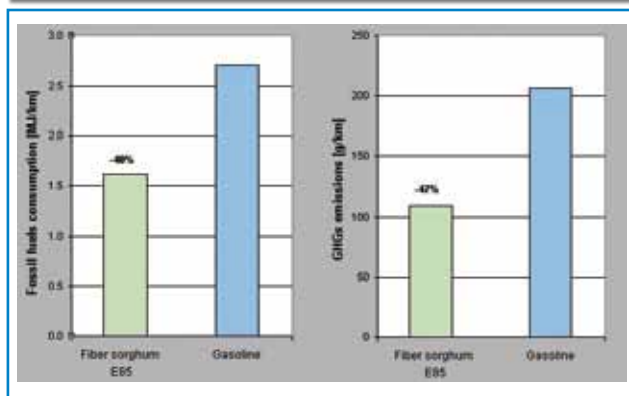


il consumo totale di energia da fonti fossili e le emissioni di gas serra (GHGs) sull'intero ciclo di vita del carburante, dal campo all'impiego sul veicolo (nello specifico si è considerato il caso del sorgo affienato ed imballato). Successivamente, sono stati confrontati i dati calcolati attraverso il GREET Model relativi al blend E85 (85% bioetanolo - 15% benzina) con quelli relativi alla benzina, ipotizzando che i due carburanti vengano utilizzati su veicoli ad eguale efficienza energetica. Da queste analisi emerge che a parità di distanza percorsa si ha una diminuzione dell'impiego di energia da fonti fossili del 40% e una riduzione del 47% nell'emissione di GHGs a favore del blend E85.

FIGURA 5 - Confronto fra Benzina e Blend di Etanolo in termini di emissioni e impiego combustibili fossili



6. POTENZIALITÀ DELLA FILIERA A SCALA REGIONALE E RICADUTE SOCIO-ECONOMICHE

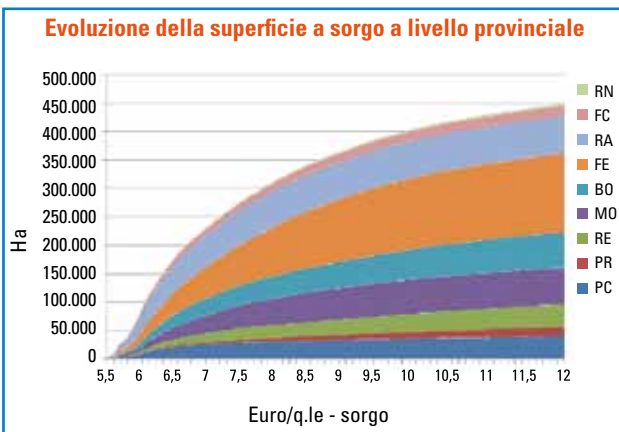
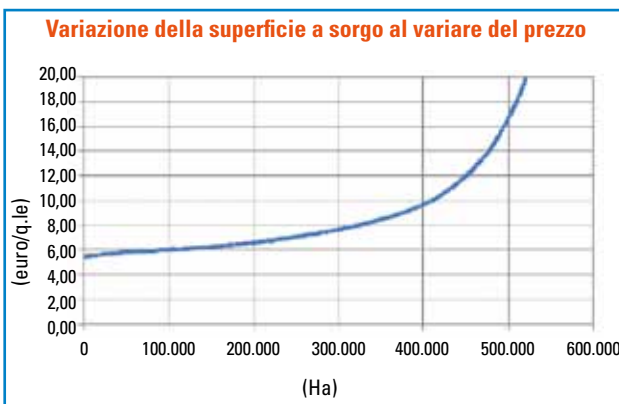
L'obiettivo dell'analisi economica è di valutare le condizioni per lo sviluppo di una filiera agroindustriale del bioetanolo di seconda generazione in Emilia Romagna, a partire dalla coltivazione dell'ibrido di sorgo Biomass 133, selezionato in base alle sue caratteristiche di resa e, soprattutto, alla disponibilità sul mercato. L'analisi è stata effettuata con l'ausilio di un modello matematico funzionale a valutare le strategie dei produttori agricoli di fronte a nuovi scenari di politica agricola e di mercato. Il modello, applicato all'universo delle aziende agricole di pianura della Regione Emilia Romagna, ha individuato il prezzo da cui la coltivazione del sorgo per la produzione di bioetanolo comincerebbe ad essere economicamente interessante da un punto di vista agricolo, stimando la superficie che nelle diverse province della regione verrebbe destinata a questa coltivazione. I risultati per l'ibrido Biomass 133 hanno evidenziato una soglia critica di prezzo a livello regionale di 5,5 euro/q.le, limite sotto il quale la produzione di sorgo diventerebbe economicamente non sostenibile per la quasi totalità delle aziende agricole della regione. A partire da questo prezzo, le simulazioni indicano un progressivo incremento delle su-

