

TECNOLOGIA BIOLOGICA PER IL TRATTAMENTO DI POLLINA DI OVAIOLE (BREV. EUROPEO EP 1314710 A1): OTTIMIZZAZIONE PER CARBONIO E AZOTO

Billi L.¹, Dall'Ara A.², Golfari G.³, Massi P.⁴, Poglayen G.⁵

1. Arpa ER, Sez. Provinciale di Ravenna

3. ENEA, MATING, CR Faenza

3. Veterinario libero professionista (ex borsista SPINNER)

4. IZSLER-Sezione di Forlì

5. Università di Bologna, Dipartimento di Sanità Pubblica Veterinaria

Riassunto

L'obiettivo è ottimizzare il contenuto di azoto e carbonio per mezzo di un trattamento biologico che supera la gestione delle deiezioni come sottoprodotto da smaltire per mezzo di un processo di igienizzazione per ottenere un fertilizzante commerciale di qualità, che migliora le caratteristiche del suolo, potenzia la fertilità e recupera verso la desertificazione.

Test sono stati condotti in allevamento intensivo su pollina disidratata con MDS (*manure drying system*) e collocata in *big bags* (bioreattori da 1 m³). E' stato stilato un piano sperimentale con la metodologia DOE (*Design of Experiments*), che è una metodologia di progettazione statistica utilizzata per descrivere un sistema biologico complesso. E' stato condotto un esperimento fattoriale completo 2² (*full factorial*), con fattori significativi l'umidità iniziale della pollina (63%, 71%, 80%) e tempo di maturazione (38, 81, 123 giorni). E' stato testato anche un trattamento in cumulo, in parallelo. I parametri di risposta sono stati TOC, TKN, anche il pH, l'umidità, la sostanza volatile e la conducibilità elettrica sono stati misurati.

Il tempo necessario per la maturazione è stato definito in base alle risposte di sanitizzazione. I risultati ottenuti hanno evidenziato come il processo di igienizzazione mantenga inalterato il tenore di carbonio e nutrienti (azoto). Il fertilizzante finale inoltre è caratterizzato da alto contenuto di carbonio, tipico di un ammendante.

Abstract

The project is an engineered system of laying hen manure (LHM) sanitation through the application of new biological technologies (bio-treatment).

The goal is to optimize nutrient and organic content by means of a biotreatment which overcomes the management of manure (livestock outputs) as waste by means of sanitation process to obtain quality marketable fertilizer, that improves the soil structure, enhances its fertility and rehabilitates for predesertification. From nutrient point of view, the purpose was to maximize nutrient (Nitrogen) and Carbon content.

Bio-Treatment tests were performed in an Intensive farming with MDS (manure drying system), inside big-bags (1 m³). The experimental planning was developed with application of Design of Experiment (DOE), that is a methodology for statistical design of an experiment used to describe a complex biological process. Full factorial 2² plan was adopted where vital factors were initial LHM humidity (60%, 70%, 80%) and maturation time (38, 81, 123 d). A comparative pile treatment was performed.

Response parameters were TOC, TKN; also pH, DM, VS and electrical conductivity were measured.

Time needed for maturation and sanitation, according to Regulation CE/208/2006, were defined. Carbon and nitrogen loss were assessed, and referred to mass losses. Because of the low effects on percentage content, sanitation bioprocess does not reduce Nitrogen and carbon content. Final fertilizer is characterized by high carbon content, enough for amendment.

Premessa: Contesto applicativo

MIDA è un progetto di ingegnerizzazione di un processo di igienizzazione delle deiezioni (tecnicamente definite pollina) delle galline ovaiole. La scelta della deiezione avicola nasce dall'elevato contenuto di azoto e fosforo (i principali nutrienti delle piante) di questo materiale.

L'obiettivo generale del progetto MIDA (*Manure Hygienisation Development and Application*) è il superamento della gestione della pollina come sottoprodotto e la necessità di disporre di suolo agricolo per la sua distribuzione, attraverso la produzione diretta di un fertilizzante di qualità con la capacità di migliorare la struttura dei terreni per una loro maggiore fertilità e un recupero della predesertificazione.

