ASPETTI GENERALI SUI MODELLI DI QUANTIFICAZIONE AZIENDALE DELLE ESCREZIONI DI AZOTO E FOSFORO NELLE PRINCIPALI TIPOLOGIE DI ALLEVAMENTO DEL VENETO 3

2. BILANCI AZIENDALI DEI NUTRIENTI 4
3. ASPETTI GENERALI SUI MODELLI DI VALUTAZIONE PROPOSTI 5
4. IMPLICAZIONI 8
5. LETTERATURA 8

MODELLI DI QUANTIFICAZIONE DELLE ESCREZIONI DI AZOTO E FOSFORO NEGLI ALLEVAMENTI DI VACCHE DA LATTE DEL VENETO 11

1. INTRODUZIONE 12
2. MODELLO DI BILANCIO E INPUT NECESSARI 12
3. VALORI ATTESI DI PRODUZIONE DI AZOTO TOTALE E NETTO DELLE LATTIFERE 18
4. INDICI TECNICI E PROCEDURE DI CALCOLO RIFERITE AI CAPI DA RIMONTA 20
5. ESEMPIO APPLICATIVO 22
6. CONCLUSIONI 23
7. LETTERATURA 24

MODELLI DI QUANTIFICAZIONE DELLE ESCREZIONI DI AZOTO E FOSFORO NEGLI ALLEVAMENTI DI VITELLONI DEL VENETO 25

1. INTRODUZIONE 26
2. TRATTI ESSENZIALI DEI SISTEMI DI PRODUZIONE DEL VITELLONE 26
3. CARATTERISTICHE DELLE RAZIONI IMPIEGATE 26
4. SISTEMI DI CLASSIFICAZIONE 28
5. INPUT PER IL MODELLO DI BILANCIO 28
6. MODELLO DI BILANCIO 30
7. VALORI ATTESI DI PRODUZIONE DI AZOTO TOTALE E NETTO DI VITELLONI 36
8. ESEMPIO APPLICATIVO 37
9. CONCLUSIONI 38
10. LETTERATURA 38

MODELLI DI QUANTIFICAZIONE DELLE ESCREZIONI DI AZOTO E FOSFORO NEGLI ALLEVAMENTI DI VITELLI A CARNE BIANCA DEL VENETO 40

1. INTRODUZIONE 41
2. TRATTI ESSENZIALI DEL SISTEMA DI PRODUZIONE 41
3. INPUT PER IL MODELLO DI BILANCIO 42
4. MODELLO DI BILANCIO 43
5. VALORI ATTESI DI PRODUZIONE DI AZOTO 46
6. ESEMPIO APPLICATIVO 48
7. CONCLUSIONI 49
8. LETTERATURA 49

MODELLI DI QUANTIFICAZIONE DELLE ESCREZIONI DI AZOTO E FOSFORO NEGLI ALLEVAMENTI DI SUINI IN ACCRESCIMENTO DEL VENETO 51

1. INTRODUZIONE 52
2. TRATTI CARATTERISTICI DEL SISTEMA DI PRODUZIONE 53
3. INPUT PER IL MODELLO DI BILANCIO 54
4. MODELLO DI BILANCIO 55

5. VALORI ATTESI DI PRODUZIONE DI AZOTO E FOSFORO 59
6. ESEMPIO APPLICATIVO 60
7. CONCLUSIONI 61
8. LETTERATURA 61

MODELLI DI QUANTIFICAZIONE DELLE ESCREZIONI DI AZOTO E FOSFORO NEGLI ALLEVAMENTI DI SCROFE DEL VENETO 63

1. INTRODUZIONE 64
2. TRATTI ESSENZIALI DEL SISTEMA DI PRODUZIONE 64
3. INPUT PER IL MODELLO DI BILANCIO 65
4. MODELLO DI BILANCIO 68
5. VALORI ATTESI DI PRODUZIONE DI AZOTO NETTO DI SCROFE 72
6. ESEMPIO APPLICATIVO 74
7. CONCLUSIONI 75
8. LETTERATURA 75

MODELLI DI QUANTIFICAZIONE DELLE ESCREZIONI DI AZOTO E FOSFORO NEI CENTRI SPECIALIZZATI PER LO SVEZZAMENTO DEI SUINETTI DEL VENETO 77

1. INTRODUZIONE 78
2. TRATTI ESSENZIALI DEL SISTEMA DI PRODUZIONE 78
3. APPROCCIO SEMPLIFICATO PER QUANTIFICARE L'ESCREZIONE DI AZOTO NETTO 79
4. INPUT PER IL MODELLO DI BILANCIO 79
5. MODELLO DI BILANCIO 81
6. VALORI ATTESI DI PRODUZIONE DI AZOTO E FOSFORO DI SUINETTI IN SVEZZAMENTO 83
7. ESEMPIO APPLICATIVO 84
8. CONCLUSIONI 85
9. LETTERATURA 86

MODELLI DI QUANTIFICAZIONE DELLE ESCREZIONI DI AZOTO E FOSFORO NEGLI ALLEVAMENTI DI OVAIOLE DEL VENETO 87

1. INTRODUZIONE 88
2. ELEMENTI DI CARATTERIZZAZIONE DEL SISTEMA PRODUTTIVO 88
3. INPUT PER IL MODELLO DI BILANCIO 88
4. MODELLO DI BILANCIO 89
5. VALORI ATTESI DI PRODUZIONE DI AZOTO E DI FOSFORO 91
6. ESEMPIO APPLICATIVO 93
7. CONCLUSIONI 94
8. LETTERATURA 95

MODELLI DI QUANTIFICAZIONE DELLE ESCREZIONI DI AZOTO E FOSFORO NEGLI ALLEVAMENTI DI POLLASTRE E AVICOLI DA CARNE DEL VENETO 96

1. INTRODUZIONE 97
2. ELEMENTI DI CARATTERIZZAZIONE DEL SISTEMA PRODUTTIVO 97
3. INPUT PER IL MODELLO DI BILANCIO 97
4. MODELLO DI BILANCIO 98
5. VALORI ATTESI DI PRODUZIONE DI AZOTO E DI FOSFORO 101
6. ESEMPIO APPLICATIVO 103
7. CONCLUSIONI 104
8. LETTERATURA 104

Dipartimento di Scienze Animali, Università degli Studi di Padova

Aspetti generali sui modelli di quantificazione aziendale delle escrezioni di azoto e fosforo nelle principali tipologie di allevamento del Veneto

Stefano Schiavon[1], Luigi Gallo, Matteo Dal Maso, Franco Tagliapietra, Lucia Bailoni

Ottobre 2007

Relazione sui modelli di bilancio dell'azoto e del fosforo proposti nell'allegato D del DGR del Veneto n. 2439 del 7 Agosto 2007

[1] Prof. Stefano Schiavon- Dipartimento di Scienze Animali – Università degli studi di Padova, Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (PD), Italia. Tl +39 049 8272644; E-mail: stefano.schiavon@unipd.it

1. Introduzione

Il Decreto Ministeriale del 7/4/2006 "Criteri per l'utilizzazione agronomica degli effluenti zootecnici…", stabilisce valori standard di escrezione dell'azoto per le diverse specie e categorie di animali allevati. Nonostante la conoscenza di valori standard di escrezione per le varie specie e categorie di animali allevati costituisca un requisito indispensabile va osservato che l'impiego di coefficienti fissi per la quantificazione delle escrezioni definisce, tanto a livello territoriale che a livello aziendale, una relazione molto stretta tra consistenza di allevamento e fabbisogno di superficie agricola utilizzata, e non prende in considerazione le differenze di escrezione che possono sussistere tra le aziende a seguito delle varie pratiche gestionali, alimentari e produttive esistenti.

L'esigenza di effettuare valutazioni dell'escrezione a livello aziendale utilizzando la metodologia del bilancio "apporti alimentari meno ritenzioni nei prodotti animali", è auspicata non solo in sede europea, ma anche in vari punti del DM 7/4/2006. Alla base di questa posizione vi sono innanzitutto considerazioni di natura ambientale, volte a spingere il settore ad intervenire sui veri fattori causali nella emissione di potenziali polluenti. L'applicazione automatica di una serie di coefficienti di escrezione fissi per specie e categoria non dà infatti alcun incentivo alla ricerca e all'applicazione di strategie di riduzione delle emissioni potenziali polluenti dagli allevamenti, dal momento che una buona tecnica di allevamento non avrebbe modo di differenziarsi da una cattiva tecnica di allevamento. A titolo esemplificativo, merita di essere ricordato a tale proposito che, anche ai fini dell'applicazione della direttiva IPPC nei suini e negli avicoli, gli interventi sulla composizione dei mangimi si configurano come Migliori Tecniche Disponibili (European Commission, 2003) e possono contribuire ad una riduzione delle emissioni a parità di carico di animali allevato per unità di superficie agricola. La possibilità di produrre dei bilanci dei nutrienti, per specifiche realtà aziendali, può consentire all'allevatore di applicare tecniche di allevamento a basso impatto riducendo l'emissione di nutrienti. Questo introduce nel sistema un importante elemento di flessibilità, non solo nello stabilire i rapporti tra capi allevati e superficie disponibile, ma anche per migliore l'efficienza di conversione dei principi nutritivi e il risparmio di risorse naturali (alimenti, acqua, superfici agricole, ecc).

2. Bilanci aziendali dei nutrienti

Proprio in base a queste premesse il DM 7/4/2006 ha previsto la possibilità di effettuare di bilanci dell'azoto aziendali adeguati alle specifiche realtà di allevamento, seguendo indicazioni contenute in relazioni scientifiche e manuali indicati dalle Regioni. Si segnala che l'XI rettorato generale della Commissione Europea ha commissionato uno studio (ERM/AB-DLO, 1999, ERM, 2001) finalizzato a stabilire i criteri per la quantificazione aziendale delle escrezioni di azoto nelle diverse specie allevate. Lo studio ERM (2001) ha evidenziato che, nell'ambito di ciascuna categoria di animali allevati, la forte variabilità delle escrezioni va ascritta principalmente ai consumi alimentari, al contenuto di azoto delle diete, al peso vivo e ai livelli produttivi. Il contenuto azotato dei prodotti (carne, latte, uova ecc.) invece influenza poco le escrezioni, sia perché nell'ambito di una stessa tipologia questo è caratterizzato da variabilità ridotte sia perché le ritenzioni costituiscono una proporzione modesta (20-30%) degli apporti alimentari complessivi di azoto.

Dal momento che consumi alimentari, contenuti di proteina delle diete e livelli di produttivi possono largamente oscillare in relazione alla specie, alla tipologia di animali impiegati, al management alimentare, al mercato delle materie prime, alle finalità produttive e via dicendo (Schiavon, 2002), ne consegue che la definizione di bilanci azotati negli allevamenti deve tener conto delle specifiche situazioni di allevamento e di alimentazione che caratterizzano la realtà regionale e locale.

Va inoltre osservato che stime delle escrezioni basate su misure e analisi chimiche degli effluenti in azienda sono rese poco precise dalle difficoltà di stimare i volumi escreti e di ottenere campioni sufficientemente rappresentativi del materiale prodotto in un anno (ADAS, 2007). L'approccio analitico ha anche il limite che i risultati ottenuti sono applicabili solo per quella data

combinazione di fattori e condizioni che si è verificata nel periodo di osservazione e di campionamento (ADAS, 2007). Inoltre attraverso questo sistema non si giunge ad una quantificazione delle escrezioni complessive di azoto a causa della difficoltà di quantificazione delle emissioni gassose (ADAS, 2007).

In questa cornice il Dipartimento di Scienze Animali dell'Università di Padova, nell'ambito di un progetto promosso dalla Regione Veneto, ha predisposto dei modelli di stima e delle procedure di rilievo che possono essere applicati per una più precisa quantificazione delle escrezioni aziendali e per promuovere l'adozione di pratiche di allevamento e alimentazione a basso impatto. I dati impiegati nella messa a punto dei modelli derivano in larga parte dai risultati di una precedente ricerca condotta nell'ambito del progetto interregionale "Bilancio dell'azoto negli allevamenti" che ha coinvolto unità di ricerca dell'Emilia Romagna, della Lombardia, del Piemonte e del Veneto (Xiccato et al., 2004). Tale progetto ha contribuito alla definizione dei valori standard di escrezione riportati nel citato DM 7/4/2006 per le principali tipologie di allevamento. Parte dei risultati ottenuti in questo progetto sono stati oggetto di relazioni e pubblicazioni (Ceolin et. al., 2004; Gallo et. al., 2004; Bonazzi et al., 2005; Ceolin et al., 2005; Tagliapietra et al., 2005; Xiccato et al., 2005.

I modelli e le procedure descritti nei documenti accompagnatori a questa relazione (Schiavon et al., 2007a,b,c,d,e,f,g,h) sono stati definiti proprio allo scopo di consentire l'applicazione di quanto previsto dal DM 7/4/2006. Si sono quindi studiati e individuati i modelli di stima, gli input necessari nonché le procedure di rilievo da applicare in sede locale per l'effettuazione dei bilanci aziendali. Questi elementi possono essere proposti come riferimento per la stesura della prevista relazione tecnica di accompagnamento alla comunicazione di utilizzazione dei reflui zootecnici e sono stati recepiti dalla normativa della Regione Veneto con il DGR n. 2439 del 7 agosto 2007 - allegato D.

3. Aspetti generali sui modelli di valutazione proposti

Azoto

Nell'elaborare i modelli di calcolo delle escrezioni di azoto per le varie specie e categorie di animali allevati si fatto riferimento all'approccio metodologico proposto da ERM/AB-DLO (1999) e ERM (2001). In questo approccio, conosciuto come bilancio di massa, l'escrezione totale di azoto viene quantificata come differenza tra il consumo di azoto e la ritenzione nei prodotti. Per il calcolo dell'azoto netto nei reflui, il valore di escrezione totale così trovato viene corretto per un fattore che tiene conto della quota di azoto volatilizzato durante le fasi di rimozione dei reflui dalla stalla e di stoccaggio. Per tutte le specie e categorie considerate la relazione di base utilizzata è la seguente:

- $N_{reflui} = (N_{consumato} - N_{prodotti}) - N_{vol}$

dove:

$N_{consumato}$ è la quantità di azoto consumato. Questo valore è calcolato come prodotto tra il consumo alimentare e il contenuto di azoto delle razioni impiegate. Il consumo alimentare varia in funzione di numerosi fattori tra cui il peso dell'animale, il livello di produzione e da tutti quegli aspetti gestionali che condizionano gli indici di conversione alimentare. In generale il consumo alimentare è difficilmente quantificabile in azienda (ADAS, 2007). Per questo motivo l'ERM (2001) suggerisce il ricorso ad equazioni di previsione dell'ingestione alimentare basate su parametri aziendali più facilmente acquisibili ed accertabili, come il peso vivo e il livello di produzione. La stessa fonte ritiene opportuno che tali equazioni siano preferibilmente sviluppate utilizzando informazioni raccolte in sede locale. Il contenuto di azoto della dieta dipende chiaramente dagli alimenti che la costituiscono e può essere determinato dall'analisi della razione nel suo complesso o dall'analisi dei suoi ingredienti se si conosce la formula alimentare. I contenuti di azoto delle razioni alimentari per una data tipologia di animali allevati variano fortemente tra località in relazione alla disponibilità e ai prezzi delle materie prime alimentari,

alle esigenze di mantenere adeguati standard qualitativi dei prodotti per i mercati cui sono destinati, alle pratiche più o meno tradizionali di allevamento e alimentazione del bestiame.

$N_{prodotti}$ è la quantità di azoto ritenuta nei prodotti animali. In generale la quantità di azoto ritenuto/unità di prodotto è relativamente costante nell'ambito di una data tipologia di prodotto. Va inoltre sottolineato che la quantità di N ritenuto costituisce normalmente una frazione relativamente modesta della quantità di azoto consumato. Per questo motivo variazioni anche sensibili dei coefficienti di ritenzione non comportano variazioni altrettanto importanti delle stime dell'azoto escreto (Schiavon 2002). Ai fini della stima delle escrezioni di azoto, si è quindi giudicato opportuno ricorrere all'impiego di coefficienti di ritenzione ricavati dalla letteratura nazionale e/o internazionale per i vari prodotti di interesse.

N_{vol} rappresenta la quantità di azoto perso per volatilizzazione durante la fase di permanenza in stalla, rimozione, stoccaggio ed eventuale trattamento dei reflui. In generale le perdite volatili di azoto non sono ben caratterizzate (ERM 2001; NRC 2002; Chinkin, 2003; EMEP/CORINAIR, 2006). Un'analisi retrospettiva della letteratura pubblicata dal 1994 ha messo in luce l'esistenza di un numero limitato di pubblicazioni che riportano misure dirette delle perdite gassose (NRC; 2002; Chinkin, 2003). Sono invece disponibili diverse review, che propongono modelli di stima delle emissioni impiegando fattori di emissione definiti in precedenza (NRC, 2002; Chinkin, 2003). L'ERM (2001), pur suggerendo dei valori di standard per le diverse tipologie di allevamento (prevalentemente ricavati da dati nord europei, in particolare Olandesi, Inglesi e Danesi), sottolinea comunque la mancanza di informazioni relative all'entità di queste perdite in differenti condizioni, in particolare in quelle mediterranee. I valori di riferimento per la realtà italiana riportati nel DM 7/4/2006, derivano principalmente dall'applicazione di modelli di stima basati su dati ottenuti dal CRPA (Mazzotta et al., 2003a,b; Bonazzi et al., 2004; Bonazzi et al., 2005) e sulla letteratura estera (Metz, 1995; Monteny et al., 1997; Ogink and Kroodsma, 1996; Pfeifer et al., 1994; Smits et al., 1995; Swierstra et al., 1995; Valli et al., 2000; Van't Ooster, 1994). Le perdite gassose variano fortemente in relazione alla specie, all'età e al livello produttivo, al contenuto di azoto degli alimenti zootecnici, all'efficienza di conversione dell'azoto alimentare in azoto trattenuto nei prodotti, ai sistemi di stabulazione e di stoccaggio delle deiezioni (inclusi i tempi di contenimento, le temperature le precipitazioni, la velocità del vento, il grado di copertura dei contenitori), alle pratiche di trattamento dei reflui, al tempo speso dagli animali all'aperto o in ambiente confinato e così via (NRC, 2002; EMEP/CORINAIR, 2006). Per una valutazione più precisa delle emissioni in una determinata realtà produttiva, sarebbe utile avere una rappresentazione quantitativa per i vari fattori citati. Per questo motivo appare più ragionevole e più facilmente realizzabile nella pratica, almeno in una fase iniziale, utilizzare fattori medi di emissione in atmosfera per le principali categorie di animali allevati. Questi fattori di emissione possono essere espressi come percentuale dell'azoto totale escreto, così come riportato dall'ERM (2001) e nelle tabelle dell'allegato 1 del DM 7/4/2006. L'espressione del fattore di emissione in termini percentuali rispetto all'azoto totale escreto è inoltre giustificato dall'osservazione che, a parità di condizioni, valori più elevati di escrezione sono generalmente correlati a maggiori emissioni in atmosfera (NRC, 2002). Così, nelle procedure di calcolo dell'azoto netto escreto per le diverse tipologie di animali allevati le perdite volatili di azoto sono state espresse in termini percentuali rispetto alla quantità totale di azoto escreto, utilizzando come riferimento i valori riportati nelle tabelle in nota dell'allegato 1 del DM 7/4/2006. La modellizzazione delle perdite di azoto in atmosfera conseguente a differenti trattamenti dei reflui zootecnici non costituisce argomento di questo lavoro. Tuttavia si fa presente che i coefficienti di volatilizzazione utilizzati nei modelli proposti possono essere facilmente sostituiti con altri ritenuti più opportuni senza alterare l'impostazione complessiva dell'approccio. A tal fine può essere utile ricordare che nella tabella 3 dell'allegato 1 del DM 7/4/2006 vengono riportati diversi coefficienti di perdite volatili di azoto in funzione del tipo di trattamento subito dai liquami suini.

Fosforo

Vari studi sono stati condotti in Italia allo scopo di valutare il contenuto di fosforo nelle razioni, nei prodotti animali e nei reflui, in particolare di suini (Bittante et al. 1991; Russo et al. 1991; Russo et al. 1995; Bosi et al. 1997). Comunque non esistono attualmente valori standard di riferimento che possono essere utilizzati per regolare l'applicazione dei reflui nei suoli agricoli. Sono comunque disponibili alcune linee guida edite da Governi Regionali o Enti di assistenza tecnica che danno indicazioni sui contenuti di P_2O_5 nei reflui per differenti categorie animali (Regione Lombardia, 1995; CRPA, 2001). La mancanza di valori legali non è dovuta ad una sottovalutazione dei rischi di eutrofizzazione, ma nella lista di priorità il P è considerato potenzialmente meno inquinante dell'azoto principalmente a causa delle capacità di ritenzione di questo elemento dei suoli italiani, prevalentemente pesanti o di medio impasto. A tale riguardo in Italia, come in altri Paesi mediterranei, invece di considerare gli apporti di fosforo con i reflui zootecnici si sono stabilite delle soglie limite di concentrazione oltre le quali la distribuzione dei reflui è vietata, in particolare nei suoli acidi dove maggiori sono i rischi di mobilizzazione del fosforo. Nonostante il diverso approccio normativo la quantificazione delle escrezioni di fosforo da parte delle diverse tipologie di animali allevati è di grande interesse ai fini di una più precisa caratterizzazione delle proprietà nutritive degli effluenti, anche in ragione di possibili riduzioni dell'impiego di fertilizzanti chimici. Va inoltre considerato che l'approccio metodologico per la quantificazione delle escrezioni di fosforo è molto simile a quello dell'azoto, con la specifica che in questo caso non vi sono perdite di volatilizzazione. Per tutte le specie la relazione utilizzata è stata dunque la seguente:

- $P_{reflui} = (P_{consumato} - P_{prodotti})$

dove:

$P_{consumato}$ è la quantità di fosforo consumato. Come per l'azoto il valore è calcolato come prodotto tra il consumo alimentare e il contenuto di fosforo delle razioni impiegate.

$P_{prodotti}$ è la quantità di fosforo ritenuta nei prodotti. Analogamente all'azoto si è ritenuto opportuno ricorrere all'impiego di coefficienti di ritenzione ricavati dalla letteratura nazionale e/o internazionale per i vari prodotti di interesse.

I modelli generali sopra descritti operano su un livello di definizione rappresentato dal capo medio per ciascuna categoria di animali allevati e non sono quindi direttamente applicabili per rappresentare il sistema a livello aziendale (ADAS, 2007). Per trasferirsi dal livello animale a quello aziendale è quindi necessario considerare dei fattori di aggiustamento che tengano conto, accanto ai dati di consistenza per ciascuna categoria, della lunghezza dei cicli produttivi, dei tempi di vuoto dovuti a motivi tecnici e sanitari, della mortalità etc (ADAS, 2007). Negli articoli che accompagnano questo articolo introduttivo (Schiavon et al 2007a,b,c,d,e,f,g,h) sono presentate le considerazioni tecniche e le assunzioni effettuate per la definizione delle procedure di calcolo riportate nell'allegato D del citato DGR del Veneto n. 2439 del 7 agosto 2007 per le più comuni tipologie di allevamento presenti nel territorio. Le tipologie di allevamento considerate sono le seguenti:

1. Allevamenti di vacche da latte con relativa rimonta
2. Allevamenti di vitelloni
3. Allevamenti di vitelli a carne bianca
4. Allevamenti di suini in accrescimento
5. Allevamenti di scrofe
6. Allevamenti specializzati nello svezzamento di suinetti
7. Allevamenti di ovaiole
8. Allevamenti di avicoli in accrescimento

4. Implicazioni

A seguito dello sviluppo di questi modelli la Regione Veneto ha predisposto un software specifico con l'obiettivo di aiutare gli operatori del settore nella predisposizione delle comunicazioni di utilizzazione agronomica dei reflui. In questo software una specifica sezione è dedicata alla raccolta ed elaborazione dei dati aziendali necessari per quantificare in modo più preciso l'entità delle escrezioni non solo di azoto ma anche di fosforo. Si ritiene che la graduale implementazione dei modelli e delle procedure di bilancio proposti nelle pratiche di allevamento possa avere notevoli ricadute sul territorio. Le principali sono di seguito elencate.

