

## Le valutazioni del Progetto Zootanolo

# BIOCARBURANTI dagli effluenti zootecnici

Daniela Bona e Silvia Silvestri  
Fondazione E. Mach

La sostituzione di carburanti di origine fossile con un 10% di biocarburanti è un obiettivo obbligatorio imposto dall'Unione Europea e che deve essere raggiunto da tutti gli Stati membri entro il 2020.

I principali carburanti alternativi sono biodiesel e bioetanolo; il primo ottenuto partendo dagli oli vegetali estratti ad es. da girasole, colza e palma da olio, il secondo dalla fermentazione alcolica di piante ad elevato contenuto di amidi e zuccheri quali la canna da zucchero, la barbabietola o il mais. Sono considerati carburanti di prima generazione, perché ottenuti a partire da colture ad uso alimentare.

Una delle problematiche che ruota attorno al tema dei biocarburanti, è quella della competizione food - no-food, ovvero la sottrazione di terreni destinati alla produzione alimentare per la coltivazione di biomassa da utilizzare a scopo energetico. Recentemente, in parte anche in risposta a questo timore, la Comunità Europea ha deciso di incentivare maggiormente la ricerca e la produzione di biocarburanti di seconda generazione, cioè ottenuti dalla valorizzazione di biomasse di scarto ([http://ec.europa.eu/energy/renewables/biofuels/doc/biofuels/com\\_2012\\_0595\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/renewables/biofuels/doc/biofuels/com_2012_0595_en.pdf)).

In Italia buona parte dei biocarburanti in commercio è di importazione; la situazione è destinata a cambiare se entrerà in funzione l'impianto di Crescentino (VC) in Piemonte, che produrrà circa 40000 t/a di bioetanolo di 2° generazione, ottenuto da matrici lignocellulosiche di scarto quali paglia di riso, stocchi di mais e canna comune (*Arundo donax*).

## EFFLUENTI ZOOTECNICI E BIOCARBURANTI

Gli effluenti zootecnici sono una biomassa conosciuta nel settore delle energie rinnovabili per il loro impiego nella produzione di energia elettrica e calore attraverso il processo di digestione anaerobica. Più recente la loro comparsa nel settore dei biocarburanti: dal biogas infatti, si arriva al biometano utilizzando tecnologie già mature ([www.biomaster-project.eu](http://www.biomaster-project.eu)), mentre altre opzioni, come il bioetanolo, sono ancora oggetto di

attività sperimentale.

Il progetto ZOOTANOLO si inserisce in questo contesto, con l'obiettivo principale di verificare la possibilità di produrre bioetanolo utilizzando le fibre contenute nelle deiezioni animali, provenienti dalla frazione escreta indigerita e dalla paglia utilizzata come lettiera. L'etanolo si produce dalla fermentazione alcolica degli zuccheri ottenuti dalla degradazione ed idrolisi della fibra lignocellulosica, complesso molecolare formato sostanzialmente da cellulosa, emicellulosa e lignina, che rappresenta il maggior costituente delle cellule vegetali.

La Fondazione Mach ha indagato il comparto dei bovini da latte, in quanto predominante in Trentino, mentre il CETA ha analizzato la filiera avicola e suinicola, ben rappresentate nella Regione Friuli-Venezia Giulia.

Per conoscere adeguatamente quantitativi, caratteristiche e composizione degli effluenti zootecnici è stata condotta un'indagine preliminare, attraverso il censimento di informazioni e il campionamento presso alcuni allevamenti.

## IL COMPARTO ZOOTECNICO BOVINO TRENINO

La tipologia produttiva prevalente in provincia di Trento è quella del bovino da latte con 1446 aziende (73%); 335 le stalle che allevano bovini da carne. Rispetto al totale, inoltre, 1155 aziende hanno meno di 50 capi (77%) mentre 278 aziende hanno più di 50 capi (Banca Dati Nazionale Anagrafe Bovina, ultimi mesi 2012). Le elaborazioni fatte nello studio "Il potenziale di produzione di biogas nella realtà agro zootecnica trentina" (FEM, 2009) hanno evidenziato una consistenza pari a 34657 U.B.A. (unità bovino adulto) con un numero di capi pari a 44942 unità. Il patrimonio zootecnico provinciale è concentrato per un 50% nelle Valli Giudicarie, nella Val di Non e nella Bassa Valsugana, con contributi rispettivamente pari al 20%, al 16% ed al 12%; mentre il numero medio di aziende per comune è pari a 7,7; i comuni con il maggior numero di aziende sono invece Ledro (45 aziende), Brentonico (43) e Rabbi (42). La produzio-



