

# Additivi anti-ammoniaca, un test per misurarli

di **Claudio Fabbri**  
**Giuseppe Moscatelli**  
**Nicola Labartino**  
**Laura Valli**

**Per verificare l'effetto degli additivi sulla riduzione delle emissioni di NH<sub>3</sub> nelle lettiere avicole sono disponibili test di facile uso, che consentono di avere risposte affidabili e in tempi rapidi**

**G**li additivi da applicare sulle lettiere degli allevamenti avicoli per ridurre le emissioni e migliorarne la qualità fisico-chimica incontrano ormai una certa diffusione fra gli allevatori, anche in virtù della loro semplicità di impiego.

Dagli studi condotti negli ultimi anni per verificarne l'efficacia, tuttavia, emergono risultati molto contrastanti. Succede spesso, infatti, che un additivo prodotto e/o commercializzato da una ditta, e applicato seguendo scrupolosamente le istruzioni, fornisca risultati molto differenti se utilizzato dopo periodi di tempo più o meno lunghi dal suo confezionamento o in diverse condizioni aziendali.

A ciò si aggiunge il fatto che additivi che hanno dato prova di buona efficienza in test di laboratorio si rivelano poi inefficaci quando applicati in situazioni aziendali reali, e viceversa.

Le prove che vengono illustrate in questo lavoro, frutto di una ricerca svolta nell'ambito del progetto "Avicolo da carne: prevenzione e riduzione delle emissioni in ambiente nel rispetto del benessere animale", realizzato con il contributo finanziario della Regione Emilia Romagna, hanno avuto lo scopo di mettere a punto una metodologia rapida e semplificata che permetta ai tecnici delle aziende avicole o delle stesse

ditte produttrici di verificare in pieno campo l'efficacia dei diversi prodotti.

L'esigenza di questa metodologia nasce dal costo spesso molto elevato delle analisi chimiche e microbiologiche necessarie per valutare l'efficacia dei prodotti, e dalla mancanza di una risposta in tempi rapidi, fattori questi che non consentono all'allevatore di decidere pochi giorni prima dell'inizio di un nuovo ciclo se usare un determinato prodotto.

## LE PROVE

I parametri che sono stati sottoposti a controllo per valutare l'efficacia degli additivi sono stati le emissioni di ammoniaca e di odori.

Le prove sono state condotte in due ricoveri di uno stesso allevamento (Foto 1) con due diversi prodotti addizionati alle lettiere una decina giorni prima dell'uscita degli animali. Al termine del ciclo sono state effettuate le

comparazioni fra le tesi addittivate e i rispettivi controlli, uno per ricovero.

## I METODI DI MISURA

Per misurare le emissioni di gas dalle lettiere occorre considerare che si tratta di determinare le emissioni da superfici non dotate di flusso proprio, che non sono quindi delle fonti "attive" di cui sia possibile determinare una portata. In questo caso le tecniche di misura utilizzabili possono essere statiche o dinamiche.

La tecnica statica consiste nella determinazione dell'incremento di concentrazione di gas nell'aria contenuta all'interno di un recipiente, posto capovolto sul substrato, in assenza di flusso. Le misure di concentrazione di gas vengono eseguite nel momento in cui il recipiente viene posto sul substrato e dopo determinati intervalli di tempo.

▼ **Foto 1 - L'allevamento nel quale si sono svolte le prove**



*Gli Autori sono del Crpa SpA - Reggio Emilia*



◀ Foto 2 - Lo strumento per la misura con fiale colorimetriche. La fialetta si colora progressivamente su una scala graduata in funzione della concentrazione dell'ammoniaca presente nell'aria aspirata attraverso di essa

La tecnica dinamica consiste, invece, nella determinazione in continuo dell'incremento di concentrazione di gas in un flusso d'aria imposto dall'operatore, passante attraverso un contenitore posto capovolto sul substrato. Il limite fondamentale di questa tecnica è che il flusso di gas dipende dal flusso d'aria imposto dall'operatore attraverso la camera, in quanto esso determina la direzione del bilancio di flusso tra substrato e camera d'aria; con esso infatti si crea un disequilibrio di pressione con conseguente variazione del flusso naturale.