- Valorizzare quelle situazioni di allevamento in cui l'escrezione di azoto è già al di sotto dei valori standard nazionali;
- Promuovere strategie di contenimento delle escrezioni già in fase di produzione;
- Ridurre la necessità di ricorrere ad altre soluzioni di gestione-trattamento degli effluenti più complesse e impegnative, in termini economici e gestionali, e meno sicure in riferimento alle possibili emissioni di potenziali inquinanti nelle diverse componenti ambientali (aria, acqua e suolo);
- Fornire elementi quantitativi (contenuti di azoto e fosforo) necessari per la caratterizzazione dei reflui di allevamento al fine di valorizzarne le proprietà fertilizzanti e ammendanti e promuoverne l'impiego in sostituzione dei fertilizzanti chimici.
- Promuovere la ricerca, lo sviluppo e l'applicazione di tecnologie finalizzate al miglioramento dell'efficienza di conversione delle materie prime e alla ottimizzazione d'uso delle risorse ambientali con riflessi positivi tanto sul piano della protezione ambientale che su quello della sostenibilità economica dell'attività di allevamento.

5. Letteratura

ADAS, 2007. Nitrogen output of livestock excreta. ADAS report to Defra – supporting paper F2 for the consultation on implementation of the Nitrates Directive in England.

Bittante G., Ramanzin M., Schiavon S. (1991). La ritenzione di fosforo nei suini in accrescimento. Rivista di suinicoltura 32(3):81-86.

Bittante G., Gallo L., Schiavon S., Contiero B., Fracasso A. (2004). Bilancio dell'azoto negli allevamenti di vacche da latte e vitelloni. In (Xiccato et al.) Bilancio dell'azoto in allevamenti di bovini, suini e conigli – Progetto interregionale - Legge 23/12/1999 n. 499, art. 2 - report finale, Regione Veneto.

Bonazzi G. and C. Fabbri. Calcolo delle emissioni in atmosfera dall'allevamento suinicolo e avicolo: il modello NetIPPC [Computing the gas emission of pig and poultry housing into atmosphere: the NetIPPC model]. CRPA Notizie, 11/2004, 6 p.

Bonazzi G, Crovetto M, Della Casa G, Schiavon S., Sirri F. (2005). Evaluation of Nitrogen and Phosphorus in Livestock manure: Southern Europe (Italy). In: Nutrients in Livestock manure. 14 febbraio 2005. European Commission Directorate General Environment. EC Workshop on Nutrients in livestock manure. Directorate B – Protecting the Natural Environment. Albert Borschette Centre, rue Froissart 36, 1040 Brussels.

Bosi P., Macchioni P., Russo V. (1997). Dietary means to reduce phosphorus pollution from finishing heavy pigs. Pig New Inf. 18:117N-121N.

Ceolin C., Schiavon S., Tagliapietra F., Gallo L. (2004). Performance produttive e bilancio dell'azoto in allevamenti specializzati nello svezzamento di suinetti. In: Atti della Società Italiana di Scienze Veterinarie. 58° Convegno Nazionale S.I.S.Vet. 23-25 settembre. (vol. 58).

Ceolin C., Tagliapietra F., Schiavon S. (2005). Sow rearing in North Italy. I Analysis of technical and productive characteristics of different herds. Italian Journal of Animal Science. vol. 4, pp. 473-475 ISSN: 1594-4077.

Chinkin L.R., Ryan P.A., Coe D.L. (2003). Recommended improvements to the CMU ammonia emission inventory model for use by LADCO. Revised final report 902350-2249-FR2 STI, Petaluma, CA, USA.

CRPA (2001). Liquami Zootecnici – manuale per l'utilizzazione agronomica. Edizioni L'Informatore Agrario, 320 pp

EMEP/CORINAIR (2006). Emission Inventory Guidebook – Manure management regarding nitrogen compound. European Environment Agency, Brussels.

ERM, 2001. Livestock manures – Nitrogen equivalents. Copies available from: European Commission DG Environment – D1, 200 Rue de la Loi, B-1049 Brussels, Belgium

ERM/AB-DLO, 1999. Establishment of criteria for the assessment of the nitrogen content of animal manures, European Commission, Final report November 1999.

European Commission, 2003. Intergrated pollution prevention and control. Reference document on best available tecnhniques for intensive rearing of poultry and pigs. Europea Commission, Bruxelles, http://www.jrc.cec.eu.int/eippcb/doc/ilf_bref_0703.pdf

Gallo L., Schiavon S., Bittante G., Contiero B., Dalle Rive G., Tondello L. (2004). Nitrogen excretion estimates for beff cattle using farm data from intensive italian herds. 55° Annual Meeting of the EAAP. 5-9 September. (vol. 55, pp. 353). ISBN/ISSN: 1382-6077.

Mazzotta V., G. Bonazzi, C. Fabbri and L. Valli. 2003a. Emissione di ammoniaca e di composti ad effetto serra dagli allevamenti di suini: fattori di emissione e tecniche di riduzione [Ammonia and greenhose gas emission of pig husbandry farms: emission factors and reduction techniques]. ENEA,Rome (Italy), 53 p.

Mazzotta V., G. Bonazzi, C. Fabbri and L. Valli. 2003b. Emissione di ammoniaca e di composti ad effetto serra dagli allevamenti di galline ovaiole: fattori di emissione e tecniche di riduzione [Ammonia and greenhose gas emission of poultry farms: emission factors and reduction techniques]. ENEA, Rome (Italy), 42 p.

Metz, J.H.M.; Ogink, N.W.M.; Smits, M.C.J., 1995 – Research on housing systems and manure treatment to reduce ammonia emission in dairy husbandry. In: W. Luten, H. Snoek, S. Schukking and M. Verboon (eds.). Applied research for sustainable dairy farming. Proceedings of the symposium, 31 May – 2 June, 1995, p. 36-39. Research Station for Cattle Sheep and Horse Husbandry, Lelystad, The Netherlands.

Monteny, G.J.; Schulte, D.D.; Elzing, A.; Lamaker, E.J.J., 1997 – A conceptual mechanistic model for the ammonia emission from cubicle dairy cow houses. Submitted to Transactions of the ASAE.

NRC, 2002. The Scientific basis for estimating emission from animal feeding operations. National Academy Press, Whasington D.C.

Ogink, N.W.M.; Kroodsma, W., 1996 – Reduction of ammonia emission from a cow cubicle house by flushing with water or a formalin solution. Journal of Agricultural Engineering Research 63, 197-204.

Pfeiffer, A.; Arends, F.; Steffens, G.; Langholz, H.J., 1994 – Ammonia emissions originating from naturally ventilated dairy cow housing systems with different dung systems. In: J.E. Hall (ed.). Animal Waste Management, Proceedings of the Seventh Technical Consultation on the ESCORENA Network on Animal waste Management, Bad Swischenahn, Germany, 17 – 20 May 1994, p. 39-44. Technical Series 34, Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome.

Regione Lombardia (1995). Norme per il trattamento, la maturazione e l'Utilizzazione di Reflui Zootecnici. Regolamento attuativo LR 37/93.

Russo V. Bosi P., Macchioni P. (1991). Possibilità di ridurre il fosforo nei liquami suini attraverso l'alimentazione. L'Informatore agrario 18: 39-45.

Russo V. Bosi P., Macchioni P., Sequenza S. (1995) Alimentazione del suino pesante e riduzione del rilascio di fosforo nell'ambiente. L'informatore agrario 16:45-48.

Schiavon S., 2002. Inquinamento zootecnico: una rivalutazione del ciclo biologico nelle nuove prospettive della ricerca tecnica. Parte II Criteri di valutazione dell'impatto ambientale degli allevamenti e proposte di aggiornamento della normativa. Rivista di Diritto Agrario 81, fasc. 1, 121:148.

Schiavon S., Gallo L., Dal Maso M., Calliman A., Bailoni L., 2007a. Modelli di quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo negli allevamenti di vacche da latte del Veneto. Relazione tecnica, Regione Veneto.

Schiavon S., Gallo L., Dal Maso M., Tagliapietra F., Bailoni L., Bittante G., 2007b. Modelli di quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo negli allevamenti di vitelloni del Veneto. Relazione tecnica, Regione Veneto.

Schiavon S., Bailoni L, Dal Maso M., Tagliapietra F., 2007c. Modelli di quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo negli allevamenti di vitelli a carne bianca del Veneto. Relazione tecnica, Regione Veneto.

Schiavon S., Dal Maso M., Tagliapietra F., Ceolin C., 2007d. Modelli di quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo negli allevamenti di suini in accrescimento del Veneto. Relazione tecnica, Regione Veneto.

Schiavon S., Ceolin C., Dal Maso M., Tagliapietra F., 2007e. Modelli di quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo negli allevamenti di scrofe del Veneto. Relazione tecnica, Regione Veneto.

Schiavon S., Dal Maso M., Tagliapietra F., Ceolin C., 2007f. Modelli di quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo nei centri specializzati nello svezzamento di suinetti del Veneto. Relazione tecnica, Regione Veneto.

Schiavon S., Dal Maso M., Tagliapietra F., 2007g. Modelli di quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo negli allevamenti di ovaiole del Veneto. Relazione tecnica, Regione Veneto.

Schiavon S., Dal Maso M., Tagliapietra F., 2007h. Modelli di quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo negli allevamenti di pollastre e avicoli da carne del Veneto. Relazione tecnica, Regione Veneto.

Smits, M.C.J.; Valk, H.; Elzing, A.; Keen, A., 1995 – Effect of protein nutrition on ammonia emission from a cubicle house for dairy cattle. Livestock Production Science 44: 147-156, Elseviers Science Publishers B.V., Amsterdam, The Netherlands.

Swierstra, D.; Smits, MC.J.; Kroodsma, W., 1995 – Ammonia emission from cubicle houses for cattle with slatted and solid floors. Journal of Agricultural Engineering Research 62: 127-132.

Tagliapietra F., Ceolin C., Schiavon S. (2005). Sow rearing in North Italy. II. Analysis of N balance in different herds. Italian Journal of Animal Science. vol. 4, pp. 476-478 ISSN: 1594-4077.

Valli, L.; Fabbri, C.; Bonazzi, G., 2000 – A national inventory of ammonia and greenhouse gas emissions from agriculture in Italy. UN-ECE Meeting, Bern, September 2000.

Van 't Ooster, A., 1994 – Using natural ventilation theory and dynamic heat balance modelling for real time prediction of ventilation rates in naturally ventilated livestock houses. In: Report No. 94-C-026, XII World Congress on Agricultural Engineering, Milano, Italy 1994, p. 1-12, CIGR, Merelbeke, Belgium.

Xiccato G., Bailoni L., Bittante G., Gallo L., Gottardo F. Mantovani R., Schiavon S., 2004. "Bilancio dell'azoto in allevamenti di bovini, suini e conigli" Progetto interregionale - Legge 23/12/1999 n. 499, art. 2 - report finale, Regione Veneto, Italia

Xiccato G., Schiavon S., Gallo L., Bailoni L., Bittante G., 2005. Nitrogen excretion in dairy cow, beef and veal cattle, pig, and rabbit farms in Northern Italy. Italian Journal of Animal Science. vol. 4 (suppl. 3), pp. 103-111 ISSN: 1594-4077, ISI:000234806500018

Dipartimento di Scienze Animali, Università degli Studi di Padova

Modelli di quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo negli allevamenti di vacche da latte del Veneto

Stefano Schiavon[1], Luigi Gallo[1], Matteo Dal Maso[2], Alessandro Calliman[3], Lucia Bailoni[1]

Ottobre 2007

Relazione sui modelli di bilancio dell'azoto e del fosforo proposti nell'allegato D del DGR del Veneto n. 2439 del 7 Agosto 2007

[1] Prof. Stefano Schiavon- Dipartimento di Scienze Animali – Università degli studi di Padova, Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (PD), Italia. Tl +39 049 8272644; E-mail: stefano.schiavon@unipd.it
[2] Dott. Matteo Dal Maso. Dottorando di ricerca – Borsa di studio finanziata dalla Provincia di Padova.
[3] Dott. Alessandro Calliman – Associazione Provinciale Allevatori di Treviso – Vicolo Mazzini 4, 31020 Fontane di Villorba (TV) 0422 312811

1. Introduzione

Il lavoro si inserisce in un progetto della Regione Veneto che ha promosso lo sviluppo di modelli di previsione delle escrezioni di azoto e fosforo per le principali tipologie di allevamento diffuse sul territorio. Questi modelli sono stati recepiti da DGR Veneto n. 2439 del 7 agosto 2007 - allegato D. La cornice istituzionale, le finalità del progetto, gli aspetti generali riguardanti l'approccio modellistico seguito e le implicazioni, sono descritti in dettaglio nel manoscritto introduttivo di Schiavon et al. (2007). Nel presente lavoro viene descritto il modello messo a punto per le vacche da latte e la relativa rimonta.

2. Modello di bilancio e input necessari

L'escrezione di nutrienti negli allevamenti di vacche da latte è influenzata da un elevato numero di fattori. I principali riguardano la consistenza e la mole dei capi in produzione e dei capi da rimonta, i livelli produttivi e i contenuti di azoto e fosforo delle razioni alimentari (ERM/AB-DLO, 1999; ERM, 2001; ADAS, 2007). Nel predisporre il modello ci si è proposti di creare un sistema in grado di tener conto di tutti questi fattori in modo integrato. In questo modo l'azienda che impiega la procedura può arrivare ad una definizione sufficientemente precisa delle escrezioni in base alle proprie condizioni di allevamento. Questo può aiutare anche ad individuare la strategia gestionale e/o di alimentazione che si ritiene più opportuna per ridurre le escrezioni, operando sulla scelta della razza, sulle consistenze degli animali in produzione e dei capi da rimonta, sui livelli di produzione, sulle modalità di alimentazione e sulle caratteristiche nutrizionali delle razioni impiegate. I necessari elementi di input che devono essere raccolti per poter applicare il modello sono riassunti nel seguente modulo 1.

MODULO 1 - Acquisizione dati – allevamenti di vacche da latte

Azienda	
Data di rilievo	
Tecnico referente	

Consistenze (numero di capi mediamente presenti)					
Vacche e bufale			Capi da rimonta		
Totale (CM_V)	Grande mole[1] (CM_V_G)	Piccola mole[1] (CM_V_P)	Totale (CM_R)	Grande mole[1] (CM_RG)	Piccola mole[1] (CM_RP)

DATI TECNICI		
Produzione annua di latte (Latte_az)[2]		ton/anno
Contenuto medio di PG latte (PG_latte)		kg/kg latte*100
Modalità di alimentazione:		
Unifeed unico con uno o più gruppi di alimentazione		
Unifeed con integrazione alimentare		
Alimentazione tradizionale		

Gruppi di alimentazione in lattazione	Permanenza media nel gruppo [3] ($Perm_{1,...,4}$) % della durata di lattazione	Produzione di latte [4] ($Latte_V_{1,...,4}$) kg/capo/giorno	Caratteristiche delle razioni	
			Proteina Grezza ($PG_{1,...,4}$) % ss	Fosforo ($P_{1,...,4}$) % ss
gruppo 1				
gruppo 2				
gruppo 3				
gruppo 4				

[1] Vedi tabella 1.
[2] Latte_az = produzione media annua di latte dell'azienda.
[3] $Perm_{1,...,4}$.. = % di permanenza media nei gruppi di alimentazione da 1 a 4;
[4] $Latte_V_{(1,..., 4)}$ = produzione media giornaliera entro ciascun gruppo di alimentazione; Deve essere verificata la seguente relazione: $Latte_az/CM_V*1000 = (Latte_V_1*Perm_1+Latte_V_2*Perm_2+Latte_V_3*Perm_3+Latte_V_4*perm_4)*365*0,82/100$; dove: 0,82 = percentuale di tempo trascorso in lattazione.

Consistenze di allevamento

Per consistenza di allevamento si intende il numero di capi mediamente presenti nell'allevamento nel corso dell'anno. E' opportuno ripartire le consistenze dei capi (lattifere e capi da rimonta) di

grande e di piccola mole (vedi considerazioni fatte al punto successivo). Si fa presente che i dati di consistenza rilevabili in azienda possono essere confrontati con quelli riportati nei seguenti documenti:
- per i capi in produzione:
*Per le aziende con capi iscritti ai libri genealogici: Documenti ufficiali APA;
*Per le altre aziende: dichiarazione riportata sul Modello L1 del sistema informativo agricolo nazionale (SIAN), documento che l'allevatore conserva e invia all'AVEPA su modulo cartaceo e che riporta il numero di vacche detenute nell'annata agraria.
- per i capi da rimonta (vitelle e manze)
*Per le aziende con capi iscritti ai libri genealogici: Documenti ufficiali APA;
*Per le altre aziende: si tratta di verificare il registro di carico scarico in cui sono presenti tutti i capi ma che non sono distinti per categoria. In mancanza di informazioni specifiche relative al numero di capi da rimonta presenti in allevamento si può considerare che nelle razze di grande mole il numero di capi da rimonta rispetto al numero di vacche in produzione sia mediamente pari all'82% (Bittante et al. 2004), mentre per le razze di piccola mole, essendo la quota di rimonta più contenuta, si propone un valore di riferimento pari al 60%. L'impiego di coefficienti fissi può comunque penalizzare quelle realtà aziendali in cui la quota di rimonta è inferiore rispetto alla media. Laddove esistano situazioni che si discostano dai valori percentuali sopra riportati (acquisizione rimonta dall'esterno, affidamento della rimonta a centri specializzati, ecc) si dovranno dichiarare e documentare tali differenze.

Peso vivo medio

Peso vivo medio del capo in produzione (PVm):

PVm = (CM_V_G*620+CM_V_P*500)/CM_V; kg/capo (1)

dove:

CM_V_G = consistenza media vacche di grande mole;
CM_V_P = consistenza media vacche di piccola mole;
CM_V = consistenza media totale vacche;
620 = peso vivo medio vacche di grande mole, dal primo parto a fine carriera (kg);
500 = peso vivo medio vacche di piccola mole, dal primo parto a fine carriera (kg);

L'equazione proposta è finalizzata ad ottenere una valore di peso vivo rappresentativo della vacca media presente in azienda. Dal momento che la mole dell'animale può influenzare in una certa misura l'entità delle escrezioni, lo studio dell'ERM (2001) distingue categorie di animali di piccola mole (ad es. Jersey), con un peso vivo adulto di 425 kg, ed animali di grande mole (es. Holstein), con peso adulto di 650 kg. Per vacche adulte di grande mole l'ADAS (2007) propone un valore di 600 kg. In questo studio, tenendo presente che nel territorio Veneto vi è una significativa presenza di vacche appartenenti a razze di mole intermedia (peso vivo adulto intorno a 500 kg) si è proceduto alla classificazione delle razze in base alla tabella 1 di seguito riportata. Le informazioni relative al peso vivo sono state ricavate da informazioni rese disponibili dal Dipartimento di Scienze Animali, dalle diverse APA del Veneto e dal sito http://www.agraria.org/.

Tabella 1 - Classificazione delle razze bovine e bufalina in funzione della mole

Razze piccola mole (Peso vivo = 500 kg)	Razze di grande mole (Peso vivo = 620 kg)
Jersey, Rendena, Burlina, Valdostana pezzata nera, Valdostana pezzata rossa, Grigio alpina, Meticcia	Frisona, Pezzata rossa, Bruna, Bufala

Produzione di latte

L'equazione proposta è finalizzata ad ottenere un dato di produzione media per capo. I valori di produzione delle singole aziende sono pubblicamente disponibili sul sito del Sistema Informativo Agricolo Nazionale http://www.sian.it/lattepubb/loadComuniRicercaQuote.do e riguardano le consegne di latte relative all'ultima annata agraria.

Produzione media annuale di latte per capo in produzione (Latte_V):

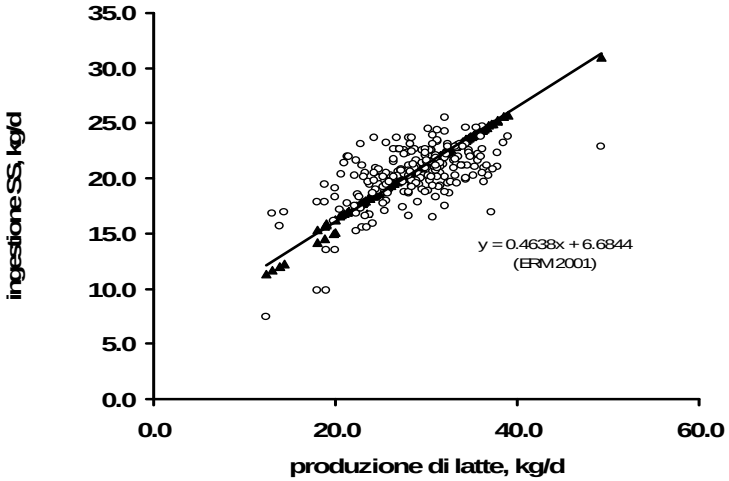
Latte_V = Latte_az/CM_V*1000; kg/capo/anno (2)

dove: Latte_az = produzione media annuale di latte dell'azienda espressa in ton/anno.

Ingestioni di sostanza secca

L'ingestione di sostanza secca è difficilmente ricavabile sulla base di informazioni aziendali riguardanti i consumi alimentari. Da qui l'esigenza di stimare i consumi alimentari sulla base di altri parametri di più semplice controllo (ADAS, 2007). Numerosi tentativi sono stati effettuati per costruire equazioni di previsione dell'ingestione di sostanza secca, ma in molti casi queste equazioni richiedono un numero elevato di variabili che ne rendono inappropriato l'uso per gli scopi del presente lavoro (ADAS, 2007). Sono comunque disponibili funzioni che prevedono il solo impiego del peso vivo e della produzione di latte come variabili indipendenti (Chase and Sniffen, 1985; NRC, 2001; ERM, 2001), anche se, come evidenziato da ADAS (2007), l'applicazione di queste equazioni può comportare differenze abbastanza rilevanti tra stime e valori misurati sul campo. Allo scopo di verificare la possibilità di utilizzare l'equazione proposta all'ERM (2001) anche per le condizioni del nostro territorio, si sono analizzati i dati di 212 aziende (Schiavon et al., su dati APA 2006 non pubblicati) con capi di razza Frisona, Pezzata rossa, Bruna e Rendena, di cui si conoscevano le produzioni di latte e i consumi alimentari attesi, in base alle formule alimentari preparate da tecnici APA (Associazioni Provinciali Allevatori). I dati di ingestione di produzione di latte (x) sono stati messi in relazione ai consumi attesi di sostanza secca (y) derivanti dalle formule alimentari o dall'applicazione dell'equazione proposta dall'ERM (2001). I risultati sono riportati in Figura 1.

