

“Analisi di impatto ambientale della produzione di biocarburanti in aree locali provinciali (attività 8.3)”.

1. I BIOCARBURANTI E L'IMPATTO AMBIENTALE: gli interrogativi sulla sostenibilità

Il contributo delle colture energetiche alla produzione di energia da biomassa è ancora basso ma tenderà a crescere nei prossimi decenni (Sims et al., 2006).

Attualmente le colture utilizzate per la produzione di biocarburanti sono caratterizzate da una densità energetica molto più bassa rispetto a quella dovuta alle fonti di energia di origine fossile. Per la sostituzione di limitate quantità di carburanti fossili, dunque, sarà necessario lo sfruttamento di superfici agricole molto estese (OECD, 2007). Attualmente sono destinati alla produzione di biocarburanti e loro co-prodotti circa 14 milioni di ettari di terreno, corrispondenti all'1% della superficie arabile mondiale totale. Questa percentuale è prevista crescere fino al 2,5-3,8% nel 2030 (IEA, 2006). Nella sola Europa è stimato che la produzione di biodiesel necessaria per il raggiungimento degli obiettivi fissati dalla Direttiva 2003/30/EC comporterà l'utilizzo di una percentuale tra il 4 e il 18% del totale della superficie arabile dell'Unione Europea (EC, 2006).

In base agli studi effettuati (EEA, 2005/2007; Fagnäs et al., 2006) l'agricoltura europea risulta in grado di aumentare la sua produzione di biomassa, per il raggiungimento degli obiettivi fissati, in maniera sostenibile dal punto di vista ambientale. È tuttavia evidente che, per quanto riguarda le biomasse da energia, la realizzazione del loro potenziale è strettamente legata ad interventi politici di sostegno economico. Allo stato attuale il biodiesel manca di competitività a livello economico se vengono meno gli incentivi fiscali e i sussidi alla produzione, anche se il meccanismo dei prezzi non include aspetti positivi quali l'impatto ambientale, l'occupazione e l'entità delle emissioni di gas clima alteranti (Enguidano et al., 2002; Charles et al., 2007).

Al fine di valutare le potenzialità delle diverse colture energetiche è opportuno effettuare lo studio dell'LCA (Life Cycle Assessment), da cui emergono le performances relative agli apporti energetici e ai valori di emissione di gas serra. Le indicazioni che emergono da vari studi svolti (Venturi e Venturi, 2003; Kims e Dale, 2005; Hill et al., 2006) mostrano come complessivamente i biocarburanti risultino una valida alternativa ai combustibili fossili principalmente se la loro produzione non entra in competizione con quella di colture a scopo alimentare e se vengono impiegate tecniche agronomiche low input. Ulgiati (2001) sottolinea che, nonostante il contributo che l'uso di biocarburanti offre come fonte energetica alternativa a ridotta emissione di CO₂, da un punto di vista ambientale ed economico la produzione di colture energetiche su larga scala sembra non essere sostenibile. Questo è vero sia nel caso dei Paesi sviluppati, a causa del loro elevato fabbisogno energetico, sia per i Paesi in via di sviluppo, in relazione alla modesta resa delle terre e alla competizione per terre e acqua che le colture energetiche subiscono da parte delle colture alimentari.

Studi recenti (Gilbertson et al., 2007; Mol, 2007; Santa Barbara, 2007) concordano nel criticare la sostenibilità della produzione su vasta scala di biocarburanti sia da un punto di vista economico (costi di produzione, rischi del mercato globale, aumento dei prezzi nel settore food), che ambientale (deforestazione, perdita di biodiversità, competizione per l'uso dell'acqua) e sociale (sfruttamento delle risorse dei paesi in via di sviluppo).

In base a queste considerazioni risulta evidente che ancora molti sforzi sono necessari per garantire un uso dei biocarburanti come alternativa ai combustibili fossili tradizionali, principalmente attraverso lo sviluppo di tecnologie innovative. In questo senso una nuova via è indicata nella

produzione di biocarburanti di seconda generazione, derivati cioè da biomassa ligno-cellulosica, compresi co-prodotti e rifiuti di tipo agricolo (EC, 2008; Lari, 2008).

2. I vantaggi derivanti dall'utilizzo dei biocombustibili

I sostenitori dei biocombustibili ritengono che tre grandi vantaggi si ottengono dalla diffusione di bioetanolo e biodiesel:

- maggiore sicurezza energetica per la minore dipendenza dai paesi produttori di petrolio;
- ridotto impatto ambientale (in termini di emissioni di CO₂ e di altri gas inquinanti);
- un più razionale impiego delle terre coltivabili, almeno in Europa.

I biocombustibili sembrano essere dunque una fonte energetica a buon mercato, pulita, economica e rinnovabile. In realtà solo un'attenta analisi può confermare se i vantaggi sono effettivamente tali e, cosa ancora più importante, se i biocombustibili sono un'alternativa valida o, quantomeno, un complemento sostanziale dei combustibili fossili a medio-lungo periodo.

I biocombustibili sono definiti "rinnovabili" non solo perché prodotti da fonti rinnovabili, ma anche per il fatto che le emissioni di CO₂ derivanti dal loro utilizzo sono riassorbite, in tempi brevi, dalle colture da cui si ottiene la materia prima per la loro produzione. L'uso dei biocombustibili consente una riduzione significativa di emissioni inquinanti rispetto al diesel minerale di origine petrolifera. Il britannico Defra (Department of Environment, Food, Rural Affairs) stima che nel ciclo di vita di 1 t di biocombustibile si producano 0,9 t di CO₂ contro le 3 t prodotte da benzina e diesel. La CO₂ rilasciata durante la combustione, infatti, è stata sottratta dall'atmosfera al momento della crescita del vegetale, avvenuta mesi e non milioni di anni prima. Tuttavia, a parte l'etanolo derivato da cellulosa, direttamente impiegabile come combustibile, il ciclo non è completamente chiuso per l'energia necessaria nel processo di trasformazione (da qui le 0,9 t di CO₂). I vantaggi sono quindi reali e immediatamente percepibili e per questo, nell'ambito delle strategie per il rispetto del protocollo di Kyoto, la Commissione europea si è impegnata a sostituire il 5% della domanda di combustibili fossili per autotrazione con biocombustibili. Per ottenere questo risultato ha previsto agevolazioni fiscali e sussidi e ha permesso coltivazioni per biocombustibili su quel 10% delle terre arabili che la Politica agricola comunitaria vieta di usare per raccolti alimentari (riferimento). (Sofo, 2006).

Per valutare appieno i benefici ambientali connessi all'uso dei biocarburanti, bisogna tener conto di tutte le fasi del ciclo di produzione/trasporto/ utilizzazione degli stessi, a partire dalla coltivazione della materia prima agricola, e comparare i risultati ottenuti con quelli relativi ai corrispondenti prodotti da fonte fossile (gasolio, benzina ed MTBE). Questo tipo di valutazioni, basate sul cosiddetto "Life Cycle Assessment" (LCA), sono ovviamente tanto più accurate e attendibili, quanto più specifica è la filiera produttiva presa in esame.

Nella realtà dei fatti, la letteratura scientifica riguardo tali valutazioni è estremamente ampia, ed è rivolta sia ad un'analisi dei bilanci energetici (con risultati anche molto diversi a seconda di come vengono considerati i co-prodotti a destinazione mangimistica), sia delle emissioni di CO₂, sia del complesso degli aspetti ambientali, tenendo conto del maggior numero possibile di fattori: che vanno dal consumo di acqua alla produzione di polveri, dall'effetto sull'acidità delle precipitazioni atmosferiche ai fenomeni di eutrofizzazione e così via (Pignatelli et al., 2006).

Il corretto calcolo dei benefici ambientali (in termini di riduzione delle emissioni inquinanti), derivanti dall'utilizzo del biodiesel, è particolarmente complesso e dipende da diversi fattori (tipo di motori, condizioni di utilizzo, composizione qualitativa dei carburanti, ecc.).

Ci sono molti vantaggi nell'utilizzo del biodiesel rispetto al gasolio di origine petrolifera:

- Favorevole bilancio in termini di emissioni di CO₂, in quanto il ciclo completo prevede un arricchimento organico del terreno e quindi un accumulo in esso di carbonio;
- Annullamento delle emissioni di biossido di zolfo (SO₂), in quanto il biodiesel contiene zolfo solo in tracce (< 0.001%) (Mittelbach et al. 1988);
- Diminuzione dell'emissione di alcuni gas serra nell'atmosfera, quali monossido di carbonio (CO) e ossidi di azoto (NO_x), diminuzione delle polveri sottili e del particolato incombusto.

Tale diminuzione dipende molto dalla percentuale di biodiesel presente e dal tipo di motori usati (presenza di filtri anti-particolato). Tuttavia si ha un aumento delle emissioni di aldeidi.