ne media di sostanza secca escreta risulta pari a 8,05 kg/capo al giorno nelle zone ad elevata intensità zootecnica (28 l/giorno di latte e alimentazione ricca di insilati e concentrati) e 7,7 kg/capo al giorno per le realtà meno specializzate. Per quanto riguarda invece la presenza negli effluenti di paglia da lettiera sono stati considerati i consumi di 1 kg/giorno per vacca e 3 kg/giorno per capo da rimonta. La maggior parte delle stalle viene gestita a letame (circa 80%), mentre la restante parte a liquame (10%) o in modalità mista (10%) (dati emersi dall'indagine condotta su un campione di circa 700 aziende nell'ambito del progetto Cowability, 2011); va comunque precisato che le stalle di maggiori dimensioni sono condotte a liquame. Il 56,5% delle vacche da latte viene alpeggiato, mentre la quota sale a 92,0% per le manze da rimonta. Negli allevamenti di bovini da ingrasso invece troviamo prevalentemente liquame su grigliato.

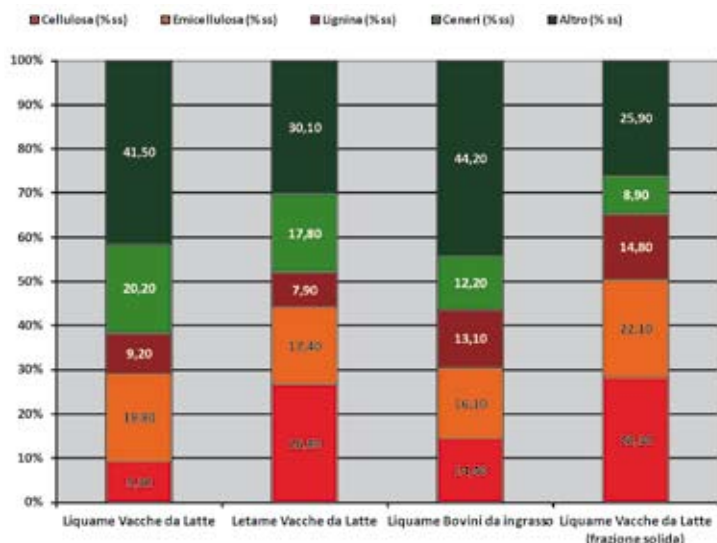
## PIANO SPERIMENTALE E PRIMI RISULTATI

Per le prove sperimentali, sulla base dei dati emersi dalla fase preliminare, sono stati scelti i seguenti campioni:

- ▶ liquame vacche da latte,
- ▶ letame vacche da latte (con paglia),
- ▶ frazione solida del liquame vacche da latte dopo separazione con separatore aziendale,
- ▶ liquame dei bovini da ingrasso.

In sintonia con i dati di letteratura, in tutti i campioni (grafico 1) si è riscontrata una buona presenza di carboidrati strutturali, tale da giustificare la ricerca di tecniche e protocolli per estrarre gli zuccheri fermentescibili necessari alla produzione di alcool. Complessivamente in tutti 4 i campioni analizzati i carboidrati costituiscono almeno il 30% della fibra lignocellulosica; i contenuti di cellulosa variano tra 9,30 - 28,30 % mentre quelli di emicellulosa sono compresi tra

**Grafico 1. Composizione in fibra dei campioni di reflui zootecnici utilizzati nella sperimentazione. In particolare sono state determinate le concentrazioni di cellulosa, emicellulosa e lignina sulla sostanza secca (% ss) al fine di comprendere quale fosse la frazione effettivamente valorizzabile nella produzione di etanolo.**



un minimo di 16,10 % del liquame dei bovini da ingrasso e un massimo di 22,10 % registrato nella frazione solida del liquame vacche da latte.

Il piano sperimentale messo in atto prevede l'applicazione di enzimi specifici commerciali per poter ricavare zuccheri esosi (zuccheri a sei atomi di carbonio come il glucosio), dall'idrolisi delle catene di cellulosa e, laddove presenti, da amido e  $\beta$ -glucani, e zuccheri pentosi (zuccheri a cinque atomi di carbo-

nio come lo xilosio) dall'idrolisi delle emicellulose. Per scindere le fibre più recalcitranti e facilitare quindi l'attacco enzimatico, è stato messo a punto un protocollo adeguato con alcuni pretrattamenti fisici e chimici (omogeneizzazione e preidrolisi acida). La produzione di etanolo è avvenuta attraverso l'impiego di *Saccharomyces cerevisiae*, lievito efficiente nella fermentazione alcolica e *Pichia stipitis*, che è invece uno tra i pochi lieviti in grado di metabolizzare lo xilosio.

