

● 1° ANNO DI SPERIMENTAZIONE IN 4 AZIENDE ZOOTECHNICHE LOMBARDE

Possibilità di valorizzazione dei residui del mais da granella

di P. Mantovi, M. Soldano,
G. Bezzi, L. Rossi, M. Fiala,
M. Ferrari

Per la coltivazione del mais, nel caso dell'allevamento bovino, la più diffusa tecnologia di valorizzazione alimentare è rappresentata dalla raccolta delle piante intere, trinciate e conservate sotto forma di insilato integrale.

Nel caso dell'allevamento suinicolo, invece, viene raccolta la granella secca (umidità 24-28%, seguita da essiccazione) oppure umida (umidità 30-40%), quest'ultima macinata e insilata come pastone di granella.

La pratica dell'insilamento della granella umida ha preso piede soprattutto a seguito della crescente emergenza legata alla presenza di aflatossine nelle granelle secche di mais. In termini generali, più si scende al di sotto del 28-30% di umidità della granella, alla raccolta, e più aumenta il rischio di presenza di aflatossine.

La possibilità di ridurre questo rischio e la necessità di incrementare la densità energetica della razione, ha spinto anche molti allevatori di bovini da latte e da carne a destinare sempre più spesso una parte considerevole della coltivazione di mais alla produzione di pastone di granella umida oppure di pastone integrale (con tutta la spiga).

Non ultimo, la facile conservabilità del pastone come insilato anaerobico riduce notevolmente le perdite di prodotto, ne aumenta la digeribilità e, soprattutto, riduce i costi di essiccazione, trasporto ed energetici della filiera produttiva.

Tuttavia, impiegando la sola granella o la spiga, l'agricoltore dispone ancora di una elevata quantità di biomassa (residui o co-prodotti), che in genere viene lasciata tal quale in campo per una sua parziale essiccazione, raggiunta la quale si procede alla raccolta mediante rotoimballatrice.

Di norma, tale materiale trova successivo impiego come lettine negli allevamenti bovini o, in alternativa,

I residui colturali del mais possono giocare un importante ruolo per la competitività della filiera quando destinati a foraggio o energia. Una volta raccolti vanno però opportunamente trattati e compattati durante le fasi di riempimento della trincea



i residui colturali del mais vengono trinciati in campo e interrati alla successiva lavorazione del terreno.

Il Gruppo Operativo Mais 100%

Il progetto Mais 100%, realizzato dall'omonimo Gruppo Operativo finanziato sull'Operazione 16.1.01 del Psr di Regione Lombardia, si pone l'obiettivo di massimizzare la produttività, l'efficienza, la competitività e la sostenibilità della maicoltura lombarda, attraverso la valutazione di soluzioni meccaniche innovative impiegabili per il recupero e la valorizzazione dei residui colturali di mais da granella (stocchi, brattee, tutoli) (<http://mais100.it>).

In quattro aziende cerealicole-zootecniche lombarde, vengono messi a confronto diversi cantieri di raccolta dei residui colturali di mais (vedi ri-

quadro a pag. 53), valutando numerosi parametri operativi tra cui la produttività ed efficacia di lavoro, i costi di produzione, la qualità del coprodotto recuperato.

I residui del mais da granella hanno un potenziale produttivo assai elevato e, date le peculiari caratteristiche chimico-fisiche, possono costituire un'eccellente materia prima da impiegare in due filiere cardine del settore cerealicolo-zootecnico lombardo:

- **zootecnica**, sia per lettiera, sia come alimento per capi bovini da rimonta;
- **energetica**, come matrice organica per impianti di digestione anaerobica.

Il presente articolo riporta i risultati della caratterizzazione qualitativa dei residui raccolti al primo anno di prove (2020), condotta da Fondazione Crpa Studi Ricerche, e di prove di conservabilità in mini silo realizzata, parallelamente al progetto, in collaborazione con Corteva Agriscienze.

Qualità dei residui

Nel 2020, le prove di raccolta dei residui di mais nelle 4 aziende del Gruppo Operativo sono state condotte ai primi di settembre per il mais in coltura principale e a metà ottobre per i secondi raccolti.

La sostanza secca delle biomasse trinciate pervenute all'insilamento è variata da un minimo del 23% e sino al 45%, ben correlata alla sostanza secca dei pastoni e determinata da una serie di fattori come la varietà del mais e il tipo di prodotto principale (pastone di granella o integrale), la data di raccolta, la tempestività (o meno) del caricamento dei residui.