perfici a sorgo, raggiungendo un'incidenza sulla superficie arabile regionale del 5% e del 16% con un prezzo rispettivamente di 5,7 e 6 euro/q.le.

A livello territoriale, le aree con il più alto potenziale in termini produttivi sono le pianure di Ferrara e Ravenna, che ad un prezzo di 5,7 euro/q.le, destinerebbero a sorgo circa 18.000 ha di superficie attivando dei processi di sostituzione a svantaggio delle colture cerealicole; a 6 euro/q.le, la superficie coltivata a sorgo nelle due province arriverebbe a superare i 50.000 ha. Diversi sono i risultati ottenuti per le province emiliane, dove le rigidità connesse alla specializzazione zootecnica, limitano, in alcuni casi anche fortemente (Parma), lo sviluppo della coltura.

Da un punto di vista dei risultati economici, nell'ipotesi di un prezzo di 6 euro/q.le, l'attivazione del sorgo consentirebbe un incremento del margine lordo inferiore al 2%. A tale prezzo, il margine lordo non supererebbe in media i 760 euro/ha. Gli incrementi seppur modesti evidenziano la forte competizione della coltura del sorgo con le colture a minore redditività, quali i cereali, confermando la forte sensibilità espressa dalle aziende specializzate nella produzione di seminativi delle province della Romagna.

FIGURA 6 - Superficie investita a sorgo in funzione del prezzo



PROGETTO BIOETANOLO di seconda generazione

*I RISULTATI DI UN BIENNIO
DI SPERIMENTAZIONE*

CONFERENZA FINALE

**MARTEDÌ 28 SETTEMBRE 2010
HOTEL PARMA & CONGRESSI
SALA MANON**

Via Emilia Ovest 281/A - San Pancrazio - Parma

info

AZIENDA AGRARIA SPERIMENTALE STUARD

Strada Madonna dell'Aiuto 7/a - San Pancrazio, Parma
tel. 0521.671569 - fax 0521.672657
info@stuard.it - www.stuard.it



AZIENDA SPERIMENTALE
"VITTORIO TADINI"
RICERCA, FORMAZIONE, TRASFERIMENTO TECNOLOGICI
PER L'INNOVAZIONE NEI SETTORI AGRICOLTURA E AMBIENTALE



PROVINCIA
DI PARMA

Nel biennio 2009-2010, l'Azienda Agraria Sperimentale Stuard ha condotto un progetto sperimentale finalizzato a determinare le condizioni di fattibilità, nel contesto agricolo regionale, di una filiera agro-industriale per la produzione di bioetanolo di seconda generazione a partire da colture annuali di sorgo no-food alternative alla barbabietola da zucchero. Il costo complessivo del progetto è stato di € 393.172,00, di cui il 75% co-finanziato dalla Regione Emilia Romagna nell'ambito del Piano di Attuazione del Programma nazionale di ristrutturazione del settore bieticolo-saccarifero. Un ulteriore supporto finanziario (2,5%) è venuto da parte della Provincia di Parma. Nell'attuazione del progetto l'Azienda Stuard si è avvalsa della collaborazione del Dipartimento di Economia dell'Università degli Studi di Parma, coordinatore scientifico del progetto, della società Chemtex Italia del Gruppo Mosi e Ghisolfi, leader a livello mondiale nel campo della tecnologia industriale per la produzione del bioetanolo di seconda generazione, dell'Azienda Sperimentale Tadini, per la sperimentazione agraria sul territorio piacentino e della Facoltà di Agraria dell'Università Cattolica Sacro Cuore di Piacenza per la supervisione delle prove agronomiche.