Per quanto concerne le **emissioni di ammoniaca**, la tecnica di misura utilizzata è stata quella della camera statica a saturazione, posizionata sopra alla lettiera e sigillata alla base per mezzo di un telaio di acciaio infisso nella lettiera stessa, abbinata ad uno strumento per la misura della concentrazione del gas. Le determinazioni di concentrazione di ammoniaca sono state condotte con due sistemi: il primo accurato, che prevede l'utilizzo di un monitor di analisi ad assorbimento nella banda dell'infrarosso (Bruel&Kjaer, mod. 1302) e che permette di apprezzare differenze di concentrazione dell'ordine di  $0,1 \text{ mg/m}^3$ ; il secon-

do semplificato, che prevede l'utilizzo di fiale colorimetriche ad assorbimento (RAE mod. RA10-100-10-3 La), ossia fiale di lettura immediata che hanno al loro interno una sostanza che cambia colore in presenza del composto che devono rilevare (ammoniaca), in misura proporzionale alla concentrazione del composto stesso (Foto 2).

Durante la misura, la concentrazione di gas aumenta progressivamente e linearmente in un primo intervallo di tempo per poi rallentare e raggiungere asintoticamente un valore costante, in corrispondenza del quale la pressione parziale del gas in aria equivale alla tensione di vapore del gas disciolto nel biofilm adesivo al substrato emissivo. Il coefficiente angolare (pendenza) della retta di regressione, nel tratto lineare della curva di saturazione, rappresenta il flusso emissivo nell'unità di tempo e di

superficie del substrato.

Il flusso emissivo  $E$  [ $\text{mg/m}^2 \cdot \text{h}$ ] dei diversi punti indagati viene calcolato con la seguente relazione:

$$E = \frac{\Delta c \cdot V_{SdT}}{\Delta t \cdot A}$$

Dove:

- $\Delta C/\Delta t$  = variazione della concentrazione del gas nel tempo calcolata nel tratto lineare della curva di saturazione;
- $V_{SdT}$  = volume dello spazio di testa, ovvero del volume d'aria racchiuso all'interno della camera di accumulo;
- $A$  = superficie coperta dalla camera di accumulo.

La camera di saturazione è costituita di due parti funzionali (Foto 3): un telaio di base in acciaio inox e una camera a volume noto. Il telaio di base deve essere caratterizzato da un elevato grado di robustezza e tale da poter essere infilato con una certa facilità nel substrato. Deve, inoltre, essere dotato di un bordo in rilievo in modo da permettere il collegamento ermetico con la parte superiore. La parte superiore è costituita da una serie di prolunghie collegabili ermeticamente e facilmente fra loro e un terminale chiuso. All'interno del terminale deve trovare alloggio un ventilatore a batteria, un capilla-

re di collegamento con l'esterno e i collegamenti con l'analizzatore esterno. L'altezza della camera deve essere scelta sulla base dell'emissività  $e$ , quindi, del tempo di saturazione in modo tale da poter effettuare almeno quattro misure consecutive della curva di saturazione nel tratto rettilineo. Il ventilatore posto all'interno della camera svolge la funzione di miscelazione dei gas presenti.

Nel caso in cui lo strumento di misura della concentrazione del gas sia rappresentato da un analizzatore a flusso continuo è necessario reimmettere all'interno della camera il gas aspirato. Viceversa, nel caso di sistemi di misura semplificati come quelli a fiale utilizzati in queste prove, il volume d'aria aspirato è insignificante rispetto alla volumetria della camera e pertanto può essere trascurato il suo reinserimento. Il campionamento con fiale deve essere eseguito con intervalli di circa 2 minuti, prelevando il volume d'aria necessario, e normalmente indicato dalla ditta produttrice con la pompa fornita in dotazione alla fialetta stessa<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Maggiori informazioni sulla metodologia di misura sono disponibili sul sito [www.crapa.it](http://www.crapa.it) alla sezione pubblicazioni.



