

• COME FORMULARE DIETE AD HOC

# Il modello che riduce i costi della razione

Il modello confronta i fabbisogni degli animali con gli alimenti che si intendono inserire in razione, controlla le principali funzioni metaboliche e prevede così la composizione delle feci

di **Alessandro Fantini**

**E**ormai da qualche anno che lo spettro dell'applicazione della cosiddetta Direttiva nitrati e il costo delle materie prime stanno scoraggiando atteggiamenti superficiali o dettati da mode, nell'ambito dell'alimentazione della vacca da latte. Le ragioni economiche e le esigenze ambientali, in questo caso, coincidono perfettamente.

Il posizionamento stabile verso l'alto del costo dei proteici e delle fonti di fosforo e la necessità di ridurre l'escrezione nell'ambiente hanno riportato alla ribalta quell'enorme e rivoluzionario sforzo scientifico che portò alla realizzazione di un sistema di conoscenza della vacca da latte tuttora definito «modello Cornell» dal nome dell'Università americana in cui nacque.

Nel 1990 fu presentato dal Dipartimento di «animal science» della Cornell university il Cncps, ossia un modello che, tenendo conto di molti fattori legati agli animali, all'ambiente e agli alimenti, potesse ottimizzare il rendimento di un piano alimentare a minor impatto ambientale e più economico possibile.

## Fisiologia, questione di matematica?

Il Cncps è un mix di approccio empirico e meccanicistico che descrive ingestione, fermentazioni ruminali delle proteine e dei carboidrati, digestione intestinale e assorbimento, escrezione, produzione di calore e utilizzazione dei nutrienti per il

mantenimento, la crescita, la lattazione e la gravidanza.

In pratica è un set integrato di equazioni e coefficienti che descrivono alcune funzioni fisiologiche del bovino. Il modello descrive matematicamente le risposte di ogni compartimento o compartimenti connessi a una variabile o a una combinazione di variabili.

È a sua volta composto di molti sub-modelli, in continua evoluzione che descrivono ingestione e composizione degli alimenti, fermentazioni ruminali, digestione intestinale, metabolismo, mantenimento, crescita, gravidanza, lattazione, riserve corporee ed escrezione di nutrienti. La filosofia che ne ha ispirato la realizzazione è la risposta a quale apporto minimo di nutrienti può consentire il pieno espletarsi del potenziale produttivo di una bovina da latte senza alterare il corretto svolgersi di funzioni metaboliche importanti come il crescere e il riprodursi.

Tale approccio «minimalista», definito anche alimentazione di precisione, consente di ridurre al minimo possibile l'impatto ambientale e i costi dei nutrienti.

Il Cncps fu uno degli esempi di come rispondere concretamente, con un modello matematico, alla necessità di un'agricoltura sostenibile. Le deiezioni bovine sono le maggiori responsabili dell'immissione nell'ambiente di azoto, fosforo e potassio. I ruminanti, in particolare la vacca da latte, sono poco efficienti nel convertire l'azoto che ricevono, attraverso i foraggi e i concentrati, in latte.

Tale efficienza si attesta, e già in condizioni ideali, intorno al 30%. Lo sforzo per

la messa a punto del modello è stato negli anni considerevole, richiedendo la collaborazione di oltre 12 importanti ricercatori e innumerevoli studenti. Il sistema richiede una grande precisione nella fase di input dei dati per evitare errori che potrebbero alterare fortemente il calcolo dei fabbisogni nutritivi e della capacità degli alimenti di soddisfarli al minimo.

Il modello confronta i fabbisogni degli animali, accuratamente determinati, con gli alimenti che si intendono somministrare, verificando che ciò permetta l'espletamento delle principali funzioni metaboliche e prevedendo quale sarà la composizione delle feci risultante.

## Calcolo dei fabbisogni

Passaggio fondamentale per un'alimentazione di precisione è l'accurata imputazione nel software di calcolo dei fattori ambientali, manageriali e animale che descrivano con accuratezza la mandria o il gruppo e la fase del ciclo produttivo di cui si deve allestire il piano alimentare. L'immissione dei dati deve essere accurata perché a ogni informazione vengono ricalcolati i fabbisogni di mantenimento, lattazione, gestazione, crescita e le riserve corporee.

Il programma richiede una descrizione di fattori legati agli animali, come razza, produzione e qualità del latte, peso corporeo, giorni di lattazione ed età, Bcs, ecc. Importanti sono gli input relativi all'ambiente, ai fattori manageriali come temperatura, umidità, esposizione al sole o alle intemperie e a quanto tempo gli animali sono in piedi e camminano, ecc. A questo punto il sistema ha calcolato gli esatti fabbisogni nutritivi degli animali presenti in un determinato ciclo produttivo.