- Assenza di benzene o altri componenti cancerogeni, quali idrocarburi policiclici aromatici (PAH), componenti estremamente dannosi per l'uomo che determinano effetti citotossici, cancerogeni, mutagenici e respiratori cronici (Bunger et al. 2000).
- Elevata biodegradabilità, dovuta alla conformazione chimica del biodiesel, costituito da una catena lineare di atomi di carbonio con atomi di ossigeno ad un'estremità, e quindi facilmente attaccabile da parte dei microrganismi. Il biodiesel viene degradato per il 99,6% dopo 21 giorni e, in caso di dispersione accidentale, non inquina né acque né suolo. Il gasolio di origine fossile, comprendente oltre a numerosi alcani ed alcheni a catena lunga (C10 – C20) privi di ossigeno, anche idrocarburi ciclici alifatici, idrocarburi policiclici aromatici e alchilbenzeni, è in generale tossico per i microrganismi.
- Alto potere lubrificante e diminuzione dell'usura del motore.
- Elevato punto di infiammabilità (>1100°C), per cui non è classificato come materiale pericoloso ed è facile e sicuro da utilizzare.
- Assenza di contenuto in metalli nocivi quali cadmio, piombo e vanadio.

Oltre al basso impatto ambientale il biodiesel ha anche un "basso impatto" sulla salute umana (Kado et al., 1996), così come è stato confermato da uno studio del Dipartimento di Tossicologia Ambientale della Università della California di Davis (Sofo, 2006).

I dati relativi alle emissioni di miscele biodiesel/gasolio sono ancora insufficienti, nonostante anni di sperimentazione, per trarne conclusioni definitive. E' comunque evidente che, andando verso miscele con contenuti di biodiesel ridotti (5% o meno), le differenze rispetto al gasolio puro diventano praticamente inesistenti.

Partendo da simili considerazioni - e tenuto conto anche del fatto che un gasolio con un elevato contenuto di biodiesel (>30%) o il biodiesel puro possono causare inconvenienti in veicoli con guarnizioni in materiali polimerici non compatibili - il decreto legislativo n° 128/2005 fissa il limite massimo del 5% di aggiunta nel gasolio per l'immissione delle miscele diesel/biodiesel alla libera distribuzione presso le stazioni di servizio della rete stradale e autostradale, mentre le miscele con tenori di biodiesel più elevati e biodiesel puro possono essere utilizzati solo su veicoli di flotte, pubbliche o private, previa omologazione degli stessi.

In realtà, quella dell'incorporazione di percentuali limitate di biodiesel nel gasolio distribuito liberamente in rete è già da diversi anni la via preferenziale di utilizzazione del biodiesel nel nostro Paese. L'eventuale decisione di autorizzare in futuro la distribuzione in rete anche di miscele con un tenore in biodiesel superiore al 5%, dipenderà dai risultati di un apposito programma per la valutazione del "bilancio ecologico" dei biocarburanti e degli effetti ambientali derivanti dall'uso, da parte di veicoli non specificamente adattati, di tali miscele, in particolare ai fini del rispetto delle normative in materia di emissioni (Pignatelli et al., 2006).

Particolarmente interessante è la possibilità di inserire le coltivazioni dedicate al biodiesel all'interno del ciclo agricolo alimentare senza competere con esso ma anzi creando una sinergia con quest'ultimo. Infatti:

- La possibilità di utilizzare come materia prima anche gli oli usati di frittura, consente di sottrarre ai rifiuti 500.000 t/anno di materiali per la cui depurazione si spendono 1.500.000 kWh/anno;
- Il riutilizzo previsto dei residui organici della raffinazione degli oli usati ed i fanghi del processo industriale insieme a rifiuti organici urbani per la produzione di composti di qualità consente di invertire il processo di desertificazione causato dall'agricoltura intensiva e di conseguire un aumento della produzione di biomassa, sia energetica che alimentare;
- L'aumento del contenuto organico dei terreni e la loro copertura con vegetazione per un periodo più lungo dell'anno, consente un suo arricchimento biologico e un conseguente risparmio di acqua per l'irrigazione;

- La sottrazione di massa organica al ciclo dei rifiuti evita che questa venga incenerita emettendo CO₂ e consente un beneficio energetico ben più significativo attraverso la produzione del biodiesel;
- E' stato stimato che se si dedicasse a tale ciclo il 10% del territorio italiano si avrebbe una riduzione delle emissioni di CO₂ di 54Mt/anno, pari ad oltre il 50% degli obiettivi complessivi italiani.

Per evitare però che gli svantaggi siano maggiori dei benefici, in questo tipo di produzione andrebbero evitate la coltivazione intensiva con eccessivo utilizzo di diserbanti e fitofarmaci (Sofo, 2006).

3. Le implicazioni ambientali legate alla coltivazione delle oleaginose: il caso dello sviluppo della filiera biolubrificanti in Toscana

Le oleaginose, con particolare riferimento a girasole e colza molto diffuse in Toscana, sono caratterizzate da una relativa facilità di coltivazione che si traduce in una molteplicità di vantaggi a livello ambientale. Entrambe le colture sono accomunate dal fatto che hanno una modesta richiesta di cure colturali e che presentano una buona adattabilità alle diverse condizioni pedoclimatiche. Questo rende possibile la loro coltivazione anche in aree marginali inadatte alla maggior parte delle altre colture. La garanzia dell'ottenimento di buone rese anche in condizioni di limitata disponibilità idrica rende possibile la loro coltivazione in assenza di irrigazione, permettendo di valorizzare gli ambienti caratterizzati da siccità estiva. Il rapporto tra deficit evapotrasporativo e decremento di resa è nettamente a favore di queste colture rispetto alla maggior parte delle specie annuali (mais, soia, barbabietola da zucchero, ecc.).

Le limitate esigenze colturali e l'adattabilità del girasole e del colza assumono un particolare significato ai fini della buona gestione della pratica agricola. Infatti, tali caratteristiche rendono efficace il ricorso a tecniche di coltivazione a basso impatto ambientale, che come noto prevedono quantitativi notevolmente inferiori di input chimici rispetto alla tecnica convenzionale nonché il ricorso a metodi di lavorazione superficiale (rippatura) in sostituzione a lavorazioni profonde (aratura), i quali rallentano il processo di mineralizzazione del suolo e permettono una maggiore preservazione della sostanza organica.

Altro aspetto di estrema importanza utilizzando colture a girasole e colza, è rappresentato dal miglioramento della gestione degli avvicendamenti, in modo particolare nei molti casi in cui mancano alternative colturali a dette oleaginose. La realizzazione della rotazione colturale preserva infatti dal rischio di monosuccessione cerealicola che negli areali di riferimento rappresenta un problema molto sentito.

L'inserimento di una pianta da rinnovo nella rotazione colturale consente un reintegro di sostanze nutrienti nel terreno attraverso l'interramento dei residui colturali, permettendo di ridurre il ricorso a concimi chimici nell'annata successiva; l'introduzione di una dicotiledone in alternanza alle monocotiledoni fa sì di poter ridurre il quantitativo di antiparassitari da distribuire, nonché evitare lo sviluppo di resistenza da parte del parassita.

Nella collina asciutta dell'Italia centrale, il girasole non ha di fatto alternative altrettanto efficaci: il mais in coltura asciutta non è in grado di garantire produzioni stabili, presenta costi di produzione più elevati e prezzi stagnanti; il favino rappresenta una grande opportunità per la collina asciutta, ma la bassa resa ne limita la diffusione; il sorgo ha limiti di tipo commerciale; la barbabietola ha alti costi di produzione ed è limitata dalle quote di produzione.

Altrettanto importante è il ruolo del colza, adattabile in ambienti dove lo stesso girasole non può essere introdotto.

Altri vantaggi riguardo il girasole sono rappresentati dal fatto che questo è una coltura da rinnovo, primaverile-estiva, che contribuisce al mantenimento della fertilità e della struttura del terreno e contribuisce non poco ad incrementare la biodiversità dell'agro-ecosistema, preservando dal rischio della monosuccessione cerealicola.

Essendo il girasole in questione destinato a produzione non alimentare e quindi rientrando nella superficie a set-aside, è importante considerare anche l'azione protettiva e di consolidamento del terreno contro l'erosione idrica ottenuta coltivando il terreno, rispetto all'ipotesi di terreno "nudo", nell'ambito della gestione del set-aside (riduzione della lisciviazione dell'azoto nel terreno, dell'impiego di inputs chimici e della necessità di difendersi da infestanti e parassiti moltiplicatisi nei terreni mantenuti incolti).

Il colza, a sua volta, in quanto coltura a ciclo autunno-vernino, svolge un'importante azione protettiva e di consolidamento del terreno, grazie alla copertura che garantisce proprio durante i mesi in cui è maggiore il rischio idrogeologico (Benvenuti et al., 2001; Frascarelli, 2002; Brunori et al. 2003).

4. Svantaggi derivanti dall'utilizzo dei biocombustibili

Per valutare appieno i vantaggi ambientali, è necessario capire quale impatto avrebbe la trasformazione di vaste aree agricole e la conversione di altre zone, come pascoli o foreste, alla produzione di massa vegetale per biocombustibili. Infatti, così come ci sono le preoccupazioni riguardo il trascurabile impatto dell'emissione di gas ad effetto serra, ci sono ovvie maggiori preoccupazioni sulla potenziale e crescente distruzione di habitat e biodiversità. Di conseguenza, una gestione poco attenta della produzione può avere un impatto devastante a livello ambientale.