▶ Foto 3 - Dispositivi di campionamento e misura utilizzati nella sperimentazione. Sono messi in evidenza: il telaio di acciaio da infiggere nella lettiera per sigillare la camera di saturazione, la camera di saturazione (in plastica bianca), la "camera di flusso" (in acciaio) per il campionamento degli odori e un momento della misura della curva di saturazione con il monitor B&K e di campionamento degli odori



Per quanto concerne, invece, le emissioni di odori dalla lettiera, non è stato possibile utilizzare la tecnica della camera a saturazione in quanto la metodologia di misura dell'odore è di tipo sensoriale, basata sul giudizio di un gruppo di persone (valutatori), selezionate a tal fine, ed è quindi intrinsecamente affetta da un'ampia incertezza di misura, che rende impossibile la costruzione di una retta di regressione affidabile.

È stata quindi utilizzata una tecnica di campionamento dinamica denominata "camera di flusso" (Foto 3), che prevede di creare un flusso d'aria noto e ripetibile sulla superficie emissiva. L'aria in ingresso alla camera viene deodorizzata mediante carboni attivi e l'aria odorosa in uscita viene prelevata in sacche di un materiale plastico adatto allo scopo e successivamente analizzata in laboratorio. Il campione viene prelevato misurando il flusso di aria immessa e dopo avere aspettato un tempo sufficiente a che il volume interno della camera sia ricambiato 3-4 volte. La determinazione della concentrazione di odore dei campioni prelevati è stata effettuata nel laboratorio olfattometrico del CRPA, con uno strumento (olfattometro) di produzione tedesca (TO7 della ECO-MA GmbH), che opera in conformità alle prescrizioni dello Standard europeo EN 13725 (Foto 4), relativo alle misure olfattometriche.

▼ Foto 4 - L'olfattometro del Crpa



**LE POSIZIONI DI MISURA**

La scelta delle posizioni di misura è stata fatta in modo da analizzare zone di lettiera rappresentative di diverse aree funzionali all'interno del ricovero (abbeverata, alimentazione, stazionamento e razzolamento) e caratterizzate da differenti condizioni fisico-chimiche. Infatti, da una serie di determinazioni analitiche effettuate nell'ambito del progetto "Avicolo da carne: prevenzione e riduzione delle emissioni in ambiente nel rispetto del benessere animale", condotto da CRPA con il contributo finanziario della Regione Emilia Romagna, è stato possibile individuare tre principali aree che possono avere comportamenti diversi in relazione alle emissioni:

- **linea abbeveratoio:** la parte di lettiera al di sotto della linea degli abbeveratoi è sempre, come atteso, la più critica sia sotto il profilo del contenuto di sostanza secca che di contenuto di ammoniaca. Le tecniche di ventilazione non hanno un'influenza significativa sui risultati. Mediamente il contenuto di sostanza secca è il 13% inferiore rispetto alla media ponderata di tutto il ricovero, mentre la percentuale di ammoniaca è del 24-38% superiore;
- **linea mangiatoia:** questa parte di lettiera è fortemente influenzata dagli sprechi di mangime; il contenuto di azoto totale, espresso come percentuale sulla sostanza secca, è mediamente il 3-4% più alto

della media. Le perdite per emissione, inoltre, sono relativamente più basse grazie al minore rischio di umidificazione: il tenore di azoto totale, espresso sul tal quale, è del 20-21% inferiore rispetto alla media e il contenuto di azoto ammoniacale più basso del 7-14%. Nei ricoveri con ventilazione longitudinale le lettiere hanno un contenuto di azoto ammoniacale, espresso come percentuale dell'azoto totale, più basso rispetto ai ricoveri con ventilazione trasversale (0,57% vs 0,87%). Quest'ultima differenza si accentua maggiormente nei mesi invernali;

- **corsie intermedie:** rappresentano la maggior parte della superficie del capannone e hanno caratteristiche molto simili. Le differenze più accentuate si riscontrano nelle vicinanze delle finestrate di ingresso dell'aria nei mesi invernali. In queste posizioni l'aria fredda può condensare e inumidire significativamente la lettiera.

Sia per la linea abbeveratoio che per la linea mangiatoia è stata considerata una larghezza di 50 cm. Oltre questa larghezza le caratteristiche analitiche cambiano significativamente.

