; per sostenere economie locali. È il caso quest'ultimo di diversi Paesi ad economia di transizione le cui popolazioni, prevalentemente rurali, trarrebbero vantaggi da un'opzione di mercato alternativa a quelle tradizionali.

In realtà le motivazioni di interesse per le bioenergie sono diverse, o almeno hanno diverso peso, nei differenti areali (Fig. 1) in funzione di fattori soprattutto politici ed economici, e in misura minima tecnici.

Va ricordato che, nel mondo, i consumi alimentari crescono in continuazione (ad esempio Cina e India) e soprattutto cambiano i regimi dietetici a favore di cibi (ad esempio carne) che per la loro produzione richiedono maggiori superfici. Attualmente a livello mondiale il pianeta assorbe il consumo di 1,7 ha per persona, con forti differenze fra areali; ad esempio dai circa 9,5 ettari degli Usa a meno di mezzo ettaro per molti Stati africani. Con questo ritmo nel 2030 sarebbero necessari due Pianeti [2] per mantenere il livello dei consumi.

La destinazione di terreni arabili ai biocarburanti va perciò valutata con molta ponderazione.

Infatti, la disponibilità di terreno non rappresenta un reale fattore limitante per lo sviluppo di colture da energia solo ad una condizione inderogabile: che sia rispettata la sostenibilità del sistema produttivo, intesa come combinazione ottimale fra situazione pedoclimatica, scelta di specie e genotipi, applicazione delle fitotecniche [3].

A questo proposito è importante considerare i fattori elencati di seguito.

## Livello di produzione e possibilità di incremento ed efficienza

Delle quasi 2.000 specie di interesse per l'uomo, quelle di primaria importanza sono circa 200, delle quali una cinquantina ritenute indispensabili. Fra queste i cereali, con oltre 690 milioni di ettari (Tab. 1), occupano circa il 50% della superficie arabile e soddisfano più della metà del fabbisogno alimentare mondiale. Finora produzione (2-2,3 miliardi di t) e consumo (1,8-1,9 miliardi di t), a livello mondiale nell'ultimo decennio si sono praticamente equivalsi con un rapporto 1,1-1,2. La resa media è di circa 3 t ha<sup>-1</sup>, ma con squilibri enormi fra areali (differenza in media pari a 4 volte; se si considerano singoli Stati anche 10-12) non dovuti solo a fattori ambientali, ma spesso a carenze di

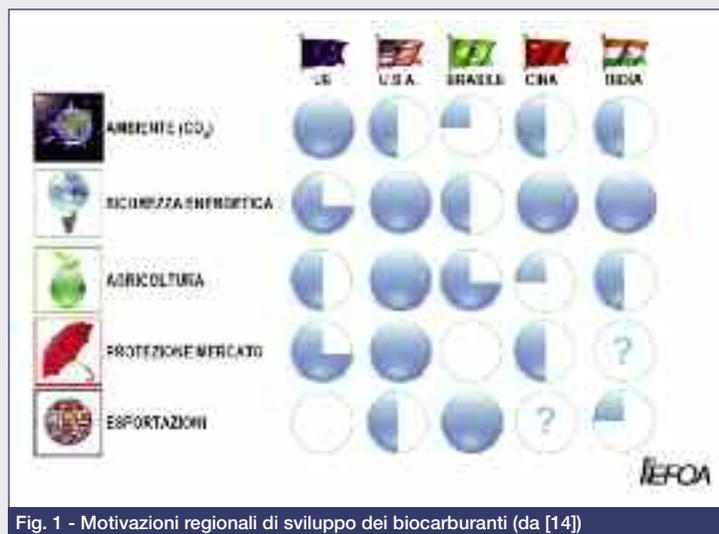


Fig. 1 - Motivazioni regionali di sviluppo dei biocarburanti (da [14])

Tab. 1 - Superfici, rese, produzioni e consumi annuali di cereali in differenti areali (dati FAO)