Figura 1 - Relazione tra produzione di latte e stima dell'ingestione di sostanza secca utilizzando l'equazione dell'ERM (2001) (▲) e valori di ingestione di SS riscontrati nelle formule alimentari di 212 aziende (○). L'equazione proposta dall'ERM (2001) è la seguente INGSS (kg/d) = 0.052*PVm$^{0.75}$ + 0.5*produzione di latte.



Il grado di precisione delle stime appare alquanto limitato se si considerano le singole aziende. Del resto è noto che i dati di formulazione rappresentano solo in parte gli effettivi consumi alimentari da parte degli animali, dal momento che la formula preparata dal formulista differisce da quella prodotta in fase di preparazione del carro unifeed e da quella effettivamente consumata dagli animali. Ciononostante, mediando i valori aziendali per classi di produzione (Tabella 2) la corrispondenza tra le stime di ingestione da formula alimentare e quelle derivanti dall'equazione ERM (2001) appare sufficiente, anche se i dati ERM (2001) sottostimano le ingestioni ai livelli di produzione più bassi e sovrastimano le ingestioni ai livelli di produzione più elevati. Il grado di correlazione tra le stime di ingestione ERM (2001) e i valori di ingestione attesi in base alle formule alimentari è risultato pari al 57% con un deviazione standard pari a 2,0 kg/d.

Tabella 2 - Confronto tra stime di ingestione di SS derivanti da formule alimentari e dall'applicazione dell'equazione proposta dall'ERM (2001) in 212 aziende con bovini di razza Frisona, Bruna, Pezzata Rossa e Rendena.

Classe di produzione di latte kg/capo/d	Aziende n.	Produzione latte kg/d		Ingestione di SS da formula alimentare kg/d		Ingestione di SS da ERM (2001) kg/d	
		Media	DS	Media	DS	Media	DS
10-20	12	17,1	2,8	15,0	3,9	14,0	1,8
20-25	37	22,9	1,4	19,1	2,3	17,7	0,7
25-30	73	27,8	1,4	20,6	1,6	20,2	0,7
30-35	69	32,1	1,4	21,3	1,8	22,4	0,7
35-50	21	36,9	2,9	21,7	1,8	24,9	1,5

I risultati ottenuti ci consentono di assumere che, per gli scopi del presente lavoro, l'impiego della formula ERM (2001) possa consentire stime dell'ingestione accettabili. L'ADAS (2007), utilizzando un approccio simile è giunto ad analoghe conclusioni.

Il sistema di equazioni successivamente descritto (eq. n. 3 - 6), è quindi finalizzato a stimare le ingestioni di sostanza secca, in funzione del peso vivo medio metabolico e del livello di produzione per ciascun gruppo alimentare (1,…,4) eventualmente presente in azienda. Va sottolineato che nella pianura padana la grande maggioranza delle aziende impiega la tecnica dell'unifeed (Total Mixed Ration) con un unico gruppo di alimentazione (Bittante et al. 2004). Dall'indagine di Bittante et al. (2004) che ha interessato 104 allevamenti del Veneto risulta che vi è una quota significativa di allevamenti in cui si pratica l'unifeed con più gruppi di alimentazione, in relazione alla fase di lattazione e/o al livello produttivo (multiphase feeding). Risulta anche che il ricorso al pascolo aziendale è una pratica sostanzialmente assente per gli allevatori di razza Frisona, mentre circa un quarto delle aziende di razza Bruna e ben due terzi delle aziende di razza Rendena utilizza pascolo per i propri animali; in tutti i casi, però, tale pratica interessa le sole categorie di manze e vacche asciutte per periodi sostanzialmente ridotti nell'anno. Le funzioni per la stima dell'ingestione di sostanza secca, di seguito riportate, sono state studiate in modo da consentire l'applicazione del metodo di bilancio in aziende che adottano differenti modalità di distribuzione degli alimenti.

Ingestione media giornaliera di sostanza secca per gruppo e per capo in lattazione (kg/capo/giorno) (3)

Gruppo 1	$perm_1$ >0 , <100	$INGSS_{1} = 0{,}052*PVm^{0.75} + 0{,}5*Latte_V_{1}$
Gruppo 2	se $perm_2$ =0	$INGSS_{2} = 0$ altrimenti:
		$INGSS_{2} = 0{,}052*PVm^{0.75} + 0{,}5*Latte_V_{2}$
Gruppo 3	se $perm_3$ =0	$INGSS_{3} = 0$ altrimenti:
		$INGSS_{3} = 0{,}052*PVm^{0.75} + 0{,}5*Latte_V_{3}$
Gruppo 4	se $perm_4$ =0	$INGSS_{4} = 0$ altrimenti:
		$INGSS_{4} = 0{,}052*PVm^{0.75} + 0{,}5*Latte_V_{4}$

Dove:

- Latte_V_1; Latte_V_2; Latte_V_3; Latte_V_4 indicano le produzioni medie giornaliere di latte rilevate nell'ambito di ciascun gruppo di alimentazione.
- $perm_{1.,\ ,4}$ indicano la permanenza media dei capi nei gruppi di alimentazione fatto 100 la durata della lattazione.

Ingestione media giornaliera di sostanza secca per capo in lattazione (kg/capo/giorno) (4)

$$INGSS_lat= INGSS_{1}*Perm_{1}/100 + INGSS_{2}*Perm_{2}/100 + INGSS_{3}*Perm_{3}/100 + INGSS_{4}*Perm_{4}/100$$

Ingestione media giornaliera di sostanza secca per capo in asciutta (kg/capo/giorno) (5)

$$INGSS_asc = 0{,}052*PVm^{0.75}$$

L'equazione indicata per la stima dell'ingestione di sostanza secca deriva da quella dall'ERM (2001)

Ingestione annuale di sostanza secca per capo inclusa la fase di asciutta (kg/anno) (6)

$$INGSS = [(INGSS_lat)*0{,}82 + INGSS_asc*(1-0{,}82)]*365$$

Dove:

0,82 = frazione di anno passato in lattazione

Contenuti medi di proteina grezza, azoto e fosforo delle razioni

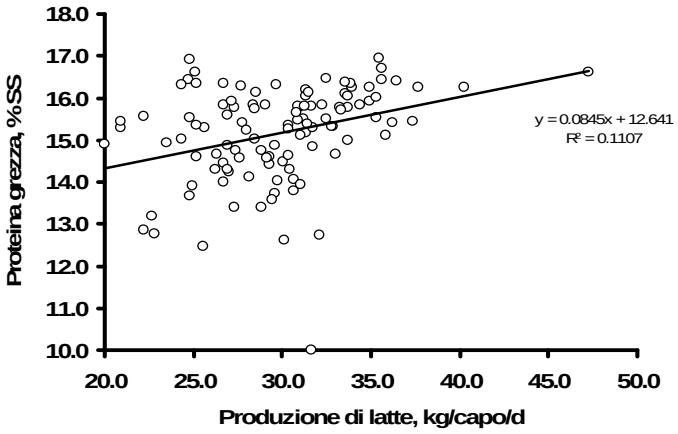
Dai dati di formulazione raccolti da Schiavon e Fracasso (non pubblicati) su 115 allevamenti si possono trarre utili indicazioni sulle caratteristiche medie di composizione alimentare e chimico nutrizionale di razioni destinate a vacche in lattazione con una media produttiva di 30 kg latte/capo/d nel Veneto (Tabella 3).

Tabella 3 - Composizione alimentare e caratteristiche nutrizionali di razioni per vacche da latte raccolti in 115 allevamenti del Veneto nel 2006. (Schiavon e Fracasso, dati non pubblicati)

	Media	Deviazione standard
Ingredienti alimentari (kg/capo/d):		
- Insilato e pastone di mais	20,0	4,30
- Foraggi di leguminose	2,91	1,80
- Foraggi di prati polifiti e graminacee	2,53	2,04
- Cereali, farine e granelle	5,50	2,73
- Farine e panelli proteici	2,69	2,06
- Mangimi commerciali	2,19	2,18
- Altri ingredienti (miscele aziendali)	1,46	3,38
- Polpe secche di barbabietola	0,46	0,91
- Integratori vitaminici minerali	0,03	
- Acqua	0,90	1,7
Totale	38,62	3,55
Composizione chimico-nutrizionale		
- Sostanza secca %	53,98	0,04
- UFL (unità/kg SS)	0,94	0,04
- NDF % SS	34,7	2,52
- Proteina grezza (% SS)	15,15	1,11
- Fosforo totale % SS	0,40	0,09

L'impiego di insilato di mais è nettamente prevalente su tutti gli altri costituenti alimentari (20 kg/capo/d). I foraggi a fibra lunga, quasi esclusivamente rappresentati da fieni di leguminose, di prati polifiti e di graminacee, sono inclusi in quantità prossime a 5,5 kg/capo/d. Gli alimenti concentrati, cereali, farine e panelli proteici (principalmente soia e panello di cotone), e mangimi commerciali nel loro complesso sono somministrati in dosi pari a 10 kg/d, che aumentano però fino a superare gli 11,5 kg/d se si considerano anche le miscele di produzione aziendale. Vi è anche un certo impiego di polpe secche di barbabietola (0.46 kg/d) come fonte di carboidrati fermentescibili, ma tale impiego non è comune a tutti gli allevamenti analizzati. Per quanto riguarda le caratteristiche nutrizionali si osserva una concentrazione energetica prossima a 0,94 UFL/kg SS, un contenuto di NDF intorno al 35% SS, tenori di proteina grezza prossimi al 15% SS e di fosforo totale pari allo 0.4% SS. Non appare significativo l'aumento dei contenuti proteici con l'aumentare della produzione giornaliera di latte e la variabilità fra allevamenti appare considerevole (Figura 2).

Figura 2 - Relazione tra produzione di latte e tenori di proteina grezza di razioni destinate a vacche in lattazione in 115 allevamenti del Veneto (Schiavon e Fracasso, dati non pubblicati)



Questi risultati sono assai simili a quelli riscontrati nell'ambito del progetto inter-regionale "bilancio dell'azoto negli allevamenti di vacche da latte e vitelloni" da Bittante et al. (2004) per il

Veneto, da De Roest e Speroni (2004) per l'Emilia Romagna e da Crovetto (2004) per la Lombardia e possono pertanto essere considerati sufficientemente rappresentativi dei contenuti medi di proteina grezza riscontrati nelle razioni per le lattifere della pianura padana. Essi costituiscono quindi un riferimento utile per valutazioni effettuabili sia livello territoriale che aziendale.

Ai fini dell'applicazione del modello di bilancio aziendale delle escrezioni è necessario procedere ad un accertamento dei contenuti di proteina grezza e fosforo delle razioni utilizzate. Il protocollo per la determinazione di questi dati è riportato in dettaglio al punto *2.1.4* dell'allegato D del citato DGR Veneto n. 2439 del 7 agosto 2007. Gli elementi rilevanti contenuti nella procedura proposta, che il tecnico responsabile deve seguire, riguardano: i) il rilievo della modalità di alimentazione (Unifeed a gruppo unico o con più gruppi, unifeed con alimenti distribuiti a parte, alimentazione tradizionale); ii) l'identificazione dei gruppi di animali in lattazione con differenti razioni alimentari e il rilievo per ciascun gruppo della permanenza percentuale media e dei livelli di produzione di latte; iii) la raccolta e l'analisi dei campioni alimentari per la determinazione analitica dei contenuti medi di proteina grezza e fosforo; iv) la conservazione della documentazione raccolta. I dati raccolti in azienda sono quindi utilizzati per la stima dei parametri descritti (eq. 7 – 13). Come già osservato, nella realtà produttiva padana la situazione di gran lunga prevalente è quella di aziende che praticano l'unifeed con un unico gruppo di alimentazione. In questa situazione le procedure di raccolta, analisi e determinazione dei contenuti di nutrienti delle razioni consumate dagli animali è relativamente semplice.

Contenuto medio di proteina grezza della sostanza secca consumata in lattazione (kg/kg) (7)

$$PG_lat = [PG_{_1}*INGSS_{_1}*Perm_{_1} + PG_{_2}*INGSS_{_2}*Perm_{_2} + PG_{_3}*INGSS_{_3}*Perm_{_3} + PG_{_4}*INGSS_{_4}*Perm_{_4}]/INGSS_latt/10000$$

Dove: $PG_{_1,..,4}$ è il contenuto % di proteina grezza delle razioni impiegate nei gruppi alimentari da 1 a 4.

Contenuto di proteina grezza media della sostanza secca consumata in asciutta (kg/kg) (8)

$$PG_asc=0,118$$

Contenuto di proteina grezza media della sostanza secca consumata annualmente (kg/kg) (9)

$$PG_ss = [PG_lat*(INGSS_lat)*0,82 + PG_asc*INGSS_asc*(1-0,82)]/(INGSS/365)$$

Contenuto di azoto della sostanza secca consumata (kg/kg) (10)

$$N_ss = PG_ss/6,25$$

Contenuto medio di fosforo della sostanza secca consumata in lattazione (kg/kg) (11)

$$P_lat = [(P_{_1}*INGSS_{_1}*Perm_{_1}+P_{_2}*INGSS_{_2}*Perm_{_2}+ P_{_3}*INGSS_{_3}*Perm_{_3}+ P_{_4}*INGSS_{_4}*Perm_{_4}]/ INGSS_latt /10000$$

dove: $P_{_1,..,4}$ è il contenuto % di fosforo delle razioni impiegate nei gruppi alimentari da 1 a 4.

Contenuto medio di fosforo della sostanza secca consumata in asciutta (kg/kg): (12)

$$P_asc=0,004$$

Contenuto medio di fosforo della sostanza secca consumata (kg/kg) (13)

$$P_ss = [P_lat*(INGSS_Lat)*0,82 + P_asc*INGSS_asc*(1-0,82)]/(INGSS/365)$$

Bilanci annui dell'azoto e del fosforo riferiti alla lattifera

La quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo procede quindi utilizzando i criteri del bilancio di massa. I consumi di azoto sono determinati moltiplicando l'ingestione stimata di sostanza secca (in funzione del peso vivo e della produzione di latte) per il contenuto medio di azoto delle razioni (determinazione analitica). Per le ritenzioni si considera il contenuto di proteina grezza del latte (N*6,39), rilevato sulla base dei documenti dei controlli funzionali AIA o dei reports di analisi latte-qualità rilasciati dall'acquirente. La ritenzione di azoto nei tessuti corporei della vacca e del vitello vengono calcolati ponderando i valori proposti dall'ERM (2001) per vacche di grande mole (1,9 kg/anno) e di piccola mole (1,0 kg/anno) con i dati delle relative consistenze. Per quanto riguarda il fosforo contenuto nel latte, pur essendosi riscontrata una certa variabilità

(DIAS, 1998; Mariani et al. 1998; Wu et a. 2001) si è assunto un valore pari a 1,05 g per kg di latte prodotto. Analogamente, per le ritenzioni di fosforo nei tessuti della vacca e del vitello di grande mole si sono assunte ritenzioni corporee pari a 0,38 kg/anno (NRC, 2001). Le ritenzioni di fosforo relative alle razze di mole intermedia sono state proporzionalmente ridotte a 0,31 kg/anno.

Azoto consumato (kg/capo/anno) (14)
N_C = INGSS*N_ss

Azoto ritenuto (kg/capo/anno) (15)
N_R = Latte_V*(PG_latte/100)/6,39 + (1,9*CM_V_G + 1,0*CM_V_P)/CM_V

dove: 1,9 è la ritenzione annua di N nei tessuti della vacca e del vitello per soggetti di grande mole
1,0 è la ritenzione annua di N nei tessuti della vacca e del vitello per soggetti di piccola mole

Azoto escreto (kg/capo/anno) (16)
Nex= N_C – N_R

Azoto netto al campo (kg/capo/anno) (17)
N_netto_V = Nex*(1-k_vol)

Dove: k_vol = coefficiente di volatilizzazione dell'azoto; k_vol = 0,28 (DM 7/4/2007).

Fosforo consumato (kg/capo/anno) (18)
P_C = INGSS*P_ss

Fosforo ritenuto (kg/capo/anno) (19)
P_Rit = Latte_V * P_latte/1000 + (0,38*CM_V_G + 0,31*CM_V_P)/CM_V
dove:
P_latte = contenuto medio di fosforo del latte = 1,05 g/kg
0,38 = è la ritenzione annua di P nei tessuti della vacca e del vitello per soggetti di grande mole (kg)
0,31 = è la ritenzione annua di P nei tessuti della vacca e del vitello per soggetti di piccola mole (kg)

Fosforo escreto (kg/capo/anno) (20)
Pex_V = P_C – P_Rit

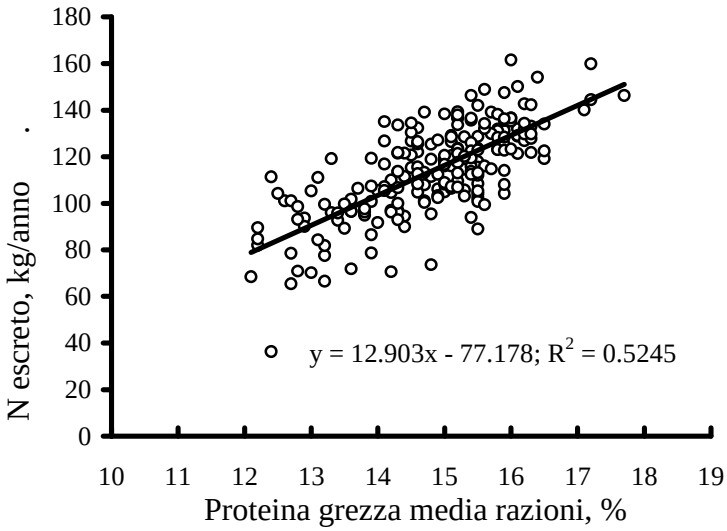
3. Valori attesi di produzione di azoto totale e netto delle lattifere

Dall'applicazione delle funzioni sopra riportate si giunge ad una stima delle escrezioni di azoto totale delle lattifere in funzione della mole, del livello di produzione e del contenuto di azoto medio delle razioni (Tabella 4). I valori riportati dall'ERM (2001) per vacche di grande mole (650 kg – peso adulto) si riferiscono ad una produzione di latte 7000 kg/anno e a un contenuto di proteina grezza media delle razioni pari al 17,5% (N*6,25). Per questa situazione l'ERM (2001) stima una escrezione totale di azoto pari a 128 kg/anno, valore equivalente ai 126 kg/anno riportati in tabella 4 per le medesime condizioni. La differenza, trascurabile, è da inputare al fatto che l'ERM (2001) considera nei calcoli il peso adulto della vacca (650 kg), mentre nella procedura proposta il peso è ridotto a 620 kg, come media tra il primo parto e la riforma. Nello studio condotto in Italia da Bittante et al. (2004) e Xiccato et al. (2005) si sono raccolti dati riguardanti l'alimentazione e le produzioni di 104 allevamenti da latte rappresentativi di una realtà produttiva Veneta di aziende soggette ai controlli funzionali (medio-alta). Le razioni alimentari, basate su insilato di mais, cereali e soia, avevano un contenuto medio di proteina grezza del 15,3% e la produzione di latte è stata, in media pari a 8366 kg/anno (valore quasi coincidente con quello medio nazionale dei capi sottoposti a controllo funzionale – AIA, 2006). Usando il metodo di bilancio l'escrezione di azoto è risultata pari a 116 kg/vacca/anno, valore più contenuto allo standard (128 kg) proposto dall'ERM (2001) nonostante il più elevato livello produttivo. La differenza è sostanzialmente dovuta ai livelli medi di proteina grezza delle razioni (15,3%), sensibilmente più contenuti di quelli (17,5%) assunti dall'ERM (2001). La relazione tra contenuto di azoto della razione e livello di escrezione è riportata in figura 3.

Tabella 4 – Escrezione totale di azoto della lattifera (esclusa la rimonta). Valori attesi in base alla mole, al livello di produzione e al contenuto medio di proteina grezza delle razioni aziendali

	Lattifere di piccola mole				Lattifere di grande mole					
Produzione di latte kg/capo per anno	3000	4000	5000	7000	4000	5000	6000	7000	8000	10000
PG media razioni, %	Produzione di N kg/capo/anno									
13,0	57	61	67	78	68	74	79	83	89	100
14,0	63	68	74	86	75	82	88	93	100	111
14,5	65	71	78	90	79	85	92	99	104	117
15,0	68	75	82	94	82	89	96	103	110	124
15,5	71	78	85	100	86	93	100	107	115	129
16,5	74	81	89	104	89	97	104	113	119	135
17,0	79	88	96	113	96	104	113	121	131	147
17.5	82	90	100	117	100	108	117	126	135	153

Figura 3 - Relazione tra tenore di PG della razione ed escrezione lorda di azoto (kg/capo/anno)



Il valore standard di proteina grezza delle razioni per vacche da latte assunto dall'ERM (2001) è stato giudicato troppo elevato anche per le condizioni del Regno Unito (ADAS, 2007), soprattutto in considerazione del fatto che non si tiene conto che durante il periodo di asciutta le vacche ricevono razioni con livelli di proteina grezza sensibilmente più contenuti. L'ADAS (2007) propone quindi un valore medio di proteina grezza delle razioni per vacche in produzione pari al 16,5%. Con tale assunzione, utilizzando dati di produzione tipici delle condizioni Regno Unito, l'ADAS (2007) indica un valore di azoto escreto pari a 117 e 89 kg N/capo/anno, rispettivamente per vacche di grande mole con produzioni di latte di 7000 kg/vacca/anno e per vacche di piccola mole con produzioni di latte pari a 4500 kg/vacca/anno.

Nella successiva tabella 5 vengono riportati i valori attesi di produzione di azoto netto assumendo perdite di volatilizzazione pari al 28% (DM 7/4/2006). I valori attesi di escrezione di fosforo sono riportati in tabella 6. Per lattifere di grande mole ci si attende un'escrezione di fosforo compresa tra 13 e 33 kg/capo/anno. Per un livello produttivo di 8000 kg latte/anno e assumendo un contenuto medio di fosforo delle razioni compreso tra 0,45-0,52% della sostanza secca l'escrezione attesa varia tra 20 e 24 kg/capo/anno. Per le condizioni danesi DIAS (1998) propone un valore di riferimento di 23 kg/capo/anno.

Va comunque sottolineato che i valori delle tabelle sono 5 e 6, in riferimento soprattutto ai livelli di proteina grezza e fosforo più bassi per produzioni elevate, non sono da considerare come il risultato di prassi consolidate e convalidate di alimentazione a basso impatto. Prima di procedere ad una riduzione degli apporti alimentari di proteina grezza e fosforo, rispetto ai livelli convenzionali, è quindi necessario verificare attentamente le caratteristiche chimico-nutrizionali delle razioni per evitare penalizzazioni sulle prestazioni produttive e sulle caratteristiche di qualitative dei prodotti.

Come già avviene già da tempo in altri Paesi, la progettazione e la realizzazione di specifiche ricerche per l'individuazione di strategie di alimentazione a basso impatto dovrebbe riguardare in modo sinergico il mondo operativo quello della ricerca e delle istituzioni.