Obiettivo specifico del presente lavoro è individuare le condizioni di trattamento con una nuova tecnologia biologica che contemporaneamente ottimizzi il contenuto di carbonio e azoto nella pollina di galline ovaiole essiccata tramite MDS (*Manure Drying System*) e assicuri l'igienizzazione secondo le indicazioni contenute nel reg. CE 1774/2002 s.m.i. (Golfari *et al.*, 2010). Il contenuto di nutrienti (N e P) e/o di carbonio deve essere tale da soddisfare i requisiti previsti all'interno della normativa italiana in materia di fertilizzanti (D.lvo 217/ 2006 e s.m.i.). Il prodotto tecnico così ottenuto è un fertilizzante organico igienico e sicuro che può essere immesso sul mercato.

MIDA nasce dalla necessità di risolvere:

- 1) il costoso smaltimento della pollina in eccesso;
- 2) l'inquinamento ambientale correlato alla pollina;
- 3) la mineralizzazione troppo veloce dell'azoto;
- 4) il divieto di commercializzazione della pollina come fertilizzante a meno che non sia sottoposta ad adeguato processo igienizzante, conformemente alla normativa vigente reg. 1774/2002/CE e s. m. i., che prevede il mantenimento dello stallatico a 70 °C per almeno un'ora.

La legislazione europea e la normativa italiana (Direttiva nitrati CEE/91/676 e PUA (Piano di Utilizzo Agronomico, D. Lgs. 152/99) prevedono l'individuazione preventiva di terreni convenzionati a disposizione e l'uso delle deiezioni animali con vincoli di distribuzione di 340 kg di azoto per ettaro, ridotti a 170 nei terreni vulnerabili. Il mancato rispetto di questi limiti può portare all'inquinamento delle falde acquifere sottostanti i terreni e problemi di asfissia nel suolo. Alcune province, come ad esempio quella di Forlì-Cesena, non hanno a disposizione suolo agricolo sufficiente per il numero di animali presenti, con il rischio di ridurre la produzione di pollame.

Attualmente, in Italia, il concime è distribuito nei campi e nei terreni agricoli e interrato in pre-semina (a seconda della legislazione di cui sopra). L'azoto (elemento fondamentale per lo sviluppo e la crescita delle piante) in essa contenuto, composto ureico, mineralizza in poche settimane: è prontamente disponibile per l'inquinamento

ma non viene assorbito dalle piante, a meno che non siano caratterizzate da un ciclo di vita breve. L'utilizzo diretto di pollina costringe a tempi rapidi di interrimento e sono talvolta difficoltosi da attuare da parte degli agricoltori.

Tali vincoli valgono anche per i fertilizzanti organici. E' evidente come la possibilità di trasformare la deiezione in fertilizzante commerciale permetta di estendere l'uso ad altri terreni, andando a sostituire almeno parzialmente la fertilizzazione minerale con l'evidente vantaggio di migliorare la struttura del suolo e la ritenzione idrica della stesso e ridurre l'impatto ambientale per la produzione dei fertilizzanti.

Il raggiungimento degli obiettivi del progetto MIDA può contribuire quindi al superamento di difficoltà ambientali quali:

A) l'esaurimento materia organica nel suolo a causa della produzione intensiva con l'utilizzo di fertilizzanti sintetici, che riduce la quantità di carbonio nel suolo, provoca la compattazione dei suoli (riduzione della porosità del suolo), e riduce la ritenzione idrica dei suoli;

B) i cambiamenti climatici in corso che hanno effetto diretto sulle condizioni di produzione agricola e sul suolo stesso; queste modifiche influenzano l'intensità e la distribuzione delle precipitazioni durante tutto l'anno (periodi caratterizzati da piogge intense e frequenti sono seguiti da periodi di siccità), stressando le colture, in particolare quelle ad alto fabbisogno di acqua (mais, frutta, verdura), aumentando il rischio di erosione e frane.

Protocollo operativo

Materiali utilizzati

Nel progetto MIDA è stata testata una tecnologia italiana innovativa, sviluppata e brevettata da AMEK s. c. r. l. e CTI (EP1314710, 2002). Il brevetto si riferisce a Principi Attivi Vegetali (PAV), un preparato complesso, contenente una miscela di enzimi, biocatalizzatori preparati con piante o parti di esse. I PAV sono stati sviluppati con l'obiettivo primario di accelerare il processo di stabilizzazione aerobica della biomassa, e di conservare l'azoto in una forma a lento rilascio.

