

**RILASCIO nel TERRENO di AZOTO MINERALE da
POLLINA COMPOSTATA Agrofertil**

a cura di: Claudio Ciavatta

Ordinario di Chimica Agraria – Docente di Fertilità del suolo

- Maggio 2016 -

La concimazione azotata

La pratica della concimazione azotata è indispensabile per sostenere gli elevati fabbisogni di azoto delle produzioni agricole ed evitare, contemporaneamente, il conseguente impoverimento del suolo dell'elemento essenziale maggiormente utilizzato dalle piante.

Attualmente gran parte dell'azoto (N) assorbito dalle piante e inglobato nelle sostanze organiche destinate all'alimentazione umana e animale, non ritorna al terreno attraverso i sottoprodotti e i cataboliti in quanto consumato lontano dai luoghi di produzione. La concimazione azotata ha quindi il compito di ricostituire le riserve dell'elemento in forme assimilabili dalle piante, di prevenire e correggere eventuali stati di carenza e di fornire il quantitativo di elemento necessario a garantire produzioni sostenibili sia quantitativamente che qualitativamente, nel rispetto dell'ambiente.

Efficienza delle concimazioni azotate

E' noto che l'impiego di concimi minerali è una delle pratiche agronomiche sulle quali si basa la moderna agricoltura. Tra i principali elementi della fertilità l'azoto è sicuramente quello che nel tempo ha subito i maggiori incrementi di distribuzione, in quanto rappresenta il fattore chiave della produttività agricola. Ad usi eccessivi o impropri dei concimi azotati deve essere assolutamente evitato in base a diversi ordini di considerazioni: a) possibile effetto negativo sull'ambiente, in particolare riguardo al pericolo di lisciviazione dei nitrati; b) altissimo costo energetico richiesto per la produzione industriale (per esempio, per sintetizzare 1 t di ammoniaca occorre circa 1 t di nafta, oppure 30-35 MMBTU¹ di gas naturale, e per produrre 1 t di urea 580 kg di ammoniaca); c) mancato sfruttamento delle potenzialità naturali del terreno; d) influenza negativa sugli aspetti qualitativi della produzione, aspetto che tende ad avere un peso sempre maggiore per la collocazione dei prodotti e per il prezzo.

Appare quindi evidente la necessità di pervenire ad una razionalizzazione delle concimazioni azotate minerali che notoriamente sono caratterizzate da una bassa efficienza. Numerose sperimentazioni hanno dimostrato che l'efficienza delle concimazioni a base d'azoto minerale raramente raggiunge il 50%, in alcuni casi, in particolare nel settore frutticolo, le piante assorbono solo il 10% dell'azoto distribuito con la concimazione.

¹ MMBTU = Million Metric British Thermal Unit. 3412 BTU = 1 kWh, oppure in Joule (J): 1 BTU = 1055,06 J.

Una prima importante tipologia riguarda i **concimi organici** (naturali e di sintesi). I concimi organici azotati (N) e azoto-fosfatici (NP) solidi, per la maggior parte, sono prodotti che storicamente e naturalmente contengono N organico più o meno a lento rilascio. Letami maturi, concimi a base di pelli, pennone, polline compostate, panelli, farine di carne e ossa, cornunghia, per citare i maggiori, sono caratterizzati dalla presenza di scleroproteine e collagene con cinetiche a lento rilascio dell'azoto. Inoltre, è importante sottolineare che buona parte dei concimi organici sono consentiti in agricoltura biologica e per questo presenti nella tabella 1 dell'allegato 13 del D.Lgs. 75/2010, in cui vi è l'elenco dei fertilizzanti idonei all'uso in agricoltura biologica e in cui si riporta anche la denominazione dei prodotti ed eventuali requisiti aggiuntivi per l'ammissibilità ai sensi del Reg. (CE) 889/2008 sulla produzione biologica.

La velocità con cui i diversi prodotti rilasciano l'azoto organico dipende essenzialmente, oltre che dalle caratteristiche fisico-chimiche dei prodotti stessi, dall'intensità dell'attività dei microrganismi del terreno che, come noto, traggono l'energia dai processi di mineralizzazione della sostanza organica.