La perdita di biodiversità e l'impatto negativo sul ciclo del carbonio, nonché l'eccessivo sfruttamento di terre marginali con rischio di desertificazione, potrebbero annullare ogni beneficio ambientale e peggiorare maggiormente la situazione attuale. La questione è dunque se e come sia possibile espandere la produzione senza incorrere in questi danni e quale possa essere l'apporto delle biotecnologie alla soluzione del problema.

E' quindi necessario analizzare l'intera filiera produttiva, considerando ad esempio gli aspetti logistici e i flussi di prodotto da e nella catena (appezzamento-centro di stoccaggio oleificioazienda), le caratteristiche qualitative dell'olio grezzo, gli aspetti correlati al marketing, l'analisi economica dei costi di produzione e di trasporto tenendo conto dei vincoli posti dall'ambiente di coltivazione e dalle produzioni che si possono ottenere. Un recente studio sulla produzione ed utilizzo del biodiesel in aree risicole, logistica ed aspetti tecnico-economici (Brumati, 2003), ha mostrato ad esempio che le basse rese del colza ad ettaro, dovute anche ai terreni non adatti e agli andamenti climatici avversi, non consentono alla filiera di costituire una valida alternativa nelle attuali condizioni di mercato dei prodotti e dei fattori.

In occasione della pubblicazione del Piano di Azione della Biomassa da parte della Commissione europea, l'organizzazione BirdLife International ha avvertito l'UE che sarebbe opportuno mettere in atto delle severe misure di salvaguardia dell'ambiente. Se ciò non avvenisse, le riduzioni delle emissioni di gas sarebbero irrilevanti e, di contro, si avrebbero dei gravi impatti sull'ambiente. Sebbene la bioenergia potrebbe divenire la sorgente chiave dell'energia del futuro, ci sono delle serie preoccupazioni che il Piano di Azioni della Biomassa dell'UE non possa garantire adeguate misure di sicurezza ambientali e sociali. Queste misure dovrebbero essere applicate sia alla bioenergia importata che a quella prodotta in Europa, includendo controlli sul bilancio di gas ad effetto serra sui raccolti. A causa del loro alto livello di input durante le fasi di coltivazione e di trasformazione, avverte BirdLife, certi sistemi di produzione della biomassa avrebbero livelli di emissione di gas serra che non sono poi tanto più bassi rispetto a quelli causati dai combustibili fossili. Inoltre, l'impatto della produzione di biomassa sulla biodiversità, acqua e terra dovrebbe essere seriamente presa in considerazione. Questo è anche il maggior problema dei tropici, dove milioni di ettari di foresta sono già stati convertiti in soia, canna da zucchero e piantagioni di palma da olio, per la produzione di biodiesel a buon mercato per i paesi occidentali. Solo in Europa, per perseguire gli obiettivi proposti entro il 2020, sarà necessario un aumento della superficie dedicata a colture da cui ricavare biocombustibili dai 3.900.000 ha del 2005 ai 9.400.000 ha nel 2010 (Il Sole 24Ore, Supplemento Agrisole, 2005).

Infine, in considerazione delle agevolazioni fiscali di cui gode il biodiesel e delle conseguenti truffe che potrebbero essere attuate, particolarmente rigoroso deve essere il controllo di tutte le fasi che lo interessano, dall'arrivo, allo stoccaggio, fino alla miscelazione con il gasolio. Di conseguenza devono essere realizzati appositi circuiti dedicati al suo trattamento (Sofo, 2006).

Uno studio condotto dal Premio Nobel Paul Crutzen dimostra ancora di più che nel campo dei biocombustibili è necessaria una seria analisi del ciclo di vita per valutarne la loro effettiva sostenibilità. Lo studio in questione ha rilevato che un forte innalzamento dell'ossido nitroso (o ossido di diazoto, N_2O) in atmosfera, causato dall'incremento dell'uso di fertilizzanti che contengono azoto ai fini di colture energetiche, potrebbe da solo annullare i benefici di riduzione delle emissioni derivanti dal risparmio di combustibili fossili e addirittura innalzare la temperatura del pianeta oltre le previsioni dell'IPCC. Gli ossidi di azoto (generalmente indicati con NO_x) - tra cui l'ossido di diazoto - sono gas serra. L'ossido di diazoto ha un effetto di circa 296 volte quello dell'anidride carbonica. Secondo il documento, di cui il professore del Max Planck Institute è il principale autore, i maggiori contributi proverrebbero da colture come la colza per la produzione di biodiesel e del mais per produrre il bioetanolo. Minore impatto avrebbe, in questo senso, la canna da zucchero. Nell'analisi viene però solo presa in considerazione la conversione delle biomasse in biocombustibili e non l'impiego dei combustibili fossili per il lavoro nell'azienda agricola o per la produzione di fertilizzanti e pesticidi (Crutzen et al. 2007).

Il biodiesel può essere utilizzato allo stato puro o ad alta concentrazione solo in motori modificati o espressamente concepiti. Tuttavia, miscele a bassa concentrazione, come l'E10, con il 10% di etanolo e il 90% di benzina, o il B5 e il B20, rispettivamente composte da 5% e 20% di biodiesel miscelato a diesel fossile, sono invece immediatamente utilizzabili dalle auto già in circolazione e sono disponibili nella rete di distribuzione di numerosi paesi. Chimicamente, il biodiesel è una miscela di esteri metilici di acidi grassi (FAME: fatty acid methyl ester) ottenuta dalla reazione di transesterificazione di trigliceridi, i principali costituenti di oli e grassi, con metanolo e in presenza di un catalizzatore. La reazione produce inoltre glicerolo come sottoprodotto il quale, dopo la raffinazione, può essere venduto alle industrie farmaceutiche e cosmetiche. La produzione industriale del biodiesel avviene per via chimica, mediante catalizzatori alcalini (KOH, NaOH o CH_3ONa). Sebbene efficiente in termini di resa e tempo di reazione, l'approccio chimico alla sintesi del biodiesel presenta diversi svantaggi perché il processo avviene a pressioni e temperature elevate e quindi si ha formazione di sottoprodotti che devono essere rimossi attraverso diversi passaggi di purificazione. Inoltre, sia la conduzione del processo di produzione che i successivi trattamenti di purificazione richiedono consumo di energia e questo va ad annullare parzialmente i vantaggi energetici ed ambientali derivanti dall'utilizzo del biodiesel. A causa degli svantaggi sopra elencati dei processi tradizionali, la ricerca scientifica ha rivolto la sua attenzione verso vie innovative per la produzione del biodiesel. Presso l'Università di Cagliari è attualmente in corso una ricerca a carattere industriale per la produzione di biodiesel mediante catalisi enzimatica con enzimi immobilizzati. Questo permetterebbe di operare a pressione atmosferica e temperatura ambiente, o comunque non troppo elevata, garantendo un basso consumo energetico e un'elevata selettività e specificità (Salis, 2005). Infine, uno studio della società di consulenza milanese "Ig partners" individua il futuro del biodiesel nell'olio di palma e in quello ricavato dai semi della *jatropha*, una pianta che cresce spontaneamente in Africa, Asia e centro-America (Il Sole 24 Ore, 2006). Sembra che 1000 litri di biocarburante ricavato da olio di palma o di *jatropha* costano, rispettivamente, 520 e 320 euro contro i 551 necessari ad acquistare un'analoga quantità di gasolio tradizionale; questo costituisce un risparmio notevole se si pensa che 1000 litri di biodiesel ricavato da colture "sovvenzionate" dalla UE costano oggi tra i 605 e i 750 euro (Il Sole 24 Ore, 2006; Sofo, 2006).

5. Bilanci generali - Life Cycle Assessment del biodiesel

Per poter affermare che il biodiesel è più o meno inquinante di altri combustibili, è necessario studiare il suo intero ciclo di vita.

L'analisi del ciclo di vita del biodiesel, prevede la scomposizione della catena produttiva del sistema studiato in tante frazioni elementari e per ognuna di queste si raccolgono informazioni relative agli input e agli output relativi. La fase finale dello studio è costituita dall'aggregazione dei dati ottenuti per ogni singola unità in modo da ottenere il bilancio generale dell'intero ciclo di vita, in modo da fornire un quadro generale relativo sia agli aspetti energetici che ambientali.