La miscela enzimatica è preparata utilizzando, come materie prime, piante appartenenti alle famiglie delle Cucurbitacee, Graminacee, Labiate, Ombrellifere e Rutacee oppure parti di esse, che sono in grado di sviluppare aromi e/o di apportare vitamine (vitamina A, E e C). Tali vegetali vengono raccolti nel loro periodo balsamico e dopo l'eliminazione di parti danneggiate o non idonee, vengono sminuzzati fino a raggiungere le dimensioni di un chicco di riso. Segue la miscelazione con liquidi naturali fino ad ottenere una poltiglia semisolida (<http://ep.espacenet.com>).

Sono individuati anche i dosaggi di impiego variabili tra 0,1 e 2 kg/m³ di substrato da trattare, dosaggi che sono funzione delle quantità da trattare.

Tipologia di pollina

E' stata impiegata la pollina essiccata tramite MDS (*Manure Drying System*) proveniente da diversi capannoni di allevamento intensivo di galline ovaiole stabulate in gabbia (Petronelli, 2008).

Tipologia di impianto

Si è previsto di testare sia la produzione di pollina direttamente in *big bag*, quindi

la confezione già pronta per la commercializzazione finale, sia in cumulo presso le tettoie di stoccaggio presenti in allevamento. La schematizzazione del sistema di produzione del fertilizzante nel suo complesso è riportata in figura 1.

La sperimentazione è stata condotta nel periodo novembre 2008 - aprile 2009.

Disegno sperimentale

I PAV sono stati testati sulla pollina di galline ovaiole per ottimizzare il contenuto di carbonio e azoto.

Il progetto è stato sviluppato tramite l'applicazione del *Design of Experiment* (DOE). Si tratta di una metodologia statistica per la progettazione di un esperimento usata per descrivere un processo biologico complesso (Montgomery, 2005). La DOE riduce il numero di esperimenti da effettuare in sistemi complessi caratterizzati da molte variabili che influenzano il processo. Il procedimento logico è riportato nella figura 2.

La fase 1 (*screening* iniziale) è stata condotta su test e prove di trattamento eseguite negli anni precedenti presso lo stesso impianto ed ha permesso di individuare grado di essiccamento iniziale della pollina (SS%) e il tempo di maturazione (t) quali fattori significativi¹ da usare come variabili di processo. E' stata effettuata la fase 2 di approfondimento, per valutare gli effetti dei fattori significativi e le loro interazioni. E' stato condotto un esperimento fattoriale completo 2^k (*full factorial*), in cui k rappresenta il numero dei fattori (2), cioè un esperimento fattoriale 2^2 con 4 punti centrali (Petronelli, 2008), come riportato in figura 3.

Le prove sono state pianificate a 38, 81, 123 giorni sulla pollina essiccata al 63%, 72%, 81%. I test sono stati eseguiti con trattamento della pollina all'interno di *big bag* (bioreattori).

E' stata inoltre eseguita la caratterizzazione della pollina all'uscita dell'MDS (t = 0). Il trattamento è stato eseguito tramite additivazione di Principi Attivi Vegetali (PAV), in un'unica soluzione, nello strato inferiore dei *big bag* durante il loro allestimento, e sul cumulo in parecchi punti verso la fine della sua formazione, al tempo t = 0. I dosaggi di impiego sono stati di 1kg per *big bag* ($\geq 1m^3$).

Nel caso del trattamento in cumulo, la sua formazione ha richiesto 4 settimane, con un volume (stimato) di 480 m³; sono stati utilizzati 90 kg di PAV additivati durante la sua formazione.

Campionamento

La procedura di campionamento è basata su istruzioni contenute nel regolamento (CE) 1774/2002 (allegato 8, capitolo 3), che indica la necessità di effettuare analisi su 5 campioni dello stesso tipo di materiale. Per ogni momento di misura, per ogni *big bag* e per il cumulo, sono stati prelevati 5 sub-campioni di circa 2 etti ciascuno, uniti e miscelati tra di loro in modo da ottenere un campione composito

1 Altri fattori quantitativi (variabili indipendenti) hanno influenza sul processo (temperatura del sistema, pH, ecc.), ma non possono essere controllati, pertanto ci si limiterà unicamente a misurarli. Vi sono, inoltre, altri fattori di tipo qualitativo (presenza di tettoia/ assenza di tettoia, sistema di gestione della pollina, tipo di impianto, estate/inverno, trattato con PAV/non trattato) che in questa fase non sono stati presi in considerazione.

per la caratterizzazione chimico-fisica. Si è scelto di aprire e vuotare completamente i sacconi per ogni prelievo. Per questo motivo sono stati allestiti i necessari *big bag*, a copertura di ogni momento del campionamento.