Il contenuto di ceneri è invece variato tra il 6 e il 12% sulla sostanza secca, in questo caso influenzato soprattutto dalla tipologia dei cantieri di raccolta, dove il trinciastocchi andatore (cantiere C nel riquadro) ha determinato i valori più elevati, incrementando evidentemente lo «sporcamen- to» con terra.

Nel complesso, la composizione dei residui di mais appare abbastanza simile a quella di triticale e sorgo da biomassa (grafico 1) ma la più elevata componente lignocellulosica (cellulosa, emicellulosa, lignina) è soggetta a una più lenta degradazione.

La differenza sostanziale rispetto al trinciato integrale di mais è evidentemente nel contenuto di amido che si ritrova quasi completamente nella granella e quindi si riduce di circa dieci volte nei residui.

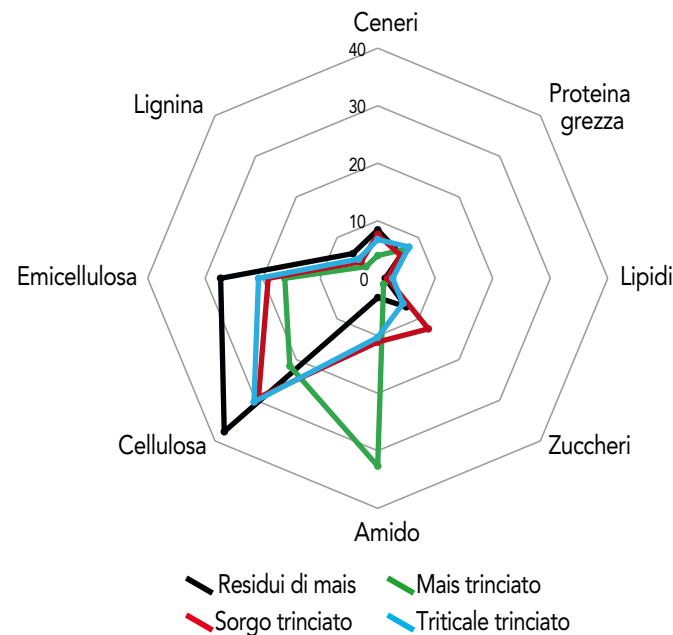
Importanza della conservazione dell'insilato

La conservazione per insilamento dei residui di mais è il passaggio fondamentale che intercorre tra il momento della raccolta e l'utilizzo aziendale che, se non ben gestito, può determinare importanti perdite energetiche e un deterioramento qualitativo della biomassa.

Impostazione delle prove

Sono state effettuate delle prove di conservabilità con il duplice obiettivo

GRAFICO 1 - Confronto tra la composizione dei residui di mais e altre biomasse a uso zootecnico o energetico



La composizione dei residui di mais risulta simile a quella di triticale e sorgo da biomassa. La differenza sostanziale rispetto al trinciato integrale di mais è nel contenuto di amido che si ritrova quasi completamente nella granella e quindi si riduce di circa dieci volte nei residui.

di verificare la praticabilità del processo di conservazione per insilamento e valutare l'efficacia di un additivo microbiologico nel migliorare il processo di fermentazione e la conservazione della biomassa.

L'additivo microbiologico scelto è

simile e il trattamento con l'additivo microbiologico è stato effettuato mediante pompa nebulizzatrice sui residui stessi prima dell'insilamento, aggiungendo circa 200 mL di acqua.

Una volta sigillati, i mini sili sono stati catalogati e conservati in am-

stato 11GH4 (Pioneer Hi-Bred International), composto da due batteri lattici brevettati: *Lactobacillus plantarum* (ATCC PTA-6138), la cui funzione è di acidificare rapidamente la biomassa e lo specifico *Lactobacillus buchneri* (ATCC PTA-6139) con fiber technology, in grado di produrre acido acetico e propionico per stabilizzare la massa insilata e anche due enzimi specifici, la ferulato esterasi e l'acetil esterasi, in grado di degradare i legami lignino-cellulosici (brevetto EP 1784085B1).

Per i residui trinciati di ognuna delle 4 aziende del Gruppo Operativo, nel corso dell'insilamento alla scala reale sono stati preparati 4 mini sili di capienza 20 L ciascuno, di cui due riempiti con residui trattati con 11GH4 e due con residui non trattati.