	SUPERFICI				PRODUZIONI				CONSUMI		BILANCI			
	(ha·10 <sup>6</sup> )		Dell'arativo (%)		areiche (t ha <sup>-1</sup> )		totali (t·10 <sup>6</sup> )		(t·10 <sup>6</sup> )		Prod/cons. (t·10 <sup>6</sup> )		Prod/cons. (t·10 <sup>6</sup> )	
	1995-97	2005-07	1995-97	2005-07	1995-97	2005-07	1995-97	2005-07	1995	2005	1995	2005	1995	2005
<b>Africa</b>	91,5	104,1	56	64	<b>1,2</b>	<b>1,4</b>	111,1	146,3	113,0	168,0	0,98	0,87	-1,9	-21,7
<b>America nord - centro sud</b>	131,3	121,9	35	32	3,8	4,8	497,6	583,6	375,0	469,0	1,33	1,24	<b>122,6</b>	114,6
	96,1	86,3	36	32	4,5	5,8	402,8	459,8	287,0	358,0	1,40	1,28	115,8	101,8
	35,2	35,6	31	32	2,7	3,5	94,8	123,7	88,0	111,0	1,08	1,11	6,8	12,7
<b>Asia</b>	327,1	324,6	77	76	3,0	3,4	978,0	1111,8	883,0	889,0	1,11	1,25	95,0	222,8
Cina	91,6	83,5			4,8	5,3	439,4	444,6	379,0	322,0	1,16	1,38	60,4	<b>122,6</b>
India	100,0	99,4			2,2	2,5	217,3	245,0	175,0	195,0	1,24	1,26	42,3	50,0
<b>Europa ovest</b>	131,0	120,5	36	33	3,1	3,4	402,8	409,3	390,0	371,0	1,03	1,10	12,8	38,3
	17,1	17,4			<b>6,6</b>	<b>6,7</b>	112,2	115,7	170,0	197,0	<b>0,66</b>	<b>0,59</b>	<b>-57,8</b>	<b>-81,3</b>
<b>Oceania</b>	16,0	19,1	34	41	2,0	1,5	32,3	28,0	11,0	13,0	<b>2,94</b>	<b>2,15</b>	21,3	15,0
<b>Mondo</b>	696,9	690,3	51	50	2,9	3,3	2021,9	2279,0	1796,0	1912,0	1,13	1,19	225,9	367,0

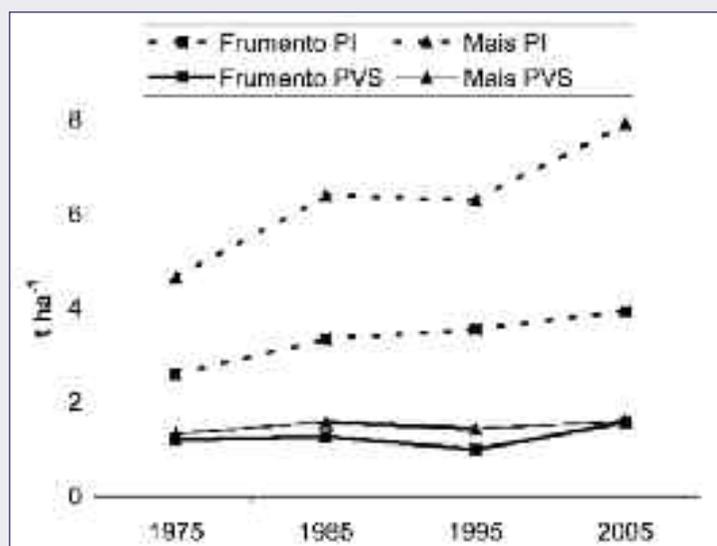


Fig. 2 - Variazioni di resa di frumento e mais in un trentennio nei Paesi industrializzati (PI) e in quelli in via di sviluppo (PVS) (dati FAO-STAT)

tecnica. Nei Paesi industrializzati infatti l'incremento medio annuale delle rese dei principali cereali, nell'ultimo trentennio, è stato di oltre 100 kg ha<sup>-1</sup> per il mais e di circa 50 per il frumento (Fig. 2). Nei Paesi in via di sviluppo, pur partendo da valori molto più bassi, l'incremento è stato solo di 9 e 12 kg ha<sup>-1</sup> rispettivamente. È una sfida che l'uomo potrebbe estendere e vincere anche in diverse altre aree del pianeta. La diffusione di una corretta fitotecnica potrebbe così, se non eliminare, almeno ridurre molto la fame nel mondo.

Quanto detto per l'insieme di tutti i cereali risulta molto più accentuato se si considerano separatamente frumento e mais (Tab. 2 e 3).

Gli incrementi produttivi non dovranno derivare da maggiori input chimici o energetici, ma da una loro razionalizzazione e soprattutto da un'oculata scelta di specie (e nell'ambito di queste dei genotipi) più adatte alle condizioni di coltura. Grande attenzione dovrà essere posta all'ottimizzazione dell'interazione ambiente-pianta-fitotecnica. Si dovrà passare perciò da una agricoltura basata sull'applicazione diffu-

sa di conoscenze generali, ad una molto più specializzata in grado di sfruttare le peculiarità delle singole situazioni.

Inoltre sarà importante ridurre le perdite di conservazione, causate da inosservanza di tecniche corrette, che possono raggiungere in media dal 10 al 30% livello mondiale, e sono molto più accentuate nelle situazioni socio-economiche dove le produzioni sono più basse e spesso le condizioni ambientali più difficili.

Come per le produzioni vegetali, anche per quelle zootecniche, nella maggior parte dei casi, a livello globale manca una gestione tecnica razionale, a causa di forme di allevamento ad esasperata concentrazione di capi e di alimentazione o, al contrario, per la molto più diffusa sottoutilizzazione dei pascoli.

Una razionalizzazione di quest'ultimo aspetto (non si dimentichi che per produrre un kilogrammo di carne ne occorrono circa cinque di cereali o che l'energia contenuta nelle uova è circa un sesto di quella adoperata per produrle) potrebbe contribuire non poco alla disponibilità di terreni per le bioenergie.