Per ognuno dei due ricoveri, sono state scelte due fasce, trasversali al capannone e di larghezza pari a circa 4 metri ciascuna, da utilizzare come tesi trattata e tesi di controllo. L'aditivazione è stata fatta in accordo con le quantità e le modalità fornite dai rappresentanti dei prodotti utilizzati. I rilievi sono stati condotti, al termine del ciclo di allevamento, in 6 punti per ogni tesi: tre di questi sono stati collocati al di sotto delle linee degli abbeveratoi (SLA) e altri tre nelle aree intermedie (FLA). La disposizione delle posizioni di campionamento e analisi delle emissioni gassose è illustrata nello schema riportato in figura 1.

Al termine del ciclo di accrescimento degli animali, in conco-

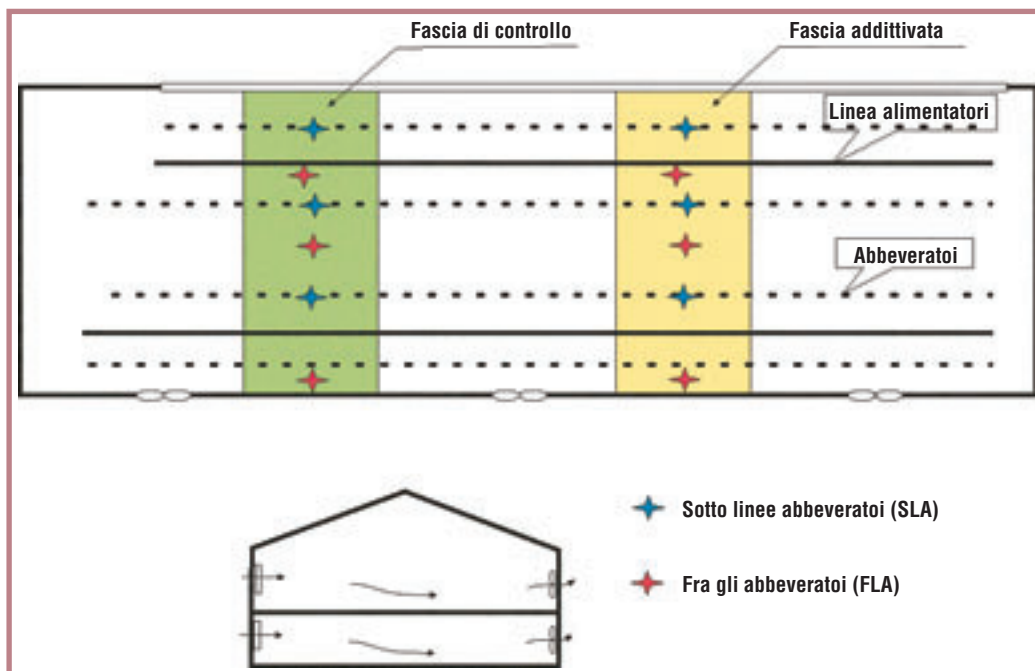
mitanza con le misure di emissione, sono stati prelevati e analizzati campioni di lettiera, uno per ogni posizione di misura, per la determinazione dei seguenti parametri: pH, solidi totali, solidi volatili, azoto totale e azoto ammoniacale.

**I RISULTATI**

Dall'analisi dei risultati emerge che l'emissione di ammoniaca delle tesi additivate è risultata in entrambi i casi inferiore alla tesi testimone: nel primo caso (additivo A) è stata registrata una riduzione pari al 24%, nel secondo caso (additivo B) al 22%.

Con l'additivo A, l'effetto di riduzione è stato verificato anche con la metodologia di misura semplificata. Dai risultati ottenuti con le due metodologie non sono state riscontrate differenze significative: 21% di riduzione delle emissioni di ammoniaca verificato con il sistema semplificato contro il 24% ottenuto con il sistema sofisticato. Nel grafico di figura 2 è riportata la correlazione individuata fra le misure condotte con il sistema di precisione e il sistema semplificato. La retta continua rappresenta la correlazione perfetta fra i due sistemi, la retta di regressione tratteggiata, invece, il risultato riscontrato nelle prove qui descritte. La differenza fra i due sistemi è stata stimata mediamente pari al 3%, con differenze più accentuate nelle condizioni di emissione più bassa (posizioni SLA) a causa della minore precisione del campo di accuratezza delle fialette utilizzate.