Le unità base dell'intera filiera sono:

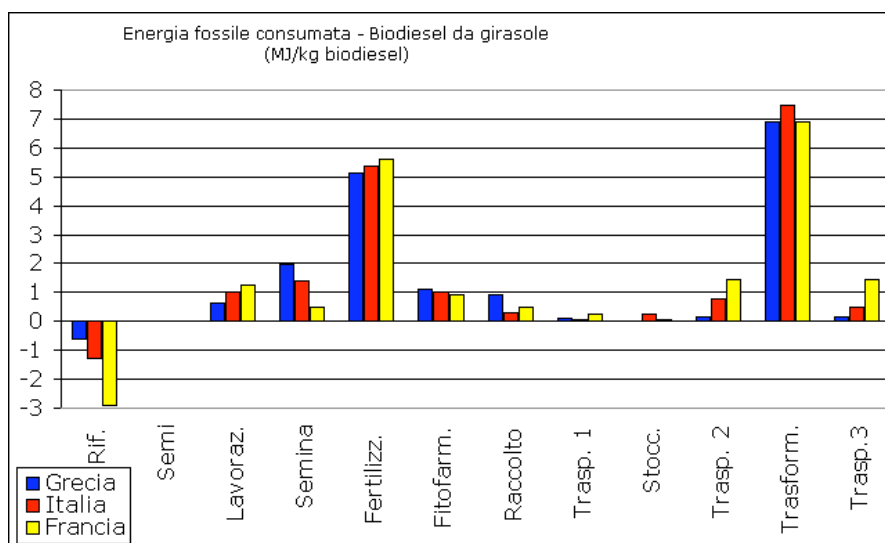
- Sistema di riferimento agricolo: rappresenta la coltura che viene sostituita dalla coltura energetica e quindi non più in grado di creare impatti all'ambiente. Viene calcolato come un *credito* per la coltura energetica. Nel caso specifico, il sistema alternativo è rappresentato dal terreno a set-aside soggetto alle minime lavorazioni previste dalla normativa in materia.
- Produzione di semi
- Lavorazioni del terreno
- Semina
- Fertilizzazione
- Trattamenti chimici
- Raccolta
- Trasporto allo stoccaggio
- Stoccaggio
- Trasporto all'impianto: comprende il trasporto mediante camion dall'azienda all'impianto di trasformazione.
- Lavorazione industriale: comprende tutte le operazioni industriali, i macchinari, gli impianti e i fabbricati utilizzati dal momento del ricevimento del seme al trasporto finale (escluso) del prodotto finito (biodiesel). Comprende perciò lo stoccaggio, l'estrazione, la raffinazione, la transesterificazione.
- Trasporto al consumo: comprende il trasporto mediante autobotte del biodiesel al consumo finale.

Per ogni unità, vista come una scatola, sono stati analizzati gli input di energia, di materiali e di macchine e sono stati conteggiati gli output (emissioni) come indicato nella tabella sotto riportata:

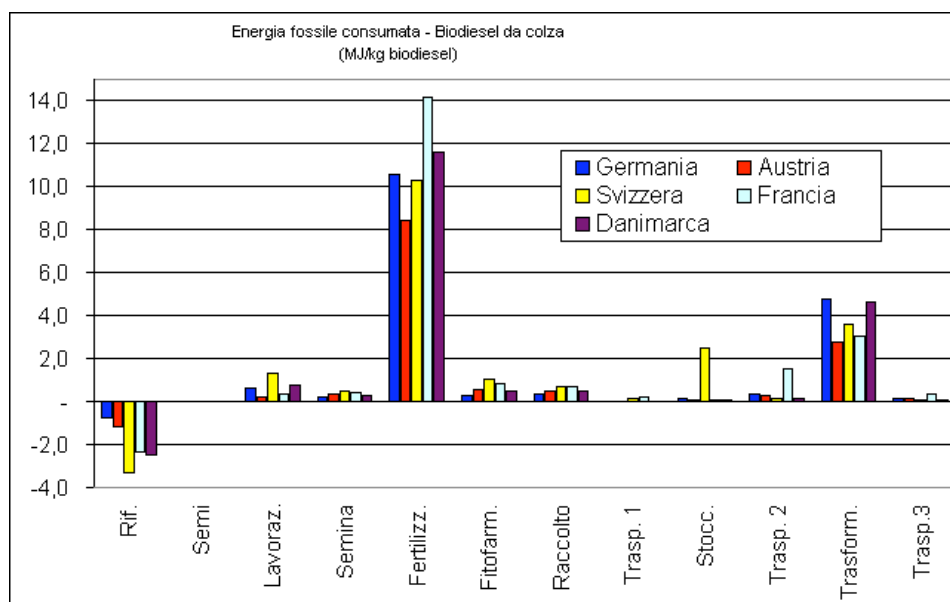
Input	Output
energia utilizzata	emissioni in atmosfera
macchinari	rese colturali
fabbricati	sottoprodotti
fertilizzanti	/
fitofarmaci	/

5.1 Aspetti Energetici

Nel grafico è indicato il consumo di energia fossile (espresso in MJ per kg di biodiesel prodotto) per ogni frazione della catena di "biodiesel da olio di girasole" e per i tre Paesi coinvolti nello studio.

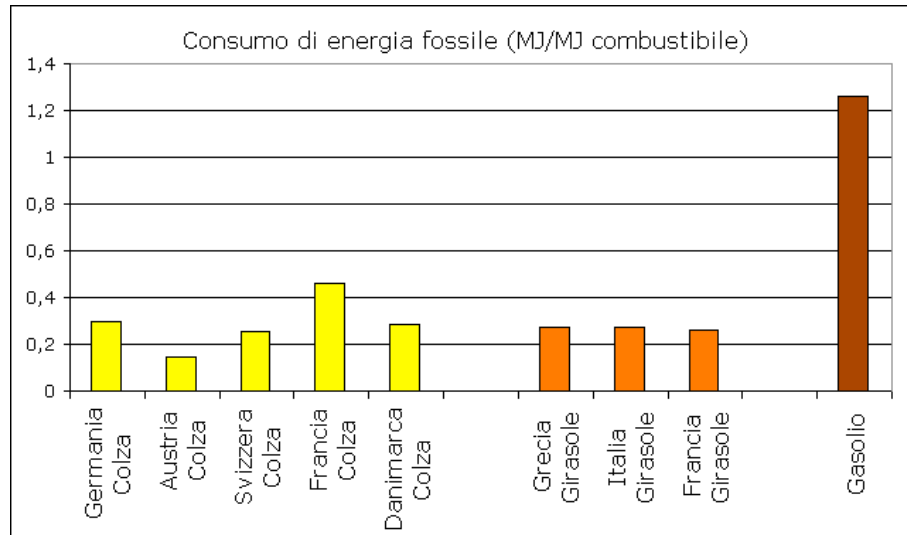


Come si può osservare il sistema di riferimento agricolo è negativo in quanto costituisce un credito per la coltura energetica. Un notevole peso nel consumo energetico dell'intera catena è rappresentato dalla fertilizzazione che richiede un terzo dell'energia fossile utilizzata nell'intera filiera e circa il 60% dell'energia richiesta per la fase di trasformazione industriale del prodotto. Nel grafico successivo è indicato il consumo di energia fossile (espresso in MJ per kg di biodiesel prodotto) per ogni unità della catena di "biodiesel da olio di colza" e per i cinque Paesi coinvolti nello studio.



Anche in questo caso l'analisi della catena mette in evidenza un elevato consumo di energia fossile nella fase di fertilizzazione dovuto ad abbondante utilizzo di fertilizzanti (la cui produzione comporta elevati costi energetici); come si può osservare tale frazione comporta un dispendio energetico superiore a quello della fase di trasformazione dei semi in metilestere.

Se si confronta l'energia richiesta dalle due filiere con quella richiesta per la produzione del gasolio si ottiene il risultato mostrato nel grafico seguente, dove è evidenziato il consumo energetico per produrre un MJ di combustibile. Rispetto ai grafici precedenti in questo caso sono stati considerati nella metodologia anche altri aspetti quali il contributo del pannello all'intero sistema e la produzione di glicerina (allocazione).

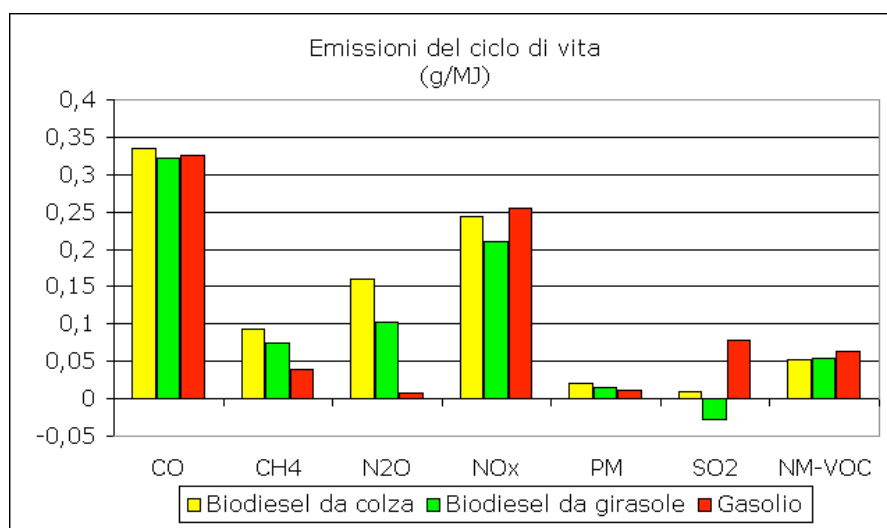


Ad esempio, sostituendo il gasolio con il biodiesel in Germania, per ogni MJ di combustibile si risparmiano circa 0,96 MJ di energia fossile. Il che significa, in termini quantitativi, che per ogni kg di gasolio sostituito da biodiesel si risparmiano circa 40 MJ di energia fossile

5.2 Aspetti ambientali

L'analisi del ciclo di vita estesa agli aspetti ambientali coinvolge, oltre alle singole unità di processo individuate precedentemente, anche le emissioni allo scarico dovute all'uso finale del biodiesel.