Tabella 5 - Produzione di azoto netto della lattifera (esclusa la rimonta). Valori attesi in base alla mole, al livello di produzione e al contenuto medio di proteina grezza delle razioni aziendali.

Produzione di latte kg/capo per anno	Lattifere di piccola mole				Lattifere di grande mole					
	3000	4000	5000	7000	4000	5000	6000	7000	8000	10000
PG media razioni, % SS	Produzione di N netto, kg/capo/anno									
13,0	41	44	48	56	49	53	57	60	64	72
14,0	45	49	53	62	54	59	63	67	72	80
14,5	47	51	56	65	57	61	66	71	75	84
15,0	49	54	59	68	59	64	69	74	79	89
15,5	51	56	61	72	62	67	72	77	**83**	93
16,5	53	58	64	75	64	70	75	81	86	97
17,0	57	63	69	81	69	75	81	87	94	106
17,5	59	65	72	84	72	78	84	91	97	110

Nota: i dati si riferiscono solo alla lattifera e non alla sua corrispondente rimonta, per la quantificazione dei valori di N netto si sono assunte perdite di volatilizzazione pari al 28% dell'azoto totale escreto (DM 7/4/2006). Il valore in grassetto coincide con il valore standard di 83 kg/capo/anno indicato dal DM 7/4/2006.

Tabella 6 – Escrezione di fosforo della lattifera (esclusa la rimonta). Valori attesi in base alla mole, al livello di produzione e al contenuto medio di fosforo delle razioni aziendali.

Produzione di latte kg/capo/anno	Lattifere di piccola mole				Lattifere di grande mole					
	3000	4000	5000	7000	4000	5000	6000	7000	8000	10000
P medio delle razioni, % SS	Produzione di P, kg/capo/anno									
0,40	10	11	12	14	13	14	15	16	16	18
0,43	11	13	14	16	14	15	16	17	18	21
0,45	12	13	15	17	15	16	17	18	20	22
0.48	13	15	16	19	16	17	19	20	22	24
0.50	14	15	17	20	17	18	20	21	23	26
0.52	15	16	18	21	18	19	21	23	24	27
0.55	16	17	19	23	19	21	23	24	26	29
0.60	17	19	21	25	21	23	25	27	29	33

4. Indici tecnici e procedure di calcolo riferite ai capi da rimonta

Negli allevamenti di vacche da latte sono normalmente presenti i capi destinati alla rimonta, tranne nei casi in cui questi sono trasferiti in altri centri specializzati o in zone di pascolo. I vitelli maschi vengono solitamente venduti nel giro di poche settimane. Nelle condizioni ordinarie di allevamento non viene riservata molta attenzione ai consumi e alle caratteristiche nutritive delle razioni destinate ai capi da rimonta. Per questo motivo è sembrato poco opportuno proporre, a livello aziendale, una procedura di stima basata sul bilancio di massa. Per questa categoria di animali si sono quindi utilizzati i valori di escrezione di azoto netto riportati nel DM 7/4/2006. Questi valori sono stati ottenuti nell'ambito del progetto inter-regionale " Bilancio dell'azoto negli allevamenti" (Bittante et al. 2004) che ha comunque impiegato i criteri di bilancio di massa utilizzando i dati raccolti in 104 allevamenti rappresentativi. I principali indici tecnici e di bilancio dei capi da rimonta sono riportati nella tabella d dell'allegato 1 del DM 7/4/2006. Queste informazioni vengono riproposte in tabella 7, allo scopo di richiamare sinteticamente il percorso all'origine dei risultati ottenuti (Bittante et al. 2004).

Nella brochure dell'ERM (2001) non si fa esplicito riferimento ai capi da rimonta delle lattifere, in termini più generali si riferisce di bovini maschi e femmine in accrescimento di età compresa tra 0 e 1 anno e tra 1 e 2 anni. Per queste categorie di bovini l'ERM (2001) riporta contenuti di azoto della sostanza secca consumata molto più elevati (2,3-3,4 %) di quelli riscontrati in Italia per la categoria capi da rimonta (1,9%). Tale differenza è probabilmente dovuta al fatto che nel nord Europa gli animali da rimonta sono allevati durante l'estate in pascoli particolarmente ricchi in proteina grezza (14-21%), mentre durante il periodo invernale ricevono foraggi conservati

ed alimenti concentrati nei quali il contenuto medio di PG è prossimo al 16,2% (ADAS, 2007). Pur nella varietà delle nostre condizioni locali, la situazione ordinaria è quella in cui i capi da rimonta ricevono razioni basate, anche in estate, su foraggi affienati, silomais e sottoprodotti fibrosi con minime aggiunte di alimenti concentrati. Il contenuto di PG di queste razioni che si attesta su una media prossima al 12%, molto raramente supera il 14% (Bittante et al., 1997). Nell'economia aziendale l'impiego di erba fresca è generalmente evitato, i foraggi migliori sono normalmente riservati alle vacche e quelli più scadenti alla rimonta. Il contenuto proteico dei foraggi nei nostri ambienti è mediamente compreso tra il 11,3 e il 12,5% sia in zone di pianura (Bittante et al., 1985) che nei pascoli di montagna (Ziliotto et al., 2004). Si ritiene quindi che le differenze tra i dati di escrezione riportati dall'ERM (2001), come pure dall'ADAS (2007), e quelli riportati per la realtà italiana (tabella 7) siano da imputare principalmente alle diverse caratteristiche degli alimenti impiegati.

Tabella 7 - Allevamento dei capi da rimonta: indici tecnici e bilancio dell'azoto (da DM 7/4/2007)

	Unità di misura	Media	D.S.[2]
Età allo svezzamento	d	85	23
Età al primo parto	mesi	28,5	
Peso vivo alla nascita	kg/capo	39	
Peso vivo medio allo svezzamento	kg/capo	101	19
Peso vivo al primo parto al netto del feto e invogli fetali	kg/capo	540	
Ingestione di sostanza secca dallo svezzamento al primo parto	kg	6473	1459
Proteina grezza media della razione (Nx6,25)	kg/kg	0,121	0,018
Bilancio dell'azoto			
N consumato dalla nascita allo svezzamento	kg/capo/periodo	5,3	2,7
N consumato dallo svezzamento al parto	"	123,9	29,7
N ritenuto dalla nascita al parto	"	14,41	
N escreto dalla nascita al parto	"	114,8	29,6
N escreto per anno	kg/capo/anno	48,3	12,5
N netto al campo (perdite per volatilizzazione: 28%)[1]	"	34,8	

[1] I dati riportati sono stati ottenuti da 89 aziende Venete, scelte con il criterio della rappresentatività, per un totale di 8.466 soggetti. I valori sono stati ottenuti controllando i consumi alimentari, la composizione delle razioni e i movimenti di capi nel periodo compreso tra l'anno 2002 e il 2003. I risultati provenienti dall'Emilia Romagna e dalla Lombardia, indicano un valore di N netto pari a 35,7 e 37,5 kg/capo/anno, rispettivamente. Mediando i dati ottenuti nelle diverse regioni (Emilia Romagna, Lombardia, Piemonte e Veneto) si ottiene un valore rappresentativo medio nazionale pari a 36,0 kg/capo/anno di N al campo.
[2] Deviazione Standard

I dati esposti in tabella 7 si riferiscono a femmine da rimonta appartenenti a razze di grande mole, per le quali i fattori di escrezione di azoto e fosforo utilizzati sono rispettivamente quantificati in 36,0 e 8,5 kg/capo/anno. Il fattore di escrezione di azoto netto è quello riportato nel DM 7/4/2006 (vedi legenda in tabella 7). Per i capi di mole più contenuta, sempre adottando i criteri di bilancio di massa, i fattori di escrezione di azoto e di fosforo sono più contenuti (27,0 e 6,4 kg/capo/anno). Le equazioni di seguito proposte (eq. n. 21 e 22) sono finalizzate quindi ad ottenere in ambito aziendale un fattore medio di escrezione ponderato per la consistenza di capi di grande e piccola mole.

Produzione di azoto netto da un capo da rimonta (kg/capo/anno) (21)

N_netto_R = (36*CM_RG+27*CM_RP)/CM_R

dove:

36 = azoto netto al campo (kg/anno) prodotto da un capo da rimonta di grande mole (DM 7/4/2006);
27 = azoto netto al campo (kg/anno) prodotto da un capo da rimonta di piccola mole.

Produzione di fosforo da un capo da rimonta (kg/capo/anno) (22)

Pex_R = (8,5*CM_RG+6,4*CM_RP)/CM_R

Produzione aziendale di azoto netto e fosforo

La stima delle quantità di azoto e fosforo escreto a livello aziendale procede quindi moltiplicando i valori medi di escrezione di azoto e fosforo ottenuti per la vacca e il capo da rimonta per i corrispondenti valori di consistenza.

Produzione annua aziendale di azoto netto (kg/anno) (23)

N_netto_az = (N_netto_V) * (CM_V) + (N_netto_R)*(CM_R)

[Da DM 7/4/2006 : N_netto_az_DM = 83*(CM_V) + 36*(CM_R)]

Produzione annua aziendale di fosforo (24)
P_az = Pex_V * CM_V + (Pex_R)*(CM_R)

5. Esempio applicativo

Per favorire l'applicazione nel territorio dell'insieme di formule sopra descritte, la Regione Veneto ha sviluppato una procedura informatica (http://web1.regione.veneto.it/ModelloUnicoWeb/) che, a seguito della raccolta e dell'editing degli input necessari (Modulo 1a), è in grado di fornire in tempo reale una sintesi degli indici tecnici e dei bilanci dell'azoto e del fosforo dell'azienda esaminata (Tabella 8). A titolo di esempio si sono utilizzati i dati di un allevamento di vacche da latte con 50 vacche di razza Frisona Italiana e 45 capi da rimonta.

MODULO 1a - Acquisizione dei dati – Lattifere - compilato

Azienda	Xxxx
Data di rilievo	Xxxxxx
Tecnico referente	Yyyyyyyy

Consistenze (numero di capi mediamente presenti)					
Vacche e bufale			Capi da rimonta		
Totale (CM_V)	Grande mole[1] (CM_V_G)	Piccola mole[1] (CM_V_P)	Totale (CM_R)	Grande mole[1] (CM_RG)	Piccola mole[1] (CM_RP)
50	50		45	45	

DATI TECNICI		
Produzione annua di latte (Latte_az)[2]	360	ton/anno
Contenuto medio di PG latte (PG_latte)	3,3	% t.q.
Modalità di alimentazione		
Unifeed unico con uno o più gruppi di alimentazione	X	
Unifeed con integrazione alimentare		
Alimentazione tradizionale		

Gruppi di alimentazione in lattazione	Permanenza media nel gruppo[3] ($Perm_{1,...,4}$) % della durata di lattazione	Produzione di latte[4] ($Latte_V_{1,...,4}$) kg/capo/giorno	Caratteristiche delle razioni	
			Proteina Grezza ($PG_{1,...,4}$) % ss	Fosforo ($P_{1,...,4}$) % ss
gruppo 1	100	24,1	14,5	0,5
gruppo 2	-	-	-	-
gruppo 3	-	-	-	-
gruppo 4	-	-	-	-

[1] Vedi tabella 1. [2] Latte_az = produzione media annua di latte dell'azienda. [3] $Perm_{1,...,4}$.. = % di permanenza media nei gruppi di alimentazione da 1 a 4; [4] $Latte_V_{(1,..., 4)}$ = produzione media giornaliera entro ciascun gruppo di alimentazione; Deve essere verificata la seguente relazione: Latte_az/CM_V*1000 = ($Latte_V_1$*$Perm_1$+$Latte_V_2$*$Perm_2$+$Latte_V_3$*$Perm_3$+ $Latte_V_4$*$perm_4$)*365*0,82/100; dove: 0,82 = percentuale di tempo trascorso in lattazione.

La produzione annua di latte, pari a 360 ton/anno/azienda, corrisponde ad una produzione media per vacca in lattazione di 24,1 kg/d [(360.000/CM_V)/(365*0,82)]. L'allevamento impiega la tecnica dell'unifeed con un unico gruppo di alimentazione e il contenuto medio di proteina grezza e fosforo delle razioni è pari, rispettivamente a 14,5% e 0,5%. L'applicativo prevede, per la lattifera media, un consumo di annuo di azoto pari a 137 kg/anno, di cui 39 kg sono trattenuti nel latte e nei tessuti animali, e i restanti 97 kg sono escreti. Applicando il coefficiente medio di volatilizzazione del 28% dell'azoto (DM 7/4/2006) si giunge ad una stima della quantità di azoto netto al campo pari a 70 kg/vacca/anno. Questo valore è inferiore allo standard riportato nel DM 7/4/2006 pari a 83 kg/capo/anno, perché sia i livelli di produzione che i livelli di proteina grezza della razione media sono inferiori rispetto a quelli riportati nella tabella c1 proposta nelle note dell'allegato 1 del DM 7/4/2006, che viene riproposta integralmente in tabella 9.

Tabella 8 - Risultati di bilancio azienda Xxxx

Parametro	Acronimo	valore	Unità
Indici tecnici			
Peso vivo medio	PV_m =	620	kg/capo
Produzione media latte per capo	Latte_V	7200	kg/capo/anno
Ingestione di sostanza secca annuale media	INGSS	5965	"
Proteina grezza media della SS consumata anno	PG_ss_	0,1431	kg/kg
Contenuto di N medio della SS consumata	N_ss	0,0229	"
Fosforo medio ss consumata	P_ss	0,00493	"
Bilancio dell'azoto della lattifera media			
Consumo	N_C	137	kg/capo/anno
Ritenzione	N_R	39	"
Escrezione	N_ex	97	"
Coefficiente di volatilizzazione (k_vol)	k_vol	0,28	kg/kg
Azoto netto da bilancio	N_netto	70	kg/capo/anno
Azoto netto da DM 7/4/2006	N_netto_DM	83	"
Bilancio del fosforo della lattifera media			
Consumo	P_C	29,4	kg/capo/anno
Ritenzione	P_R	7,9	"
Escrezione	P_ex	21,5	"
Capi da rimonta			
Produzione di azoto netto	N_netto_R	36	"
Produzione di fosforo	P_ex_R	8,5	"
Produzione aziendale di azoto netto e fosforo			
Produzione di N netto da DM 7/4/2006	N_netto_az_DM	5770	kg/anno/azienda
Produzione di azoto netto da bilancio	N_netto_az	5129	"
Produzione di fosforo da bilancio	P_az	1455	"

Tabella 9 - Vacche da latte: indici tecnici e bilancio dell'azoto (Tabella c1 allegato 1 del DM 7/4/2006)

	unità misura	I quartile	Media	IV quartile
Ingestione di sostanza secca (ss)				
- lattazione	kg/capo/d	17,9	19,9	21,9
- intero ciclo (lattazione + asciutta)	kg/capo/d	16,4	18,1	19,8
Contenuto di proteina grezza della razione				
- lattazione	kg/kg di ss	0,147	0,157	0,166
- intero ciclo (lattazione + asciutta)	"	0,145	0,153	0,162
Produzione di latte:				
Produzione latte	kg/capo/anno	7263	8366	9469
Contenuto PG latte	kg/kg	0,0331	0,0339	0,0347
Bilancio dell'azoto				
N consumato	kg/capo/anno	143,2	162,1	181,0
N ritenuto	"	43,6	46,1	48,6
N escreto	"	99,6	116,0	132,4
N netto al campo	"	71,7	83,5	95,3

I dati derivano dal controllo di 104 aziende Venete con bovini di razza Frisona (62 aziende), Bruna (20 aziende), Pezzata Rossa (11 aziende) e Rendena (9 aziende) per un totale di 9800 vacche. I risultati sono sovrapponibili con quelli ottenuti nell'indagine effettuata in Emilia Romagna e con i conteggi effettuati per le condizioni della Lombardia. I consumi alimentari e i contenuti di proteina grezza sono il risultato dei rilievi diretti effettuati per le condizioni della Lombardia. I consumi alimentari e i contenuti di proteina grezza sono il risultato dei rilievi diretti effettuati nelle aziende nel corso dell'anno 2003 e delle analisi chimiche effettuate sui campioni delle razioni alimentari somministrate. Nel 92% delle aziende si sono utilizzate razioni unifeed. I dati relativi alle produzioni di latte sono stati ricavati dai controlli funzionali. Le produzioni di latte medie aziendali sono variate tra 4 e 12 ton/vacca/anno. Nessuna relazione significativa è stata osservata tra livello di produzione di latte ed escrezione lorda di azoto (R^2 = 0,10). La correlazione tra livello di proteina grezza della razione ed escrezione di azoto è risultata invece molto significativa (R^2 = 0,44).

Per un controllo dell'applicativo si sono utilizzati come input gli stessi valori medi di produzione annua di latte per vacca (8366 kg) e gli stessi contenuti di proteina grezza della razione per lattifere (15,7% SS), riportati nel DM 7/4/2006 (Tabella 9). L'applicativo stima quindi un consumo, una ritenzione e una escrezione di azoto totale e netto, rispettivamente pari a 162, 46, 116 e 84 kg/vacca/anno, valori che coincidono sostanzialmente con quelli riportati nel DM 7/4/2006 (tabella 8). L'escrezione di fosforo, pari a 21 kg/capo/anno, è simile al valore standard di 23 kg/capo/anno riportato da DIAS (1998).

6. Conclusioni

In conclusione, la procedura proposta è in grado di considerare in modo integrato i principali fattori di variabilità che condizionano l'entità delle escrezioni a livello aziendale. Si sono quindi identificati gli elementi conoscitivi necessari per la quantificazione delle escrezioni che possono essere facilmente raccolti in azienda e questi sono stati integrati in un sistema di calcolo che consente la rapida definizione delle quantità di azoto e fosforo prodotte. L'impiego dell'equazione di stima delle ingestioni di sostanza secca proposta dall'ERM (2001), basata sulla mole degli animali e sul livello di produzione, consente di superare il problema di misurare questa variabile in allevamento e rende così sufficiente la definizione dei tenori di proteina grezza e fosforo delle razioni. La procedura può rappresentare un utile strumento di valutazione per le singole aziende, non solo in relazione all'entità delle escrezioni di nutrienti, ma anche perché in grado di fornire indici utili per il miglioramento tecnico-economico dell'attività produttiva. Questo può aiutare anche ad individuare la strategia di allevamento e/o di alimentazione che si ritiene più opportuna per ridurre le escrezioni, operando sulla scelta della razza, sulle consistenze degli animali in produzione e dei capi da rimonta, sui livelli di produzione, sulle modalità di alimentazione e sulle caratteristiche nutrizionali della razioni impiegate.

7. Letteratura

ADAS, 2007. Nitrogen output of livestock excreta. ADAS report to Defra – supporting paper F2 for the consultation on implementation of the Nitrates Directive in England.

AIA, 2006. Bollettino dei controlli della produttività del latte in Italia. Statistiche ufficiali 2006. Associazione Italiana Allevatori, Roma, Italia.

Bittante G., Andrighetto I., Ramanzin M. (1997). Tecniche di produzione Animale. Liviana Editrice, Padova, Italia.

Bittante G., Gallo L., Schiavon S., Contiero B., Fracasso A. (2004). Bilancio dell'azoto negli allevamenti di vacche da latte e vitelloni. In (Xiccato et al.) Bilancio dell'azoto in allevamenti di bovini, suini e conigli – Progetto interregionale - Legge 23/12/1999 n. 499, art. 2 - report finale, Regione Veneto.

Chase L.E., Sniffen .J., 1985. Equations used in "ANALFEED" a visiCalc template. Mimeo, Cornell University Dep. Anim Sci, Ithaca, NY.

Crovetto G.M., 2004. Calcolo dell'escrezione azotata nei bovini da latte . Relazione al gruppo interregionale escrezione azoto, settembre 2004.

De Roest K., Speroni M., 2004. Bilancio dell'azoto dell'allevamento da latte in Emilia Romagna, relazione presentata alla Regione Emilia Romagna.

DIAS, 1998. Standard Values for Farm Manure A Revaluation of the Danish Standard Values concerning the Nitrogen, Phosphorus and Potassium Content of Manure (H.D. Poulsen and V.F Kristensen (eds), Ministry of Food, Agriculture and Fisheries, Danish Institute of Agricultural Sciences, Tjele, DK.

ERM, 2001. Livestock manures – Nitrogen equivalents. Copies available from: European Commission DG Environment – D1, 200 Rue de la Loi, B-1049 Brussels, Belgium

ERM/AB-DLO, 1999. Establishment of criteria for the assessment of the nitrogen content of animal manures, European Commission, Final report November 1999.

Mariani P., Summer A., Zanzucchi G., Fossa E. 1998. Variabilità tra allevamenti e rapporto tra i contenuti di cloruri e di fosforo in latti di massa di vacche di razza Frisona. Atti Soc. It. Sci. Vet., 52:539-540.

NRC, 2001. Nutrient requirements of dairy cattle, Seventh Revised Edition. National Academies Press, Washington D.C.

Schiavon S., Gallo L., Dal Maso M., Tagliapietra F., Bailoni L. (2007). Aspetti generali sui modelli di quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo nelle principali tipologie di allevamento nel Veneto. Relazione tecnica, Regione Veneto.

Wu Z., Setter L.D., Blohowiak A.J., Stauffacher R.H., Wilson J.H., 2001. Milk production, estimated phosporus excretion, and bone characteristics of dairy cows fed different amounts of phosphorus for two or three years. J. Dairy Sci. 84, 1738-1748.

Xiccato G., Schiavon S., Gallo L., Bailoni L., Bittante G., 2005. Nitrogen excretion in dairy cow, beef and veal cattle, pig, and rabbit farms in Northern Italy. Italian Journal of Animal Science. vol. 4 (suppl.3), pp. 103-111 ISSN: 1594-4077, ISI:000234806500018

Ziliotto U. (coord), Andrich O., Lasen C, Ramanzin M., (2004). Tratti essenziali della tipologia veneta dei pascoli di monte e dintorni. Regione Veneto, Accademia Italiana di Scienze Forestali, (Venezia), 208 pp e 264 pp. (volumi 1 e 2).

Dipartimento di Scienze Animali, Università degli Studi di Padova

Modelli di quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo negli allevamenti di vitelloni del Veneto

Stefano Schiavon[1], Luigi Gallo, Matteo Dal Maso[2], Franco Tagliapietra, Lucia Bailoni, Giovanni Bittante

Ottobre 2007

Relazione sui modelli di bilancio dell'azoto e del fosforo proposti nell'allegato D del DGR del Veneto n. 2439 del 7 Agosto 2007

[1] Prof. Stefano Schiavon - Dipartimento di Scienze Animali – Università degli studi di Padova, Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (PD), Italia. Tl +39 049 8272644; E-mail: stefano.schiavon@unipd.it
[2] Dott. Matteo Dal Maso. Dottorando di ricerca – Borsa di studio finanziata dalla Provincia di Padova.

1. Introduzione

Il lavoro si inserisce in un progetto della Regione Veneto che ha promosso lo sviluppo di modelli di previsione delle escrezioni di azoto e fosforo per le principali tipologie di allevamento diffuse sul territorio. Questi modelli sono stati recepiti da DGR Veneto n. 2439 del 7 agosto 2007 - allegato D. La cornice istituzionale, le finalità del progetto, gli aspetti generali riguardanti l'approccio modellistico seguito e le implicazioni, sono descritti in dettaglio nel manoscritto introduttivo di Schiavon et al. (2007). Nel presente lavoro viene descritto il modello messo a punto per i vitelloni.