La continua e incessante selezione genetica modifica le priorità attraverso le

## PROTEINE

FRAZIONE	COMPOSIZIONE	DEGRADABILITÀ RUMINALE (%/ORA)	
Proteine solubili	A	Ammoniaca, nitrati, aminoacidi Peptici	istantanea
	B1	Globuline, alcune albumine	200-300
B2	molte albumine, glutelina	5-15	
B3	Prolamina, proteine denaturate	0,1-1,5	
C	prodotti di Maillard, N legato alla lignina	0	

quali i nutrienti vengono assegnati alle principali funzioni vitali. Sappiamo oggi che la produzione di latte è prioritaria alla crescita e alla fertilità, ma quanto lo sia e come descriverla nel modello richiede sicuramente un ulteriore sforzo di ricerca della comunità scientifica.

## Gli alimenti

È necessario disporre di tutte le informazioni richieste dal modello circa gli alimenti che si intendono utilizzare per soddisfare i fabbisogni degli animali. Il calcolo tradizionale dei fabbisogni nutritivi è nel modello completamente sovvertito, in quanto viene applicato il concetto che gli alimenti ingeriti sono fermentati nel rumine in buona parte per produrre una biomassa e degli acidi grassi volatili, principalmente acido acetico, propionico e butirrico. Una quota di proteine (carboidrati, lipidi e minerali) passerà indegradata il rumine per essere utilizzata in parte nel piccolo e nel grosso intestino.

Il contenuto ruminale e la quota di alimenti non digeribili a livello intestinale costituiranno le feci di cui il modello è in grado, con sufficiente approssimazione, di prevedere la composizione. Da qui uno dei concetti fondamentali: la degradabilità ruminale di un alimento è legata a sue proprie caratteristiche chimico-fisiche, ma anche e soprattutto al tempo di permanenza nel rumine. Più un alimento rimane nel rumine e maggiore sarà la quota che verrà degradata. In pratica, la velocità di degradazione di un alimento nel rumine è inversamente proporzionale alla sua velocità di transito.

Per ogni alimento è necessario conoscere il tenore analitico, ma anche le dimensioni medie delle sue particelle. La scheda descrittiva di un alimento è molto complessa, ma alcuni dei nutrienti che ragionevolmente possono variare nell'ambito della stessa specie botanica possono essere analizzati in laboratorio.

## La razione secondo il software

L'accuratezza nell'imputazione dei diversi nutrienti di un alimento è condizione necessaria e indispensabile per la massima precisione del modello nel sod-

### COME FUNZIONA IL MODELLO

## Soddisfa i fabbisogni in base alla fase produttiva

A titolo di esempio una delle quote di nutrienti più importanti è rappresentata dai carboidrati: quelli strutturali, che rappresentano la struttura stessa della pianta, e quelli non strutturali, a cui appartengono riserve energetiche come amidi e zuccheri. È intuitivo che la velocità e l'entità della degradazione o fermentazione ruminale di questi carboidrati sarà diversa per l'NDF, ossia la parete della cellula vegetale, rispetto, ad esempio, all'amido in essa contenuto.

Intuitivamente è ovvio che un alimento tanto è più piccolo, per sua natura o per macinazione, tanto più rapidamente verrà fermentato. Alcuni trattamenti tecnologici come la fiocatura, «cuocendo» gli amidi li rendono più facilmente e quindi rapidamente degradati nel rumine.

Macinando un cereale come il mais con griglie di diametro 2 piuttosto che 4 siamo in grado di pilotare la degradabilità ruminale di questo cereale e garantire una quota certa per l'intestino dove verrà assorbito direttamente come glucosio. Per le proteine il ragionamento è inverso relativamente ai trattamenti termici. La cottura li renderà tanto meno degradabili tanto maggiore e più prolungato sarà il calore applicato.

Altro concetto intuitivo, ma che i ricercatori del modello hanno tradotto in equazioni, è quello che più concentrati

saranno presenti nella razione o più fine sarà la sua granulometria maggiore sarà la velocità di transito e minore la degradabilità ruminale degli alimenti. In ottica di riduzione di costi alimentari e di riduzione dell'escrezione d'azoto nell'ambiente, tale concetto è quanto mai fondamentale. Nel modello il peNDF richiede una grande precisione nella sua determinazione. Esso misura la quota di fibra, NDF, più lunga di 1,18 mm ossia in grado di mantenere stabile la quantità di grasso del latte e quindi il corretto pH del rumine. L'accuratezza nella descrizione di questo nutriente è importante perché il modello lo utilizza per prevedere il pH ruminale e quindi il tasso di crescita della flora microbica che fermenta le fibre e gli amidi. Il livello consigliato di peNDF della razione è tra il 22-23%. Al di sotto di questo valore si possono avere cali del pH ruminale che, pur agevolando la crescita della flora ruminale che fermenta gli amidi, metterebbero a rischio la bovina di «scivolare» verso la temibile acidosi ruminale sub-clinica. Per gli altri nutrienti come la composizione aminoacidica, il frazionamento degli acidi grassi, utile al sub-modello lipidico, ecc. ci si affida ai databank disponibili.

