Evaluation of nitrate levels in animal feed

Nitrates in animal feed: an in-depth look

Introduzione:

Many unwanted substances can be present in feed fed to dairy cows and cause health problems. Among these are nitrates (NO3), which are normally found in animal feed in varying doses, depending on many factors. Plants absorb nitrogen from the soil, preferably in the form of nitrates, and then convert it into plant proteins. This absorption is rapid, while the conversion into protein is slow. Concomitant conditions, such as high nitrate levels in the soil due to excessive fertilization or improper manure spreading, can lead to increased nitrate levels in plants. Ingested nitrates are partially reduced to nitrites in the reducing environment of the rumen. Nitrates themselves have low toxicity (caustic effect on the mucous membranes of the digestive tract), while nitrites, which are not converted into ammonia by the microbial flora, are absorbed by the rumen walls and, when they come into contact with hemoglobin in the blood, transform it into methemoglobin (MetHb), which causes varying degrees of anoxia. Normally, methemoglobin is 2-3% of hemoglobin, but in clinical forms of nitrate poisoning, it can reach 40-50%. In cattle, particularly dairy cows, acute symptoms are rare, resulting in animals with a low level of responsiveness, muscle spasms, a staggering gait, rapid breathing, and death. Even in the lowest levels of poisoning, discolored mucous membranes, dark blood, and a brown vagina can be observed.
Subclinical nitrate and nitrite poisoning is suspected in dairy ruminants due to a high rate of abortions due to reduced oxygen exchange between mother and fetus. Although not sufficiently scientifically robust, it is recommended not to exceed 500 milligrams/kg (ppm) of the unifeed or 10 g/head per day in adult animals to avoid a subclinical picture. For these reasons, it is advisable to constantly monitor the nitrate concentration in the unifeed of lactating, dry cows, and heifers and compare it with both the values considered dangerous and the laboratory quantification. Between 2018 and 2025, 2,500 unifeed samples for lactating cows were analyzed to quantify the presence of nitrates. The average value found was 745 ppm (mg/kg), while the median was 579 ppm. Considering an average annual intake of 25 kg of dry matter, our samples show that the average nitrate intake in lactating cows is 18.6 grams per day. However, 16% of these samples showed values between 1200 and 6000 ppm.

1- Distribution in forages

2- How many nitrates in the unifeed?

3- Problems in the stable

4- Considerations

5- Conclusions

Evaluation of nitrate levels in animal feed

1- Distribution in forages

In the 1990s, we began to measure nitrate content in hay and silage with some frequency; by 2003, a fairly clear picture of their prevalence had emerged, highlighting two average concentration levels (excluding extreme weather conditions and poor agricultural practices):

- - the first level identified is approximately between 50 and 200 mg/kg on dry matter (from a physiological average of the nitrate content of the forage).
- The second concerned the average of forages grown in areas with high livestock intensity with values approximately between 400 and 800 mg/kg on dry matter.

However, both categories (Physiological and Intensive*) are also progressively suffering the effects of climate: water stress has become the main cause of the failure to metabolize nitrogen from the nitrate form. In recent years, extreme weather conditions have become increasingly frequent compared to the past.

(*Currently, areas with high livestock intensity are subject to the regulations of the Testo Unico Ambientale DL 152/2006 which has led to greater control and mitigation of the phenomenon of nitrate diffusion)

In the 4 tables we can see the distribution of nitrates by concentration range in the main forages in the years 2018-2025:

([a] the median indicates the average value of the majority of samples, excluding values that are too low and too high)

Hay summary:

Range NO3 -ppm	Grass hay - 1st cutting	Wheat hay	Ryegrass hay	Alfa hay 1st cut	Alfa hay 2nd cut	Alfa hay 3rd cut	Alfalfa hay beyond the 3rd Tg (4-5-6 cut)
< 50	8%	7%	5%	1%	1%	1%	1%
from 51 to 1000	57%	37%	46%	33%	26%	39%	32%
from 1000 to 2000	18%	21%	14%	28%	29%	26%	26%
from 2000 to 4000	11%	19%	15%	27%	29%	24%	23%
from 4000 to 6000	3%	11%	12%	8%	12%	8%	9%
from 6000 to 30000	2%	5%	8%	2%	4%	3%	9%
Median[a] ppm	664	1270	996	1379	1762	1295	1570
N in statistics	1007	519	394	168	366	293	189

In the range below 2000 ppm (yellow), we find 60% of alfalfas and grasses; however, the situation for alfalfas worsens, with 25% of samples between 2000 and 4000 ppm (purple). These, along with ryegrass, are the hays with the highest nitrate content in all ranges. In this group, except for the 1st Cut, 10% of the hays have significant values between 4000 and 6000 ppm (dark red).