Il progetto, sviluppato dal punto di vista agronomico sui territori di Parma e Piacenza, si è articolato in 6 azioni operative:

- 1) confronti varietali di sorgo da fibra e da foraggio con prove di tecnica colturale e di rotazione con colture autunno-vernine;
- 2) prove di meccanizzazione della raccolta e di stoccaggio della biomassa;
- 3) determinazioni analitiche della qualità della biomassa ai fini della produzione di bioetanolo di seconda generazione;
- 4) trasformazione della biomassa in impianto pilota con determinazione delle rese in bioetanolo;
- 5) predisposizione di un modello logistico per l'ottimizzazione economica ed ambientale dello stoccaggio e del trasporto della biomassa;
- 6) predisposizione di un modello agro-economico per valutare le potenzialità della filiera a scala regionale e le ricadute economiche ed ambientali.

Di seguito si riportano una breve descrizione e i principali esiti delle attività svolte per ciascuna azione.

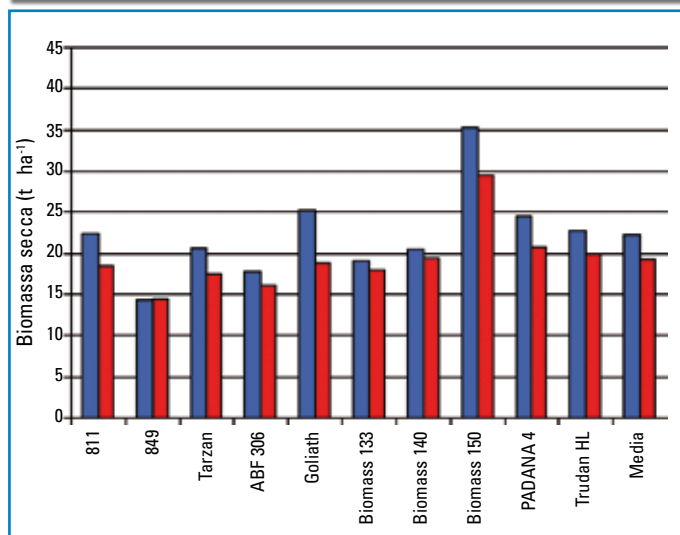
1. CONFRONTI VARIETALI E PROVE DI TECNICA COLTURALE

L'azione 1 del progetto era finalizzata all'individuazione delle varietà di sorgo più produttive e delle tecniche colturali ottimali dal punto di vista delle rese e della minimizzazione dei costi e degli input chimici ed energetici. Nelle prove di confronto varietale, condotte sia presso l'Azienda Stuard che l'Azienda Tadini, sono stati testati 10 ibridi da fibra e foraggieri scelti tra quelli presenti sul mercato. Le rese produttive dei diversi ibridi in tonnellate di sostanza secca per ettaro sono riportate in figura 1. A Parma la produzione media è stata di 22 t s.s./ha, mentre a Piacenza è stata di 19 t s.s./ha.

Nelle prove di concimazione e irrigazione si è comprovato che il sorgo è una coltura con spiccata adattabilità ai diversi ambienti colturali, compresi quelli a limitata fertilità del suolo o con modeste disponibilità idriche. L'adozione di un'agrotecnica di coltivazione estremamente semplice a basso input chimico (-50% DPI) o irriguo (assenza di acqua) permette di ottenere comunque rese in biomassa per ettaro notevoli (dalle 20 alle 25 t/ha di s.s.), soprattutto nei confronti di altre colture.

Il sorgo può inoltre essere inserito efficacemente negli ordinamenti colturali aziendali regionali effettuando sorgo da biomassa in successione ad un cereale autunno-vernino, al fine di massimizzare la produzione lorda vendibile dell'agricoltore. Dalle prove di epoca di semina è emerso che, delle 8 epoche analizzate (1 ogni 7 giorni ad iniziare dal 24 aprile), le epoche di giugno risultano quelle ottimali per garantire le massime rese produttive, sia del sorgo che del cereale in precessione.

FIGURA 1 - Rese produttive dei genotipi di sorgo in prova
In blu le produzioni ottenute con interfila a 30 cm in rosso a 45 cm



2. MECCANIZZAZIONE DELLA RACCOLTA E STOCCAGGIO DELLA BIOMASSA

Con l'azione 2 del progetto sono stati testati i macchinari utilizzabili in due differenti itinerari di raccolta: umido (trinciato) e secco (affienato ed imballato), su 3 ibridi di sorgo morfologicamente diversi (1 da fibra e 2 da foraggio) selezionati in base alla loro diffusione e disponibilità sul mercato (Biomass 133, Trudan, 811). La raccolta fresca del prodotto trinciato è stata svolta impiegando le comuni attrezzature per il mais da foraggio a raccolta cerosa (falciatrice trincia caricatrici) ed il prodotto è stato poi conservato in trincea e tramite insilamento tubolare, mentre la raccolta secca è stata realizzata mediante operazione di falciatura/condizionamento del foraggio seguita dalle classiche lavorazioni di affienamento con raccolta e stoccaggio in rotoballe.