D'altra parte se gli arativi rappresentano solo il 12-13% della superficie terrestre, e perciò si potrebbe ritenere ampia la riserva di terra coltivabile, va evidenziato che in realtà solo circa il 25% di questa può essere sfruttata a scopi agricoli, perchè la restante parte è o troppo fredda, arida, umida o montagnosa. Inoltre in diversi areali ad elevata densità di popolazione, il potenziale coltivabile è già utilizzato.

In sintesi quindi, tenendo presente che il terreno agricolo è una risorsa esauribile soprattutto perchè usato in modo errato, limiti allo sviluppo delle bioenergie dipendono molto da scelte oculate della loro localizzazione e dalla capacità della ricerca agronomica, zootecnica, di fisiologia vegetale e miglioramento genetico di incrementare il livello produttivo. Le biotecnologie potranno rappresentare un apporto di rilievo.

Se per disponibilità di terreno e concorrenza con destinazioni alimentari e zootecniche si riscontrano margini di espansione per le produzioni a destinazione energetica, per la loro sostenibilità vanno tenuti presenti, oltre a quelli economici, anche i principali aspetti tecnici: gli

Tab. 2 - Superfici, rese, produzioni e consumi annuali di mais in differenti areali (dati FAO)

	SUPERFICI				PRODUZIONI				CONSUMI		BILANCI			
	(ha-10 <sup>6</sup> )		Dell'arativo (%)		areiche (t ha <sup>-1</sup> )		totali (t-10 <sup>6</sup> )		(t-10 <sup>6</sup> )		Prod/cons. (t-10 <sup>6</sup> )		Prod/cons. (t-10 <sup>6</sup> )	
	1995-97	2005-07	1995-97	2005-07	1995-97	2005-07	1995-97	2005-07	1995	2005	1995	2005	1995	2005
<b>Africa</b>	25,9	28,7	16	17	<b>1,6</b>	<b>1,7</b>	40,5	45,9	37,0	56,0	1,09	0,82	3,5	-10,1
<b>America</b>	57,7	60,4	15	16	5,2	5,8	299,4	335,9	242,0	322,0	<b>1,24</b>	1,04	<b>57,4</b>	13,9
nord -														
centro	29,4	32,5	11	12	7,7	8,4	226,1	258,3	193,0	257,0	1,17	1,00	33,1	1,3
sud	18,4	18,5	16	16	2,8	3,2	52,2	56,1	49,0	65,0	1,06	0,86	3,2	-8,9
<b>Asia</b>	42,4	47,8	10	11	3,6	3,8	153,3	169,6	190,0	200,0	0,81	0,85	<b>-36,7</b>	<b>-30,4</b>
Cina	23,8	27,2			4,8	5,0	115,0	124,0	119,0	86,0	0,97	<b>1,44</b>	-4,0	<b>38,0</b>
India	6,2	7,7			1,7	1,8	10,4	12,1	10,0	14,0	1,04	0,86	0,4	-1,9
<b>Europa</b>	13,3	13,8	4	4	5,3	5,72	70,6	78,5	68,0	72,0	1,04	1,09	2,6	6,5
ovest	2,3	2,2			<b>8,4</b>	<b>8,70</b>	19,5	20,9	32,0	39,0	<b>0,61</b>	<b>0,53</b>	-12,5	-18,1
<b>Oceania</b>	0,1	0,1	0,2	0,2	6,5	6,77	0,5	0,6	0,5	0,5	1,04	1,19	0,0	0,1
<b>Mondo</b>	139,4	150,8	10	11	4,1	4,39	564,3	630,4	547,0	651,0	1,03	0,97	17,3	-20,6

Tab. 3 - Superfici, rese, produzioni e consumi annuali di frumento in differenti areali (Dati FAO)

	SUPERFICI				PRODUZIONI				CONSUMI		BILANCI			
	(ha-10 <sup>6</sup> )		Dell'arativo (%)		areiche (t ha <sup>-1</sup> )		totali (t-10 <sup>6</sup> )		(t-10 <sup>6</sup> )		Prod/cons. (t-10 <sup>6</sup> )		Prod/cons. (t-10 <sup>6</sup> )	
	1995-97	2005-07	1995-97	2005-07	1995-97	2005-07	1995-97	2005-07	1995	2005	1995	2005	1995	2005
<b>Africa</b>	9,1	9,9	6	6	<b>1,8</b>	2,2	16,7	21,8	37,0	46,0	<b>0,45</b>	<b>0,47</b>	-20,3	-24,2
<b>America</b>	46,2	38,2	12	10	2,4	2,6	111,5	100,9	68,0	71,0	1,64	1,42	<b>43,5</b>	29,9
nord -														
centro	36,8	29,2	14	11	2,4	2,7	89,3	77,3	47,0	47,0	1,90	1,64	42,3	<b>30,3</b>
sud	8,5	8,4	8	7	2,2	2,4	18,7	20,5	21,0	24,0	0,89	0,85	-2,3	-3,5
<b>Asia</b>	101,1	99,3	24	23	2,5	2,8	249,5	274,5	283,0	284,0	0,88	0,97	<b>-33,5</b>	-9,5
Cina	29,5	23,0			3,8	4,5	112,0	103,9	114,0	110,0	0,98	0,94	-2,0	-6,1
India	25,5	27,0			2,6	2,6	65,7	71,0	66,0	76,0	1,00	0,93	-0,3	-5,0
<b>Europa</b>	56,5	57,5	16	16	3,2	3,4	182,6	196,9	171,0	168,0	1,07	1,17	11,6	28,9
ovest	8,3	9,1			<b>6,9</b>	<b>6,9</b>	57,2	62,4	78,0	93,0	0,73	0,67	-20,8	<b>-30,6</b>
<b>Oceania</b>	10,3	12,4	22	26	2,0	<b>1,3</b>	20,1	16,6	5,0	6,0	<b>4,02</b>	<b>2,77</b>	15,1	10,6
<b>Mondo</b>	223,1	217,4	16	16	2,6	2,8	580,4	610,7	565,0	576,0	1,03	1,06	15,4	34,7