I processi chimici e microbiologici, a loro volta, sono fortemente influenzati dalle condizioni climatiche (temperatura e umidità condizionano la velocità di trasformazione e di mineralizzazione: le condizioni ideali sono rappresentate da temperatura del suolo compresa tra 15 e 30 °C e di umidità prossima alla capacità idrica di campo) e di reazione del terreno (pH), che individua valori ottimali verso la neutralità e la basicità in quanto i batteri prediligono ambienti non acidi. In condizioni di acidità del terreno (pH < 6.0) si svilupperebbero maggiormente le popolazioni fungine che sono molto meno attive nei processi legati alla nutrizione. Com'è noto, l'azoto organico (proteico e non proteico) presente nei fertilizzanti organici può essere utilizzato dalle piante solamente in seguito a processi di mineralizzazione capaci di trasformarlo in azoto minerale (ammoniacale prima, nitrico poi). Questi processi decorrono attraverso diversi stadi di degradazione delle matrici e dipendono dal metabolismo di numerosi microrganismi che naturalmente popolano i suoli. La fase iniziale della degradazione dell'azoto proteico, ad esempio, avviene per opera di proteasi extracellulari microbiche capaci d'idrolizzare i legami peptidici che portano alla formazione di polipeptidi che, a loro volta, idrolizzati da altri enzimi formeranno amminoacidi. Il processo globale della mineralizzazione dell'azoto proteico, che porta alla liberazione *in primis* di azoto ammoniacale, decorre in tre fasi sequenziali: amminazione, ammonificazione

e nitrificazione L'amminazione e l'ammonificazione sono a carico di microrganismi eterotrofi del suolo che utilizzano composti carboniosi come fonte d'energia. Il processo di nitrificazione è, invece, a carico di microrganismi autotrofi i quali ottengono energia dall'ossidazione di composti inorganici, ad esempio l'ammonio prodotto nell'ammonificazione, mentre utilizzano come fonte di carbonio l'anidride carbonica presente nell'atmosfera. Pertanto la corretta previsione della velocità con cui l'azoto contenuto nei fertilizzanti organici sarà rilasciato nel suolo, richiede la conoscenza di quanto lo scostamento di un parametro dal suo valore ottimale possa incidere sulla velocità di mineralizzazione della matrice. L'ottenimento di questo tipo d'informazione si presenta oltremodo complicato perché i fattori pedologici e climatici in gioco s'influenzano a vicenda, attraverso processi sinergici e antagonisti, rendendo il sistema molto complesso.

Scopo della sperimentazione

L'obiettivo delle prove è stato quello di **verificare in ambiente controllato** la mineralizzazione dell'azoto organico della **pollina compostata** prodotta da Agrofertil, dato fondamentale per utilizzare e consigliare al meglio il suo impiego agronomico.

Il terreno utilizzato è stato prelevato seccato all'aria e setacciato a 4 mm. Prima dell'inizio dell'esperimento il terreno è stato sottoposto a pre-incubazione, per un periodo di due settimane, a 25 °C e portato ad un'umidità pari al 60% della capacità idrica di campo. Scopo delle pre-incubazione è stato quello di stabilizzare l'attività biologica del terreno dopo la fase di essiccazione. Nella tabella 1 sono riportate le caratteristiche fisico-chimiche del terreno utilizzato.

Le **incubazioni** hanno riguardato i seguenti trattamenti:

A - Controllo (solo terreno non trattato)

B – Pollina compostata alla dose 1 – 70 mg N / kg di terreno

C – Pollina compostata alla dose 2 – 140 mg N / kg di terreno

Tre contenitori (uno per ogni trattamento) sono stati riempiti con 1 kg di terreno secco all'aria al quale è stata aggiunta acqua deionizzata fino al raggiungimento di un'umidità corrispondente al 60% della capacità idrica di campo (umidità sperimentale). I contenitori contrassegnati con la corrispondente lettera, sono poi stati lasciati alla temperatura di 20 °C

per 15 giorni. L'umidità, nel frattempo, è stata controllata ogni 5 giorni, per via ponderale, e se del caso riaggiustata al valore sperimentale. Dopo il periodo di pre-incubazione ai suoli è stato aggiunto il concime organico "pollina compostata" in modo da avere un'aggiunta di N, rispettivamente, pari a 70 (B) e 140 (C) mg kg⁻¹ di terreno. I contenitori sono stati mantenuti per tutto il periodo sperimentale ad una temperatura di 20 °C con costante controllo e mantenimento dell'umidità sperimentale con il metodo già descritto.