Per quanto riguarda il cumulo, sono stati prelevati 10 sub-campioni al di sotto della crosta, sino ad una profondità di circa 1 m.

Metodologie analitiche

Sub-campioni di pollina tal quale sono stati analizzati per la determinazione della sostanza secca (SS) e dell'azoto, sia come TKN sia come N-NH₃. L'essiccato è stato utilizzato per la determinazione del fosforo totale e delle ceneri, attraverso calcinazione (trattamento a 550°C per 2 ore, al termine del quale è stato misurato il peso). Una quota del campione è stata essiccata a 60°C per più di 12 ore (finché il peso è rimasto costante), raffinata (dimensioni <0,2 mm) ed utilizzata per le determinazioni del carbonio organico totale.

Tutte le analisi sono state realizzate conformemente ai "Metodi ufficiali di analisi del compost" (ANPA, 2001); N-NH₄ e il fosforo totale sono stati determinati secondo "Metodi di analisi dei fertilizzanti" (Trinchera et al., 2006).

Risultati e Discussione

I risultati della determinazione del carbonio nella prova sperimentale in *big bag* sono riportati in tabella 1. E' evidente in primo luogo l'omogeneità dei dati relativi alla pollina all'uscita del sistema MDS, in cui solo il campione relativo ai *big bag* 11 e 6 sono di poco inferiori agli altri, e comunque tutti ≥ 30 . I risultati evidenziano la sostanziale tenuta della concentrazione di carbonio lungo tutto il periodo di trattamento.

I risultati della caratterizzazione del contenuto di azoto, misurato come TKN, è riportato in tabella 2; in primo luogo essi evidenziano una certa variabilità nelle condizioni iniziali, rappresentano la variabilità della concentrazione di azoto all'interno della pollina (essi non rappresentano una unica popolazione statistica); apparentemente, la variabilità iniziale sembra ridursi, come se il trattamento portasse ad una omogeneizzazione del sistema; tale verifica richiede una analisi più dettagliata.

La caratterizzazione dell'evoluzione del cumulo è riportata in tabella 3. Anche in questo caso si possono ripetere le osservazioni appena fatte per carbonio ed azoto; in questo caso si evidenzia anche fenomeno di essiccamento dello stesso.

Considerazioni

Le analisi chimiche effettuate da ARPA-ER, Sez. Provinciale di Ravenna, hanno evidenziato la congruenza dei parametri azoto, fosforo e carbonio con la normativa sui fertilizzanti (D. Lgs. 217/06 e s.m.i.). Infatti, le misure di fosforo hanno mostrato una concentrazione in tutti i campioni superiore al 2% come P₂O₅, consentendo quindi al prodotto finale di avere le caratteristiche tali da poter essere considerato un fertilizzante (concime organico NP, pollina essiccata) ai sensi del suddetto decreto.

Per la pollina di galline ovaiole, allevate in gabbia, il contenuto di carbonio, così come di nutrienti (N e P), dipende in primo luogo dalla dieta e in seconda istanza dal sistema di gestione della pollina. Per carbonio ed azoto hanno poi importanza fondamentale i processi di maturazione, che spesso portano ad una loro perdita

per volatilizzazione rispettivamente come CO₂ e come ammoniaca, soprattutto per polline umide.

In questo caso specifico si è notata una sostanziale tenuta sia per il tenore di carbonio organico che di azoto totale nel periodo di osservazione di 120 giorni.

Un'ulteriore considerazione è che il tenore di carbonio è molto alto nei *big-bag*, pari o superiori al 30% , che rappresenta la soglia richiesta per l'ammendante organico letame avicolo.

Queste prime incoraggianti considerazioni richiedono ulteriori valutazioni sia in applicazione al modello statistico sia in termini di ottimizzazione dei bilanci di massa.