effetti ambientali, i bilanci energetici e la disponibilità idrica.

Senza discutere gli aspetti relativi all'ambiente e ai bilanci energetici, ciascuno dei quali richiederebbe troppa ampia trattazione, è opportuno almeno un cenno all'acqua.

## Acqua, agricoltura, bioenergie

Le riserve di acqua dolce nel pianeta (circa 35 mila miliardi di metri cubi) sono appena il 2,5% della riserva idrica totale; sono contenute per circa il 70% nei ghiacciai polari e di alta montagna e sono soggette a cambiamenti qualitativi per variazioni di stato fisico e a causa di attività umana.

L'uomo utilizza il 16-17% dell'acqua dolce del pianeta impiegandone oltre il 60% in agricoltura, quasi totalmente per l'irrigazione che interessa il 18,2% del terreno coltivato. L'irrigazione è molto diffusa in Asia (68% dei terreni coltivati) e, in modo decrescente, in America (17%), Europa (9), Africa (5).

Già ora, e ancor più con il cambiamento climatico in atto, l'acqua rap-

presenta un bene prezioso ovunque e un fattore limitante in un numero sempre maggiore di areali.

Risparmio d'acqua, efficienza ed efficacia dell'irrigazione diventano sempre più importanti. Questo aspetto sembra avvantaggiare diverse colture idonee a produzioni dedicate per energia. In particolare alcune pluriennali (Tab. 4) sembrano in grado di sfruttare la disponibilità idrica meglio di colture alimentari tradizionali.

I coefficienti di evapo-traspirazione sono molto diversi non solo in funzione della specie, ma anche dell'indice di raccolta (Harvest Index) derivante dalla destinazione d'uso energetico.

## I biocarburanti

Si è detto che fra le diverse destinazioni d'uso delle bioenergie rientrano i biocarburanti, destinati a autotrazione, macchine agricole e motopesca, che attualmente contribuiscono solo con circa lo 0,3% al consumo totale di energia [4].

A livello mondiale sono costituiti [5] per oltre il 90% da etanolo (o da

Tab. 4 - Produzioni areiche e consumi idrici di diverse specie con differenti destinazioni d'uso energetiche

SPECIE	tal quale (t ha <sup>-1</sup> )	BIOMASSA		CONSUMO IDRICO	
		Sostanza secca (%)	(t ha <sup>-1</sup> )	ETc (L kg <sup>-1</sup> )	(mm)*
<b>Da carboidrati</b>					
Mais	8-13	85	7-11	350-550	320-500
Fruento	3,5-7	87	3-6	750-1000	300-550
Sorgo da granella	6-9	86	5-8	350-500	220-450
Barbabietola	50-80	26	12-14	350-650	600-750
<b>Oleaginose</b>					
Colza	2,2-3,5	90	2-3	600-800	140-210
Girasole	2,7-4,4	90	2,5-4	500-800	165-270
<b>Lignocellulosiche</b>					
Sorghi F e Z	75-120	20	15-25	130-170	220-370
Mais	40-60	25	10-15	250-350	300-450
Canapa	16-48	30	5-15	400-600	250-750
Kenaf	30-45	30	10-15	350-550	450-670
Canna Comune	30-150	25-60	15-35	100-200	220-870
Miscanto	15-100	30-60	10-30	110-230	170-500
Switchgrass	15-70	30-70	10-20	150-250	200-400
Cardo	7-20	70	5-15	150-300	110-340
Pioppo	15-30	65	10-20	180-350	270-550
Salice	15-22	65	10-15	220-350	290-430
Robinia	12-20	65	8-12	200-350	220-330
Eucalipto	7-22	65	5-15	200-350	140-420

\* Consumo idrico comprensivo di precipitazioni, irrigazione e apporti di falda  
Fonte: Dati bibliografici e risultati sperimentali DiSTA, Università di Bologna

eteri), con 60 miliardi di litri e da biodiesel con 6 miliardi di litri (7% delle forniture mondiali di olio vegetale).