Nello studio citato (BIOFIT) si è supposto che il biocombustibile venga utilizzato come sostituto del gasolio in un'autovettura e il confronto finale è stato effettuato sulla base dell'unità di energia del combustibile, in modo da tener conto del differente potere calorifico del metil estere e del gasolio.



Il primo risultato da segnalare è l'emissione negativa dell' SO_2 prodotta dalla catena del biodiesel da olio di girasole. Il valore negativo è dovuto all'inserimento nel calcolo (allocazione) delle emissioni

attribuibili al pannello di estrazione dell'olio dai semi normalmente utilizzato per alimentazione animale. Tali emissioni sono confrontate con quelle causate dalla produzione di un'equivalente (in termini di contenuto proteico) quantità di mangime a base di soia. In altre parole, la produzione di olio vegetale comporta la produzione del pannello; questo viene utilizzato per l'alimentazione animale e come tale va a sostituire un'equivalente quantità di farina di soia. In questo caso la produzione della farina di soia viene meno e quindi le emissioni relative devono venire sottratte dalla emissioni della catena principale del girasole e del colza. Poiché la produzione di soia è molto più inquinante in termini di SO₂ emessa rispetto alla produzione di girasole (meno per il colza), il risultato finale è un credito di SO₂ per il girasole. Come si può osservare mentre per il monossido di carbonio non si può dire quale sia il combustibile migliore per altri inquinanti si nota un scarto più o meno evidente tra metilesteri e gasolio. In particolare gli NO_x, l'SO₂ e i VOC emessi durante l'intero ciclo di vita del metilestere sono inferiori a quelli emessi nel ciclo di vita del gasolio, mentre il metano, il particolato e il protossido di azoto risultano essere superiori. Appare chiaro come, seppure con tutti i limiti del caso, l'LCA sia in grado di evidenziare situazioni che difficilmente verrebbero alla luce, come il caso degli NO_x, punto dolente per il biodiesel per le emissioni al tubo di scappamento, ma punto di forza lungo tutta la catena (Comitato Termotecnico Italiano, 2000).

6. La coltivazione di piante oleaginose nel Salento

La Puglia in generale e l'area del Grande Salento in particolare (comprendente le province di Brindisi, Lecce e Taranto) si collocano in posizione baricentrica nel Mediterraneo. Tale posizione può consentire all'intera area salentina, al suo apparato di produzione (agricola, industriale e terziaria), alle sue istituzioni culturali e al suo sistema logistico, l'assolvimento di un ruolo di *grande area-cerniera* nel Mediterraneo.

6.1 La coltivazione di piante oleaginose nella Provincia di Lecce

L'agricoltura della Provincia di Lecce è caratterizzato da una grande diffusione a coltivazione legnosa pari al 59% della superficie coltivabile. All'interno di questo tipo di coltivazione le tipologie più diffuse sono coltivazione legnosa a ulivo e a vite con rispettivamente il 55% ed il 6% della superficie agricola utilizzata. Il restante 32% della superficie coltivabile è seminativo, quindi potenzialmente utilizzabile per la coltivazione di piante oleaginose per la produzione di biocarburanti (Figura 1).

Superfici per tipologia di coltivazione Anno 2000

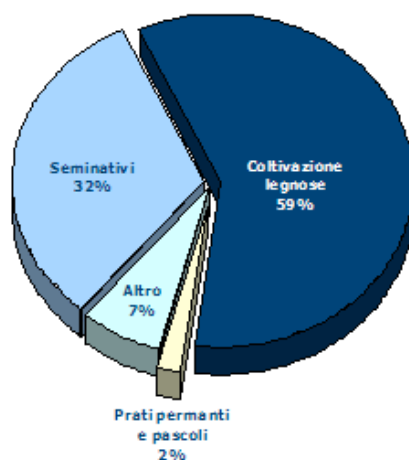


Figura 1. 5° Censimento Generale dell'Agricoltura Anno 2000, Fonte: elaborazione dati Istat

La superficie coltivabile a seminativo è stata oggetto nel corso degli anni ad una differenziazione delle colture coltivate, in relazione soprattutto ai contributi erogati dalla Comunità Europea (Politica Agricola Comunitaria di riferimento).

Nella tabella 1 si può notare come dal 1999 al 2001, nella provincia di Lecce, si è avuta una notevole coltivazioni di specie oleaginose, in particolar modo di colza e girasole.

A partire dal 2002 vi è stato tuttavia un crollo della superficie dedicata a tali specie, in concomitanza all'eliminazione del contributo europeo.

Tabella 1. Coltivazioni di specie oleaginose (in Ha) nella Provincia di Lecce (dati ISTAT).

	ANNO								
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005*	2006*	2007*
SPECIE OLEAGINOSA									
COLZA	4955	4050	4000	25	0	0	0	0	0
GIRASOLE	4200	4270	3950	39	0	0	0	50	0

* Dati provvisori suscettibili di successive rettifiche.

Negli ultimi anni a causa del crescente interesse del mondo imprenditoriale verso le agroenergie (Figura 2), si è rivalutata la possibilità di dedicare alla coltivazione di piante oleaginose parte dei terreni seminativi, le superfici a set-aside, di riconvertire a tale coltivazione le superfici attualmente coltivate a colture non più remunerative, quali il tabacco.



**PERIODICO DELLA FEDERAZIONE
COLDIRETTI DI LECCE**

Anno XXIX - Numero 5

terra salentina..

LUGLIO 2006

Un innovativo progetto siglato da Coldiretti Lecce, Confindustria, Italgest ed enti locali

Energia pulita dai campi di girasole

Gli agricoltori mettono a disposizione ventimila ettari per produrre elettricità

Il contributo che l'agricoltura può dare nel migliorare la vivibilità dei nostri territori si evidenzia con un importante tassello per lo sviluppo delle bioenergie in provincia di Lecce che è stato posto attraverso la sigla di un protocollo di intesa che pone le condizioni perché, da un parte, venga prodotta energia pulita attraverso l'utilizzo di oli vegetali, in linea con quanto previsto dal protocollo di Kyoto e, dall'altra, l'agricoltura abbia nuove opportunità nell'ambito della compartecipazione a progetti di filiera nel settore energetico e nell'ambito delle scelte culturali in sostituzione di coltivazioni quali il tabacco e la barbabietola, divenute non più convenienti a seguito della recente riforma della Politica Agricola Comunitaria.

Il protocollo d'intesa è stato firmato l'11 luglio da Vincenzo Tremolizzo, Presidente di Coldiretti Lecce, Pietro Montinari, Presidente di Confindustria Lecce, Enzo Russo, Assessore alle Risorse Agroalimentari della Regione Puglia, Giovanni Pellegrino, Presidente della Provincia di Lecce, Adriana Poli Bortone, Sinda-



co del Comune di Lecce, Remigio Venuti, Sindaco di Casarano e da Pa-ride De Masi, amministratore delegato del gruppo industriale Italgest di Melissano e prevede la realizzazione da parte di quest'ultimo di due impianti per la produzione di energia pulita attraverso l'utilizzo di oli vegetali, per complessivi 50 MW.

Per l'alimentazione di detti impianti, il protocollo prevede l'utilizzo di materia prima prodotta in loco, in particolare Coldiretti si impegnerà a favorire la riconversione di superfici attualmente coltivate a colture non più remunerative, a colture oleaginose (in particolare girasole), con l'obiettivo di raggiungere nei primi due anni una superficie di 20.000 ettari,

ma con la prospettive di riuscire a soddisfare, a regime, l'intero fabbisogno degli impianti in questione.

L'impegno a sostenere l'iniziativa è stata presa, nell'ambito del protocollo, dall'Assessore Regionale alle Risorse Agroalimentari dr. Enzo Russo e dal Presidente della Provincia avv. Giovanni Pellegrino rispettivamente per quanto riguarda le azioni di supporto alla riconversione delle colture agricole e, più in generale, per la diffusione e lo sviluppo della produzione di energia pulita da biomasse vegetali e gli aspetti legati allo sviluppo di filiere agroindustriali nel settore e alla formazione del personale coinvolto nel progetto.

Il protocollo prevede fra l'altro la possibilità di riconvertire o, più semplicemente, ampliare le possibilità di lavorazione dei frantoi oleari, allargandole alla produzione di olio di girasole. L'impegno in tal senso viene assunto nell'ambito del protocollo da Confindustria Lecce la quale favorirà l'uso di energia da fonti rinnovabili all'interno delle imprese associate.

Infine i Comuni di Lecce e di Ca-

saranno intervenzioni nel protocollo dando la disponibilità ad ospitare sul proprio territorio gli impianti di cui sopra, attivandosi nel contempo a fare opera di sensibilizzazione per diffondere la "cultura" dell'utilizzo di energie derivanti da fonti rinnovabili.