Mentre non esistono difficoltà particolari per il cantiere umido con trinciatura, se si esclude qualche problematica legata ai possibili allettamenti dalla coltura che aumentano le perdite di

prodotto, il cantiere dell'affienamento comporta maggiori problemi. I macchinari impiegati normalmente in foraggicoltura presentano infatti bassa capacità operativa di fronte a volumi di biomassa così imponenti. Per facilitarne l'essiccazione ed evitare lo sviluppo di processi fermentativi è inoltre fondamentale condizionare il culmo che alla raccolta presenta un'umidità media del 70-75%. Per ottenere un prodotto essiccato con un'umidità media del 18-22% sono state necessarie in media 3 operazioni di rivoltamento e/o ranghinatura.

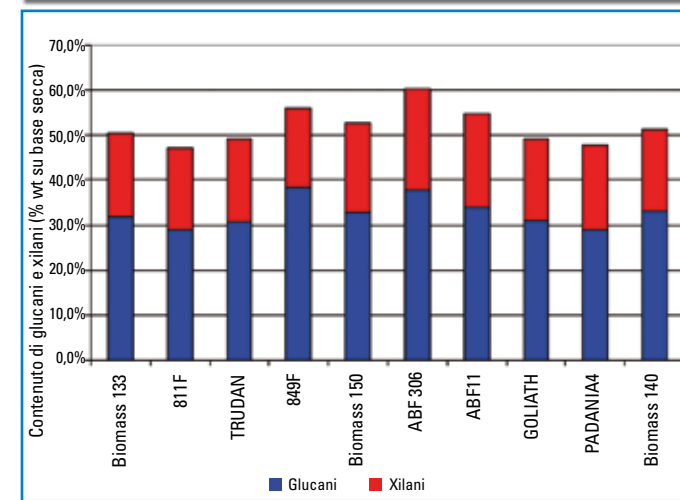
Al fine di aumentare l'efficienza del processo, la fienagione del sorgo necessita quindi di attrezzature e macchine speciali adatte allo scopo. L'itinerario colturale della trinciatura - insilatura risulta semplice e maggiormente operativo, ma, come illustrato nell'azione 4, dà luogo ad un prodotto inadatto alla produzione di bioetanolo di seconda generazione.

3. DETERMINAZIONI ANALITICHE DELLA QUALITÀ DELLA BIOMASSA

La biomassa derivante dai dieci diversi ibridi di sorgo testati nelle prove varietali è stata analizzata in laboratorio per verificarne l'attitudine a produrre bioetanolo di seconda generazione. In particolare sono state condotte analisi finalizzate a determinare il contenuto di zuccheri glucanici e xilani che rappresentano la frazione potenzialmente fermentabile della biomassa lignocellulosica in un processo di seconda generazione. La percentuale in glucanici e xilani su base secca per i diversi ibridi studiati, è riportata in Figura 2.

La somma di glucanici e xilani risulta in media circa il 50% della biomassa su base secca. Tra i dieci ibridi analizzati l'849F, Biomass 150 e l'ABF306 mostrano un contenuto di questi composti superiore agli altri. In particolare nell'ibrido ABF306 il contenuto di zuccheri potenzialmente fermentabile è superiore al 60% su base secca. Gli ibridi sopra citati hanno quindi un potenziale di etanolo elevato e potrebbero essere quelli potenzialmente candidati per uno studio più approfondito sulle performance e possibilità di coltivazione su larga scala.