Tabella 1. Caratteristiche fisico-chimico del suolo utilizzato (*Aquic Xeropsamment*).

Proprietà	Unità di misura	Risultato
Tessitura	USDA (ISSS)	FS (S)
- sabbia	g/kg	79
- limo	g/kg	10
- argilla	g/kg	11
Capacità di ritenzione idrica	g/kg	269
pH (acqua)	-log[H ⁺]	7,8
pH (KCl 2M)	-log[H ⁺]	7,8
Capacità di scambio cationico (C.S.C.)	cmol ₍₊₎ /kg	15,3
Calcare totale	CaCO ₃ , g/kg	440
Calcare attivo	CaCO ₃ , g/kg	75
Carbonio organico totale	C, g/kg	14
Azoto totale	N, g/kg	1,38
Rapporto C:N		10
Fosforo assimilabile (Olsen)	P, mg/kg	75
Potassio scambiabile	K, mg/kg	72
Calcio scambiabile	Ca, mg/kg	5185
Magnesio scambiabile	Mg, mg/kg	147
Sodio scambiabile	Na, mg/kg	74

La prova ha previsto la determinazione delle seguenti forme azotate minerali solubili in cloruro di calcio: ammonio e nitrato.

Ai tempi prestabiliti di zero (T0), 7 (T7), 15 (T15), 30 (T30) e 60 (T60) giorni da ogni contenitore è stata prelevata un quantità pari a 10 g di terreno secco (3 prelievi per ogni trattamento). Il terreno prelevato è stato posto in contenitori da 250 mL ai quali sono stati immediatamente aggiunti 100 mL di cloruro di calcio (0,01 M). I contenitori sono stati sottoposti ad agitazione per 60 minuti per poi procedere alla filtrazione delle sospensioni. La procedura ha consentito di estrarre l'N solubile presente nei campioni. La soluzione filtrata su filtri Whatman 42 ed è stata sottoposta ad analisi delle forme azotate di interesse: ammonio e nitrato. I metodi analitici utilizzati sono stati quelli riportati in “Metodi di Analisi Chimica del Terreno” (Mipaf 2000, FrancoAngeli Editore).

Risultati

Nel grafico 1 è riportato l'andamento dell'**azoto nitrico** (mg/kg) nel terreno nell'arco del periodo d'incubazione (60 giorni).

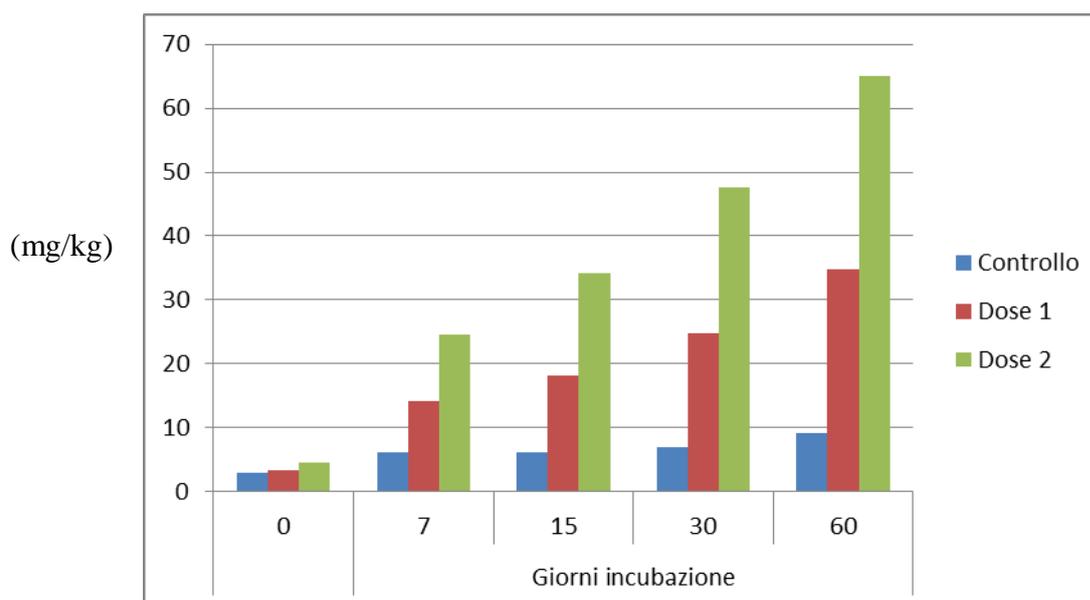


Grafico 1. Accumulo **N-nitrico** nel terreno nei due trattamenti sperimentali (Dose 1 e 2), oltre che nel controllo non trattato, nel corso dei 60 giorni d'incubazione. I valori riportati rappresentano la media di tre ripetizioni.