Bibliografia

1. Amek e CTI, 2002. "Processo di maturazione e stabilizzazione di biomassa per ridurre le emissioni maleodoranti" EP 1314710 A1(<http://ep.espacenet.com>)
2. ANPA, 2001. "Metodi ufficiali di analisi del compost". ANPA, Manuale n.3.
3. Golfari *et al.*, 2010. "Tecnologia biologica per il trattamento di pollina di ovaiole: Progetto MIDA di sanitarizzazione" SIPA 2010.
4. Montgomery D.C., 2005. "Design and Analysis of Experiments" VI ed., John Wiley & Sons, New York
5. Petronelli, 2008. "Stabilizzazione e utilizzazione della pollina ai fini agronomici" Tesi di laurea Specialistica in Ingegneria Chimica. A.A. 2007/2008. Università di Bologna
6. Trinchera *et al.*, 2006. "Metodi di analisi dei fertilizzanti" MIPAF.

Ringraziamenti

Si ringraziano le aziende AMEK (Ferrara) e Coop. Trasporti Imola (CTI, Imola, BO) per avere contribuito alla sperimentazione con l'utilizzo della loro tecnologia e il gruppo EUROVO per aver permesso e contribuito alla sperimentazione nei suoi allevamenti.

Figura 1. Schema a blocchi del processo di produzione del fertilizzante.

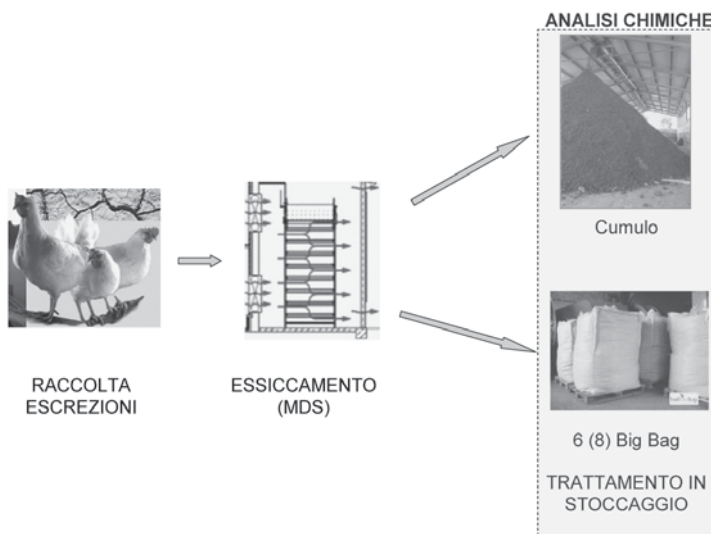


Figura 2. Schema del disegno sperimentale.