In conclusione con poche analisi ma con molta precisione si possono descrivere al modello gli alimenti che si intendono utilizzare per soddisfare i fabbisogni nutritivi della fase del ciclo produttivo che si sta affrontando.

*La velocità di degradazione di un alimento nel rumine è inversamente proporzionale alla sua velocità di transito*

disfare i fabbisogni degli animali con il minor impatto economico e ambientale possibile. I nutrienti analizzabili in laboratorio sono sostanza secca, proteina grezza, la sua quota solubile, azoto non proteico, proteina insolubile nel detergente neutro (NDIP), proteina insolubile nel detergente acido (ADIP), NDF, lignina, amido ed estratto etereo, cioè grassi, e acidi grassi volatili, se trattati d'insilati. Imputando questi dati i software che gestiscono il modello calcolano le varie frazioni proteiche e dei carboidrati di ogni alimento.

La degradabilità ruminale di ognuna di queste frazioni, espressa come percentuale per ora, si ricava da tabelle via via aggiornate.



**Carboidrati.** La frazione A rappresenta essenzialmente gli zuccheri e una velocità di degradazione elevatissima, fino al 300%/ora: talmente elevata da non esserci la possibilità che una quota «scappi» oltre il rumine. La frazione A è stata ulteriormente suddivisa nella versione 6 del Cncps in: A1, gli acidi grassi volatili; A2, l'acido lattico; A3 come pool e A4 gli zuccheri. Gli amidi, frazione B1 e B2 delle fibre solubili, hanno una degradabi-

lità che varia dal 25 al 40%/ora con una velocità di transito ancora inferiore alla degradabilità ma tale da assicurare per amidi come quello del mais una quota che possa uscire indenne dal rumine. La frazione **B3** è l'NDF disponibile, emicellulosa e cellulosa, con una degradabilità, molto lenta, del 3-6%/ora e quindi con una velocità di transito sicuramente superiore a quella della degradabilità. La quota C è l'NDF indisponibile alle fermentazioni ruminali perché rappresentato essenzialmente dalla lignina.

**Proteine.** La digeribilità intestinale degli amidi e delle fibre solubili è stata definita al 75% mentre quella delle cellulose al 20%. Le frazioni proteiche seguono lo stesso principio. Nella frazione **A** troviamo l'azoto non proteico con una velocità di degradazione pari all'equivalente frazione dei carboidrati; la **B1**, costituita da peptidi e aminoacidi ha una velocità di degradazione del 175-300%/ora e quindi con poche probabilità di uscire oltre il rumine. Le frazioni A e B1 costituiscono le proteine solubili dell'alimento. La frazione **B2** è costituita da proteine a media degradabilità, 5-12%/ora e la **B3** da proteine legate alle pareti cellulari, non solubili e dotate di bassa degradabilità. La frazione C è totalmente indegradabile essendo costituita da proteine danneggiate dal calore o da quelle coinvolte nella reazione di Maillard.

### Il calcolo

Il software, avendo calcolato esattamente i fabbisogni nutritivi della fase del ciclo produttivo di cui si sta allestendo il piano alimentare e conoscendo l'esatta composizione degli alimenti che si intendono utilizzare, confronta i fabbisogni con gli apporti e per tentativi successivi elabora il miglior piano alimentare possibile.

Questo si può fare manualmente confrontando fabbisogni e apporti, oppure sfruttare l'«ottimizzazione» o programmazione lineare di cui i vari programmi che gestiscono il modello Cornell sono dotati. Il primo fabbisogno da verificare è se esiste una congruenza tra l'ingestione di sostanza secca stimata dal programma e quello che in pratica si realizza.

Tale *nutrient* è molto condizionato da fattori legati agli animali, come la lunghezza della lattazione e il peso corpo-

reo, da fattori legati all'ambiente e anche dalla composizione degli alimenti. Un allineamento della razione teorica, quella proposta dal software, con quella reale, ossia quella effettivamente ingerita, è la prima importante taratura da effettuare. Conoscendo il sistema nel dettaglio e i vari alimenti che compongono la razione vengono calcolati quali e quanti nutrienti escono indegradati dal rumine, quanta biomassa viene prodotta e quanti e quali acidi grassi volatili si rendono disponibili per i fabbisogni nutritivi.