Range NO3 -ppm	Strow	Hay Polyphyte grasses for Cp less than 8%	Hay Polyphyte grasses for Cp between 8% and 11%	Hay Polyphyte grasses for Cp between 11% and 11%4	Hay Polyphyte grasses for Cp up to 14%	Sorghum hay	Panic hay
< 50	15%	18%	10%	4%	2%	0%	1%
da 51 a 1000	59%	72%	62%	54%	47%	20%	26%
da 1000 a 2000	14%	6%	15%	20%	28%	20%	14%
da 2000 a 4000	8%	2%	10%	13%	5%	12%	16%
da 4000 a 6000	4%	1%	3%	6%	12%	22%	12%
da 6000 a 30000	0%	0%	1%	4%	7%	27%	31%
Mediana[a] ppm	459	268	432	757	1053	3213	2907
N° in statistica	455	204	345	179	43	51	98

Mixed grass hay and straw present a better picture, as 75% are below 2,000 ppm (yellow). In mixed grass hay alone, the increase in nitrate load is evident as protein content increases (dark red). Therefore, nitrates increase with earlier harvesting, as shown in the literature, with the highest concentration in immature grains. Finally, sorghum and panicle grass present the most critical situation; they have their own distribution, showing a significant and constant load from 50 to 30,000 ppm.

Evaluation of nitrate levels in animal feed

Riepilogo **insilati** (non mais):

Range NO3 -ppm	Insilato di orzo	Insilato di erbaio	Insilato di frumento	Insilato Polifita	Insilato di triticale	Insilato di loietto	Insilato di medica	Insilato di sorgo
< 50	39%	33%	25%	9%	21%	15%	9%	12%
da 51 a 1000	52%	51%	56%	65%	51%	47%	49%	35%
da 1000 a 2000	2%	8%	11%	14%	18%	11%	24%	17%
da 2000 a 4000	4%	5%	6%	12%	7%	8%	13%	15%
da 4000 a 6000	4%	2%	2%	1%	4%	7%	4%	12%
da 6000 a 10000	0%	0%	0%	0%	0%	4%	2%	5%
da 10000 a 20000	0%	1%	0%	0%	0%	6%	0%	3,0%
da 20000 a 30000	0%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0,2%
Mediana[a] ppm	156	234	235	300	416	412	754	1128
N° in statistica	56	186	318	93	57	228	375	436

Il 70-80% degli insilati (tranne i loietti e le mediche) hanno valori sotto i 1000 ppm (giallo) e il 10-15% è tra 1000 e 2000 ppm (viola). L'orzo e il triticale sono però poco rappresentati numericamente ma li possiamo considerare coerenti con questo gruppo giallo-viola. Il quadro peggiora per i loietti, le mediche e il sorgo dove compaiono elevate % nelle fasce 2000-6000 ppm (rosso): il loietto e il sorgo hanno il quadro peggiore con presenze anche tra i 10000 e i 30000 ppm.

Riepilogo **insilati di mais**:

Range NO3 -ppm	Silomais Umidità inferiore al 64%	Silomais Umidità tra 64 e 68%	Silomais Umidità superiore al 68%	Pastone Integrale di mais
< 50	60%	53%	41%	100%
da 51 a 500	21%	25%	30%	0%
da 500 a 1000	7%	14%	12%	0%
da 1000 a 2000	6%	6%	10%	0%
da 2000 a 5000	6%	2%	7%	0%
da 5000 a 10000	1%	0%	0%	0%
Mediana[a] ppm	50	51	193	< 50
N° in statistica	161	333	406	50

Per i silomais sono state abbassate le classi poichè meno contaminati: gli insilati di mais "secchi", ovvero con umidità Inferiore al 64% oppure "umidi", con umidità maggiore del 68%, presentano valori di nitrati importanti fino a 1000 ppm in tutte le fasce; i silomais "umidi" presentano però il quadro peggiore (rosso); infine i silomais ad umidità 64-68% mostrano un decremento costante di NO3.