Dai risultati illustrati nel **grafico 1** è possibile osservare come vi sia stato nel tempo un accumulo di **N nitrico** nel terreno, segno evidente che il processo di nitrificazione

(trasformazione dell'azoto ammoniacale in nitrato) abbia funzionato perfettamente. In altri termini, l'azoto organico della pollina compostata è stato parzialmente (vedi grafico 3) mineralizzato e quindi nitrificato. Il processo nelle condizioni sperimentali adottate (umidità alla capacità idrica di campo e temperatura costante di 20 °C) ha mostrato un andamento continuo, segno evidente che la pollina compostata possiede una notevole stabilità, rispetto ad altre matrici organiche più facilmente mineralizzabili. Tale andamento è riscontrabile anche nel controllo non trattato: ciò significa che il terreno è vitale, che la biomassa microbica, in particolare quella nitrificante, è attiva e che il suolo ha di suo è in grado di produrre nitrati a prescindere dall'azoto aggiunto.

Nel grafico 2 è riportato l'andamento dell'**azoto ammoniacale** (mg/kg) nel terreno nell'arco del periodo d'incubazione (60 giorni).

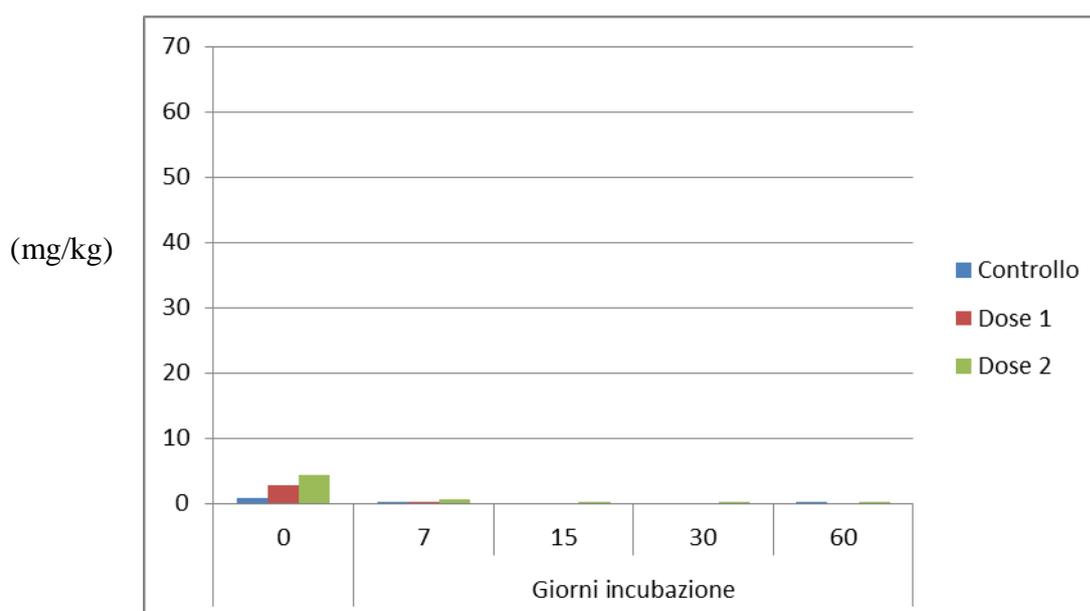


Grafico 2. Accumulo **N-ammoniacale** nel terreno nei due trattamenti sperimentali (Dose 1 e 2), oltre che nel controllo non trattato, nel corso dei 60 giorni d'incubazione. I valori riportati rappresentano la media di tre ripetizioni.