2. Tratti essenziali dei sistemi di produzione del vitellone

Anche nel caso dei vitelloni l'escrezione di nutrienti dipende in modo rilevante da una pluralità di fattori. Le differenti condizioni climatiche, pedologiche, fondiarie, economiche, e culturali, come pure la diversa disponibilità di bovini di varie razze e di risorse alimentari che caratterizzano le diverse aree geografiche in Europa così come in Italia, conducono all'esistenza di una pluralità di sistemi di allevamento così ampia che non sempre è facile ricondurre a schemi generali di interpretazione. Prima di procedere con la discussione sulla procedura di bilancio proposta si ritiene dunque necessario descrivere i tratti essenziali dei sistemi di produzione diffusi in Italia. Proprio per effetto della notevole variabilità tra i modelli di allevamento esistenti, l'ISMEA (2004) propone una distinzione in:

- vitellone intensivo (70-75% dell'offerta della categoria), leggero o pesante, allevato in ambiente confinato (centri di ingrasso) nella pianura padana (Veneto, Piemonte ed Emilia);
- vitellone estensivo (25-30% dell'offerta della categoria), allevato in ambiente non confinato in Piemonte, nell'Appennino centro meridionale e nelle isole, appartenente a razze italiane da carne, alimentato attraverso il pascolo e alimenti concentrati, sino ad un peso finale di 650 kg circa.

La quasi totalità degli animali avviati al macello deriva da aziende nazionali (97%) che allevano per il 45% capi di origine estera (oltre 1,1 milioni di capi) e per il 55% capi di origine nazionale (ISMEA, 2004). Questi ultimi derivano per circa il 30% da allevamenti specializzati per la carne e per la restante parte da allevamenti da latte.

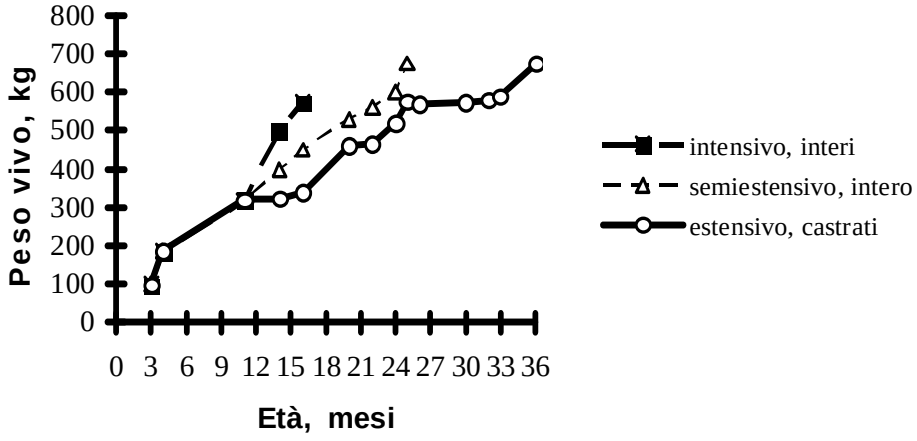
La tipologia intensiva in ambiente confinato, di gran lunga prevalente nella pianura padana, è stata, fin dall'inizio degli anni sessanta, strettamente legata allo sviluppo della coltivazione del mais, come fonte energetica principale, e alla disponibilità di farina di estrazione di soia di importazione, come fonte proteica (Bittante et al., 1997; Bonsembiante et al., 2003). Nelle aree agricole del Nord Italia si è registrato, negli stessi anni, un sostanziale abbandono della bovinicoltura da carne tradizionale, basata su un largo impiego di foraggere permanenti e/o avvicendate. Questo processo si è accentuato a seguito della messa a punto della tecnica di insilamento del prodotto ottenuto dalla trinciatura della pianta intera, raccolta nella fase di maturazione cerosa delle cariossidi (silomais). L'uso del silomais consente infatti di aumentare di circa il 50% la quantità di energia per ettaro, riducendo, di conseguenza, il costo dell'unità foraggera (Bonsembiante et al., 2003). L'introduzione, anche nelle diete per bovini, di silomais e alimenti concentrati opportunamente integrati hanno consentito di aumentare la velocità di crescita degli animali, di migliorare il rendimento energetico della razione, di ridurre la durata del ciclo produttivo (Figura 1) e di innalzare le rese di macellazione e il livello qualitativo delle carcasse e delle carni (Bonsembiante et al., 2003). Una dettagliata descrizione relativa alle caratteristiche dell'allevamento del bovino da carne in Italia è stata recentemente pubblicata da Cozzi (2007).

3. Caratteristiche delle razioni impiegate

Dalla citata indagine di Cozzi (2007) condotta nel Veneto su 155 allevamenti in Veneto, Lombardia e Piemonte si possono trarre utili indicazioni sulle caratteristiche medie di composizione alimentare e dei contenuti di proteina grezza di razioni destinate a bovini Charolaise (Tabella 1).

Nonostante alcune differenze tra allevamenti locati in differenti regioni si osserva che in tutti i casi il silomais, il pastone di mais e i cereali costituiscono i principali costituenti delle razioni.

Figura 1 - Curve di accrescimento di bovini Charolaise ottenibili secondo diverse intensità di allevamento (modificato da Micol & Beranger, 1984)



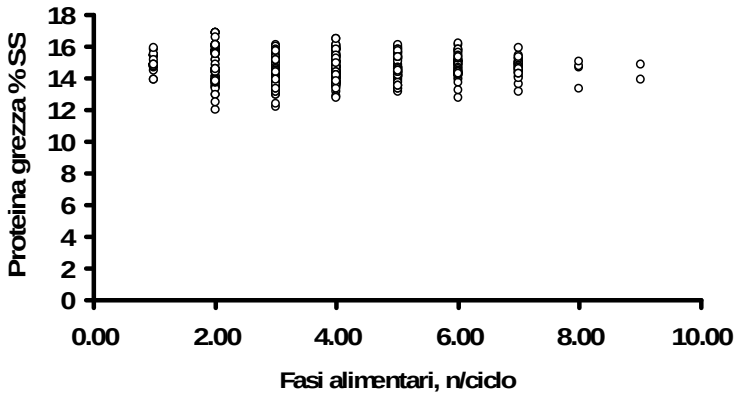
Significativa è anche la presenza di quote apprezzabili di polpe secche di bietola, in particolare nel Veneto. Nel Veneto e nella Lombardia, i foraggi a fibra lunga sono rappresentati quasi esclusivamente da paglia, mentre in Piemonte questi sono parzialmente o totalmente sostituiti da fieno di prato stabile. L'integrazione proteica è generalmente basata sulla farina di estrazione di soia. Il tenore proteico è in tutti i casi intorno al 14% della sostanza secca, un po' più contenuto di quello riscontrato da Xiccato et al., (2005) su 40 allevamenti del Veneto (14.4±0.9 %) e un po' più elevato di quello riscontrato da Mazzenga et al., (2007) su 406 allevamenti nella pianura padana (13%±1.1).

Tabella 1 - Composizione alimentare e chimica di razioni unifeed per bovini di razza Charolaise in diverse regioni (da Cozzi, 2007)

Alimento	Veneto	Lombardia	Piemonte	Errore Standard
Aziende, n.	101	23	11	
Alimenti, kg tal quale				
Insilato di mais	8,3	9,6	5,9	2,2
Pastone di mais	0,8	1,4	2,7	1,5
Cereali, farine e granelle	2,7	1,8	2,1	1,2
Polpe secche di bietola	1,1	0,6	0,5	0,7
Foraggi a fibra lunga	0,7	0,7	1,0	0,4
Integratori proteici, vitaminici e minerali	2,3	2,6	2,4	1,1
Melasso e grassi vegetali	0,1	0,1	0,2	0,2
Composizione chimica:				
Sostanza secca %	55,2	52,6	62,3	7,0
Proteina grezza	14,0	13,9	14,0	0,9

Questi tenori sono in ogni caso sensibilmente più bassi dello standard proposto dall'ERM (2001), che, pur indicando una variabilità compresa tra il 12,5 e il 21,2% (2,0-3,4 % di N) fornisce uno standard del 16,9% (2,7% di N). Utilizzando il database di Bittante et al. (2004), su cui si basa il lavoro di Xiccato et al. (2005), si è anche osservato che in buona parte degli allevamenti le razioni vengono più volte modificate nel corso del ciclo di produzione, in media 3,9 volte/ciclo. Ciononostante, allo stato attuale, il cambio di razione non sembra correlato a una riduzione dei livelli proteici (Figura 2). Si ritiene però che la possibilità per gli allevatori di giungere ad una valutazione più precisa delle proprie escrezioni aziendali possa condurre il settore verso lo studio e l'applicazione di metodologie di aumento dell'efficienza di ritenzione dei nutrienti, operando anche attraverso una alimentazione per fasi produttive.

Figura 2 - Livelli proteici medi delle razioni in funzione del numero di fasi alimentari praticate nell'ambito dei cicli produttivi (fonte dei dati: Bittante et al. 2004)



Per quanto riguarda il fosforo non vi sono, a nostra conoscenza, pubblicazioni che possano in qualche modo rappresentare i tenori medi rappresentativi della razioni. Comunque, nella pratica di formulazione il livello di fosforo viene mantenuto intorno a 0,4-0,5 % SS.

4. Sistemi di classificazione

Nelle indagini e nelle statistiche che descrivono il settore dei bovini in accrescimento è invalso l'uso di distinguere i bovini in classi di età, ad esempio bovini di età inferiore ad un anno, bovini di età compresa tra 1 e 2 anni e bovini di età superiore a 2 anni. Come evidenziato anche dall'ADAS (2007) per il Regno Unito, questo tipo di classificazione non si adatta agevolmente alle condizioni dei sistemi nazionali di allevamento del vitellone. Infatti, nell'ambito di uno stesso allevamento possono coesistere più cicli di animali appartenenti a tipologie genetiche diverse o incroci che arrivano in azienda in momenti, età e pesi differenti. Inoltre, nell'allevamento del vitellone l'approvvigionamento, come pure la vendita, dipende in modo sostanziale dal costo e dalla reperibilità dei ristalli e dal mercato dei prodotti finiti. Questi fattori possono influenzare significativamente sia la durata dei periodi di permanenza in stalla degli animali che i periodi di vuoto. La distinzione dei capi in classi di età è quindi complicata da utilizzare nella pratica. Perciò, come suggerito da ADAS (2007), dal momento che di norma gli allevatori conoscono il tipo genetico, i pesi di acquisto e di vendita e le date di arrivo e di uscita degli animali nella proposta di seguito presentata si è evitato l'approccio basato sulla distinzione dei capi per età e si è preferito piuttosto distinguere gli animali in relazione alla linea produttiva, che normalmente rappresenta un certo genotipo e una corrispondente tipologia di alimentazione. I parametri necessari per la quantificazione aziendale delle produzioni di N netto e di P, riportati nel modulo 1 di acquisizione dati, sono di seguito descritti.

5. Input per il modello di bilancio

Consistenza di allevamento

L'approccio semplificato impiegato per la quantificazione delle escrezioni dal DM 7/4/2006 è basato su un fattore di escrezione (33,6 kg N/capo/anno) che viene moltiplicato per la consistenza media di allevamento. Per "consistenza di allevamento" si intende il numero di capi mediamente presenti nell'allevamento in un anno. Negli allevamenti di vitelloni si svolge normalmente più di un ciclo produttivo. In questo caso la presenza media è determinata moltiplicando il numero dei capi allevati in ogni ciclo per la frazione di anno di presenza in azienda e successivamente sommando tali prodotti (media ponderata, nell'arco dei 365 gg., del numero dei capi presenti in ogni ciclo).

Questo approccio non considera però il fatto che a parità di consistenza media i parametri produttivi possono invece variare sensibilmente (numero di cicli, consumi alimentari, quantità di peso vivo prodotto). Tutti questi fattori sono correlati con l'entità delle escrezioni. Per una più

corretta quantificazione delle escrezioni è quindi necessario individuare la consistenza per le diverse linee di produzione praticate in azienda e, tenendo conto degli indici di produzione, effettuare i conteggi di bilancio non per capo mediamente presente ma per capo prodotto. Nella procedura di calcolo in seguito proposta il set di equazioni 1 - 14 va quindi applicato entro linea di produzione e i risultati finali vengono poi sommati.

MODULO 1 - Acquisizione dati vitelloni

Azienda				Data di rilievo		
Tecnico responsabile						
Consistenza di allevamento (CM_V)						
Consistenza per linea produttiva	Consistenza media (n°) CM	Durata media cicli (giorni) DUR	Vuoti (giorni) Vu	Peso medio acquisto (kg) PVa	Peso medio vendita (kg) PVv	Mortalità (%) M
- linea Misti (M)						
- linea Charolaise (CH)						
- linea Limousine (LIM)						
- linea Incroci Francesi (IF)						
- linea Pezzati neri polacchi (PNP)						
- linea Baliotti (Bai)						
- linea Altri (Al)						

Alimentazione: per linea produttiva e per fasi alimentari

	Durata fasi (giorni) $DUR_{-1,\ldots,n}$	PG razioni (% ss) $PG_{-1,\ldots,n}$	Fosforo razioni (% ss) $P_{-1,\ldots,n}$
- linea produttiva: MISTI			
- fase 1			
- fase 2			
- fase n			
- linea produttiva: CHAROLAISE			
- fase 1			
- fase 2			
- fase n			
- linea produttiva: LIMOUSINE			
- fase 1			
- fase 2			
- fase n			
- linea produttiva: INCROCI FRANCESI			
- fase 1			
- fase 2			
- fase n			
- linea produttiva: PEZZATI NERI POLACCHI			
- fase 1			
- fase 2			
- fase n			
- linea produttiva: BALIOTTI			
- fase 1			
- fase 2			
- fase n			
- linea produttiva: ALTRE			
- fase 1			
- fase 2			
- fase n			

Nel compilare il modulo 1 va tenuto presente che la consistenza di allevamento (CM_V) deve essere uguale alla somma delle consistenze dichiarate per le singole linee produttive [cioè CM_V = CM_M+ CM_CH + CM_LIM + CM_IF+ CM_PNP + CM_bai+ CM_Al.], dove gli acronimi M, CH, LIM, IF, PNP, Bai; Al si riferiscono rispettivamente alle seguenti linee produttive: M = Misti, CH = charolaise; LIM= Limousine; IF = incroci francesi; PNP= pezzati neri polacchi; Bai = Baliotti; Al= altre tipologie. Il dato della CM_V viene verificato in base ai dati rilevabili dal registro di scarico e carico.

Prestazioni produttive

Le informazioni riguardanti le prestazioni produttive ed in particolare la durata media dei cicli (DUR), i pesi di acquisto (PVa) e quelli di vendita (PVv) nell'ambito di ciascuna linea produttiva

sono ricavate in base alle fatture di acquisto e di vendita dei capi di precedenti cicli produttivi conclusisi nell'anno in corso e in quello precedente.

Periodi di vuoto
Il calcolo dei periodi di vuoto (Vu) tra un ciclo e quello successivo, di partite di animali della medesima tipologia produttiva, va effettuato come differenza media tra le date medie di vendita e quelle di arrivo delle partite successive. Tale valore si ricava in base alle fatture di acquisto e di vendita di precedenti cicli produttivi conclusisi nell'anno in corso e in quello precedente. Nel caso in cui tale valore non fosse disponibile si utilizza un valore pari a 14 giorni/ciclo.

Mortalità
Nell'ambito di ciascuna linea di produzione, il dato di mortalità (M), comprensivo dei capi infortunati e venduti in urgenza, si ricava come differenza tra il numero di capi acquistati e il numero di capi venduti a fine ciclo. Tale valore si ricava in base alle fatture di acquisto e di vendita di precedenti cicli produttivi conclusisi nell'anno in corso e in quello precedente. Nel caso in cui tale informazione non sia disponibile si indicherà un valore standard pari al 3%, valore medio riscontrato da Bittante *et al.* (2004).

Fasi alimentari
Per promuovere l'adozione tecniche di alimentazione "multiphase feeding", è necessario distinguere, nell'ambito di ciascuna linea produttiva, le diverse fasi alimentari. Per fase alimentare si intende il periodo di tempo in cui la composizione della razione non si modifica significativamente in riferimento ai contenuti percentuali di proteina grezza delle razioni. L'operatore dovrà quindi individuare la durata delle singole fasi alimentari tenendo presente che la somma delle durate di ciascuna fase alimentare ($DUR_{1,...,n}$) deve essere uguale alla durata totale del ciclo (DUR). Si fa presente che Xiccato et al. (2005), analizzando i dati di 585 partite di animali (per un totale di oltre 40000 capi, Charolaise, 50%; Limousine, 34%; Polish friesian, 5%; e incroci francesi, 11%) hanno riscontrato un numero medio di razioni per ciclo pari a 3,6.

Accertamento dei contenuti di proteina grezza e fosforo delle razioni
Per contenuto medio di proteina grezza (PG) e di P della razione si intende la media ponderata del contenuto di PG e P delle diverse razioni utilizzate in azienda per le varie linee produttive. Il protocollo per la determinazione di questi dati è riportato in dettaglio al punto *3.1.6* dell'allegato D del DGR Veneto n. 2439 del 7 agosto 2007. Gli elementi rilevanti contenuti nella procedura proposta, che il tecnico responsabile deve seguire, riguardano: il rilievo della modalità di alimentazione, l'identificazione delle diverse linee di produzione e delle fasi alimentari, la raccolta e l'analisi dei campioni alimentari per la determinazione analitica dei contenuti medi di proteina grezza e fosforo, la raccolta, l'archiviazione e la conservazione della documentazione giustificativa. I dati raccolti sono quindi utilizzati per la stima dei parametri descritti. Come già osservato, nella realtà la situazione di gran lunga prevalente è quella di aziende che praticano l'unifeed, il che rende relativamente agevole procedere alle operazioni di campionamento, analisi e determinazione dei contenuti di nutrienti delle razioni consumate dagli animali.

6. Modello di bilancio

Cicli di produzione e capi mediamente prodotti in un anno
Per ciascuna linea di produzione, il calcolo del numero di cicli effettuati in un anno può essere definito utilizzando la relazione (eq. 1) che tiene conto della durata dei cicli produttivi, dei periodi di vuoto e della mortalità. Questi parametri sono introdotti per convertire il dato di consistenza media in numero di capi prodotti (eq. 2).

Numero di cicli effettuati in un anno (cicli) (1)
Cicli = [(365/(DUR + Vu)]*(1-M/100);

dove: DUR = durata media del ciclo (giorni);
Vu = vuoti (giorni);
M = mortalità (%);

Capi prodotti anno (V_PROD) (capi/anno) (2)
V_Prod = cicli * CM
dove: CM=consistenza per linea produttiva (CM_M; CM_CH; CM_LIM; CM_IF; CM_PNP; CM_bai; CM_al)

Accrescimento medio giornaliero

Al fine di consentire la stima delle ingestioni di sostanza secca nelle situazioni in cui si praticano diverse fasi alimentari è necessario stimare il peso vivo raggiunto al termine di ciascuna fase. Nella normale pratica di allevamento gli animali sono pesati solo al momento dell'acquisto o dell'arrivo in allevamento (in genere il peso di arrivo è il 95% del peso di acquisto). Assumendo che durante la fase di allevamento l'accrescimento sia costante, il peso al termine di ciascuna fase di alimentazione può essere determinato utilizzando le equazioni n. 3 e 4.

Accrescimento medio giornaliero (AMG) (kg/capo/d) (3)
AMG= (PVv-PVa*0,95)/DUR
dove:
PVa = peso medio di acquisto (kg/capo)
0,95 = rapporto medio tra peso all'arrivo e peso all'acquisto
PVv = peso medio di vendita (kg/capo)
DUR = durata media del ciclo (giorni)

Peso vivo medio (kg/capo) al termine di ciascuna fase alimentare (PV_) (4)
$PV_{1} = PVa*0,95+AMG*DUR_{1}$
$PV_{2} = PV_{1}+AMG*DUR_{2}$
$PV_{n} = PV_{2} + AMG*DUR_{n}$
dove:
DUR_{1} = durata prima fase alimentare
DUR_{2} = durata seconda fase alimentare
DUR_{n} = durata dell'ennesima fase alimentare
Deve essere rispettata l'equivalenza: $DUR = DUR_{1} + DUR_{2} + DUR_{n}$

Ingestione alimentare

La misura diretta dei consumi alimentari in azienda non è proponibile, se non in alcune, rare, situazioni e quindi la previsione dei consumi costituisce un elemento critico per la definizione di stime sufficientemente attendibili del bilancio dei nutrienti. L'ingestione alimentare è fortemente variabile ed è influenzata, non solo fabbisogni energetici per il mantenimento e la crescita, ma anche da numerosi altri fattori di natura animale e alimentare (NRC, 2000). Evidenti differenze esistono tra sistemi di allevamento basati sull'impiego di erba, sia verde che conservata, e quelli che impiegano invece grandi proporzioni di insilato di mais e cereali (ADAS, 2007). L'NRC (1996) suggerisce che l'ingestione di sostanza secca di bovini in accrescimento possa essere messa in relazione lineare con il peso vivo iniziale e propone l'impiego di due equazioni [DMI (kg/d)= 1,8545 + 0,01937*($PV_{iniziale}$) e DMI (kg/d)= 4,54 + 0,01125*($PV_{iniziale}$)] che differiscono però sensibilmente per i valori delle intercette e dei coefficienti angolari. L'applicazione di queste equazioni sui dati di campo raccolti da Bittante et al. (2004) su 40 allevamenti e 585 partite (circa 40000 capi) non si è dimostrata utile in quanto la variabilità delle ingestioni alimentari rilevate spiegata da queste equazioni è poco sopra il 7% di R^2 (figura 3)

Una ri-analisi dei dati raccolti da Bittante et al. (2004) relativi a 40 allevamenti della pianura padana e a 585 cicli produttivi (oltre 40000 capi) consente di trarre le seguenti considerazioni: i) il consumo di sostanza secca per ciclo è, ovviamente, correlato alla durata del periodo di produzione (Figura 4); ii) il consumo giornaliero di sostanza secca è mediamente compreso tra gli 8 e i 9 kg/d; iii) gli indici di conversione si riducono in maniera non lineare con l'aumento dell'accrescimento medio giornaliero (Figura 5).

Figura 3 - Relazione tra consumo di sostanza secca nel ciclo e peso vivo iniziale dei capi (fonte dei dati: Bittante et al. 2004).

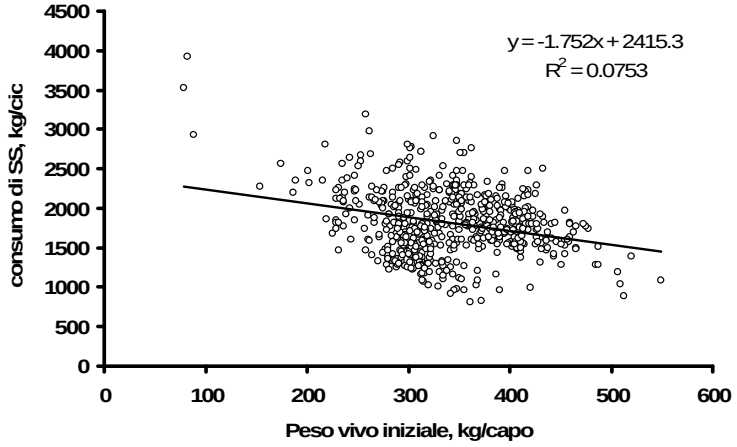


Figura 4 - Consumo di sostanza secca per capo e durata del ciclo di vitelloni (fonte dei dati: Bittante et al. 2004).