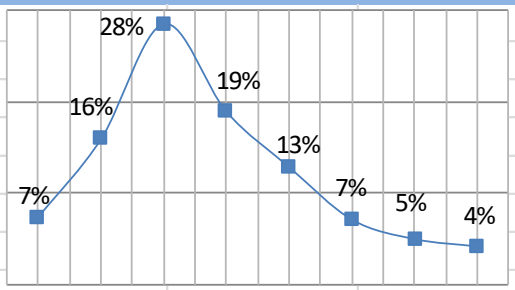
1- Quanti nitrati nell'unifeed?

Al fine di valutare ciò che arriva mediamente alla bocca degli animali abbiamo raccolto in statistica la distribuzione di NO3 negli unifeed bovini per classi di concentrazione (in campionature consegnate al Laboratorio dal 2018 al 2025 in prevalenza del Nord Italia, vedi Nota[1]). Abbiamo suddiviso i valori di nitrati in classi percentuali incrementali di 300 ppm e oltre: la colorazione del range da verde ad arancione scuro evidenzia come spesso siano raggiunti tenori fortemente critici per la salute dell'animale.

Di seguito i dati ottenuti (espressi in mg/Kg sul secco della razione) negli ultimi 6 anni sugli unifeed lattazione, asciutta e manze:

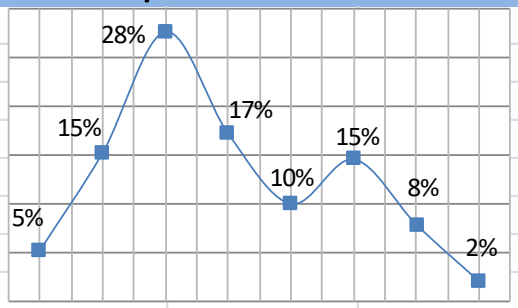
Evaluation of nitrate levels in animal feed

UNIFEED LATTAZIONE	Media	Dev.St +/-	CV %	Mediana[1]
Media:	745	678	91%	579
Distribuzione % per Range di Concentrazione di NO3:		N° campioni in statistica: 2500		
ppm < 50	7%			
ppm da 51 a 300	16%			
ppm da 300 a 600	28%			
ppm da 600 a 900	19%			
ppm da 900 a 1200	13%			
ppm da 1200 a 1500	7%			
ppm da 1500 a 2000	5%			
ppm da 2000 a 6000	4%			



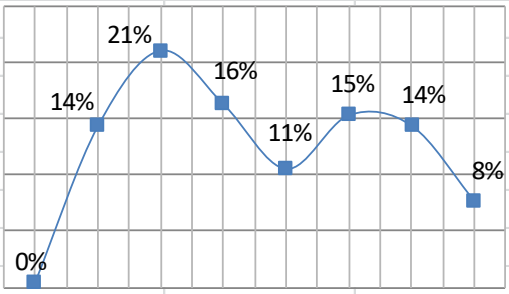
In lattazione circa il 50% dei campioni sono nella zona di sicurezza sotto i 600 ppm, mentre il 19% si trova in zona di preallarme tra 600 e 900 ppm (su cui è consigliabile fare monitoraggio); il 13% è in zona di allarme tra 900 e 1200 (su cui intervenire). Il 16% degli unifeed lattazione sono sopra i 1200 ppm (su cui intervenire urgentemente). Va ricordato che questa distribuzione di nitrati su valori di allarme (e oltre) è dovuta anche alla presenza di campioni già sospetti/incriminati per la presenza di problemi di salute o calo di produzione (vedi Nota1).