I biocarburanti quindi:

- forniscono un contributo modestissimo al rifornimento energetico globale;
- interessano solo un settore ben definito (sostanzialmente il trasporto);
- devono possedere caratteristiche qualitative specifiche in funzione del loro impiego.

E allora perché negli ultimi anni interessano tanto, sono assurti alla ribalta dei mass media e hanno dato origine a tante diatribe (spesso basate su informazioni non corrette)?

Perché è previsto debbano sostituire, in parte, il petrolio (da cui dipende per il 98% il trasporto su strada) con effetti positivi di diverso tipo.

Vanno considerati vari aspetti, apparentemente fra loro slegati, ma tutti rientranti in un sistema da esaminare globalmente. I principali benefici derivanti da produzione ed impiego di biocarburanti possono essere così sintetizzati, non in ordine di importanza:

- delocalizzazione delle produzioni per evitare o almeno diminuire monopoli, cartelli di prezzi, controllo delle forniture, ecc.;
- diversificazione delle fonti di energia per incrementare la sicurezza della loro disponibilità;
- diminuzione della dipendenza energetica dalle importazioni dai pochi produttori di greggio (ad esempio l'UE ora ne importa l'80% e si stima che nel 2030 il petrolio importato raggiungerà il 94%);
- offerta all'agricoltura di una nuova fonte di reddito e di una opzione per diversificare le destinazioni produttive;

- possibile redistribuzione della ricchezza con l'introduzione nel sistema (produzione, distribuzione, mercato) di nuovi attori;

- possibilità di utilizzare terreni ora abbandonati o poco produttivi.

Il maggior vantaggio dei biocarburanti deriva però dalla loro valenza ambientale. Infatti: il settore dei trasporti, basato sul petrolio, è responsabile a livello globale di circa un quarto-un quinto del consumo di energia, ma di circa un terzo (nella UE del 20%) delle emissioni di gas serra.

Tali emissioni sono fra le cause del cambiamento climatico. Va ricordato inoltre [6] che nei prossimi 25 anni il consumo mondiale di energia si prevede aumenterà del 55%, di cui oltre l'84% da combustibili fossili, e le emis-

sioni globali di CO<sub>2</sub> aumenteranno di circa il 75%.

È perciò ovvio che interventi anche apparentemente limitati in questo settore possono sortire effetti più che proporzionali, tanto che la sostituzione di petrolio con biocarburanti è una delle 14 "zeppe" ritenute in grado di rallentare i cambiamenti del clima [7].

A livello internazionale questo aspetto è stato considerato e gli impegni di Kyoto hanno quindi previsto per il 2010 una riduzione delle emissioni (base 1990) variabile a seconda delle nazioni. Alcuni Stati virtuosi hanno rispettato gli impegni, altri, fra i quali l'Italia, no, anzi diversi hanno peggiorato.

L'UE ha dato molta importanza agli aspetti ambientali e i 25 Paesi membri, con l'obiettivo di ridurre del 20% le emissioni di gas serra, hanno fissato per il 2020 di sostituire i carburanti nell'autotrazione con una quota pari al 10% di biocarburanti.

Tale obiettivo sembra ora ottimistico e viene contestato da diversi Paesi (fra i quali l'Italia). Si discutono le percentuali, i tempi (la progressione negli anni) e soprattutto la scelta fra obbligatorietà e volontarietà di applicazione.

L'obiettivo della UE, con la riduzione del consumo di 200-300 milioni di tonnellate all'anno di combustibili fossili, è ridurre di 600-900 milioni di tonnellate all'anno le emissioni di CO<sub>2</sub>. L'UE ritiene che il costo previsto (13-18 miliardi di euro l'anno) sia un buon investimento, oltre che a livello ambientale, anche per favorire il progresso delle tecnologie, creare nuovi posti di lavoro, diversificare l'approvvigionamento energetico, ed anche inviare un segnale ad altri Paesi per analoghe iniziative (Informativa della Commissione Europea, 2008).

Secondo l'IPCC è infatti necessaria [6] una riduzione del 30-50% delle

Tab. 5 - Produzione di biocarburanti, bilanci energetici e della CO<sub>2</sub> di diverse specie a differenti destinazioni d'uso energetiche