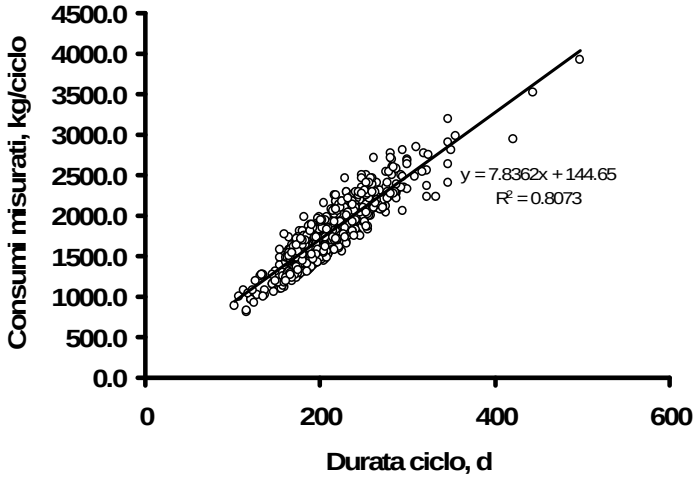
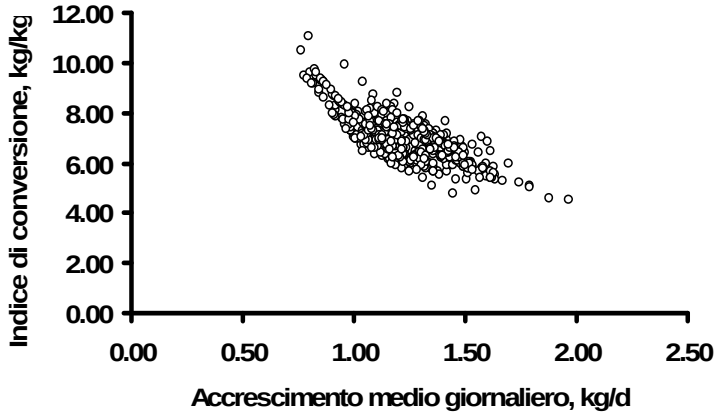


Figura 5 - Relazione tra indici di conversione e accrescimento medio giornaliero(fonte dei dati: Bittante et al. 2004).



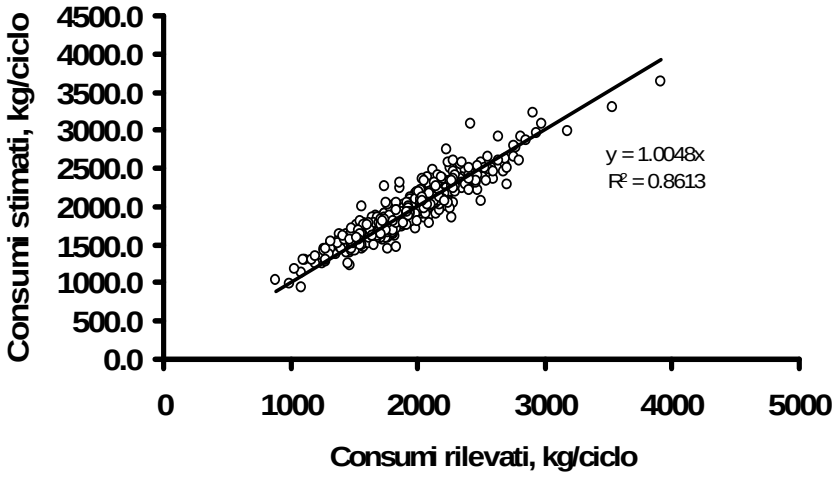
I dati di Bittante et al. (2004) sono stati quindi utilizzati per sviluppare delle equazioni di previsione dell'ingestione basate su parametri facilmente rilevabili in azienda, in specifico il peso vivo al momento dell'arrivo in azienda (il 95% del peso di acquisto; PVa), il peso vivo finale (PVf) e la durata del ciclo (DUR). Le funzioni proposte sono le seguenti:

1) INGSS (kg/capo/ciclo)= $0.0675*((PVa*0.95+PVf)/2)^{0.75}+1.05)$*durata del ciclo

2) INGSS (kg/capo/ciclo)= $0.0675*((PVa*0.95+PVf)/2)^{0.75}+1.72)*$durata del ciclo

Queste equazioni mettono in relazione il consumo di sostanza secca con il peso metabolico medio registrato durante il periodo di allevamento e con la durata del ciclo. La prima equazione è applicabile per soggetti di razze Charolais, Limousine, Incroci francesi e si è assunto che possa essere applicata per altre tipologie genetiche meno frequenti. La seconda equazione è invece applicabile a soggetti appartenenti a razze con maggiore attitudine lattifera, come i Pezzati neri Polacchi, che a parità di peso vivo esibiscono una maggiore capacità di ingestione rispetto a soggetti più specializzati per la carne. Si sottolinea che le equazioni proposte si riferiscono a condizioni di alimentazione unifeed basate su un largo impiego di silomais, cereali, soia, con aggiunte di sottoprodotti agricoli. La relazione tra ingestione di sostanza secca stimata con le due equazioni e quella rilevata nell'indagine, che evidenzia un valore di R^2 prossimo al 86%, è riportata in figura 6.

Figura 6 - Relazione tra consumi di sostanza secca (kg/ciclo) stimati e rilevati da 40 aziende, 585 partite di soggetti di diverse razze (fonte dei dati: Bittante et al. 2004).



Verificata la disponibilità di un'equazione di stima delle ingestioni sufficientemente attendibile è ora possibile proporre un set di equazioni in grado di stimare i consumi di sostanza secca nell'ambito di ciascuna fase di alimentazione (eq. 5a e 5b).

Ingestione di sostanza secca per fase e per capo prodotto (INGSS) (kg/capo)

- Per le line di produzione: Charolaise, Limousine, Incroci francesi, Baliotti, Misti e altri (5a)

Fase 1 $INGSS_{_1} = \{[(PVa*0,95 + PV_{_1})/2]^{0,75} * 0,0675+1,05\}*DUR_{_1}$
Fase 2 $INGSS_{_2} = \{[(PV_{_1} + PV_{_2})/2]^{0,75} * 0,0675+1,05\}*DUR_{_2}$
Fase n $INGSS_{_n} = \{[(PV_{_2} + PV_{_n})/2]^{0,75} * 0,0675+1,05\}*DUR_{_n}$
Totale $INGSS = INGSS_{_1} + INGSS_{_2} + INGSS_{_n}$

dove:

PVa = peso vivo medio di acquisto (kg/capo)
$PV_{_1}$ = peso medio (kg/capo) al termine prima fase alimentare
$PV_{_2}$ = peso medio (kg/capo) al termine seconda fase alimentare
$PV_{_n}$ = peso medio (kg/capo) al termine dell'ennesima fase alimentare.

Nota che il peso medio finale dell'ultima fase alimentare coincide con il peso medio di vendita PVv

- Per le linee di produzione: Pezzati neri polacchi (5b)

Fase 1 $INGSS_{_1} = \{[(PVa*0,95 + PV_{_1})/2]^{0,75} * 0,0673+1,72\}*DUR_{_1}$
Fase 2 $INGSS_{_2} = \{[(PV_1 + PV_{_2})/2]^{0,75} * 0,0673+1,72\}*DUR_{_2}$
Fase n $INGSS_{_n} = \{[(PV_2 + PV_{_n})/2]^{0,75} * 0,0673+1,72\}*DUR_{_n}$
Totale $INGSS = INGSS_{_1} + INGSS_{_2} + INGSS_{_n}$…

Accertamento dei contenuti medi di azoto e fosforo delle razioni

Per l'applicazione delle procedure di bilancio aziendale delle escrezioni è necessario procedere ad un accertamento dei contenuti di proteina grezza e fosforo delle razioni utilizzate. Il protocollo per la determinazione di questi dati è riportato in dettaglio al punto *3.1.6* dell'allegato D del citato DGR Veneto n. 2439 del 7 agosto 2007. Gli elementi rilevanti contenuti nella procedura proposta, che il tecnico responsabile deve seguire, riguardano: l'identificazione delle diverse linee di produzione e della modalità di alimentazione, la raccolta e l'analisi dei campioni alimentari per la determinazione analitica dei contenuti medi di proteina grezza e fosforo delle diverse razioni impiegate in azienda, la conservazione della documentazione raccolta. Tenuto conto che è prassi consolidata impiegare più razioni durante il ciclo, le relazioni necessarie per il calcolo dei contenuti medi di azoto e fosforo della sostanza secca consumata sono quelle di seguito riportate (eq 6-7)

Contenuto di N medio delle razioni (N_RAZ) (kg/kg) (6)

$N_Raz = [INGSS_1*(PG_1/100)+INGSS_2*(PG_2/100)+INGSS_n*(PG_n/100)]/INGSS/6,25$

dove:

PG_1 = contenuto di proteina grezza (% della sostanza secca) della razione usata in fase alimentare 1
PG_2 = contenuto di proteina grezza (% della sostanza secca) della razione usata in fase alimentare 2
PG_n = contenuto di proteina grezza (% della sostanza secca) della razione usata in fase alimentare n

Contenuto di P medio delle razioni (P_RAZ) (kg/kg) (7)

$P_Raz = [INGSS_1*(P_1/100)+INGSS_2*(P_2/100)+INGSS_n*(P_n/100)]/INGSS$

dove:

P_1 = contenuto di fosforo totale (% della sostanza secca) della razione usata in fase alimentare 1
P_2 = contenuto di fosforo totale (% della sostanza secca) della razione usata in fase alimentare 2
P_n = contenuto di fosforo totale (% della sostanza secca) della razione usata in fase alimentare n

Bilanci dell'azoto e del fosforo per linea produttiva e per capo/anno

La quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo procede quindi utilizzando i criteri del bilancio di massa. I consumi annui di azoto sono determinati moltiplicando l'ingestione stimata di sostanza secca (per linea di produzione e per capo) per il contenuto medio di azoto delle razioni (determinazione analitica) e per il numero di cicli mediamente attuati in un anno. Per quanto riguarda le ritenzioni di azoto si è considerato un contenuto medio di 0,027 kg N/kg di peso vivo. L'ERM (2001) propone coefficienti di ritenzione differenziati per i maschi e per femmine (2,7 e 2,5% del peso vivo, rispettivamente). Nella presente proposta non si è ritenuto utile differenziare questo coefficiente in base al sesso poiché la maggioranza di animali allevati è rappresentata da maschi e perché questa differenziazione comporta una complicazione delle procedure di acquisizione dei dati senza rilevanti effetti sull'entità delle stime di escrezione. Per quanto riguarda il fosforo si è assunta una ritenzione pari a 7,5 g/kg di peso vivo (Whiters et al. 2001). Infine per quantificare le perdite di azoto in atmosfera si sono considerate perdite pari al 30% dell'azoto totale escreto, valore che si ritrova nel DM 7/4/2006. Le equazioni relative alla quantificazione dei consumi, delle ritenzioni e delle escrezioni sono di seguito riportate.

*Consumo annuo di azoto per capo mediamente presente (1 capo prodotto*n. cicli)* (kg/capo/anno) (8)

$NC = INGSS*N_Raz*cicli$

dove:

INGSS = consumo di sostanza secca per capo prodotto (kg/capo);
N_raz = contenuto di N medio delle razioni (kg/kg);
Cicli = numero di cicli di allevamento effettuati in un anno x linea di produzione;

Ritenzione annua di azoto per capo mediamente presente (1 capo prodotto*n. cicli) (kg/capo/anno) (9)

$NR = (PVv-PVa*0,95)*cicli*k_Nr$

dove:

PVa = peso medio di acquisto (kg/capo)
PVv = peso medio di vendita (kg/capo)
Cicli = numero di cicli di allevamento effettuati in un anno x linea di produzione;
k_Nr = Azoto ritenuto per unità di peso vivo realizzato. kNr =0,027 kg/kg

Escrezione annua di azoto per capo mediamente presente (Nex) (kg/capo/anno) (10)
Nex = NC-NR
dove:
NC = consumo annuo di azoto per capo mediamente presente (kg/capo/anno)
NR = ritenzione annua di azoto per capo mediamente presente (kg/capo/anno)

Produzione annua di azoto netto per capo mediamente presente (kg/capo/anno) (11)
N_netto = Nex*(1-k_vol)
dove:
Nex = escrezione annua di azoto per capo mediamente presente (kg/capo/anno)
k_vol = coefficiente di volatilizzazione (k_vol = 0,30 da DM 7/4/2006)

Consumo annuo di fosforo per capo mediamente presente (kg/capo/anno) (12)
PC = INGSS*P_Raz*cicli
dove:
INGSS = consumo di sostanza secca per capo mediamente presente (kg/capo/anno)
P_raz = contenuto di P medio delle razioni per la linea di produzione esaminata (kg/kg)
Cicli = numero di cicli di allevamento effettuati in un anno;

Ritenzione annua di fosforo per capo mediamente presente (kg/capo/anno) (13)
PR = (PVv-PVa*0,95)*kPr*cicli
dove:
PVa = peso medio (kg) dei capi acquistati
PVv = peso medio (kg) dei capi venduti
kPr = fosforo ritenuto per unità di peso vivo realizzato. kPr = 0,0075

Escrezione annua di fosforo per capo mediamente presente (kg/capo/anno**)** (14)
Pex = PC-PR
dove:
PC = consumo annuo di fosforo per capo mediamente presente (kg/capo/anno)
PR = ritenzione annua di fosforo per capo mediamente presente (kg/capo/anno)

Calcolo delle produzioni annue aziendali di azoto netto e fosforo

Quantificate dunque le escrezioni annue medie per capo/anno per ciascuna linea produttiva, le quantità prodotte dall'azienda nel suo complesso si ottengono sommando le escrezioni relative dei capi mediamente presenti per ciascuna linea di produzione.

Produzione di azoto netto aziendale (N_netto_az) (kg/anno/azienda) (15)
N_netto_az = (N_netto_M)*(CM_M) + (N_netto_CH)*(CM_CH) + (N_netto _LIM)*(CM_LIM) + (N_netto _IF)*(CM_IF) + (N_netto _PNP)*(CM_PNP) + (N_netto _Bai)*(CM_Bai) + (N_netto _Al)*(CM_Al)
dove:
N_netto_M = produzione di azoto netto (kg/capo/anno) per la linea produttiva M (misti);
CM_M = consistenza media (capi mediamente presenti) per la linea produttiva M (misti);
N_netto_CH = produzione di azoto netto (kg/capo/anno) per la linea produttiva CH (Charolaise);
CM_CH = consistenza media annua (capi/anno) per la linea produttiva CH (Charolaise);
N_netto_LIM = produzione di azoto netto (kg/capo/anno) per la linea produttiva LIM (Limousine);
CM_LIM = consistenza media annua (capi/anno) per la linea produttiva LIM (Limousine);
N_netto_IF = produzione di azoto netto (kg/capo/anno) per la linea produttiva IF (Incroci francesi)
CM_IF = consistenza media annua (capi/anno) per la linea produttiva IF (Incroci francesi);
N_netto_PNP = produzione di azoto netto (kg/capo/anno) per la linea produttiva PNP (Pezzati neri polacchi);
CM_PNP = consistenza media annua (capi/anno) per la linea produttiva PNP (Pezzati neri polacchi);
N_netto_Bai = produzione di azoto netto (kg/capo/anno) per la linea produttiva Bai (Baliotti);
CM_Bai = consistenza media annua (capi/anno) per la linea produttiva Bai (Baliotti);
N_netto_Al = produzione di azoto netto (kg/capo/anno) per altre linee produttive;
CM_Al = consistenza media annua (capi/anno) per altre linee produttive.

Produzione di azoto netto (N_netto) espresso per capo mediamente presente (16)
N_netto_da bilancio = N_netto_az/CM_V
dove:

N_netto_az = produzione di azoto netto aziendale (kg/anno)
CM_V = consistenza media di allevamento come da comunicazione di spandimento (capi/anno). Il dato deve coincidere con la somma delle consistenze medie indicate per ciascuna linea produttiva.

Il valore ottenuto con l'applicazione di questa funzione può essere confrontato con il valore di 33.6 kg N/capo/anno proposto dal DM 7/4/2006

Produzione di fosforo escreto aziendale (Pex_az) (kg/anno/azienda) (17)

Pex_az = (Pex_M)*(CM_M) + (Pex _CH)*(CM_CH) + (Pex _LIM)*(CM_LIM) + (Pex _IF)*(CM_IF) + (Pex _PNP)*(CM_ PNP) + (Pex_Bai)*(CM_Bai) + (Pex_Al)*(CM_Al);

dove:

Pex_M = escrezione di fosforo (kg/capo/anno) per la linea produttiva M (misti)
CM_M = consistenza media (capi mediamente presenti) per la linea produttiva M (misti);
Pex_CH = escrezione di fosforo (kg/capo/anno) per la linea produttiva CH (Charolaise)
CM_CH = consistenza media annua (capi/anno) per la linea produttiva CH (Charolaise);
Pex_LIM = escrezione di fosforo (kg/capo/anno) per la linea produttiva LIM (Limousine)
CM_LIM = consistenza media annua (capi/anno) per la linea produttiva LIM (Limousine);
Pex_IF = escrezione di fosforo (kg/capo/anno) per la linea produttiva IF (Incroci francesi)
CM_IF = consistenza media annua (capi/anno) per la linea produttiva IF (Incroci francesi);
Pex_PNP = escrezione di fosforo (kg/capo/anno) per la linea produttiva PNP (Pezzati neri polacchi)
CM_PNP = consistenza media annua (capi/anno) per la linea produttiva PNP (Pezzati neri polacchi);
Pex_Bai = escrezione di fosforo (kg/capo/anno) per la linea produttiva Bai (Baliotti)
CM_Bai = consistenza media annua (capi/anno) per la linea produttiva Bai (Baliotti);
Pex_Al = escrezione di fosforo (kg/capo/anno) per altre linee produttive;
CM_Al = consistenza media annua (capi/anno) per altre linee produttive.

Produzione di fosforo (P_da bilancio) espresso per capo mediamente presente

Pex_da bilancio = Pex_az/CM_V

dove:

Pex_az = produzione aziendale di fosforo (kg/anno)
CM_V = consistenza media dell'allevamento da dichiarazione (capi/anno). Il dato deve coincidere con la somma delle consistenze medie indicate per ciascuna linea produttiva.

7. Valori attesi di produzione di azoto totale e netto di vitelloni

L'enorme variabilità delle stime di escrezione azotata dovuta ai diversi sistemi di allevamento e di alimentazione è ben rappresentata in letteratura. L'ERM (1999) propone dei valori standard di produzione di azoto, già corretti per le perdite di volatilizzazione (10%), differenziati in relazione alla mole, all'età e al livello di proteina grezza delle diete (Tabella 2).

Tabella 2 - Valori standard di produzione di azoto netto (kg N/capo/anno) proposti dall'ERM (1999)

	Piccola mole Età (anni)			Grande mole (età (anni)		
	0-1	1-2	2-3	0-1	1-2	2-3
% N dieta						
Bassa (2.0%)	18	31	35	24	41	47
Media (2.7)	24	43	48	32	57	64
Elevata (3.4%)	30	55	61	40	74	81

Per soggetti di grande mole e di età compresa tra 1 e 2 anni le escrezioni variano da 41 a 74 kg N/capo/anno in relazione ai contenuti di azoto delle razioni. L'ASAE (2003) per bovini in accrescimento allevati in ambienti confinati negli Stati Uniti propone un valore standard di escrezione (lorda) pari a 47 kg N/capo/anno. L'ADAS (2007) rileva valori di escrezione di N pari a 56 e 38 kg/capo/anno, rispettivamente per bovini allevati con diete basate su insilati d'erba (intervallo di peso vivo 49-552 kg, 15% PG, 456 giorni di durata del ciclo) e su cereali (intervallo di peso vivo 90-440 kg, 14% di PG, 270 giorni di durata del ciclo). Inoltre l'ADAS (2007) riporta, per bovini maschi interi (Holstein) allevati da 90 a circa 500 kg di PV, con dieta basata su cereali (13,6% PG), insilato di mais (17,2 % PG) e insilati d'erba (15,9 % PG) valori di escrezione di azoto rispettivamente pari a 38.9, 59.9 e 49,7 kg N/capo/anno. DIAS (1998), per giovani tori di razze

pesanti, finiti a 440 kg, propone un valore prossimo ai 31,2 kg/capo/anno. In Italia Xiccato (2005), utilizzando i dati di 40 allevamenti in cui vi era una netta prevalenza di bovini maschi di razze francesi, riporta valori di 57 kg N/capo/anno (range di peso vivo 342-608; 1,66 cicli/anno; 14,4% PG). Il DM 7/4/2006, riporta valori compresi tra 57 e 41 kg N/capo/anno, per le diverse realtà di allevamento nazionali propone uno standard di 48 kg N/capo/anno. Proprio in ragione della variabilità delle situazioni di allevamento e della conseguente difficoltà di definire dei valori standard di escrezione di applicazione generalizzata, l'ADAS (2007) suggerisce l'opportunità di ricorrere a software dedicati che possano consentire la stima delle escrezioni sulla base di semplici parametri aziendali. Il lavoro descritto in questo documento si inserisce quindi in questa prospettiva e nel paragrafo che segue viene riportato un esempio applicativo utilizzando i dati di un'azienda reale.

8. Esempio applicativo

Per favorire l'applicazione nel territorio dell'insieme di formule sopra descritte, la Regione Veneto ha sviluppato una procedura informatica (http://web1.regione.veneto.it/ModelloUnicoWeb/) che, a seguito della raccolta e dell'editing degli input necessari (Modulo 1a), è in grado di fornire in tempo reale una sintesi degli indici tecnici e dei bilanci dell'azoto e del fosforo dell'azienda esaminata. Nell'azienda utilizzata come esempio, la consistenza media è di 200 vitelloni maschi equamente ripartiti tra soggetti di razza Charolaise e Limousine. Gli animali sono allevati in ambiente confinato con pavimentazione piena (Charolaise) e pavimentazione fessurata (Limousine). Gli alimenti vengono distribuiti con carro miscelatore impiegando la tecnica dell'unifeed. Nel modulo 1a di acquisizione dati, adeguatamente compilato, sono riportati i dati quantitativi che caratterizzano le linee di produzione aziendali, mentre i risultati dell'applicativo sono presentati in tabella 3.