Ciò è possibile calcolando la velocità di transito della razione e la sua degradabilità. Un calcolo molto complesso, ma

CARBOIDRATI		
FRAZIONE	COMPOSIZIONE	DEGRADABILITÀ RUMINALE (%/ORA)
A	Zuccheri	200-300
A	Acidi organici	1-2
B1	Amido	20-40
B1	Fibre solubili (pectine, $\beta$ -glucani)	40-60
B2	Fibre insolubili (emicellulosa, cellulosa)	2-10
C	Fibre indisponibili (lignina)	0

molto importante è quello sulla quantità di biomassa prodotta dalla fermentazione dei carboidrati della razione in funzione dell'azoto disponibile, distinguendo la biomassa in batteri che fermentano l'NDF da quelli che fermentano i carboidrati non fibrosi.

Tali tassi di crescita sono molto condizionati dal pH ruminale. I batteri che fermentano i carboidrati non fibrosi si riproducono meglio con pH bassi, mentre quelli che fermentano le cellulose si esprimono meglio con un pH più elevato. A questo punto il sistema è in grado di calcolare l'energia metabolizzabile della razione non più dalla media dell'energia apportata dagli alimenti, ma da come questi alimenti interagiscono nel sistema animale. Lo stesso dicasi per il calcolo della proteina metabolizzabile, ossia la proteina derivante dalla biomassa ruminale più la quota indegradata degli alimenti.

La proteina metabolizzabile è quindi la somma degli aminoacidi digeribili assorbibili nell'intestino degli animali e utilizzabili per le principali funzioni vitali del produrre, crescere, riprodur-

si e mantenersi. La composizione aminoacidica e i rapporti tra i vari aminoacidi della flora microbica ruminale corrispondono esattamente alla «proteina ideale» del ruminante. La frazione proteica indegradata nel rumine, e che troviamo nell'intestino, deve avere un bilanciamento aminoacidico il più simile possibile alla biomassa.

Il Cncps conoscendo l'esatta composizione degli aminoacidi della proteina metabolizzabile, esegue l'accuratissimo calcolo degli aminoacidi limitanti, ossia di quelli che possono, se non sufficientemente rappresentati, impedire la corretta copertura dei fabbisogni. Questa elevata precisione di calcolo consente di ottimizzare l'uso dei nutrienti. Il concetto di proteina metabolizzabile e bilanciamento aminoacidico libera il nutrizionista dal considerare indispensabili alcuni alimenti rispetto ad altri e gli permette di valorizzare più correttamente alcuni sottoprodotti, coerentemente con il concetto che nessun alimento o trattamento tecnologico ha un valore in sé ma dipende dalla razione in cui è inserito.

La ricerca di massimizzare la produzione ruminale di biomassa stimola i nutrizionisti e gli allevatori a concentrare gli sforzi nel produrre foraggi della migliore qualità possibile per poter ottenere la maggior massa possibile di biomassa derivante dalla fermentazione della cellulosa. La sola proteina derivante dalla biomassa non è in grado di soddisfare i fabbisogni nutritivi di bovine con medio-alte produzioni. I supplementi proteici o i singoli aminoacidi rumino-resistenti vengono scelti dai software in funzione del loro bilanciamento aminoacidico e della loro digeribilità intestinale.

La quota proteica alimentare indigeribile a livello intestinale deriva maggiormente da alimenti, foraggi o concentrati che hanno subito anomali trattamenti tecnologici o per la loro natura chimico-fisica. Tale quota, e raramente quella microbica, sarà quella che poi troveremo nelle feci e nell'ambiente come inquinante.

### Valida soluzione al problema nitrati

Anche se con molto ritardo l'Italia si trova ad affrontare il tema dell'inquina-

mento ambientale da nitrati che, unitamente ai sistemi di trattamento dei reflui, deve essere affrontato, soprattutto, nell'ambito della nutrizione della vacca da latte.

L'azoto dei reflui è quello alimentare che la bovina non ha potuto convertire in latte. Il modello Cornell, presentato in anteprima negli anni Novanta fu studiato principalmente per questo scopo per cui va solo utilizzato nella pratica di tutti i giorni attraverso i vari software applicativi come Cpm-Dairy, Cncps V6 e Nrc2001.

All'utilizzatore appare evidente che foraggi più digeribili, e utilizzati in grandi quantità, danno spesso risultati analoghi a quelli delle razioni dove si abusa degli oggi costosissimi concentrati. I calcoli complessi su cui si basa il modello scoraggiano profondamente le mode nutrizionali, riconducendo quelli che lavorano alti o bassi di proteine, alti o bassi di amidi, a quello che i modelli matematici richiedono. ●

Alessandro Fantini