In merito all'iniziativa, il direttore della Coldiretti di Lecce Donnini, ha dichiarato che si tratta di un importante accordo pilota che sperimenta per la prima volta un rapporto di filiera nel settore bioenergetico e che potrà sicuramente essere esportato in tutta la Regione Puglia.

Il Presidente Tremolizzo ha invece rimarcato come Coldiretti stia con coerenza trasformando in progetti concreti le sue idee sul ruolo dell'agricoltura nella produzione di energie alternative, fermo restando che questa attività è solo un aspetto del ruolo multifunzionale dell'impresa agricola che va necessariamente completato con altre iniziative per le quali Coldiretti Lecce sta già lavorando. Nel prossimo numero approfondimenti ed interviste sull'iniziativa.

Figura 2. Articolo pubblicato sul periodico della federazione Coldiretti di Lecce relativo all'interesse del territorio verso le agroenergie.

Tuttavia nel valutare la fattibilità dell'attivazione di una filiera agroenergetica è fondamentale l'analisi del ciclo di vita (LCA) del sistema energetico e della sostenibilità su larga scala e a lungo termine (Ciancaleoni, 2007).

Di cruciale importanza per la progettazione della filiera è sicuramente la scelta delle colture più adatte alle condizioni climatiche e pedologiche del territorio in cui devono essere coltivate. Per quanto riguarda la provincia di Lecce una particolare attenzione va rivolta ad una corretta gestione delle risorse idriche. Il territorio salentino, infatti è caratterizzato da scarsa disponibilità di acqua, in particolare di corpi idrici superficiali, per cui gran parte delle risorse idriche provengono dalle regioni limitrofe o sono attinte da corpi idrici sotterranei. La falda viene alimentata dalle precipitazioni direttamente influenti sul territorio e dal contributo rinveniente dagli apporti murgiani. La caratteristica più rilevante della falda carsica salentina è che galleggia per tutta la sua estensione sull'acqua di mare di invasione continentale, con collegamento sotterraneo tra le acque dei mari Ionio e Adriatico. La falda assume quindi una configurazione lenticolare, con spessori massimi nella parte centrale della Penisola. Negli ultimi decenni si è assistito alla progressiva salinizzazione delle acque di falda, per intrusione marina sia laterale che dal basso, a causa del massiccio emungimento per le attività umane e agricole, spesso abusivo e non razionale (stato dell'irrigazione in Puglia volume primo, 1999).

L'uso di acque salmastre per l'irrigazione delle colture può determinare, a lungo termine, la perdita del potenziale biologico dei suoli e quindi portare a fenomeni di desertificazione, la quale inoltre per le aree carsiche costiere risulta essere un problema strettamente connesso a quello della salsificazione delle acque di falda. Acque di falda con contenuto salino di alcuni grammi per litro possono essere utilizzate per varie colture, ma il loro uso determina, in carenza di efficaci fenomeni di dilavamento, un progressivo accumulo di sali nei suoli che perdono parte del loro potenziale biologico, talora in modo irreversibile. Nel territorio di Lecce l'incidenza del fenomeno di salsificazione è particolarmente elevato. D'altra parte, già le locali condizioni climatiche, caratterizzate da brevi e intense precipitazioni invernali e da aridità estiva molto spinta (Figura 3), predispongono l'area a tale rischio di desertificazione. La riduzione della piovosità totale annua, concomitante l'aumento della temperatura media terrestre, comporta la riduzione dei quantitativi d'acqua potenzialmente disponibili per la ricarica delle falde, aumentando ulteriormente il rischio di desertificazione nell'area carsica costiera di Lecce (Delle Rose et al., 2003).

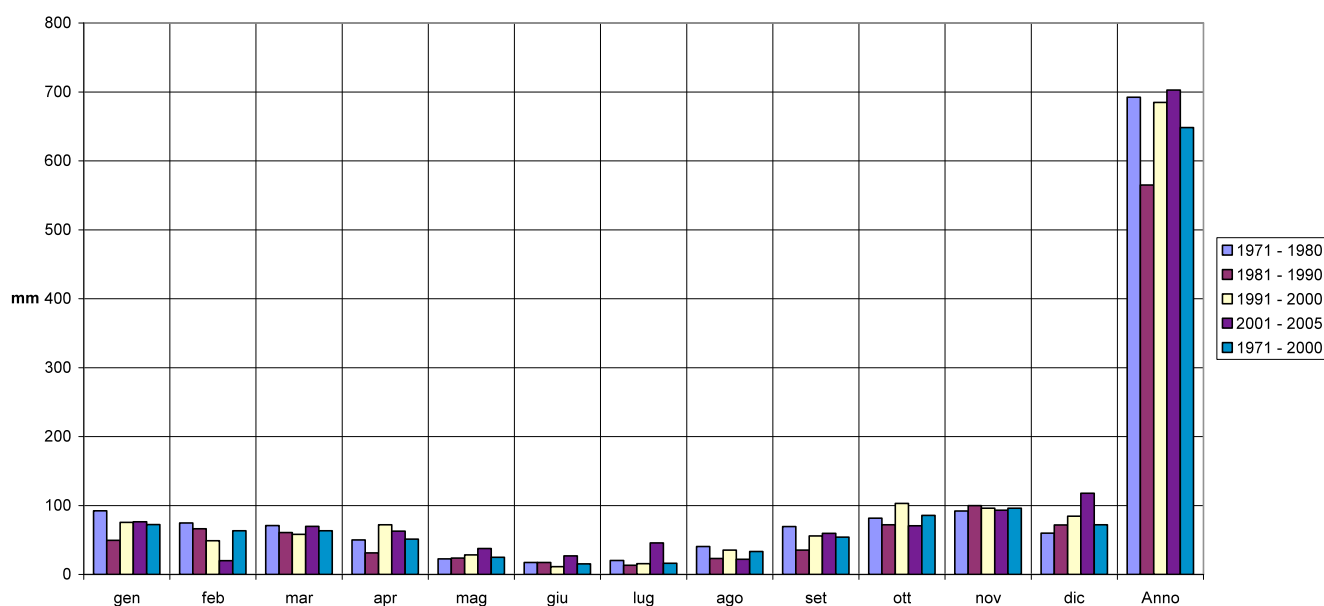


Figura 3. Istogramma dei valori pluviometrici medi mensili ed annui, per la stazione pluviometrica di Lecce, elaborati per periodi dal 1971 al 2005. Fonte: Regione Puglia settore protezione civile – ufficio idrografico e mareografico

Dunque, per uno sviluppo delle filiere agroenergetiche economicamente, ecologicamente e socialmente sostenibile, come evidenziato da vari autori (Van Dyne et al., 1996; Piccioni, 2006; Berton, 2007; Ciancaleoni, 2007), i fattori fondamentali sono:

- la definizione di accordi di filiera a livello locale, in cui l'agricoltore deve rivestire un ruolo centrale;
- il mantenimento di una dimensione territoriale che riduca l'impatto energetico e ambientale del trasporto e consenta l'instaurarsi di economie di scala;
- l'individuazione dei sistemi colturali e delle tecniche agronomiche più adatti per l'introduzione in azienda delle colture dedicate alla produzione di energia, evitando l'interazione negativa con altre filiere agricole;
- la valorizzazione del territorio rurale, attraverso lo sviluppo delle comunità e delle imprese agricole locali (Lari, 2007).

6.2 La coltivazione di piante oleaginose nella Provincia di Brindisi

In tabella 2 si può notare come dal 1999 al 2001, nella provincia di Brindisi si sia avuto un decremento delle coltivazioni di specie oleaginose, in particolar modo di colza e girasole.

A partire dal 2002 vi è stato tuttavia un crollo della superficie dedicata a tali specie, in concomitanza all'eliminazione del contributo europeo.

Tabella 2. Coltivazioni di specie oleaginose (in Ha) nella Provincia di Brindisi (*dati ISTAT*)

	ANNO								
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005*	2006*	2007*
SPECIE OLEAGINOSA									
COLZA	650	860	400	100	0	0	0	0	0
GIRASOLE	1400	1290	1200	700	0	0	0	0	0

* Dati provvisori suscettibili di successive rettifiche.

Anche la provincia di Brindisi come quella di Lecce presenta condizioni climatiche caratterizzate da brevi e intense precipitazioni invernali e da aridità estiva molto spinta (Figura 4) che portano tale area a rischio di desertificazione.