Specie	Biocombustibile (O)			Input (I) (GJ ha <sup>-1</sup> )	Bilancio Energetico		Bilancio CO <sub>2</sub> (t ha <sup>-1</sup> )			
	(GJ t <sup>-1</sup> )	(GJ ha <sup>-1</sup> )	(t ha <sup>-1</sup> )		O/I	O-I (GJ ha <sup>-1</sup> )	* Emessa	** Fissata	Netta	*** Evitata
<b>Da carboidrati</b>										
Mais	27	32-125	1-4,5	25-40	1,5-3	8-85	2,2	0,5	1,7	2-8
Fruento	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	1-3,5	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
<b>Oleaginose</b>										
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
<b>Lignocellulosiche</b>										
Sorgi F e Z	16,8	330-420	15-25	20-25	17-26	320-400	1,3	0,3	1	30-35
Mais	16,7	150-380	10-15	25-40	4-8	120-340	2,2	0,5	1,7	12-35
Canapa	17,9	90-270	5-15	25-35	7-11	65-250	2	0,5	1,5	8-24
Kenaf	15,9	150-330	10-15	25-35	12-13	130-300	2	0,5	1,5	12-30
Canna Comune	16,5	240-600	15-35	7-22	25-35	230-580	0,7	5	-4,3	22-53
Miscanto	17,5	250-530	10-30	7-22	25-35	250-510	0,7	4	-3,3	22-47
Switchgrass	17,6	170-430	10-20	7-22	20-25	170-410	0,7	4	-3,3	15-38
Cardo	16,2	120-250	5-15	7-22	11-17	120-230	0,7	3	-2,3	11-22
Pioppo	18,5	160-390	10-20	11-16	15-25	150-370	1,1	7	-5,9	14-35
Salice	18,5	180-280	10-15	11-16	16-17	170-260	1,1	7	-5,9	16-25
Robinia	17,8	180-230	8-12	11-16	14-16	170-220	1,1	6	-4,9	16-21
Eucalipto	19,0	90-310	5-15	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 biofuels.

Fonte: Dati bibliografici e risultati sperimentali DiSTA, Università di Bologna.

emissioni globali nel periodo 2030-2050 per stabilizzare la concentrazione di CO<sub>2</sub> a 450-550 ppm e quindi per evitare irreversibili cambiamenti climatici.

Diversi Paesi membri dell'UE nell'ultimo anno hanno richiesto un'approfondita revisione critica dei presupposti per lo sviluppo dei biocarburanti, anche avanzando il dubbio che i loro vantaggi ambientali siano inferiori al previsto. Sono stati perciò proposti criteri molto severi per garantirne la sostenibilità. Ad esempio sarebbero giustificati solo se il loro impiego consentisse una riduzione superiore al 35% della CO<sub>2</sub> emessa (alcuni Paesi propongono il 50%). La loro produzione deve rispettare la biodiversità e i suoli ricchi di carbonio. Non devono competere a livello locale sia con produzioni alimentari che non alimentari. La Direttiva sulla sostenibilità (RES) dovrà essere approvata nel maggio 2009 e recepita entro diciotto mesi dagli Stati membri.

È indispensabile mettere in evidenza che i biocarburanti ottenuti dall'agricoltura non potranno mai sostituire il petrolio, ma solo una limitata percentuale di esso e contribuire in minima parte al mix energetico che dovrà soddisfare le esigenze dell'umanità. Infatti a livello mondiale i prodotti petroliferi consumati nel settore trasporti sono dell'ordine di oltre 3 miliardi di tonnellate equivalenti petrolio (circa 43% gasolio, 31% benzina, 16% nafta [8]. L'UE nel 2006 ha consumato 603 milioni di tonnellate di petrolio dei quali 47% per il trasporto su strada e 8% per quello aereo [9].

Se si ipotizzasse una produzione media attorno alle 2 t ha<sup>-1</sup> di equivalente petrolio, per soddisfare il consumo mondiale sarebbe necessario

destinare tutti gli arativi a colture per biocarburanti. Si brucerebbero da 2 a 3 milioni di tonnellate di carbonio pari a sei volte la quantità consumata annualmente per il cibo [10]. È ovvio quindi che i biocarburanti potranno sostituire il petrolio solo in minima parte. A livello mondiale, considerando i progressi sia nella fase produttiva che nell'efficienza di conversione, si ritiene che nel corso del secolo le bioenergie possano contribuire con 130-260 EJ per anno al settore dei trasporti [4].

Nella UE è prevista una sostituzione di solo il 10% che ora potrebbe essere considerata ottimistica, ma che diverrà ragionevole con la diffusione dei cosiddetti biocarburanti di seconda generazione. Il potenziale bioenergetico ambientalmente compatibile dall'agricoltura dell'UE dovrebbe raggiungere 142 MTOE nel 2030. L'85% di questo potenziale (IEA, 2007) dovrebbe derivare da soli sette Stati Membri (Spagna, Francia, Germania, Italia, Regno Unito, Lituania e Polonia). L'Italia (nel 2007) ha previsto che nel 2020 il 10% di biocarburanti, pari a 4,2 milioni di Tonnellate Equivalenti Petrolio (TOE), sarebbe stato soddisfatto per un quinto (2% del consumo totale) da produzioni interne (0,6 milioni di TOE) ottenuti su 600-800 mila ettari. Il restante 80% del consumo totale (3,6 milioni di TOE) sarebbe stato importato. Le previsioni sono state basate sugli attuali potenziali di produzione delle colture per biocarburanti, ma sono state anche considerate le possibilità offerte dai biocarburanti di seconda generazione (colture più produttive e migliore efficienza di conversione).