MODULO 1a - Acquisizione dati vitelloni - compilato

Azienda	Xxxxx		Data di rilievo			xxxx
Tecnico responsabile						
Consistenza di allevamento (CM_V)	200					
Consistenza per linea produttiva	consistenza media (n°) (CM)	Durata media ciclo (giorni) (DUR)	peso medio acquisto (kg) (PVa)	peso medio vendita (kg) (PVv)	Mortalità (%) (M)	Vuoti (giorni) (Vu)
- linea Charolaise (CH)	100	208	386	676	2,2	15
- linea LIMOUSINE (LIM)	100	234	300	580	2,2	15
Alimentazione: x gruppi di alimentazione e linea produttiva:						
	Durata fasi (giorni) DUR_n		PG razioni (% ss) (PG_n)		Fosforo razioni (% ss) (P_n)	
- linea produttiva: CHAROLAISE						
- fase 1	40		13,0		0,5	
- fase 2	80		14,5		0,5	
- fase n	88		14,0		0,5	
- linea produttiva: LIMOUSINE						
- fase 1	40		12,0		0,5	
- fase 2	97		14,5		0,5	
- fase n	97		14,5		0,5	

Dai conteggi risulta che con una consistenza media pari a 100 capi per linea produttiva, si producono in un anno 160 vitelloni Charolaise e 143 Limousine. Gli accrescimenti giornalieri sono elevati e comunque superiori a 1,3 kg/capo/d. I consumi di sostanza secca per capo sono prossimi ai 1750 e ai 1740 kg/ciclo, rispettivamente per le due linee, nonostante i diversi pesi di acquisto e di vendita. I contenuti di proteina grezza delle razioni sono uguali o poco superiori al 14%. I consumi di azoto sono compresi tra 57 e 63 kg/capo/anno mentre le ritenzioni variano da 11,4 e 13,4 kg N/capo/anno ed infine le escrezioni sono pari a 49,4 e 45,0 kg N/capo/anno. Questi valori ricadono negli intervalli di variazione attesi dalle varie fonti prima citate. Si osserva che il valore di escrezione medio aziendale (47 kg N/capo/giorno) è uguale a quello proposto dall'ASAE (2003) ed è prossimo al valore medio di 48 kg N /capo/anno indicato dal DM 7/4/2006. Le escrezioni di fosforo sono intorno ai 9-10 kg/capo/anno, valori simili a quelli riportati da DIAS (1998) per

vitelloni di età compresa fra 1 e 2 anni (9,7 kg/capo/anno). L'applicativo calcola quindi le produzioni complessive aziendali di azoto netto e fosforo e la superficie minima necessaria per lo spandimento dei reflui in zone vulnerabili.

Tabella 3 - Risultati di bilancio

	Unità	Charolaise	Limousine	Complessivi
Indici tecnici:				
Cicli	n/anno	1,60	1,43	
Capi prodotti	"	160	143	
Accrescimento medio giornaliero	kg/d	1,49	1,26	
Peso vivo all'acquisto	kg/capo	386	300	
Peso vivo all'arrivo	kg/capo	367	285	
Peso vivo fine fase 1	kg/capo	426	335	
Peso vivo fine fase 2	"	545	458	
Peso vivo finale fase 3	"	676	580	
Ingestione di sostanza secca	"	1747	1739	
Indice di conversione	kg/kg	6.02	6.21	
Proteina grezza media razioni	% SS	14,0	14,2	
Azoto medio razioni	"	0,022	0,023	
Fosforo medio razioni	"	0,005	0,005	
Bilancio dell'azoto				
Consumo	kg/capo/anno	62,7	56,5	
Ritenzione	"	13,4	11,4	
Escrezione	"	49,4	45,0	media = 47,4
Volatilizzazione	kg/kg	0,3	0,3	
N netto	kg/capo/anno	34,55	31,52	media = 33,2
Bilancio fosforo				
Consumo	kg/capo/anno	13,98	12,46	
Ritenzione	"	3,71	3,17	
Escrezione	"	10,27	9,29	
Produzioni aziendali di N e P x linea				
N netto da bilancio	kg/anno	3455	3152	Somma = 6607
N netto da DM 7/4/2006	"	3360	3360	Somma = 6720
Fosforo	"	1027	929	Somma =1956
SAU necessaria in zona vulnerabile				
Da bilancio	ha	20,32	18,54	Somma = 38,87
Da DM 7/4/2006	ha	19,76	19,76	Somma =39,53

9. Conclusioni

Superando le difficoltà e le incertezze di quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo connesse ai metodi semplificati, basati sulla consistenza media di allevamento e su coefficienti standard di escrezione, la procedura consente di ottenere stime accurate delle escrezioni, basate sull'identificazione delle diverse linee produttive e su indici tecnici facilmente rilevabili in azienda. Specifiche funzioni di stima sono state sviluppate per prevedere l'ingestione di sostanza secca durante il ciclo. L'approccio di calcolo, pur basandosi sul metodo generale proposto dall'ERM (2001), è stato implementato in una forma che consente di passare da un livello descrittivo, basato sul singolo animale, ad un livello che rappresenta l'azienda nel suo complesso. L'impiego di questa procedura può quindi costituire uno strumento utile per migliorare le pratiche di allevamento non solo in relazione alla quantificazione delle emissioni di nutrienti, ma anche alla valutazione degli indici tecnici aziendali, aspetti che possono avere una forte valenza economica per gli allevatori. Questo strumento può permettere quindi una più semplice individuazione e implementazione delle tecniche e delle strategie di allevamento e di alimentazione più idonee per coniugare le esigenze di produzione con quelle di riduzione dell'impatto derivante dall'attività di allevamento.

10. Letteratura

ADAS, 2007. Nitrogen output of livestock excreta. ADAS report to Defra – supporting paper F2 for the consultation on implementation of the Nitrates Directive in England.

ASAE, 2003. American Society of Agricultural Engineers, Proposal for ASAE D384.1, Manure Production and characteristics
http://www.abe.iastate.edu/Ae573_ast475/manure%20D384%20-%20Final.doc

Bittante G., Andrighetto I., Ramanzin M. (1997). Tecniche di produzione animale. Liviana Editrice, Padova

Bittante G., Gallo L., Schiavon S., Contiero B., Fracasso A. (2004). Bilancio dell'azoto negli allevamenti di vacche da latte e vitelloni. In (Xiccato et al.) Bilancio dell'azoto in allevamenti di bovini, suini e conigli – Progetto interregionale - Legge 23/12/1999 n. 499, art. 2 - report finale, Regione Veneto.

Bonsembiante M., Gallo L., Schiavon S. (2003). L'allevamento e le produzioni animali nel XX secolo. In: Bonsembiante M. Le scienze animali al servizio dell'uomo. (vol. 1, pp. 67-158). PADOVA: Cleup Editrice (ITALY).

Cozzi G., 2007. Present situation and future challenges of beef cattle production in Italy and the role of research. Italian Journal of Animal Science, 6, (suppl 1), 389-396.

DIAS, 1998. Standard Values for Farm Manure A Revaluation of the Danish Standard Values concerning the Nitrogen, Phosphorus and Potassium Content of Manure (H.D. Poulsen and V.F Kristensen (eds), Ministry of Food, Agriculture and Fisheries, Danish Institute of Agricultural Sciences, Tjele, DK.

ERM, 1999. Establishment of criteria for the assessment of the nitrogen content of animal manures, European Commission, Final report, Luxembourg.

ERM, 2001. Livestock manures – Nitrogen equivalents. Copies available from: European Commission DG Environment – D1, 200 Rue de la Loi, B-1049 Brussels, Belgium

European Commission (2002). Nitrogen Equivalents in Livestock Manure. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 25 pp, ISBN 92-894-1277-1

ISMEA, 2004. Il mercato della carne bovina – Rapporto 2004. Franco Angeli, Milano.

Mazzenga A., Brscic M., Cozzi G., 2007. The use of corn silage in diets for beef cattle of different genotype. Italian Journal of Animal Science, 6 (suppl. 1), 321-323.

Micol D., Béranger C., 1984. French beef production systems from grassland. In Holmes W (ed), Grassland beef production. Martinus Nijhoff publishers, for the commission of the Europea Communities, EEC, Brussels, Luxembourg.

NRC, 1996. Nutrient requirements for beef cattle. Seventh Revised edition, National Academy Press, Washington D.C.

NRC, 2000. Nutrient requirements for beef cattle. Seventh Revised Edition, Update 2000. National Academy Press, Washington, D.C.

NRC, 2002. The Scientific basis for estimating emission from animal feeding operations. National Academy Press, Washington D.C.

Schiavon S., Gallo L., Dal Maso M., Tagliapietra F., Bailoni L. (2007). Aspetti generali sui modelli di quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo nelle principali tipologie di allevamento del Veneto. Relazione tecnica, Regione Veneto.

Whiters P.J.A., Edwards A.C., Foy R.H., 2001. Phosporus cycling in UK agriculture and implications for phosporus loss from soil. Soil Use and Management, 17, 139-149.

Xiccato G., Schiavon S., Gallo L., Bailoni L., Bittante G., 2005. Nitrogen excretion in dairy cow, beef and veal cattle, pig, and rabbit farms in Northern Italy. Italian Journal of Animal Science. vol. 4n (suppl. 3), pp. 103-111 ISSN: 1594-4077, ISI:000234806500018.

Modelli di quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo negli allevamenti di vitelli a carne bianca del Veneto

Stefano Schiavon[1], Lucia Bailoni, Matteo Dal Maso[2], Franco Tagliapietra

Ottobre 2007

Relazione sui modelli di bilancio dell'azoto proposti nell'allegato D del DGR del Veneto n. 2439 del 7 Agosto 2007

[1] Prof. Stefano Schiavon - Dipartimento di Scienze Animali – Università degli studi di Padova, Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (PD), Italia. Tl +39 049 8272644; E-mail: stefano.schiavon@unipd.it
[2] Dott. Matteo Dal Maso. Dottorando di ricerca – Borsa di studio finanziata dalla Provincia di Padova.

1. Introduzione

Il lavoro si inserisce in un progetto della Regione Veneto che ha promosso lo sviluppo di modelli di previsione delle escrezioni di azoto e fosforo per le principali tipologie di allevamento diffuse sul territorio. Questi modelli sono stati recepiti da DGR Veneto n. 2439 del 7 agosto 2007 - allegato D. La cornice istituzionale, le finalità del progetto, gli aspetti generali riguardanti l'approccio modellistico seguito e le implicazioni, sono descritti in dettaglio nel manoscritto introduttivo di Schiavon et al. (2007). Nel presente lavoro viene descritto il modello messo a punto per i vitelli a carne bianca.

2. Tratti essenziali del sistema di produzione

I tratti essenziali di questo sistema di allevamento sono stati descritti da Bittante et al. (1997) e più recentemente da Cozzi (2007). L'attività di allevamento del vitello a carne bianca, che contribuisce per circa il 13% alla produzione totale di carne bovina in Italia (ISMEA, 2006), è prevalentemente svolta in Lombardia e Veneto nelle zone in cui è disponibile acqua a basso contenuto di ferro (Bittante et al. 1997). I vitelli utilizzati per questa produzione sono principalmente maschi non utilizzati negli allevamenti di vacche da latte. Per questo tipo di produzione circa il 23% della domanda di animali vivi è coperta da importazioni, in particolare dalla Polonia, dalla Francia e dalla Germania (CRPA, 2006).

La brochure dell'ERM (2001) non riporta dati riguardanti il bilancio dell'azoto di questa tipologia di allevamento, tuttavia gli elementi essenziali che delineano le condizioni italiane sono riportati in tabella 1 (tabella f allegato 1 del DM 7/4/2006). Questi dati, ricavati da Bailoni et al. (2004) nell'ambito del progetto inter-regionale "Bilancio dell'azoto negli allevamenti", sono stati ottenuti controllando il movimento di capi e mangimi in un periodo di tempo compreso tra il 2002 e il 2003 in 34 aziende specializzate, scelte con il criterio della rappresentatività, per un totale di 49206 soggetti.

Tabella 1 - Vitelli a carne bianca: indici tecnici e bilancio dell'azoto (DM 7/4/2006)

	Unità di misura	Media	D.S.[2]
Peso medio iniziale	kg/capo	61	6,1
Peso medio di vendita	kg/capo	253	13,9
Indice di conversione	kg/kg	1,73	0,10
Proteina grezza media degli alimenti	kg/kg	0,215	0,011
Cicli in un anno	n.	2,1	0,13
N consumato	kg/capo/anno	24,1	1,85
N ritenuto[1]	"	12,1	0,81
N escreto	"	11,9	1,52
N netto al campo	"	8,6	1,10

[1] Per quanto riguarda la ritenzione corporea di azoto si è utilizzato un valore pari al 3% dell'accrescimento. Si tratta di un valore prudenziale, inferiore al valore di 3,2% ottenuto da una sperimentazione di macellazione comparativa di vitelli a carne bianca ed analisi chimica dei loro costituenti corporei.
Le perdite di azoto per volatilizzazione sono state assunte pari al 28%.
[2] Deviazione Standard

Il peso medio di acquisto e di vendita sono stati rispettivamente intorno ai 60 e ai 253 kg/capo, l'indice di conversione prossimo a 1,73 e il contenuto di proteina grezza degli alimenti consumati (sostitutivi del latte più alimenti solidi) è risultato parti al 21,5%. Il bilancio di massa porta a concludere che mediamente il vitello a carne bianca emette 11,9 kg N/capo/anno. Assumendo perdite di volatilizzazione pari al 28% (DM 7/4/2006) la produzione di azoto netto nei reflui corrisponde a 8,6 kg N/capo/anno. Quest'ultimo valore è quindi stato recepito come standard dal DM 7/4/2006.

Nel predisporre i modelli di calcolo ci si è proposti di creare un sistema in grado di tener conto dei vari fattori aziendali di variabilità in modo integrato. In questo modo l'azienda che impiega la procedura, può arrivare ad una definizione sufficientemente precisa delle escrezioni in base alle proprie condizioni di allevamento. Questo può aiutare anche ad individuare la strategia gestionale e/o di alimentazione che si ritiene più opportuna per ridurre le escrezioni, operando sulle

consistenze degli animali, sui livelli di produzione, sulle modalità di alimentazione e sulle caratteristiche nutrizionali delle razioni impiegate. I necessari elementi di input che devono essere raccolti per poter effettuare il bilancio aziendale, riassunti nel modulo 1, sono descritti in seguito.

3. Input per il modello di bilancio

Consistenza di allevamento

L'approccio semplificato impiegato per la quantificazione delle escrezioni dal DM 7/4/2006 è basato su un fattore di escrezione (8,6 kg N/capo/anno) che viene moltiplicato per la consistenza media di allevamento. Per "consistenza media di allevamento" si intende il numero di capi mediamente presenti nell'allevamento nell'anno. Trattandosi di allevamenti con più cicli produttivi la presenza media è determinata moltiplicando il numero dei capi allevati in ogni ciclo per la frazione di anno di presenza in azienda e successivamente sommando tali prodotti (media ponderata, nell'arco dei 365 gg., del numero dei capi presenti in ogni ciclo). Questo approccio non considera il fatto che a parità di consistenza media i parametri produttivi possono invece variare sensibilmente (numero di cicli, consumi alimentari, quantità di peso vivo prodotto). Tutti questi fattori sono correlati con l'entità delle escrezioni. Per una più corretta quantificazione delle escrezioni è quindi necessario effettuare i conteggi di bilancio non per capo mediamente presente ma per capo prodotto. Strutturalmente quindi, la procedura proposta per la valutazione delle escrezioni a livello aziendale è molto simile a quella descritta per i vitelloni, con la differenza che non vengono effettuate distinzioni in base alla tipologia genetica allevata.

MODULO 1 - Acquisizione dati vitelli a carne bianca

			Azienda			
			Data di rilievo			
			Tecnico responsabile			
DATI TECNICI	Consistenza (capi/anno) CM	Durata media ciclo (giorni) DUR	Vuoti (giorni) Vu	Peso medio acquisto (kg) PVa	Peso medio vendita (kg) PVv	Mortalità (%) M

Alimentazione per fasi	Durata fasi (giorni) $DUR_{_1,...,n}$	Proteina grezza sostitutivi (% t.q.)[1] $PG_{_1,...,n}$	Fosforo sostitutivi (% t.q.)[1] $P_{_1,...,n}$
- fase 1			
- fase 2			
- fase 3			
- fase 4			
- fase 5			
	Consumo mangime solido (kg/capo/ciclo) ING_solido	Proteina grezza mangime solido (% t.q.)[2] PG_solido	Fosforo totale mangime solido (% t.q.)[2] P_solido
Mangime solido			

[1] valori espressi sul tal quale in riferimento ad un sostitutivo standard con il 95% di ss
[2] valori espressi sul tal quale in riferimento ad un mangime standard con l'87% di ss

Prestazioni produttive

Le informazioni riguardanti le prestazioni produttive ed in particolare la durata media dei cicli (DUR), i pesi di acquisto (PVa) e quelli di vendita (PVv) sono ricavate in base alle fatture di acquisto e di vendita dei capi di precedenti cicli produttivi conclusisi nell'anno in corso e in quello precedente.

Periodi di vuoto

Il calcolo dei periodi di vuoto (Vu) tra un ciclo e quello successivo, va effettuato come differenza media tra le date medie di vendita e quelle di arrivo delle partite successive. Tale valore si ricava in base alle fatture di acquisto e di vendita di precedenti cicli produttivi conclusisi

nell'anno in corso e in quello precedente. Nel caso in cui tale valore non fosse disponibile si può utilizzare un valore pari a 15 giorni/ciclo.

Mortalità

Nell'ambito di ciascuna linea di produzione, il dato di mortalità (M), comprensivo dei capi infortunati e venduti in urgenza, si ricava come differenza tra il numero di capi acquistati e il numero di capi venduti a fine ciclo. Tale valore si ricava in base alle fatture di acquisto e di vendita di precedenti cicli produttivi conclusisi nell'anno in corso e in quello precedente. Nel caso in cui tale informazione non sia disponibile si può indicare un valore pari al 3%.

Fasi alimentari

Dai risultati di Bailoni et al. (2004) risulta che nell'allevamento del vitello a carne bianca il ciclo di produzione è in genere suddiviso in due o tre fasi alimentari. Nelle tipologie gestionali dove sono presenti le tre fasi, l'avviamento ha una durata media di circa 40 giorni, l'ingrasso di circa 72 ed infine il finissaggio di 50 giorni. La variabilità entro e tra allevamenti, risulta comunque abbastanza elevata in quanto condizionata dal mercato delle materie prime e dei prodotti. Nelle altre tipologie gestionali il ciclo di allevamento è suddiviso invece più semplicemente in 2 periodi, uno iniziale (avviamento) simile alla tipologia precedente e un secondo periodo della durata di circa 120 giorni in cui gli animali vengono alimentati fino alla macellazione con lo stesso sostitutivo del latte. In questo caso vengono modificate sia la quantità di alimento somministrato che la sua concentrazione per soddisfare i fabbisogni del vitello. Per applicare la procedura di bilancio è quindi necessario in primo luogo individuare la durata media delle varie fasi alimentari in cui è suddiviso il ciclo di produzione. La durata totale del ciclo (DUR) deve, ovviamente, essere uguale alla somma delle durate di ciascuna fase alimentare ($DUR_{1,\ldots,n}$).

Contenuti di proteina grezza e fosforo dei mangimi

Per rispondere alle esigenze nutrizionali del vitello a carne bianca, le aziende utilizzano diverse tipologie di sostitutivi del latte somministrati in forma liquida e alimenti solidi. L'indagine di Bailoni et al. (2004) indica che nella fase di avviamento il sostitutivo è caratterizzato da un tenore in proteina grezza del 20–23% e di lipidi grezzi del 18–20%. Nella fase d'ingrasso la concentrazione proteica del sostitutivo scende al 19-22% mentre aumenta la quantità di lipidi grezzi (20–22%); nell'ultimo periodo si mantiene il tenore proteico attorno al 20%, mentre aumenta ancora la concentrazione energetica elevando il contenuto di lipidi grezzi al 22–24%. Sempre Bailoni et al. (2004) hanno evidenziato che la somministrazione di alimenti solidi in aggiunta al sostitutivo latteo riguarda in particolare l'impiego di granella e insilato di mais, solo in alcune realtà si è osservato l'uso di mangimi commerciali, crusca e orzo fioccato. Questi ultimi alimenti sono totalmente di origine extra-aziendale e vengono distribuiti ai vitelli in dosaggi e con tempistiche indicate dalle norme sul benessere animale (da circa 50 g in fase di avviamento a 250–400 g nel periodo di finissaggio). Questi dati comunque non possono essere considerati stabili dal momento che il continuo aumento dei prezzi delle polveri di latte scremato e di siero, che rappresentano i principali ingredienti alimentari nella formulazione dei sostitutivi del latte, stanno imponendo cambiamenti nei programmi alimentari e nelle caratteristiche nutrizionali delle razioni (Cozzi, 2007).

4. Modello di bilancio

Cicli di produzione e capi mediamente prodotti in un anno

Il calcolo del numero di cicli effettuati in un anno può essere definito utilizzando la relazione (eq. 1) che tiene conto della durata dei periodi di permanenza in stalla dei vitelli, dei vuoti e della mortalità. Questi parametri sono introdotti per convertire il dato di consistenza media in numero di capi prodotti (eq. 2).

Numero di cicli effettuati in un anno (cicli) (1)

$$Cicli = [(365/(DUR + Vu)]*(1-M/100);$$

dove: DUR = durata media del ciclo (giorni);
Vu = vuoti (giorni);
M = mortalità (%);

Vitelli prodotti anno (V_Prod) (capi/anno) (2)
V_Prod = cicli * CM;
dove:
CM=consistenza di allevamento (capi/anno).

Accrescimento medio giornaliero

Nella normale pratica di allevamento gli animali sono pesati solo al momento della vendita, assumendo che il peso all'arrivo sia intorno ai 60 kg, con qualche variazione in funzione della tipologia genetica. Tuttavia, dal momento che il ciclo produttivo prevede una serie di fasi alimentari è necessario stimare il peso vivo raggiunto al termine di ciascuna fase per poter approssimare le ingestioni alimentari realizzate per fase. La soluzione più semplice è quella di assumere che durante la fase di allevamento l'accrescimento sia costante. Il peso vivo raggiunto al termine di ciascuna fase di alimentazione può quindi essere determinato utilizzando le equazioni n. 3 e 4.

Accrescimento medio giornaliero (AMG) (kg/capo/d) (3)
AMG= (PVv-PVa)/DUR
dove:
PVa = peso medio di acquisto (kg/capo)
PVv = peso medio di vendita (kg/capo)
DUR = durata media del ciclo (giorni)

Peso vivo medio (kg/capo) al termine di ciascuna fase alimentare ($PV_{1,...,n}$) (4)
$PV_1 = PVa + AMG*DUR_1$
$PV_2 = PV_1 + AMG*DUR_2$
$PV_n = PV_n + AMG*DUR_n$
dove:
$DUR_{1,...,n}$ = durata delle fasi alimentari da 1 a n.
La somma delle durate parziali deve coincidere con il valore complessivo di durata (DUR).