FIGURA 2 - Contenuto % di zuccheri fermentabili al momento della raccolta degli ibridi di sorgo



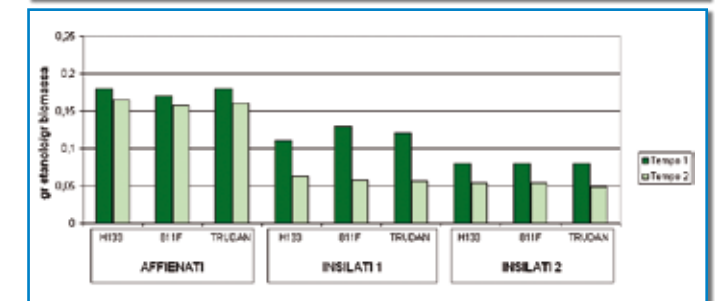
4. TRASFORMAZIONE DELLA BIOMASSA E RESE IN BIOETANOLO

In una corretta valutazione della potenzialità del sorgo come feedstock di partenza per la produzione di bioetanolo attraverso il processo di seconda generazione, fondamentale è capire come varia la composizione della materia prima in ingresso all'impianto a seconda del sistema e del tempo di conservazione. Per tale motivo sono state eseguite prove di trasformazione ed analisi sui 3 ibridi di sorgo raccolti e stoccati con differenti tecniche di raccolta e conservazione nell'Azione 2 prelevando i campioni in due differenti momenti della conservazione a distanza di alcuni mesi

dalla raccolta e fra di loro (Tempo 1 e Tempo 2). Le prove hanno evidenziato come il tipo di raccolta e stoccaggio nonché il tempo di conservazione incidano notevolmente sulla resa in etanolo in termini di grammi di etanolo prodotto per grammo di biomassa in ingresso all'impianto (Figura 3).

In particolare, mentre la biomassa affienata conserva nel tempo un buon potenziale produttivo (tra 1 a 5 e 1 a 6) che ne rende possibile lo sfruttamento per la produzione di bioetanolo in un processo di seconda generazione (seppure con necessari miglioramenti), la biomassa insilata perde rapidamente il suo potenziale fino a raggiungere rese che non ne rendono conveniente la conversione in etanolo. In base alle rese medie della biomassa affienata occorrerebbero poco meno di 12.000 ettari per alimentare un impianto industriale da 50.000 t/anno di etanolo con una rese media per ettaro di 4 t di etanolo.

FIGURA 3 - 3 Rese in bioetanolo della biomassa in funzione del tempo e della tipologia di conservazione

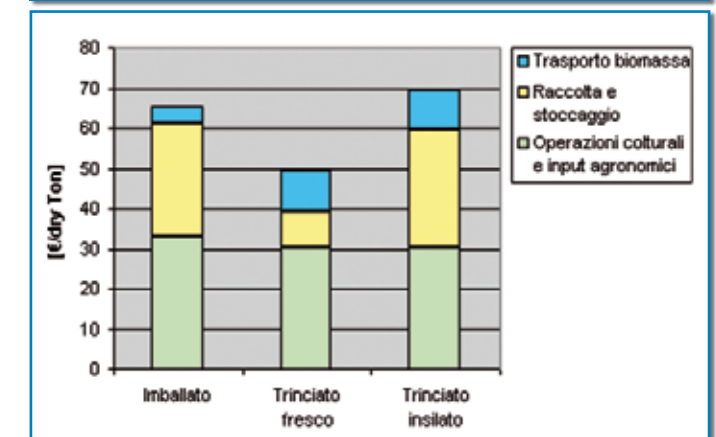


5. MODELLO LOGISTICO E BILANCIO ENERGETICO

Il modello logistico è stato sviluppato per poter analizzare i costi dei diversi casi di stoccaggio e trasporto del materiale. In relazione al progetto sono stati analizzati tre casi di riferimento: 1) sorgo essiccato in campo ed imballato; 2) sorgo trinciato e trasportato direttamente all'impianto per essere processato senza fase di stoccaggio; 3) sorgo trinciato ed insilato.

Nel primo caso si hanno minori costi di trasporto della biomassa e la possibilità di stoccare il materiale, consentendone l'uso in ogni periodo dell'anno. Nel secondo caso, la trinciatura permette di abbassare i costi di produzione ma implica l'utilizzo del sorgo come feedstock solo nei periodi in cui questo viene raccolto. Il caso del trinciato insilato risulta meno conveniente in termini economici per via degli elevati costi di produzione (dovuti all'insilamento) e ai costi di trasporto. La figura 4 riassume i costi di coltivazione, raccolta/stoccaggio e trasporto per i tre casi considerati.

FIGURA 4 - 3 Costi di raccolta e trasporto in funzione del cantiere di meccanizzazione



Lo studio di Life Cycle Analysis (LCA) relativo alla produzione ed uso del bioetanolo da Sorgo è stato condotto considerando