Il livello produttivo dei biocarburanti viene frequentemente generalizzato, senza nemmeno valutare la localizzazione delle colture in rela-

Tab. 6 - Pressione ambientale di alcune colture da biomassa per energia

	Maiz	Frumento	Sorgo	Bibbico	Grano	Grano duro	Canola	Miscanto	Switchgrass	Canola	Pappo	Fucalgine
Consumo idrico	😊	😊	😊	😞	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
Lisciviazione nutrienti	😞	😊	😊	😞	😞	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
Residui di antiparassitari	😞	😊	😊	😊	😞	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
Erosione	😞	😊	😊	😞	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
Compattamento	😊	😊	😊	😞	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
Rischio incendi	😊	😊	😊	😞	😊	😊	😞	😞	😊	😊	😞	😞
Biodiversità	😊	😞	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😞
Diversificazione culturale	😞	😞	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😞

Fonte: Fumetti: report European Environment Agency n. 7 2006 modificato, e dati DiSTA

zione a caratteristiche dei terreni e soprattutto del clima (temperatura, quantità e distribuzione delle piogge, ecc.). Quando si calcolano le superfici occorrenti per produrre biocarburanti è inoltre necessario tener conto non solo delle differenze fra specie (Tab. 4) e del tipo di biocarburanti (etanolo o biodiesel) ma anche delle metodologie di conversione (la cosiddetta “seconda generazione” sia per etanolo che per biodiesel). Per programmare correttamente la logistica è opportuno tener conto sia della produzione di biomassa tal quale (materiale da raccogliere e movimentare), sia del contenuto di umidità (trasporto ed essiccamento). La conoscenza dell’efficienza idrica e consumo di acqua sono indispensabili per la scelta della collocazione territoriale delle colture.

Altro aspetto da considerare sono le valutazioni ambientali dei biocarburanti che spesso differiscono e a volte sono del tutto contrastanti. Sicuramente ciò a causa della fonte di informazione considerata. Infatti le differenze sono enormi (Tab. 5) fra specie, fra destinazioni d’uso energetico, ed anche per una stessa specie in funzione delle specifiche situazioni (pedoclimatiche, agronomiche, logistiche, ecc.) di produzione. Analoghe differenze si riscontrano fra i bilanci energetici.

Alcuni vantaggi ambientali sono noti in termini generali: ad esempio risparmio del 51-62% di azoto e fosforo nelle concimazioni, dell’80-90% degli antiparassitari, incremento del 50-75% della sostanza organica nel terreno [11], ma vanno studiati nelle singole situazioni. In particolare dovranno essere messi a punto avvicendamenti colturali, comprendenti colture da energia, in grado di massimare i vantaggi rispetto a quelli tradizionali [12]. In termini più generali può essere utile anche un confronto fra colture per gli aspetti ambientali (Tab. 6). Si può notare come le specie erbacee pluriennali (in grado di fornire lignocellulosa utilizzabile per biocarburanti di seconda generazione) si distinguano per una prevalenza di aspetti positivi. Inoltre i biocarburanti ottenuti da tali colture sembrano in grado di fornire una maggior riduzione

delle emissioni di CO<sub>2</sub>. Infatti, mediamente per ogni 100 km percorsi, la riduzione rispetto ai carburanti tradizionali crescerebbe dai 5,5 kg di CO<sub>2</sub> dell’etanolo da cereali e ai 6,8 del biodiesel da oleaginose fino ai 13-14 dei biocarburanti ottenuti da lignocellulosiche.

Sono state sopra riassunte motivazioni e impegni (spesso disattesi) relativi ai biocarburanti. Senza entrare nella pretestuosa diatriba fra cibo e biocarburanti messi in relazione con l’aumento dei prezzi dei cereali, che poi hanno subito un drastico calo [13] e senza

commentare le prese di posizione autorevoli e spesso disinformate contro i biocarburanti, va detto chiaramente che essi hanno in molti casi un costo superiore non solo rispetto alle fonti energetiche tradizionali, ma anche a diverse di quelle rinnovabili.

La sostenibilità tecnica e ambientale di una opportunità come quella dell’impiego di biocarburanti appare evidente. Non così quella economica, almeno con i biocarburanti di prima generazione, d’altronde ponte obbligato verso quelli così detti di “seconda generazione”.

Si tratta quindi di una non facile scelta strategica fra motivazioni economiche attuali e motivazioni ambientali (e forse politiche) a medio termine.



Scelte da prendere ed attuare nell'ambito di un'economia globale, con Paesi grandi consumatori di energia e grandi inquinatori (ad esempio Usa) ed altri in enorme espansione che stanno rapidamente entrando in questa categoria (ad esempio Cina ed India).

Alcuni presupposti devono comunque essere la base ineludibile delle scelte.

Nella scala gerarchica delle esigenze umane, l'alimentazione precederà sempre le necessità energetiche e pertanto il prezzo dell'energia

sotto forma di alimenti supererà sempre di molte volte (3-7) quello che avrebbe come carburante.