**Tabella 1. Quantità di zuccheri estratti dalle fasi di pretrattamento ed idrolisi e rese di fermentazione finali. Le rese di fermentazione sono espresse come rapporto percentuale tra l'etanolo prodotto e lo zucchero contenuto nel campione.**

Campioni	Zuccheri liberati dopo pretrattamento ed idrolisi enzimatica	Rese di fermentazione	Rese ottenute rispetto alla resa teorica
	g/kg ss	%	%
Liquame vacche da latte	111.21	30.35	59.05
Letame vacche da latte (con paglia)	204.61	24.69	48.03
Liquame vacche da latte (frazione solida)	230.16	26.69	51.94
Liquame bovini da ingrasso	148.28	22.15	43.09

Dall'analisi dei risultati sperimentali (tabella 1), la frazione solida del liquame vacche da latte si è rivelata come la matrice maggiormente promettente rispetto alla quantità di zuccheri fermentescibili estratti dopo la fase di pretrattamento e successiva idrolisi enzimatica. Nella fase di fermentazione, in tutti i campioni le rese registrate hanno valori prossimi al 20 - 30 %. La produzione di etanolo registrata è nell'intor-

no di 2.92 g/l e 2.02 g/l di etanolo per i campioni liquame vacche da latte frazione solida e letame vacche da latte.

L'importante risultato raggiunto, ovvero l'ottenimento di alcool a partire dalla trasformazione dei reflui zootecnici, è sicuramente ancora migliorabile sia rispetto alle rese di idrolisi che a quelle di fermentazione: dalle prove effettuate ad esempio è emersa una ridotta effi-

## GLOSSARIO

**BIOCOMBUSTIBILI:** prodotti derivanti dalla trasformazione delle biomasse che presentano caratteristiche fisico-chimiche tali da essere utilizzabili in processi di combustione o altra trasformazione termochimica per la produzione di energia elettrica e/o calore. In funzione del loro stato sono classificati in solidi (legno, pellets, paglie, ...), liquidi (bioetanolo, oli vegetali, biodiesel, ...) e gassosi (biogas, syngas, ...).

**BIOCARBURANTI:** biocombustibili di natura liquida o gassosa, ottenuti dalla trasformazione della biomassa, che possono essere impiegati nei motori a combustione interna tal quali o in miscela con i carburanti fossili classici.

**BIOCOMBUSTIBILI E BIOCARBURANTI DI PRIMA GENERAZIONE:** la classificazione in prima generazione dipende dal grado di sviluppo della tecnologia e dalla tipologia di biomasse di partenza. Tra questi troviamo il biodiesel, gli oli vegetali puri prodotti a partire da colture oleaginose, il bioetanolo prodotto dai cereali e dalle materie prime zuccherine come canna da zucchero o barbabietola, e il biogas.

**BIOCOMBUSTIBILI E BIOCARBURANTI DI SECONDA GENERAZIONE:** prodotti ottenuti a partire da biomasse lignocellulosiche e di scarto, che non sono quindi in competizione con il settore alimentare. Le tecnologie di produzione sono considerate molto promettenti e la diffusione di impianti su grande scala dipende ancora in gran parte dall'attività di ricerca per individuare microrganismi ed enzimi efficienti nella degradazione della fibra lignocellulosica a basso costo. Tra queste troviamo per l'appunto il bioetanolo prodotto dalla valorizzazione della frazione lignocellulosica delle biomasse di scarto.

**BIOCOMBUSTIBILI E BIOCARBURANTI DI TERZA GENERAZIONE:** dopo la seconda generazione, la terza si interessa in particolare modo delle materie prime impiegate nei processi di trasformazione. Fanno parte di questa categoria i biocarburanti ottenuti, ad esempio, da colture di microalghe, appositamente coltivate per la produzione di biomassa da destinare a scopo energetico, senza entrare in competizione con terreni e colture destinate all'alimentazione.

cienza del lievito *Pichia stipitis* coinvolto nella fermentazione degli zuccheri pentosi; nel progetto sono state messe a punto una serie di azioni correttive volte a migliorare questi risultati. In particolare si è ricorso a tecniche di immobilizzazione dei lieviti e alla co-fermentazione con altri microrganismi in grado di utilizzare xilosio per la produzione di etanolo.

## ATTIVITÀ FUTURE

Gli ultimi mesi di progetto saranno dedicati alla definizione della sostenibilità economica ed ambientale della filiera. Anche se difficilmente potranno concretizzarsi le condizioni minime necessarie per sostenere la fattibilità economica per piccoli impianti di produzione di etanolo da queste matrici, la sperimentazione condotta finora rappresenta un approccio innovativo alla valorizzazione delle deiezioni animali. Sono state esplorate strade alternative ed interessanti, sia nella messa a punto di una filiera di produzione di energia da fonti rinnovabili da matrici di scarto, sia di approfondimento della conoscenza della composizione degli effluenti zootecnici, che potrà tradursi in un loro più efficiente utilizzo a fini energetici e agronomici. ■