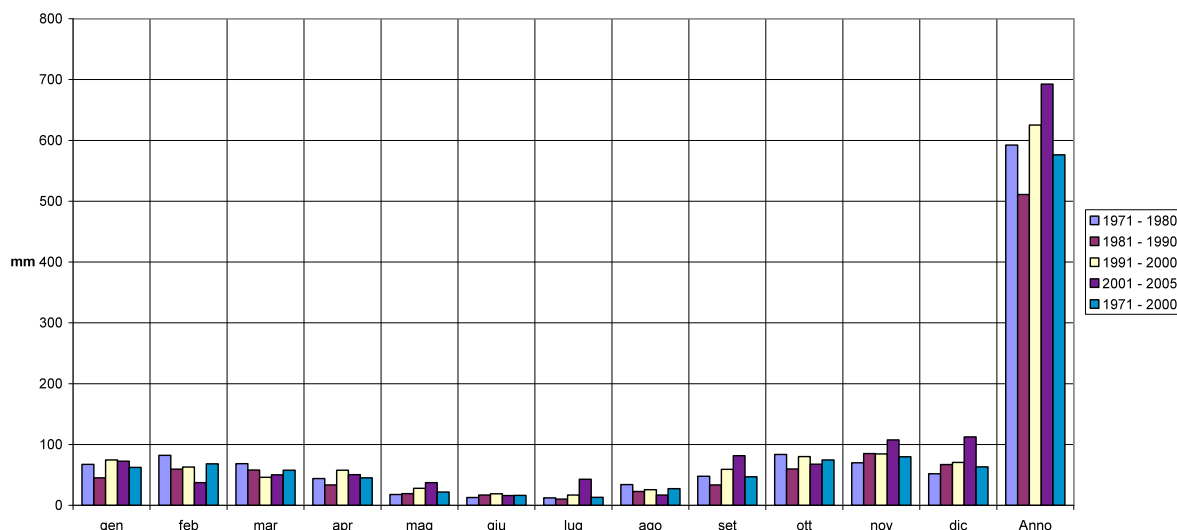


Figura 4. Istogramma dei valori pluviometrici medi, mensili ed annui, per la stazione pluviometrica di Brindisi, elaborati per periodi dal 1971 al 2005. Fonte: Regione Puglia settore protezione civile – ufficio idrografico e mareografico

6.3 La coltivazione di piante oleaginose nella Provincia di Taranto

In tabella 3 si può notare come dal 1999 al 2001, nella provincia di Taranto, come in quella di Brindisi, si sia avuto un decremento delle coltivazioni di specie oleaginose, in particolar modo di colza e girasole. Con la mancata erogazione del contributo europeo a partire dal 2002, a differenza delle province di Lecce e Brindisi, non si è avuto un repentino crollo della superficie dedicata alla coltivazione di tali piante oleaginose ma si è mantenuta più o meno costante fino al 2007.

Tabella 3. Coltivazioni di specie oleaginose (in Ha) nella Provincia di Taranto (*dati ISTAT*)

	ANNO									
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005*	2006*	2007*	2008*
SPECIE OLEAGINOSA										
COLZA	640	380	320	220	175	165	140	130	120	110
GIRASOLE	160	120	80	50	42	35	25	25	30	n.d.

* Dati provvisori suscettibili di successive rettifiche.

Così come le due precedenti province, anche quella di Taranto, collocandosi nella stessa area geografica, presenta condizioni climatiche simili a quelle precedenti, caratterizzate da brevi e intense precipitazioni invernali e da aridità estiva molto spinta (Figura 5).

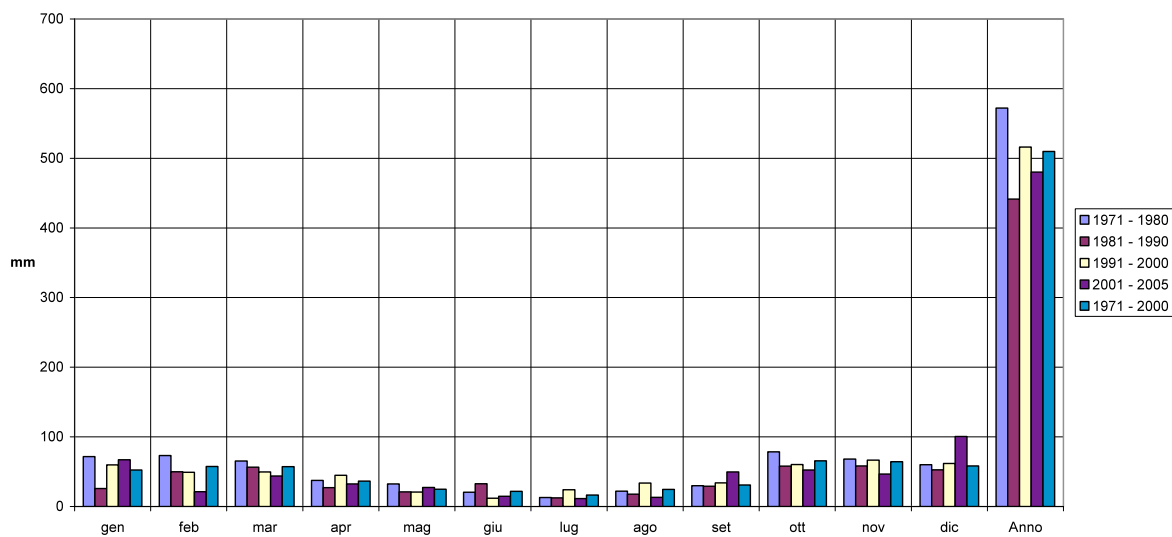


Figura 5. Istogramma dei valori pluviometrici medi, mensili ed annui, per la stazione pluviometrica di Taranto, elaborati per periodi dal 1971 al 2005. Fonte: Regione Puglia settore protezione civile – ufficio idrografico e mareografico

BIBLIOGRAFIA

BENVENUTI A. E VANNOZZI G.P. (2001) - *ASPETTI GENERALI DELLE PIANTE OLEIFERE*. IN BALDONI R. E GIARDINI L. (2001) - COLTIVAZIONI ERBACEE. PÀTRON EDITORE.

BENVENUTI A. E VANNOZZI G.P. (2001) - *GIRASOLE (HELIANTHUS ANNUUS L.)*. IN BALDONI R. E GIARDINI L. (2001) - COLTIVAZIONI ERBACEE. PÀTRON EDITORE.

BERTON M. (2007) - *LE IMPRESE AGRIENERGETICHE COME MODELLI ORGANIZZATIVI DELLE FILIERE BIOENERGETICHE* – CONFERENZA NAZIONALE INNOREF – INFO DAY ENERGIA INTELLIGENTE EUROPA, TORREANO DI MARTIGNACCIO (UD), 12 GIUGNO

BRUNORI G.,ROSSI A., CALDUCCI E. (2003) - *VALUTAZIONE DELLA FATTIBILITA' ECONOMICA, AMBIENTALE E SOCIO-TERRITORIALE DELLO SVILUPPO DELLA FILIERA BIOLUBRIFICANTI IN TOSCANA* - DIPARTIMENTO DI AGRONOMIA E GESTIONE DELL'AGROECOSISTEMA, SEZIONE DI ECONOMIA AGRARIA E AMBIENTALE.

BRUMATI M. (2003) *PRODUZIONE ED UTILIZZO DEL BIODIESEL IN AREE RISICOLE: LOGISTICA ED ASPETTI TECNICO-ECONOMICI* _ TESI DI LAUREA, UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO, FACOLTÀ DI AGRARIA, ANNO ACCADEMICO 2002-2003

BUNGER J., J. KRAHL, K. BAUM, O. SCHRODER, M. MULLER, G. WESTPHAL, P. RUHNAU, T.G. SCHULZ E E. HALLIER (2000) *CYTOTOXIC AND MUTAGENIC EFFECTS, PARTICLE SIZE AND CONCENTRATION ANALYSIS OF DIESEL ENGINE EMISSIONS USING BIODIESEL AND PETROL DIESEL AS FUEL*. ARCHIVES OF TOXICOLOGY 74(8): 490-498

CHARLES M. B., RYAN R., RYAN N., OLORUNTOBA R. (2007) - *PUBLIC POLICY AND BIOFUELS: THE WAY FORWARD?* - ENERGY POLICY 35, PP.5737–5746

CIANCALEONI F. (2007) – *PROBLEMI E DIFFICOLTÀ PER LO SVILUPPO DEL SETTORE DEI BIOCARBURANTI IN ITALIA* - BIOMASSA: SFIDE E OPPORTUNITÀ, SEMINARIO COPA-COGECA, BRUXELLES (B), 29-30 NOVEMBRE

CRUTZEN P. J., MOSIER A. R., SMITH K. A., WINIWARTER W., (2007) - *N2O RELEASE FROM AGRO-BIOFUEL PRODUCTION NEGATES GLOBAL WARMING REDUCTION BY REPLACING FOSSIL FUELS*

DELLE ROSE M., DE MARCO M., FEDERICO A., FIDELIBUS C., INTERNÒ G., ORGIATO W., PISCAZZI A. 2003 - *STUDIO PRELIMINARE SUL RISCHIO DI DESERTIFICAZIONE NEL TERRITORIO CARSICO DI LECCE* THALASSIA SALENTINA VOL. 26, SUPPL., PP. 135-143

EEA, EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2005) - *HOW MUCH BIOMASS CAN EUROPE USE WITHOUT HARMING THE ENVIRONMENT?* - EEA BRIEFING, 2

EEA, EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2007) - *ESTIMATING THE ENVIRONMENTALLY COMPATIBLE BIOENERGY POTENTIAL FROM AGRICULTURE* – EEA TECHNICAL REPORT N°12/2007

ENGUÍDANOS M., SORIA A., JENSEN P., KAVALOV B. (2002) - *TECHNO-ECONOMIC ANALYSIS OF BIODIESEL PRODUCTION IN THE EU: A SHORT SUMMARY FOR DECISION MAKERS* - INSTITUTE FOR PROSPECTIVE TECHNOLOGICAL STUDIES, REPORT EUR 20279 EN

FAGERNÄS L., JOHANSSON A., WILÉN C., SIPILÄ K., MÄKINEN T., HELYNEN S., DAUGHERTY E., DEN UIL E., VEHLW J., KÄBERGER T., ROGULSKA M. (2006) – *BIOENERGY IN EUROPE. OPPORTUNITIES AND BARRIERS* – BIOENERGY NOE, VTT RESEARCH NOTES 2352

FRASCARELLI A. (2002) - *IL GIRASOLE RESISTE NONOSTANTE AGENDA 2000*. SPECIALE GIRASOLE. L'INFORMATORE AGRARIO 11/2002.