Opportunità e sostenibilità hanno e avranno sempre un peso diverso nelle singole situazioni di spazio e tempo e nelle diverse combinazioni spazio-temporali. Solo la conoscenza reale dei molteplici aspetti dei singoli anelli della catena e delle loro interconnessioni nell'intera filiera biocarburanti, a sua volta inserita nelle differenti situazioni operative, può indirizzare le scelte, comunque molto difficili.

## Bibliografia di riferimento

- [1] International Risk Governance Council (IRGC), Risk governance guidelines for Bioenergy policies, Geneva, 2008, 3-67.
- [2] R.M. Tristan, La humanidad necesitará dos planetas en 2030 para mantener su nivel de consumo, 2008 ([www.elmundo.es/elmundo/2008/10/28/ciencia/1225218646.html](http://www.elmundo.es/elmundo/2008/10/28/ciencia/1225218646.html))
- [3] A. Monti, G. Venturi, S. Fazio, Bioenergy in Mediterranean Region: Environment and sustainability, Proc. "Sustainable Bioenergy cropping systems for the Mediterranean", Madrid, 9-10 february 2006.
- [4] International Energy Agency (IEA), Potential Contribution of Bioenergy to the World's Future energy. Lemand, Paris, 2007.
- [5] R. Steenblik, Subsidies: the distorted economics of biofuels, in Biofuels: Linking support to performance, International Transport Forum, Roundtable 138, Paris, OECD, 2008.
- [6] M.M. Morese, Lavorare insieme per lo sviluppo sostenibile delle bioenergie., EIMA ENERGY: Progetto BITES: le opportunità di sviluppo in Italia e in Europa per il settore dei biocarburanti, Bologna, 12 novembre 2008, presentazione orale.
- [7] T.W. Patzcek, D. Pimentel, Ethanol production using corn, switchgrass, and wood; Biodiesel production using soybean and sunflower, 2005.
- [8] AA. VV., *World Oil And Gas Review*, Eni, 2006.
- [9] G. Venturi, G. Caserta, Elementi chiave per lo sviluppo della bioenergie in Italia. Zeroemission: Agroenergie e biocarburanti: soluzioni concrete e sostenibili per il futuro? Roma, 2 ottobre 2008, presentazione orale.
- [10] J. Lovelock, La rivolta di Gaia, Ed. Rizzoli, 2006, 7-235.
- [11] 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 2006.
- [12] G. Venturi, E. Bonari, Produzione di biomasse da colture dedicate e non, Convegno nazionale sulla Bioenergia, Roma 12 maggio 2004, presentazione orale.
- [13] M. Caliceti, Opportunità e soluzioni possibili per l'agricoltura italiana, EIMA ENERGY: Progetto BITES: le opportunità di sviluppo in Italia e in Europa per il settore dei biocarburanti, Bologna, 12 novembre 2008, presentazione orale.
- [14] W. Mirabella, Il ruolo dei bioeteri. Verso la bioraffineria, carburanti e materie prime da fonti rinnovabili per uno sviluppo sostenibile, Milano, 19 novembre 2008, presentazione orale.
- [15] AA. VV., Informativa sul pacchetto di proposte della Commissione Europea in materia di energie rinnovabili e cambiamenti climatici, Italia Energia, 2008, 76-80.
- [16] European Environment Agency (EEA), How much bioenergy can Europe produce without harming the environment? Report, 2006, **7**, 3-67.
- [17] European Environment Agency (EEA), Estimating the environmental compatible bioenergy potential from agriculture. Technical report, 2007, 12, 1-133.
- [18] IEA Bioenergy update, Moving with the Timesempio Biomass & Bioenergy, 2006, 30, 12, I-VIII.
- [19] A. Monti, G. Venturi, Il contributo delle colture da energia alla sostenibilità ambientale, in Accademia Nazionale di Agricoltura, *Annali - Edizione Straordinaria CXXVII*, 2007, 115-132.
- [20] A. Monti, G. Venturi, *Chimica e Industria*, 2008, **90**(9), 152.
- [21] F. Strassoldo, G. Venturi, I biocarburanti tra soluzione energetica di valore ambientale e "crimine contro l'umanità", *Italia Energia*, 2008, 254-257.
- [22] C. Turmes, Final compromise amendments 1-33, European Parliament, Committee on Industry, Research and Energy, 2008.
- [23] G. Venturi, *Ambiente ed energia sostenibile*, 2008, **2**, 34.
- [24] G. Venturi, I Biocarburanti: la Piattaforma Italiana, "I Biocarburanti adesso e in prospettiva", Bioforum, 1° ottobre 2008, Milano, presentazione orale.
- [25] G. Venturi, La Piattaforma Italiana Biofuels, EIMA ENERGY: Progetto BITES: le opportunità di sviluppo in Italia e in Europa per il settore dei biocarburanti, Bologna, 12 novembre 2008, presentazione orale.
- [26] R. Virgilio, Biocarburanti fai-da-te, Editrice AAM Terra Nuova, 2007, 7-232.
- [27] A. Zezza, Bioenergie: quali opportunità per l'agricoltura italiana, Edizioni Scientifiche Italiane, 2008, 3-333.