Esaminando i dati registrati nelle diverse posizioni della lettiera è emerso che le emissioni sono risultate più elevate nelle zone comprese fra le linee degli abbeveratoi rispetto alle aree al di sotto degli abbeveratoi. L'elevato grado di umidità delle lettiere posizionate al di sotto delle linee di abbeveratoi ha portato anche a un elevato grado di compattamento e, quindi, di bassa porosità. La ridotta porosità ha permesso, di conseguenza, di limi-



▲ **Figura 1 - Schema utilizzato di disposizione delle posizioni di campionamento e analisi delle emissioni gassose**

**Tabella 1 - Risultati di efficienza di riduzione delle emissioni di ammoniaca e odori ottenuti con l'additivo A**

	Emissioni di ammoniaca [mg/m <sup>2</sup> .h]		Concentrazioni di odore [OU/m <sup>3</sup> ]
	Analizzatore di precisione	Analizzatore semplificato	
<b>Media generale testimone</b>	<b>277,1</b>	<b>245,3</b>	<b>5742</b>
<b>Media generale additivato</b>	<b>211,0</b>	<b>192,9</b>	<b>4387</b>
<b>Rapporto additivo/testimone</b>	<b>0,76</b>	<b>0,79</b>	<b>0,76</b>
<b>Media FLA testimone</b>	<b>460,2</b>	<b>446,3</b>	<b>5450</b>
<b>Media FLA additivato</b>	<b>323,8</b>	<b>329,0</b>	<b>3811</b>
<b>Rapporto additivo/testimone</b>	<b>0,70</b>	<b>0,74</b>	<b>0,70</b>
<b>Media SLA testimone</b>	<b>94,0</b>	<b>111,4</b>	<b>6035</b>
<b>Media SLA additivato</b>	<b>98,3</b>	<b>102,2</b>	<b>4962</b>
<b>Rapporto additivo/testimone</b>	<b>1,05</b>	<b>0,92</b>	<b>0,82</b>

FLA = fra le linee degli abbeveratoi  
SLA = sotto le linee degli abbeveratoi

**Tabella 2 - Risultati di efficienza di riduzione delle emissioni di ammoniaca e odori ottenuti con l'additivo B**

	Emissioni di ammoniaca [mg/m <sup>2</sup> .h]	Concentrazioni di odore [OU/m <sup>3</sup> ]
	Analizzatore di precisione	
<b>Media generale testimone</b>	<b>411</b>	<b>4755</b>
<b>Media generale additivato</b>	<b>322</b>	<b>3566</b>
<b>Rapporto additivo/testimone</b>	<b>0,78</b>	<b>0,75</b>
<b>Media FLA testimone</b>	<b>515</b>	<b>4562</b>
<b>Media FLA additivato</b>	<b>435</b>	<b>3604</b>
<b>Rapporto additivo/testimone</b>	<b>0,84</b>	<b>0,79</b>
<b>Media SLA testimone</b>	<b>204</b>	<b>5241</b>
<b>Media SLA additivato</b>	<b>210</b>	<b>4455</b>
<b>Rapporto additivo/testimone</b>	<b>1,03</b>	<b>0,85</b>

FLA = fra le linee degli abbeveratoi  
SLA = sotto le linee degli abbeveratoi

tare gli scambi gassosi e la superficie esposta all'aria. Nelle zone fra gli abbeveratoi, invece, le emissioni sono state fortemente influenzate dalla friabilità riscontrata.

Complessivamente, l'azione degli additivi è stata più efficace nelle aree fra gli abbeveratoi grazie alla più elevata superficie di contatto e alla possibilità di penetrare in profondità. L'attività di razzolamento degli animali, inoltre, proprio in queste zone, ha favorito maggiormente la diffusione e l'attivazione degli additivi. In queste aree sono stati riscontrati i seguenti risultati:

- per il primo additivo, al di sotto degli abbeveratoi una riduzione nulla (+4%), mentre fra gli abbeveratoi -30%;
- per il secondo additivo, al di sotto degli abbeveratoi una riduzione nulla (+3%), mentre fra gli abbeveratoi -16%.