GILBERTSON T., HOLLAND N., SEMINO S., SMITH K. (2007) – *PAVING THE WAY FOR AGROFUELS. EU POLICY, SUSTAINABILITY CRITERIA AND CLIMATE CALCULATIONS* – DISCUSSION PAPER

GRUPPO DI LAVORO "PUGLIA ", COORDINATO DA GIACOMO CASIELLO (INEA). 1999 - *STATO DELL'IRRIGAZIONE IN PUGLIA - VOLUME PRIMO* PROGRAMMA OPERATIVO MULTIREGIONALE. SOTTOPROGRAMMA III MISURA 3

HILL J., NELSON E., TILMAN D., POLASKY S., TIFFANY D. (2006) – *ENVIRONMENTAL, ECONOMIC, AND ENERGETIC COSTS AND BENEFITS OF BIODIESEL AND ETHANOL BIOFUELS* – WWW.PNAS.ORG

KADO N. Y., OKAMOTO R. A., KUZMICKY P. A. (1996) - *CHEMICAL AND BIOASSAY ANALYSES OF DIESEL AND BIODIESEL PARTICULATE MATTER: PILOT STUDY* - DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL TOXICOLOGY, UNIVERSITY OF CALIFORNIA DAVIS

KIM S. E DALE B. E. (2005) – *LIFE CYCLE ASSESSMENT OF VARIOUS CROPPING SYSTEMS UTILIZED FOR PRODUCING BIOFUELS: BIOETHANOL AND BIODIESEL* – BIOMASS AND BIOENERGY 29, PP.426-439

IEA (2006) – *WORLD ENERGY OUTLOOK*

IL SOLE 24ORE, SUPPLEMENTO AGRISOLE. 16-22 DICEMBRE 2005. ANNO 10°, 49: 1-3

IL SOLE 24 ORE. SCIENZA, TECNOLOGIA, INNOVAZIONE. 9 MARZO 2006, N.19

LARI A. (2007)- *I BIOCARBURANTI, INDAGINE SULLO SCENARIO ATTUALE, LO STATO DELL'ARTE E LE PROSPETTIVE FUTURE DI RICERCA,*

MITTELBAACH M.P. E P. TRITTHART (1988) *DIESEL FUEL DERIVED FROM VEGETABLE OILS, III: EMISSIONS TESTS USING METHYL ESTERS OF USED FRYING OIL* - JOURNAL OF THE AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY, VOL.65 (7): 1185

MOL A. P. J. (2007) – *BOUNDLESS BIOFUELS? BETWEEN ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY AND VULNERABILITY* – SOCIOLOGIA RURALIS, VOL 47, N°4

OECD (2007) - *BIOFUELS FOR TRANSPORT: POLICIES AND POSSIBILITIES*

PICCIONI E. (2006) - *BIOMASSE DA ENERGIA. FILIERA BIOCOMBUSTIBILI LIQUIDI* – CORSO DI FORMAZIONE "BIOMASSE ED ENERGIE RINNOVABILI, GROSSETO, 14-15 GIUGNO

PIGNATELLI V., CLEMENTEL C. (2006) - *I BIOCARBURANTI IN ITALIA: OSTACOLI DA SUPERARE E OPPORTUNITÀ DI SVILUPPO* - ENEA, UNITÀ TECNICO SCIENTIFICA BIOTECNOLOGIE, PROTEZIONE DELLA SALUTE E DEGLI ECOSISTEMI GRUPPO SISTEMI VEGETALI PER PRODOTTI INDUSTRIALI

SALIS A. (2005) *ENERGIA PULITA: L'USO DI ENZIMI IMMOBILIZZATI NELLA PRODUZIONE DI BIODIESEL*; INFORMAZIONE 103: 29-31

SANTA BARBARA J. (2007) – *THE FALSE PROMISE OF BIOFUELS* – A SPECIAL REPORT FROM THE INTERNATIONAL FORUM ON GLOBALIZATION AND THE INSTITUTE FOR POLICY STUDIES

SIMS R. E. H., HASTINGS A., SCHLAMANDINGER B., TAYLOR G., SMITH P. (2006) – *ENERGY CROPS: CURRENT STATUS AND FUTURE PROSPECTS* – GLOBAL CHANGE BIOLOGY 12, PP.2054-2076

SOFO A.-(2006). *I BIOCOMBUSTIBILI: VANTAGGI, PROBLEMATICHE E REALI POSSIBILITÀ DI DIFFUSIONE* - UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA, DIPARTIMENTO DI SCIENZE DEI SISTEMI COLTURALI, FORESTALI E DELL'AMBIENTE.

ULGIATI S. (2001) - *A COMPREHENSIVE ENERGY AND ECONOMIC ASSESSMENT OF BIOFUELS: WHEN "GREEN" IS NOT ENOUGH* - CRITICAL REVIEWS IN PLANT SCIENCES 20(1), PP.71-106

VAN DYNE D. L., WEBER J. A., BRASCHLER C. H. (1996) – *MACROECONOMIC EFFECTS OF A COMMUNITY-BASED BIODIESEL PRODUCTION SYSTEM* - BIORESOURCE TECHNOLOGY 56, PP.1-6

VENTURI P. E VENTURI G. (2003) - *ANALYSIS OF ENERGY COMPARISON FOR CROPS IN EUROPEAN AGRICULTURAL SYSTEMS* - BIOMASS AND BIOENERGY 25, PP.235 – 255

SITI INTERNET

[HTTP://WWW.AGR.UNIPI.IT/LABRURAL](http://www.agr.unipi.it/labrural)

[HTTP://WWW.BIRDLIFE.COM/](http://www.birdlife.com/)

[HTTP://WWW.CTI2000.IT/BIODIESEL.HTM](http://www.cti2000.it/biodiesel.htm)

PRODUZIONE E UTILIZZO DEI BIOCOMBUSTIBILI LIQUIDI DERIVATI DA OLI VEGETALI
SITO SVILUPPATO E GESTITO DAL COMITATO TERMOTECNICO ITALIANO NELL'AMBITO DEL
PROGRAMMA PROBIO "AGRICOLTURA PER LA CITTÀ" IDEATO DALLA REGIONE LOMBARDIA
(DIREZIONE GENERALE AGRICOLTURA) E PROMOSSO DAL MIPAF

[HTTP://EC.EUROPA.EU/ENERGY/RES/BIOMASS_ACTION_PLAN/GREEN_ELECTRICITY_EN.HTM](http://ec.europa.eu/energy/res/biomass_action_plan/green_electricity_en.htm)

PIANO D'AZIONE PER LA BIOMASSA 2005

[HTTP://WWW.INEA.IT/PDF/IRRI/PUGLIA_IND.PDF](http://www.inea.it/pdf/irri/puglia_ind.pdf)

[HTTP://WWW.ISTAT.IT/AGRICOLTURA/DATIAGRI/COLTIVAZIONI/](http://www.istat.it/agricoltura/datiagri/coltivazioni/)

[HTTP://WWW.LECCE.COLDIRETTI.IT](http://www.lecce.coldiretti.it)

[HTTP://WWW.PROGRAMMASTRATEGICOPROVINCIAADILECCE.IT/PORTAL/SETTORE_AGRICOLO.HT
ML](http://www.programmastrategicoprovinciadilecce.it/portal/settore_agricolo.html)

[HTTP://WWW.REGIONE.PUGLIA.IT](http://www.regione.puglia.it)

INDICE

- 1. I biocarburanti e l'impatto ambientale: gli interrogativi sulla sostenibilità**
- 2. I vantaggi derivanti dall'utilizzo dei biocombustibili**
- 3. Le implicazioni ambientali legate alla coltivazione delle oleaginose: il caso dello sviluppo della filiera biolubrificanti in Toscana**
- 4. Svantaggi derivanti dall'utilizzo dei biocombustibili**
- 5. Bilanci generali - Life Cycle Assessment del biodiesel**
 - 5.1 Aspetti Energetici**
 - 5.2 Aspetti Ambientali**
- 6. La coltivazione di piante oleaginose nel Salento**
 - 6.1 La coltivazione di piante oleaginose nella Provincia di Lecce**
 - 6.2 La coltivazione di piante oleaginose nella Provincia di Brindisi**
 - 6.3 La coltivazione di piante oleaginose nella Provincia di Taranto**

Bibliografia