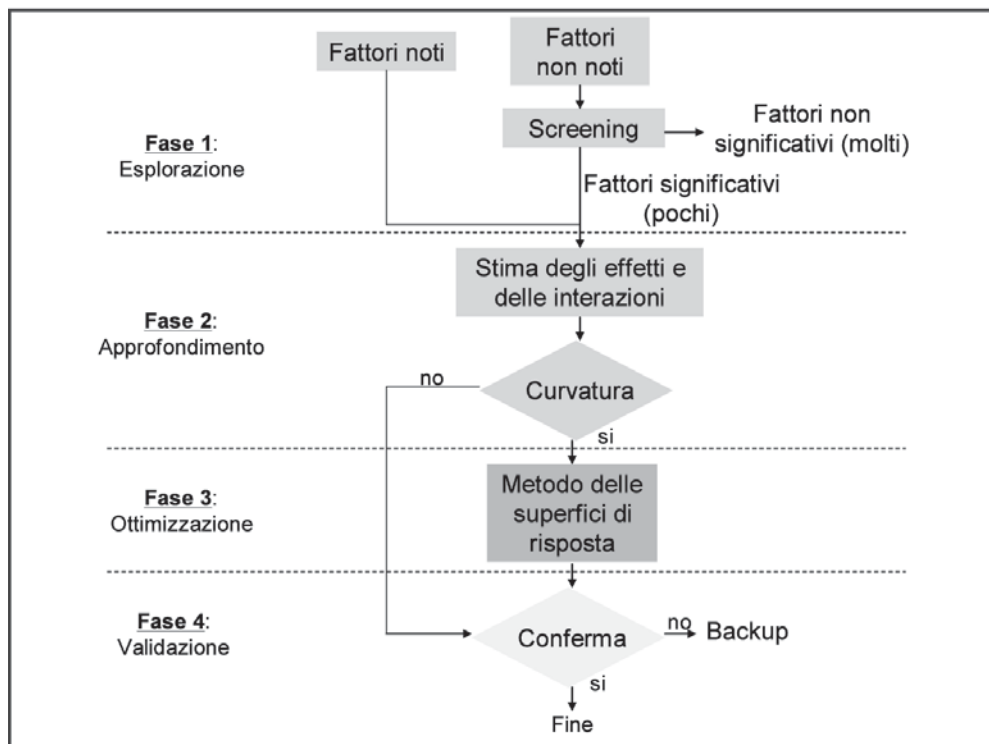


Figura 3. Schema sperimentale utilizzato.

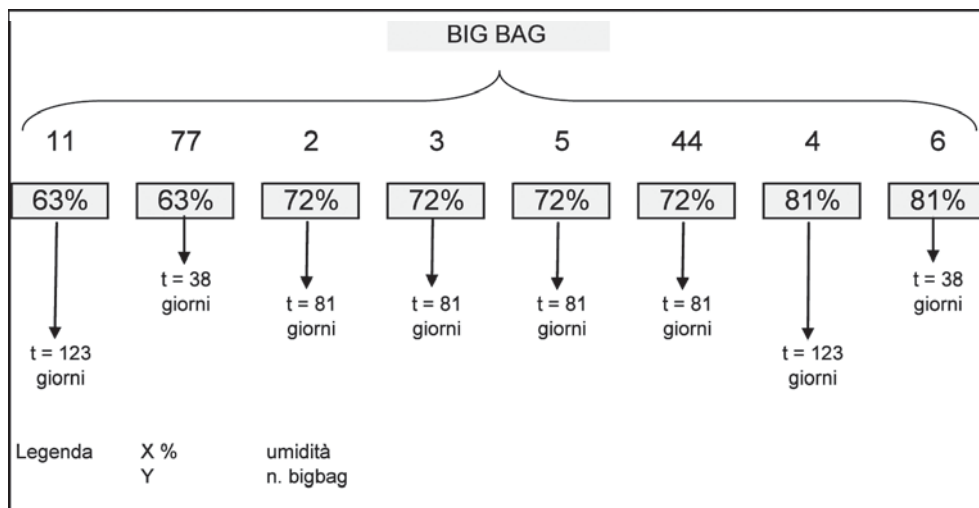


Tabella 1. Risultati della determinazione del TOC nel corso della sperimentazione (% SS).

% S.S. iniz.	SACCO	B (t = 0)	C (t = 38 g)	D (t = 81 g)	E (t = 123 g)
63,2 ± 1,6	11	30,3			32,3
“	77	33,3	33,4		
71,7± 5,1	2	33,5		35,1	
“	3	33,1		30,8	
“	44	33,3		32,1	
“	5	32,2		30,0	
81,1 ± 4,2	4	33,1			31,8
“	6	30,0	28,8		
Valor medio	-	32,4 ± 1,4			

Tabella 2. Concentrazione di azoto totale misurato come TKN (% sul tal quale).

% S.S. iniz.	SACCO	B (t = 0)	C (t = 38 g)	D (t = 81 g)	E (t = 123 g)
63,2 ± 1,6	11	1,91			3,12
	77	2,64	2,48		
71,7± 5,1	2	2,91		3,3	
“	3	2,91		2,94	
“	44	2,64		4,21	
“	5	3,17		3,01	
81,1 ± 4,2	4	3,42			3,04
“	6	2,2	2,32		
valor medio	-	2,72 ± 0,46			

Tabella 3. Evoluzione del cumulo.

Parametri.	Unità di misura	B (t = 0)	C (t = 38 g)	D (t = 81 g)	E (t = 123 g)
SS	%	53,3	66,4	70,0	79,1
pH		8,78	7,85	n.d.	7,98
TOC	% SS	31,3	29,5	29,5	29,9
TKN	%	2,66	3,14	3,58	3,27