UNIFEED ASCIUTTA	Media	Dev.St +/-	CV %	Mediana[1]
Media:	918	961	105%	624
Distribuzione % per Range di Concentrazione di NO3:		N° campioni in statistica: 1117		
ppm < 50	5%			
ppm da 51 a 300	15%			
ppm da 300 a 600	28%			
ppm da 600 a 900	17%			
ppm da 900 a 1200	10%			
ppm da 1200 a 2000	15%			
ppm da 2000 a 4000	8%			
ppm da 4000 a 16000	2%			



In Asciutta abbiamo cambiato l'ampiezza dei range superiori a 1200 ppm per la notevole ampiezza di valori: anche in asciutta il 50% dei campioni sono sotto i 600 ppm ma, in modo non coerente, solo il 10% è in zona di allarme; il problema è che il 25% dei campioni presentano livelli superiori a 1200 ppm, con l'8% del totale a 2000-4000 ppm. Interessante la diminuzione del 10% del range 900-1200: probabilmente correlata agli interventi fatti per abbassare il tenore di nitrati in lattazione (fieni con valori alti in lattazione vengono inseriti in asciutta, oppure alla ridotta "diluizione" ad opera dei concentrati).

UNIFEED MANZE	Media	Dev.St +/-	CV %	Mediana[1]
Media:	1487	1865	125%	858
Distribuzione % per Range di Concentrazione di NO3:		N° campioni in statistica: 209		
ppm < 50	0%			
ppm da 51 a 300	14%			
ppm da 300 a 600	21%			
ppm da 600 a 900	16%			
ppm da 900 a 1200	11%			
ppm da 1200 a 2000	15%			
ppm da 2000 a 4000	14%			
ppm da 4000 a 16000	8%			



Anche per le Manze abbiamo definito la stessa ampiezza dei range delle Asciutte: qui solo il 35% sono nella zona di sicurezza e il 37% dei campioni presenta livelli superiori a 1200 ppm con il 14% tra i 2000 e i 4000 ppm. Anche per le manze si può ipotizzare il fenomeno secondario degli interventi fatti in lattazione per abbassare il tenore di nitrati.

2- Le problematiche in stalla

Correlazione riscontrata tra i tenori di NITRATI sul TOTALE DELLA RAZIONE e problematiche presenti in stalla.

Livelli:	**NO3 mg/kg sul secco (unifeed)**	**NO3 g per capo/giorno (**per **25** Kg di SS ingerita**)**	**Problematiche** (nota[2])
Livello di **sicurezza**	**50-500**	1,25-12,5 grammi	problemi non apprezzabili
Livello di **attenzione / preallarme**	**600-1.000**	15-25 grammi	Presenza di NO3 superiore alla norma, la disomogenea distribuzione in campo dei nitrati può determinare un andamento altalenante in razione ad ogni nuovo ballone. Nelle trincee di insilati la variabilità può essere inferiore.
Livello di **allarme**	**1.000-2.000**	20-50 grammi	Forme subcliniche ravvisabili in disturbi al digerente (rallentamenti della ruminazione, feci molli), riduzione della produzione, sintomi di intossicazione, problemi al parto (difficoltà nella secondazione, partenze stentate, blocchi). Possibile azione cumulativa con altre concause, es. uso di insilati con Azoto ammoniacale elevato, micotossine, irrancidimenti, intossicazioni e squilibri ruminali (vedi la pagina seguente).
Altri livelli	**2.000-4.000**	50-100 grammi	Forme cliniche di tossicità fetale, scarsa ruminoattività con blocchi, scariche, feci indigerite, mastiti, zoppie.
	4.000-10.000	100-250 grammi	Forme cliniche conclamate quali aborti, dolori addominali, diarrea, blocchi ruminali.
	oltre 10.000		Morte per cianosi.

3- Considerazioni

Già a livelli compresi tra 400 e 1000 nell'unifeed consigliamo un monitoraggio dei fieni presenti in azienda, anche con metodiche semiquantitative, al fine di combinarli per ottenere il tenore minimo di contaminazione. La distribuzione dei nitrati in campo è molto irregolare e quindi anche tra le rotoballe provenienti dallo medesimo campo: di conseguenza nei fieni, si raccomanda l'uso del carotatore in grado di campionare i successivi strati del ballone; vanno monitorati più balloni e l'analisi dell'unifeed può rappresentare uno screening molto efficiente.