Per ogni azienda la quantità e qualità di biomassa utilizzata in ogni mini silo è stata la stessa, in modo da ottenere un compattamento

TABELLA 1 - Profilo fermentativo degli stocchi di mais analizzati dopo l'apertura dei mini sili

Azienda	Trattamento microbiologico degli stocchi	pH	N totale (mg/kg)	N-NH ₄ ⁺ (¹) (mg/kg)	N-NH ₄ ⁺ /N tot. (%)	Acido lattico (mg/kg)	Acido acetico (mg/kg)
1	Non trattato	3,85	3.650	386	10,6	13,6	6,5
	Additivo microb. (11GH4)	3,85	3.174	358	11,3	11,1	8,7
2	Non trattato	3,70	2.322	188	8,1	15	2,7
	Additivo microb. (11GH4)	3,77	2.231	175	7,8	11,5	3,5
3	Non trattato	3,73	2.417	223	9,2	12,1	2,7
	Additivo microb. (11GH4)	3,78	2.729	188	6,9	9,7	4,1
4	Non trattato	4,16	3.030	267	8,8	9,4	4,4
	Additivo microb. (11GH4)	4,06	2.781	190	6,8	11,9	8,6

(¹) Azoto ammoniacale.

La conservabilità della biomassa, ovvero la capacità di resistere al deterioramento aerobico in trincea al momento del desilamento e prima dell'uso in impianto, è risultata migliorata nei mini sili trattati con l'additivo microbiologico 11GH4.

SOLUZIONI DI MECCANIZZAZIONE PER LA RACCOLTA DEI RESIDUI DI MAIS

Le soluzioni meccaniche testate durante il primo anno di prove del Progetto **Mais100**, si differenziano per numero di passaggi necessari: raccolta **con uno** (Cantieri A e B) e con **due passaggi** (Cantiere C).

Cantiere A. È composto da una trinciatrice semovente equipaggiata con **testata da taglio «whole crop»** (6,1 m) per la raccolta integrale di cereali autunno-vernini che taglia i residui, avviandoli alla trinciatura e al successivo carico su dumper affiancato. Questa soluzione è largamente diffusa per la raccolta integrale dei cereali, ma l'utilizzo per il recupero degli stocchi residuali alla raccolta del mais per la produzione di pastoni (integrali e di granella) è ancora poco noto e raramente praticato nei comprensori maidicoli della Pianura Padana. I risultati ottenuti nella campagna maidicola 2021 hanno evidenziato, da un lato, un'elevata capacità di lavoro operatività – che oscilla nei vari ambiti operativi tra 1,8 e 3,4 ha/ora – e, dall'altro, da elevate quantità di biomassa non raccolta, equivalenti al 40-60% del totale sulla sostanza secca (s.s.).



Cantiere A: trincia-caricatrice dotata di testata da taglio «whole-crop»

Cantiere B. È costituito da una trinciatrice dotata di **testata trinciante**, innovativa per il mercato italiano e specificatamente realizzata per gli stocchi di mais. Grazie al robusto rotore a mazze della testata, il residuo subisce una prima grossolana azione trinciante seguita da una seconda, attuata dai coltelli della trinciatrice. La testata presenta un sistema di pulizia a maglie che riduce drasticamente l'inquinamento da terra nel residuo. Il cantiere si completa con il carico del trinciato sul dumper al seguito. I test hanno dimostrato che – causa la bassa velocità di avanzamento e il modesto fronte di lavoro (4,6 m) – questa soluzione si caratterizza per una ridotta capacità operativa (0,7-1,3 ha/ora), compensata da una buona qualità di lavoro (perdite meccaniche del 10-15% sul totale in s.s.).



Cantiere B: trincia-caricatrice dotata di testata trinciante

Cantiere C. Con un **trinciacocchi** (larghezza 4,8 m) provvisto di coclea posteriore andanatrice si esegue il 1° passaggio, predisponendo una andana laterale (0,8-1,0 m) di residuo grossolanamente trinciato. Segue (2° passaggio) una trinciatrice equipaggiata con **testata pick-up** (3,1 m) che raccoglie-trincia e carica i residui andanati su carro trainato al seguito. Il cantiere, che si compone di operatrici sia diffusamente impiegate su foraggi (trinciatrice + testata pick-up), sia innovative (trinciacocchi-andanatore), ha fatto registrare buone capacità di lavoro (1,6-2,3 ha/ore) e non trascurabili quantità di biomassa residuale non raccolta, corrispondenti al 40-45% del totale in s.s.



Cantiere C: in primo piano il trinciacocchi-andanatore che trincia e predisponde l'andana. Successivamente, la trinciatrice con la barra pick-up, raccoglie, trincia e carica il residuo su carro foraggero al seguito

biente a temperatura media controllata di 25 ± 1 °C per un tempo di fermentazione di 120 giorni prima dell'apertura.