Per quanto concerne l'efficacia sulle emissioni di odore, i rilievi effettuati indicano una riduzione dell'emissione di entità pari a quella ottenuta per l'ammoniaca e mediamente pari al 24% nel caso del primo additivo e al 25% nel caso del secondo. Tale efficienza, però, a differenza di quanto riscontrato per l'ammoniaca, è stata osservata sia sotto la linea degli abbeveratoi (SLA) che fra gli abbeveratoi (FLA).

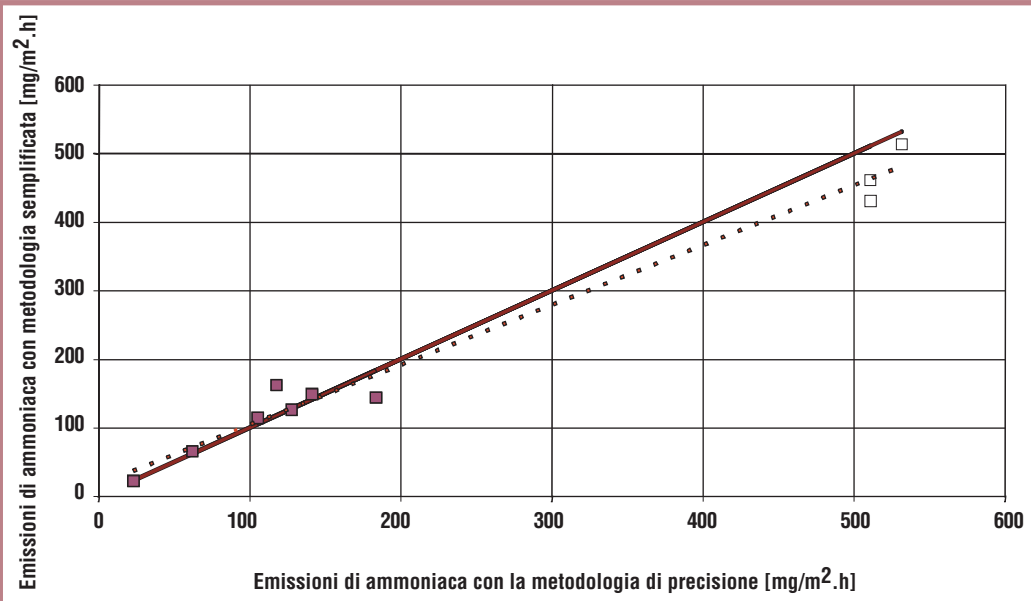
Nelle tabella 3 e tabella 4 sono riepilogati i valori medi dei parametri chimici delle lettiere campionate, in concomitanza delle misure di emissione, nelle diverse posizioni previste per entrambi gli additivi.

Nel caso del primo additivo le differenze più evidenti sono riconducibili al contenuto di sostanza secca e azoto, che sono risultati minori nell'area additivata. Nonostante ciò, l'emissione di ammoniaca dalle aree additivate a fine accrescimento è risultata inferiore alla tesi testimone. Nel caso del secondo additivo, invece, non sono state riscontrate differenze significative.

Per entrambi gli additivi si possono anche osservare differenze nel tenore in sostanza secca

(SS) delle zone di lettiera sotto gli abbeveratoi (SLA), che risultano più umide, rispetto a quelle fra gli abbeveratoi (FLA). La SS media della lettiera delle zone SLA (addittivate e non) è risultata pari al 49% contro il 37% delle zone FLA nel caso dell'additivo A e al 51% contro il 40% nel caso dell'additivo B.