Dai risultati del **grafico 2** è possibile osservare come non vi sia stato alcun accumulo di N ammoniacale nel terreno, segno evidente che il processo di nitrificazione (trasformazione dell'azoto ammoniacale in nitrato) abbia funzionato perfettamente perché vi è stato

contemporaneamente un accumulo di nitrati (vedi grafico 1). In altri termini l'N ammoniacale formatosi a seguito dei processi di mineralizzazione è stato utilizzato, verosimilmente, sia per la formazione di nitrato sia immobilizzato nella formazione di biomassa microbica (dato non disponibile).

Non si è ritenuto di dovere riportare un grafico specifico per l'andamento dell'**azoto minerale** (sommatoria di N-ammoniacale + N-nitrico) perchè i dati risulterebbero di fatto del tutto sovrapponibili a quelli mostrati nel grafico 1 (N-nitrico), in quanto la concentrazione di N-ammoniacale del terreno nel corso delle prove è risultata essere di fatto trascurabile.

Nel **grafico 3** è riportato l'andamento della percentuale di **azoto mineralizzato** nel terreno nell'arco del periodo d'incubazione (60 giorni).

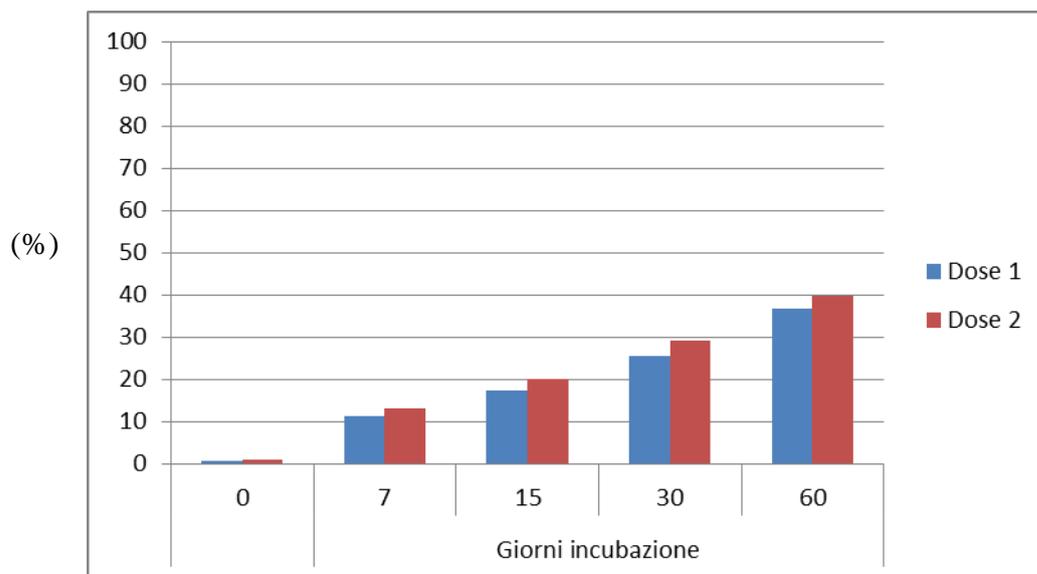


Grafico 3. Percentuale dell'azoto mineralizzato rispetto all'azoto organico aggiunto nel terreno nei due trattamenti (Dose 1 e 2) nel corso dei 60 giorni d'incubazione. I valori riportati rappresentano la media di tre ripetizioni.

Nelle condizioni sperimentali adottate il campione di pollina compostata ha evidenziato dopo 60 giorni d'incubazione, per entrambe le dosi saggiate, una mineralizzazione netta intorno al 40%. Tale percentuale era intorno al 35-30% dopo 1 mese e di poco inferiore al 20% a 15 giorni dalla sua aggiunta al terreno. Queste percentuali dimostrano come la pollina

compostata oggetto di studio sia stabile. E' del tutto evidente che se le condizioni ambientali dovessero mutare, e ci riferiamo soprattutto alla temperatura del terreno, la percentuale di mineralizzazione cambierebbe: è noto infatti che la mineralizzazione della sostanza organica è temperatura-dipendente perché lo è la flora batterica impegnata nei processi di degradazione e di umificazione. La letteratura dice che nel terreno, a parità di umidità, il processo di mineralizzazione si blocca intorno allo zero centigrado, risulta essere fortemente rallentato quando la temperatura è già prossima a 5 °C, ed aumenta progressivamente fino a circa 35 °C, per poi di nuovo rallentare per ulteriori aumenti.