Al termine del periodo di insilamento i mini sili sono stati aperti per ef-

fettuare una valutazione della qualità dei residui insilati.

Al momento della riapertura, per ogni mini silo è stato prelevato un campione di biomassa rappresentativo che è stato inviato al laborato-

rio Crpa presso il quale sono state effettuate le analisi del profilo chimico-fermentativo e del Potenziale biochimico metanigeno (BMP) con test statico (norma UNI EN ISO 11734:2004).

Valutazione dei risultati

L'analisi del profilo fermentativo (tabella 1) ha evidenziato una buona capacità di acidificazione dei residui di mais in tutte le prove di insilamento, ottenendo valori di pH vicini o al di sotto del valore soglia di 4.

La conservabilità della biomassa, ovvero la capacità di resistere al deterioramento aerobico in trincea al momento del desilamento e prima dell'uso in impianto, è risultata migliorata nei mini sili trattati con 11GH4 grazie all'azione del *L. Buchneri* che, convertendo l'acido lattico in acido acetico, ha permesso un incremento medio di oltre il 50% del contenuto di questo importante composto ad azione inibente sullo sviluppo di lieviti e muffe.

Dal punto di vista del potenziale di produzione di metano (tabella 2), l'additivo microbiologico 11GH4 ne ha determinato un aumento in tre su quattro delle prove di conservabilità, con un incremento medio del 4%.

Ciò grazie all'azione di disgregazione dei legami lignino-cellulosici degli enzimi prodotti dal metabolismo lattico del *L. Buchneri*. In effetti, la degradabilità dei solidi volatili (sostanza organica) è passata mediamente dal valore di quasi 72% a oltre il 74%.

Residui idonei alla produzione energetica

I residui di mais raccolti dalle aziende del Gruppo Operativo, pur avendo una composizione differente rispetto ai materiali più comunemente avviati a insilamento (trinciato integrale di



Trinciato dei residui colturali del mais



Insilamento del trinciato da residui colturali

mais, pastone, trinciato di sorgo o cereali autunno-vernini) sia dal punto di vista chimico sia fisico, presentano

comunque una buona capacità di conservazione, avendo cura di garantire una compattazione idonea della biomassa durante le fasi di riempimento della trincea.

L'aggiunta dell'additivo microbiologico 11GH4 ha sensibilmente migliorato la loro conservabilità e tendenzialmente incrementato il potenziale metanigeno della biomassa a uso energetico.

Paolo Mantovi, Mariangela Soldano
Fondazione Crpa Studi Ricerche, Reggio Emilia
Guido Bezzi, Lorella Rossi
Cib, Consorzio italiano biogas e gassificazione
Marco Fiala, Mattia Ferrari
DiSAA - Università degli studi di Milano

Si ringrazia il personale di Corteva Agriscienze, in particolare il dott. Matteo Ceruti, per la preziosa collaborazione nella realizzazione delle prove di conservabilità.

TABELLA 2 - Risultati dei test statici di determinazione del Potenziale biochimico metanigeno (BMP)

Azienda	Trattamento microbiologico degli stocchi	BMP (Nm ³ CH ₄ /t s.v.) ⁽¹⁾	CH ₄ nel biogas (%)	Degradabilità s.v. (%) ⁽²⁾
1	Non trattato	301,4	54,4	71,6
	Additivo microb. (11GH4)	324,5	55,0	75,8
2	Non trattato	310,3	54,3	74,1
	Additivo microb. (11GH4)	322,0	54,0	77,3
3	Non trattato	311,2	53,4	76,2
	Additivo microb. (11GH4)	309,9	53,2	76,1
4	Non trattato	274,6	54,6	64,9
	Additivo microb. (11GH4)	278,7	53,6	67,8

(1) Nm₃CH₄/t s.v. = Normal metri cubi di metano per tonnellata di solidi volatili.

(2) Degradabilità massima della sostanza organica al test BMP.

Dal punto di vista del potenziale di produzione di metano (BMP), l'additivo microbiologico 11GH4 ne ha determinato un incremento della degradabilità e, quindi, del potenziale metanigeno medio, in tre prove su quattro.

L'INFORMATORE AGRARIO

www.informatoreagrario.it



Edizioni L'Informatore Agrario

Tutti i diritti riservati, a norma della Legge sul Diritto d'Autore e le sue successive modificazioni. Ogni utilizzo di quest'opera per usi diversi da quello personale e privato è tassativamente vietato. Edizioni L'Informatore Agrario S.r.l. non potrà comunque essere ritenuta responsabile per eventuali malfunzionamenti e/o danni di qualsiasi natura connessi all'uso dell'opera.