Le differenze riscontrabili nel tenore di azoto fra le zone FLA (più basso, pari al 5,6% per l'additivo A e al 4,4% per l'additivo B) rispetto a quelle SLA (più elevato, pari al 7,1% per l'additivo A e al 6,0% per l'additivo B) confermano i risultati ottenuti per quanto riguarda le emissioni di ammoniaca. La maggiore po-



▲ **Figura 2 - Correlazione fra risultati di emissione di ammoniaca ottenuti con le due metodologie di misura: accurata e semplificata. La retta continua rappresenta una corrispondenza perfetta fra le due metodologie, quella tratteggiata è quella che si ottiene dalle misure effettuate. I quadrati sono i punti sperimentali**

rosità della lettiera nelle zone fra gli abbeveratoi, dovuta alla minore umidità e al razzolamento degli animali, ha favorito una maggiore emissione ammoniacale e quindi un impoverimento del tenore di azoto della lettiera in queste zone rispetto a quelle sotto gli abbeveratoi.

**CONCLUSIONI**

In conclusione, i test condotti mostrano che attraverso un dispositivo molto semplice ed economico, composto da una camera chiusa collocata ermeticamente sopra la superficie emissiva e una serie di fialette di misura di tipo colorimetrico, è possibile, a pochi giorni di distanza dall'inizio di un nuovo ciclo di produzione, verificare l'effetto di un additivo sulla riduzione delle emissioni di ammoniaca.

La quantificazione delle emissioni dalle lettiere avicole effettuata con la strumentazione più sofisticata è risultata, infatti, del tutto paragonabile a quella ottenuta con la metodologia più semplice, che, grazie alla sua facilità di applicazione, immediatezza nella lettura dei risultati e relativa economicità dei materiali, potrebbe essere applicata dagli stessi allevatori o dai tecnici aziendali o delle associazioni. ■

**Tabella 3 - Determinazioni analitiche delle lettiere campionate nel ricovero trattato con l'additivo A**

	pH	Solidi totali (ST)		Solidi volatili (SV)		Azoto totale (NTK)		Azoto ammoniacale (N-NH4)	
		[mg/kg]	[% ST]	[mg/kg]	[% ST]	[mg/kg]	[% ST]	[mg/kg]	[% NTK]
Media generale testimone	7,75	454	45	361	80	27388	6,2	7236	27
Media generale addittivato	7,72	400	40	316	79	25396	6,5	9235	36
Rapporto additivo/testimone	1,00	0,88	0,88	0,88	0,99	0,93	1,05	1,28	1,37
Media FLA testimone	8,44	523	52	408	78	27544	5,3	6294	23
Media FLA addittivato	8,02	445	45	346	78	25398	5,9	8344	33
Rapporto additivo/testimone	0,95	0,85	0,85	0,85	1,00	0,92	1,10	1,33	1,44
Media SLA testimone	7,05	384	38	313	81	27231	7,1	8178	30
Media SLA addittivato	7,42	355	36	286	80	25394	7,1	10126	40
Rapporto additivo/testimone	1,05	0,93	0,93	0,91	0,99	0,93	1,01	1,23	1,31

FLA = fra le linee degli abbeveratoi  
SLA = sotto le linee degli abbeveratoi

**Tabella 4 - Determinazioni analitiche delle lettiere campionate nel ricovero trattato con l'additivo B**

	pH	Solidi totali (ST)		Solidi volatili (SV)		Azoto totale (NTK)		Azoto ammoniacale (N-NH4)	
		[mg/kg]	[% ST]	[mg/kg]	[% ST]	[mg/kg]	[% ST]	[mg/kg]	[% NTK]
Media generale testimone	8,33	444	44,4	351	79	22972	5,3	7451	32
Media generale addittivato	8,28	459	45,9	360	79	22678	5,1	5918	27
Rapporto additivo/testimone	0,99	1,03	1,03	1,03	0,99	0,99	0,95	0,79	0,85
Media FLA testimone	8,66	510	51,0	400	78	22310	4,4	3998	18
Media FLA addittivato	8,52	513	51,3	398	78	22898	4,5	3855	17
Rapporto additivo/testimone	0,98	1,01	1,01	1,00	0,99	1,03	1,02	0,96	0,97
Media SLA testimone	8,01	377	37,7	302	80	23634	6,3	10904	47
Media SLA addittivato	8,04	404	40,4	323	80	22457	5,6	7980	38
Rapporto additivo/testimone	1,00	1,07	1,07	1,07	1,00	0,95	0,90	0,73	0,81

FLA = fra le linee degli abbeveratoi  
SLA = sotto le linee degli abbeveratoi