Le correlazioni tra le problematiche ed i tenori di NO3 riportati sono molto variabili da mandria a mandria, in relazione soprattutto al livello di ingestione, alla modalità di somministrazione, alla efficienza ed alla velocità di transito ruminale, alla composizione della razione (presenza di carboidrati facilmente fermentescibili). Una ridotta ruminoattività amplifica la problematica, così come un rumine in perfetta efficienza potrebbe, potenzialmente ed a medi livelli di contaminazione, ridimensionarla.
Grande attenzione va posta all'uso di foraggi molto contaminati in razioni di asciutta/manze dove non avviene la diluizione di c.ca il 50% con concentrati.

Rileviamo inoltre elevata concentrazione di NO3 in foraggi provenienti da terreni poco o per nulla concimati con liquami/letame, così come tagli successivi dallo stesso appezzamento forniscono foraggi con concentrazioni non rispondenti al teorico progressivo esaurimento della dotazione del terreno: presumibilmente, in questi casi, lo stadio vegetativo e l'andamento climatico giocano un ruolo prevalente rispetto alla dotazione del suolo. Proprio in relazione al mutamento climatico osserviamo negli ultimi anni una elevata contaminazione soprattutto nei tagli centrali (Luglio-Agosto) di medica, sicuramente da attribuire alla mancata metabolizzazione dell'Azoto assorbito a causa dell'incremento dello stress idrico.

Un contributo al tenore di nitrati complessivo potrebbe venire (seppure raramente) dall'**acqua di abbeverata**: ogni 10 mg/L di contaminazione in NO3 dell'acqua corrisponde ad un incremento finale di 40 mg/kg da sommarsi all'unifeed (considerando che 1000 mg per capo/gg provengono quindi dall'acqua per 100 litri di abbeverata).
Per armonizzare il dato con l'unifeed dividiamo i 1000 mg dell'abbeverata per 25 (considerando ad esempio un ingestione di 25 Kg di sostanza secca dell'unifeed).

Esempio di calcolo unico di NO3 presente nell'unifeed e nell'acqua:

mg/Kg di NO3 nell'Unifeed	Kg di Sostanza Secca ingerita/die	mg/L di NO3 nell'acqua	Litri bevuti/die	Totale mg NO3 dall'acqua/die	Conversione acqua/unifeed	Tot. mg/Kg NO3 (unifeed + acqua)
800	25	10	100	1.000	1.000/25=40	800+40=**840**
800	25	40	130	5.200	5.200/25=208	800+208=**1008**

La presenza di nitrati nell'acqua deve sempre essere oggetto di approfondimento al fine di stabilirne l'origine: se di origine idrogeologica o per contaminazione (da scarichi urbani, dagli stessi allevamenti zootecnici, dalle acque provenienti dal dilavamento dei terreni trattati con fertilizzanti e dagli scarichi industriali); nelle acque inoltre possiamo trovare i Nitriti mentre nei foraggi no: questo eventuale apporto crea le stesse problematiche dei Nitrati.

4- Conclusioni

In relazione alle problematiche sopra esposte l'analisi dell'unifeed può rappresentare uno screening molto efficiente; in relazione al dato ottenuto, il controllo dei fieni può avvenire dopo.
Il dosaggio dei nitrati ha tempi analitici brevi e costi contenuti in molti laboratori: si consiglia pertanto il controllo della razione unica sia come prevenzione ma anche nel caso di problematiche come indicato sopra al p.to 3.

***Nota[1]**: il Laboratorio Analisi Zootecniche non fa monitoraggio ma esegue analisi di alimenti su commissione; pertanto i campioni consegnati sono suddivisibili in due categorie spesso da noi non conosciute: la prima dei campioni già sospetti della presenza di nitrati (che genera una statistica fuorviante); la seconda riguarda quei campioni analizzati in misura preventiva, conoscitiva spesso in assenza di problemi (statistica di monitoraggio). La seconda è la più corretta, ovvero realistica della distribuzione dei nitrati in razione. La nostra statistica quindi fornisce risultati aggregati ma ugualmente significativi.*

***Nota[2]**: Considerazioni desunte da letteratura e dalle informazioni riportate da nutrizionisti, da tecnici da allevatori messe in relazione con i risultati ottenuti; Il contenuto di questo articolo ha lo scopo di evidenziare la diffusione dei nitrati e non intende sostituire il parere, la diagnosi o il trattamento del Medico Veterinario.*