Raffronto con alcune altre matrici

Per comprendere meglio l'andamento della mineralizzazione del campione di pollina compostata, nel grafico 4 sono riportati i valori di mineralizzazione netta media misurati nelle stesse condizioni sperimentali adottate per tre matrici organiche molto diffuse: 1) pollina compostata, 2) cuoio idrolizzato e 3) farina di carne.

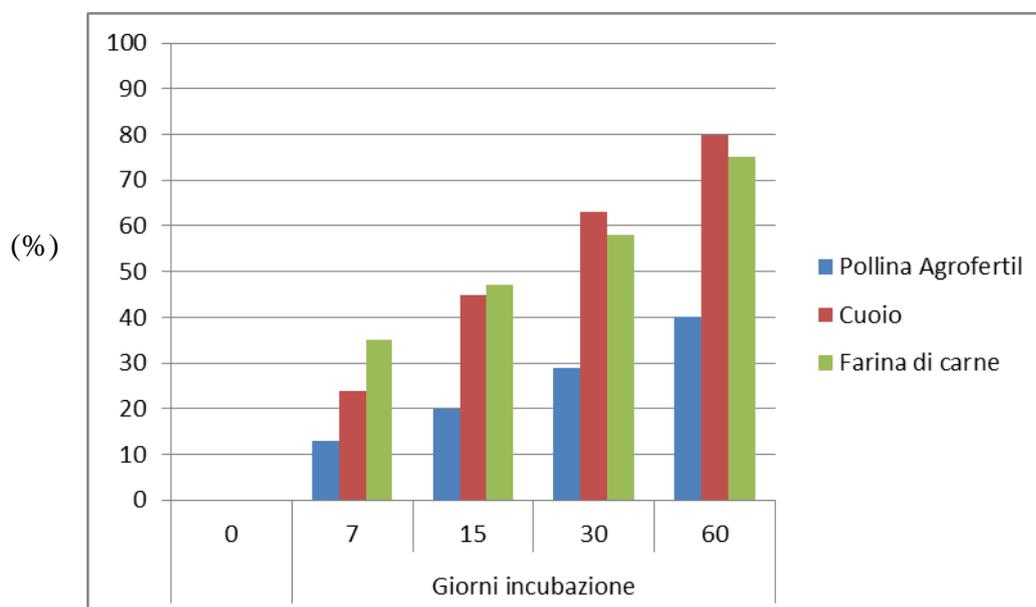


Grafico 4. Azoto mineralizzato rispetto all'azoto organico aggiunto nel terreno di tre tipiche matrici, Pollina Agrofertil (compostata), Cuoio idrolizzato e Farina di carne, nel corso dei 60 giorni d'incubazione.

Gli istogrammi mettono chiaramente in evidenza come la pollina compostata Agrofertil sia la matrice più lenta a mineralizzare rispetto sia al cuoio idrolizzato e sia alla farina di carne,

entrambe caratterizzate da un rilascio dell'azoto organico più rapido. Infatti, dopo 15 giorni d'incubazione l'azoto mineralizzato del cuoio e della farina di carne è pari a circa il doppio (40 vs. 20%) rispetto alla pollina compostata Agrofertil. Sempre in termini percentuali tale differenza permaneva anche nei prelievi a 30 e 60 giorni dall'inizio dell'incubazione, rispettivamente, con 60 vs. 30% e 80 vs. 40%.

Brevi considerazioni conclusive

I risultati sopra illustrati, seppure ottenuti in condizioni sperimentali controllate, ovvero proprio perché ottenuti in tali condizioni, ci permettono di affermare che questa pollina mineralizza lentamente a dimostrazione della stabilità della matrice organica.

Ne consegue che è possibile affermare questa pollina compostata può essere anche somministrata nel periodo che va da fine autunno a fine inverno, proprio perché la probabilità di mineralizzazione è modesta e che pertanto il rischio di nitrificazione dell'azoto ammoniacale è modesto.

La pollina compostata Agrofertil è la matrice più lenta a mineralizzare rispetto al cuoio idrolizzato e alla farina di carne: l'azoto mineralizzato del cuoio e della farina di carne è risultato essere pari a circa il doppio rispetto alla pollina compostata Agrofertil lungo l'intero periodo di prove d'incubazione: 40 vs. 20% (15 giorni); 60 vs. 30% (30 giorni) e 80 vs. 40% (60 giorni).