Ingestione di equivalenti sostitutivo (95% ss) per capo e per fase (INGSost) (kg/capo)

In media il consumo di sostitutivi del latte per capo nell'intero ciclo varia da 324 a 343 kg e l'indice di conversione, comprensivo del contributo dovuto agli alimenti solidi, è intorno a 1,73 (Andrighetto et al. 1999; Cozzi et al. 2002; Gottardo et al. 2002; Xiccato et al. 2002; Bailoni et al. 2004). Come per altre tipologie di allevamento si è ritenuto opportuno provvedere una equazione di stima della sostanza secca in funzione del peso vivo raggiunto al termine delle diverse fasi alimentari. Allo scopo sono stati utilizzati i risultati di Andrighetto et al. (1999) ottenuti dalla misura dei consumi alimentari e dei pesi vivi di vitelli pezzati neri polacchi a diverse età. La relazione tra indice di conversione (IC) espresso in equivalenti sostitutivi del latte (con contenuti di sostanza secca 95%) e il peso vivo è stata la seguente: IC = 1,00 + 0,004*Peso vivo (R^2 = 0.95). Questa equazione va considerata con prudenza dal momento che si riferisce ad una singola prova, su un numero limitato di soggetti. L'applicazione di questa formula, porta a stime degli indici di conversione per gli intervalli di peso vivo 60-100, 100-150 e 159-253 kg rispettivamente pari a 1,40, 1,68 e 2,01, per un valore medio complessivo di 1,76, prossimo a quello di 1,73 riportato nel DM 7/4/2006. I consumi alimentari (espressi in equivalenti di sostitutivo di latte al 95% di sostanza secca) per ogni singola fase si calcolano moltiplicando l'indice di conversione per la variazione di peso vivo per singola fase alimentare e quindi sommando i risultati (set di equazioni n. 5). Ai fini della quantificazione dei contenuti di azoto degli alimenti liquidi e solidi consumati è utile anche quantificare la proporzione di alimento solido utilizzato (eq. 6) utilizzando i valori riportati nell'apposito modulo 1.

Consumi alimentari *(5)*
$ING_1 = [1,00+0,004*(PV_1)]*(PV_1-PVa)$;

$ING_{_2}$ = [1,00+0,004*($PV_{_2}$)]*($PV_{_2}$-$PV_{_1}$);
$ING_{_n}$ = [1,00+0,004*($PV_{_n}$)]*($PV_{_n}$-$PV_{_2}$)

ING_Alim= $ING_{_1}$ + $ING_{_2}$ + $ING_{_n}$;
dove:

PVa = peso vivo medio di acquisto (kg/capo)
$PV_{_1,...,n}$ = pesi vivi medi raggiunti al termine delle fasi alimentari da 1 a n.

Proporzione di mangime solido consumato (Prop_solido) (6)
Prop_solido = ING_solido/ING_Alim;
dove:

ING_solido = valore dichiarato nel modulo di acquisizione dati.

Accertamento dei contenuti medi di azoto e fosforo delle razioni

Ai fini della applicazione delle procedure di bilancio aziendale delle escrezioni è necessario procedere ad un accertamento dei contenuti di proteina grezza e fosforo delle razioni utilizzate. Il protocollo per la determinazione di questi dati è riportato in dettaglio al punto *4.1.6* dell'allegato D del citato DGR Veneto n. 2439 del 7 agosto 2007. Il calcolo dei contenuti medi ponderati di azoto e fosforo degli alimenti consumati procede quindi impiegando le seguenti equazioni 7 e 8.

Contenuto di N medio degli alimenti impiegati (N_Alim) (kg/kg) (7)
N_Alim = {[$ING_{_1}$*($PG_{_1}$/100)+$ING_{_2}$*($PG_{_2}$/100) + $ING_{_n}$*($PG_{_n}$/100)]*(1-Prop_solido) + (ING_solido)*(1/0,87)*(0,95)*(PG_solido/100)}/ING_Alim/6,25
dove:

$PG_{_1,..,n}$ = sono i contenuti di proteina grezza (%) dei sostitutivi utilizzati nelle diverse fasi alimentari (da 1 a n), espressi in tal quale (con riferimento ad un sostitutivo convenzionale con il 95% di ss);
Prop_solido = proporzione (kg/kg) di mangime solido consumato rispetto al consumo totale (INGSost);
PG_solido = contenuto % di proteina grezza del mangime solido consumato;
(1/0,87)*(0,95)= coefficienti per standardizzare i contenuti di proteina grezza rispetto ad un sostitutivo standard contenente il 95% di sostanza secca.

Contenuto di P medio degli alimenti impiegati (P_Alim) (kg/kg) (8)
P_Alim = {[$ING_{_1}$*($P_{_1}$/100)+$ING_{_2}$*($P_{_2}$/100) + $ING_{_n}$*($P_{_n}$/100)]*(1-Prop_solido) + (ING_solido)*(1/0,87)*(0,95)*(P_solido/100)} /ING_Alim;
dove:

$P_{1, ...,n}$ = sono i contenuti percentuali di fosforo totale dei sostitutivi utilizzati nelle diverse fasi alimentari (da 1 a n), espressi rispetto ad un sostitutivo convenzionale con il 95% di ss;
P_solido = contenuto % di fosforo del mangime solido consumato;

Bilanci annui dell'azoto e del fosforo per capo mediamente presente

La quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo procede quindi utilizzando i criteri del bilancio di massa. I consumi annui di azoto sono determinati moltiplicando l'ingestione stimata di alimenti per il contenuto medio di azoto degli alimenti consumati e per il numero di cicli mediamente attuati in un anno. Per quanto riguarda le ritenzioni di azoto si è considerato un contenuto medio prudenziale di 0,030 kg N/kg di peso vivo (NRC, 2001), anche se da prove di macellazione condotte da Andreoli et al. (1996) e Andrighetto et al (1996) risulta una ritenzione pari al 3,2% del peso vivo. L'ERM (2001) invece, anche se non fa riferimento ai vitelli a carne bianca, suggerisce una valore di ritenzione azotata per vitelli maschi in accrescimento pari al 2,7% del peso vivo. Per quanto riguarda il fosforo si è assunta una ritenzione pari a 7,5 g/kg di peso vivo (Whiters et al. 2001). Infine per quantificare le perdite di azoto in atmosfera si sono considerate perdite pari al 28% dell'azoto totale escreto, valore che si ritrova nel DM 7/4/2006. Le equazioni relative alla quantificazione dei consumi, delle ritenzioni e delle escrezioni sono di seguito riportate.

Consumo annuo di azoto per capo mediamente presente (1 capo prodotto*n. cicli; kg/capo/anno) (9)
NC = ING_Alim*N_Alim*cicli
dove:

ING_Alim = consumo di alimenti per capo prodotto (kg/capo);
N_Alim = contenuto di N medio degli alimenti utilizzati (kg/kg);

Cicli = numero di cicli effettuati in un anno;

Ritenzione annua di azoto per capo mediamente presente (1 capo prodotto*n. cicli) (NR) (kg/capo/anno) (10)
NR = (PVv-PVa)*cicli*k_Nr
dove:
PVa = peso medio di acquisto (kg/capo)
PVv = peso medio di vendita (kg/capo)
Cicli = numero di cicli di allevamento effettuati in un anno x la linea di produzione esaminata;
k_Nr = Azoto ritenuto per unità di peso vivo realizzato; k_Nr =0,03 kg/kg

Escrezione annua di azoto per capo mediamente presente (Nex) (kg/capo/anno) (11)
Nex = NC-NR
dove:
NC = consumo annuo di azoto per capo mediamente presente (kg/capo/anno)
NR = ritenzione annua di azoto per capo mediamente presente (kg/capo/anno)

Produzione annua di azoto netto per capo mediamente presente (N_netto) (kg/capo/anno) (12)
N_netto = Nex*(1-k_vol)
dove:
Nex = escrezione annua di azoto per capo mediamente presente (kg/capo/anno)
k_vol = coefficiente di volatilizzazione (k_vol = 0,28 da DM 7/4/2006)

Consumo annuo di fosforo per capo mediamente presente (PC) (kg/capo/anno) (13)
PC = ING_Alim*P_Alim*cicli

Ritenzione annua di fosforo per capo mediamente presente (PR) (kg/capo/anno) (14)
PR = (PVv-PVa)*kPr*cicli
dove:
PVa = peso medio (kg) dei capi acquistati
PVv = peso medio (kg) dei capi venduti
kPr = fosforo ritenuto per unità di peso vivo realizzato. kPr = 0,0075

Escrezione annua di fosforo per capo mediamente presente (Pex) (kg/capo/anno) (15)
Pex = PC-PR
dove:
PC = consumo annuo di fosforo per capo mediamente presente (kg/capo/anno)
PR = ritenzione annua di fosforo per capo mediamente presente (kg/capo/anno)

Produzioni annue aziendali di azoto e fosforo

Le quantità di azoto e fosforo prodotte dall'azienda nel suo complesso sono dunque quantificate moltiplicando le escrezioni annue medie per capo/anno per i dati di consistenza media

Produzione di azoto netto aziendale (N_netto_az) (kg/anno/azienda) (16)
N_netto_az = N_netto*CM

Produzione di fosforo escreto aziendale (Pex_az) (kg/anno/azienda) (17)
Pex_az = (Pex)*(CM)

5. Valori attesi di produzione di azoto

A nostra conoscenza non vi sono pubblicazioni che riportano stime delle escrezioni di azoto e fosforo in questa categoria di animali. E' comunque possibile ottenere delle stime delle escrezioni di questi elementi in funzione del peso di vendita, della durata del ciclo e del contenuto medio di proteina grezza e fosforo degli alimenti consumati. I valori attesi derivanti dalla interazione dei tre principali fattori di variabilità sono riportati nelle tabelle 2, 3 e 4. Prendendo come riferimento i dati ministeriali (DM 7/4/2006) riportati nella tabella 1, si può osservare che per le condizioni medie di allevamento in cui i pesi iniziali e finali dei capi sono pari a 60 e 253 kg/capo, per una durata media del ciclo di 170 giorni, senza vuoti sanitari, con livelli proteici pari al 21,5% e con un indice di conversione pari a 1,73, si prevede un'escrezione totale di azoto di circa 11,7 kg/capo/anno (tabella

2), corrispondenti a 8,4 kg/capo/anno di azoto netto (Tabella 3), molto prossimi agli 8,6 kg/capo/anno indicati dal DM 7/4/2006. Nei conteggi si è assunta una piena occupazione degli spazi, una mortalità pari a zero e un indice di conversione costante e pari a 1,73. A parità di condizioni una riduzione di un punto percentuale di proteina nelle razioni può condurre a riduzioni delle escrezioni di azoto comprese tra il 9 e l'11%. Nelle stesse condizioni la quantità di fosforo escreto può variare da circa 1,5 a oltre 2 kg/capo/anno in funzione del contenuto di fosforo delle razioni (tabella 4).

Tabella 2 - Escrezione totale di azoto dei vitelli a carne bianca (kg/capo/anno). Valori attesi in base al peso di vendita, alla durata del ciclo e al contenuto medio di proteina grezza delle diete[1].

PG media diete, % tq	Durata ciclo Giorni	Peso alla vendita, kg/capo					
		210	230	253	270	290	310
19,0	150	7,85	8,90	10,11	11,00	12,04	13,09
20,0	150	8,84	10,02	11,38	12,38	13,56	14,74
21,5	150	10,33	11,71	13,29	14,46	15,84	17,22
22,0	150	10,82	12,27	13,93	15,15	16,60	18,04
19,0	170	6,93	7,85	8,92	9,70	10,63	11,55
20,0	170	7,80	8,84	10,04	10,93	11,97	13,01
21,5	170	9,11	10,33	11,73	12,76	13,97	15,19
22,0	170	9,55	10,82	12,29	13,37	14,64	15,92
19,0	190	6,20	7,03	7,98	8,68	9,51	10,34
20,0	190	6,98	7,91	8,98	9,78	10,71	11,64
21,5	190	8,15	9,24	10,49	11,42	12,50	13,59
22,0	190	8,55	9,68	11,00	11,96	13,10	14,24

[1] Assunzioni: indice di conversione costante e pari a 1,73, giorni di vuoto = 0, mortalità = 0.

Tabella 3 - Produzione di azoto netto dei vitelli a carne bianca (kg/capo/anno). Valori attesi in base al peso di vendita, alla durata del ciclo e al contenuto medio di proteina grezza delle diete[1].

PG media diete, % tq	Durata ciclo Giorni	Peso alla vendita, kg/capo					
		210	230	253	270	290	310
19,0	150	5,66	6,41	7,28	7,92	8,67	9,43
20,0	150	6,37	7,22	8,19	8,92	9,76	10,61
21,5	150	7,44	8,43	9,57	10,41	11,40	12,40
22,0	150	7,79	8,83	10,03	10,91	11,95	12,99
19,0	170	4,99	5,66	6,42	6,99	7,65	8,32
20,0	170	5,62	6,37	7,23	7,87	8,62	9,36
21,5	170	6,56	7,44	8,44	9,19	10,06	10,94
22,0	170	6,88	7,79	8,85	9,63	10,54	11,46
19,0	190	4,46	5,06	5,74	6,25	6,85	7,44
20,0	190	5,03	5,70	6,47	7,04	7,71	8,38
21,5	190	5,87	6,65	7,55	8,22	9,00	9,79
22,0	190	6,15	6,97	7,92	8,61	9,43	10,25

[1] Assunzioni: indice di conversione costante e pari a 1,73, giorni di vuoto = 0, mortalità = 0, coefficiente di volatilizzazione dell'azoto = 28% dell'azoto escreto.

Tabella 4 – Escrezione di fosforo di vitelli a carne bianca (kg/capo/anno). Valori attesi in base al peso di vendita, alla durata del ciclo e al contenuto medio di fosforo delle diete[1].

PG media diete, % tq	Durata ciclo Giorni	Peso alla vendita, kg/capo					
		210	230	253	270	290	310
0,55	150	0,74	0,83	0,95	1,03	1,13	1,23
0,65	150	1,37	1,55	1,76	1,91	2,10	2,28
0,75	150	2,00	2,26	2,57	2,80	3,06	3,33
0,85	150	2,63	2,98	3,38	3,68	4,03	4,38
0,55	170	0,65	0,74	0,83	0,91	1,00	1,08
0,65	170	1,21	1,37	1,55	1,69	1,85	2,01
0,75	170	1,76	2,00	2,27	2,47	2,70	2,94
0,85	170	2,32	2,63	2,99	3,25	3,56	3,87
0,55	190	0,58	0,66	0,75	0,81	0,89	0,97
0,65	190	1,08	1,22	1,39	1,51	1,65	1,80
0,75	190	1,58	1,79	2,03	2,21	2,42	2,63
0,85	190	2,08	2,35	2,67	2,91	3,18	3,46

[1] Assunzioni: indice di conversione costante e pari a 1,73, giorni di vuoto = 0, mortalità = 0,

Va comunque sottolineato che i valori delle tabelle sono 2, 3 e 4, in riferimento soprattutto ai livelli di proteina grezza e fosforo più bassi, non sono da considerare come il risultato di prassi consolidate e convalidate di alimentazione a basso impatto. Prima di procedere ad una riduzione degli apporti alimentari di proteina grezza e fosforo, rispetto ai livelli convenzionali, è quindi necessario verificare attentamente le caratteristiche chimico-nutrizionali delle razioni per evitare penalizzazioni sulle prestazioni produttive e sulle caratteristiche di qualitative dei prodotti. Come già avviene già da tempo in altri Paesi, la progettazione e la realizzazione di specifiche ricerche per l'individuazione di strategie di alimentazione a basso impatto dovrebbe riguardare in modo sinergico il mondo operativo quello della ricerca e delle istituzioni.

6. Esempio applicativo

Per favorire l'applicazione nel territorio dell'insieme di formule sopra descritte, la Regione Veneto ha sviluppato una procedura informatica (http://web1.regione.veneto.it/ModelloUnicoWeb/) che, a seguito della raccolta e dell'editing degli input aziendali necessari (Modulo 1a), è in grado di fornire in tempo reale una sintesi degli indici tecnici e dei bilanci dell'azoto e del fosforo.

MODULO 1a - Acquisizione dati vitelli a carne bianca- compilato

Azienda	XXXX
Data di rilievo	XXXX
Responsabile tecnico	Xxxxxx

DATI TECNICI	Consistenza (capi/anno) CM	Durata media ciclo (giorni) DUR	Vuoti (giorni) Vu	Peso medioacquisto (kg) PVa	Peso medio vendita (kg) PVv	Mortalità (%) M
	1000	170	15	61	253	2

Alimentazione per fasi	Durata fasi (giorni) $DUR_{_1,\ldots,n}$	Proteina grezza sostitutivi (% t.q.)[1] $PG_{_1,\ldots,n}$	Fosforo sostitutivi (% t.q.)[1] $P_{_1,\ldots,n}$
- fase 1	28	22	0.8
- fase 2	71	22	0.8
- fase 3	71	21	0.8
Mangime solido	Consumo mangime solido (kg/capo/ciclo) ING_solido	Proteina grezza mangime solido (% t.q.)[2] PG_solido	Fosforo totale Mangime solido (% t.q.)[2] P_solido
	27	15	0.5

[1] valori espressi sul tal quale in riferimento ad un sostitutivo standard con il 95% di ss
[2] valori espressi sul tal quale in riferimento ad un mangime standard con l'87% di ss

Tabella 5 - Risultati di bilancio

Indici tecnici	Valore	Unità
Numero di cicli	1,93	cicli/anno
Vitelli prodotti in un anno	1934	capi/anno
Accrescimento medio giornaliero	1,129	kg/d
Ingestione di equivalenti sostitutivo (totale):	340,3	
Proporzione di mangime solido consumato	0,079	
Contenuto medio di PG degli alimenti consumati	0,2112	kg/kg
Contenuto medio di N degli alimenti consumati	0,0338	kg/kg
Contenuto medio di fosforo degli alimenti consumati	0,0078	kg/kg
Bilancio dell'azoto per capo mediamente presente		
Consumo	22,23	kg/capo/anno
Ritenzione	11,14	"
Escrezione	11,09	"
K_vol	0,28	kg/kg
Azoto netto	7,99	kg/capo/anno
Azoto netto da DM 7/4/2006	8,6	"
Bilancio del fosforo per capo mediamente presente		
Consumo	5,13	"
Ritenzione	2,78	"
Escrezione	2,35	"
Produzione annua aziendale di azoto netto		
da bilancio	7988	kg/anno
da DM 7/4/2006	8600	"
Produzione annua aziendale di fosforo	2347	"

Nell'azienda utilizzata come esempio la consistenza media è di 1000 vitelli acquistati ad un peso vivo medio di 61 kg e venduti a 253 kg. Tra un ciclo e quello successivo vi è un periodo di vuoto medio pari a 15 giorni e la mortalità è intorno al 2%. Durante il ciclo di produzione si sono individuate tre fasi alimentari, della durata di 28, 71 e 71 giorni rispettivamente (170 giorni), in cui vengono utilizzati sostitutivi del latte con le caratteristiche riportate nel modulo 1a.
I risultati dell'applicazione della procedura di stima sono riportati in tabella 5. L'applicativo prevede una produzione annuale di vitelli pari a 1934 capi, un accrescimento medio giornaliero di 1,13 kg/d, un consumo di alimenti corrispondente a 340 kg/capo/ciclo contenenti in media il 21% di proteina grezza e lo 0,8% di fosforo. I risultati di bilancio dell'azoto indicano pertanto un consumo pari a 22,2 kg/capo/anno, una ritenzione pari a circa la metà e una escrezione di azoto di 11.1 kg/capo/anno. Utilizzando il coefficiente di volatilizzazione dell'azoto indicato DM 7/4/2006 (28% dell'azoto escreto) la produzione stimata di azoto netto si attesta intorno agli 8 kg/capo/anno, valore un po' più contenuto rispetto allo standard indicato dal DM 7/4/2006. Il bilancio del fosforo indica un consumo, una ritenzione ed una escrezione rispettivamente pari a 5,13, 2,78 e 2,35 kg/capo/anno. L'applicativo calcola quindi le produzioni complessive aziendali di azoto netto e fosforo da cui si possono facilmente derivare i fabbisogni minimi di superficie agricola in zone vulnerabili e non.

7. Conclusioni

Superando le incertezze di quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo connesse all'uso di metodi semplificati, basati sulla consistenza media di allevamento e su coefficienti standard di escrezione, la procedura consente di ottenere stime delle escrezioni accurate e basate su indici tecnici facilmente rilevabili in azienda. Specifiche funzioni di stima sono state sviluppate per prevedere l'ingestione di sostanza secca durante il ciclo. L'approccio di calcolo, pur basandosi sul metodo generale proposto dall'ERM (2001), è stato implementato in una forma che consente di passare da un livello descrittivo basato sul singolo animale ad uno che rappresenta l'azienda nel suo complesso. L'impiego di questa procedura può quindi costituire uno strumento utile per migliorare le pratiche di allevamento non solo in relazione alla quantificazione delle emissioni di nutrienti, ma anche alla valutazione degli indici tecnici aziendali, aspetti che possono avere una forte valenza economica per gli allevatori. Questo strumento può permettere quindi una più semplice individuazione e implementazione delle tecniche e delle strategie di allevamento e di alimentazione più idonee per coniugare le esigenze di produzione con quelle di riduzione dell'impatto derivante dall'attività di allevamento.

8. Letteratura

Andreoli D., Andrighetto I., Cozzi G., Gottardo F. (1996). Effetto dell'inclusione di un latte senza latte di origine vegetale nella dieta di vitelli a carne bianca. Prestazioni produttive e qualità della carne. Atti Società Italiana di Scienze Veterinarie, Vol. 50, 573-574.

Andrighetto I., Andreoli D.,Cozzi G., Berzaghi P. (1996). Prestazioni produttive e qualità della carne di vitelli a carne bianca alimentati con dosi diverse di sostitutivo del latte di origine vegetale. Zootecnia e Nutrizione Animale, 22, 289-299.

Andrighetto I., Gottardo F., Andreoli D., Cozzi G., 1999. Effect of type of housing on veal calf growth performance, behaviour and meat quality. Livest. Prod. Sci. 57, 137-145.

Bailoni L., Mantovani R., Gottardo F., Ossensi C., 2004. Bilancio dell'azoto negli allevamenti di vitelli a carne bianca. In (Xiccato et al.) Bilancio dell'azoto in allevamenti di bovini, suini e conigli – Progetto interregionale - Legge 23/12/1999 n. 499, art. 2 - report finale, Regione Veneto.

Bittante G., Andrighetto I., Ramanzin M. (1997). Tecniche di produzione animale. Liviana Editrice, Padova

Cozzi G., 2007. Present situation and future challenges of beef cattle productio in Italy and the role of research. Italian Journal of Animal Science, 6, (suppl 1), 389-396.

Cozzi G., Gottardo F., Mattiello S., Canali E., Scanziani E., Verga M., Andrighetto I., (2002). The provision of solid feeds to calves: I. growth performance, forestomach development, and carcass and meat quality. J. Anim Sci., 80: 357-366.

CRPA, 2006. Costo di produzione e di macellazione del vitellone da carne. Opuscoli CRPA. Notizie n. 7.

ERM, 2001. Livestock manures – Nitrogen equivalents. Copies available from: European Commission DG Environment – D1, 200 Rue de la Loi, B-1049 Brussels, Belgium

ISMEA, 2006. Il mercato della carne bovina – Rapporto 2006. Franco Angeli, Milano.

Gottardo F., Mattiello S., Cozzi G., Canali E., Scanziani E., Ravarotto L., Ferrante V., Verga M., Andrighetto I. (2002). The provision of drinking water to veal calves from welfare purposes. J. Anim. Sci., 80:2362-2372.

NRC (2001). Nutrient requirements of dairy cattle: 7th revised edition. National Academy Press, Washington, DC.

Schiavon S., Gallo L., Dal Maso M., Tagliapietra F., Bailoni L., 2007. Aspetti generali sui modelli di quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo nelle principali tipologie di allevamento nel Veneto. Relazione tecnica, Regione Veneto.

Whiters P.J.A., Edwards A.C., Foy R.H., 2001. Phosporus cycling in UK agriculture and implications for phosporus loss from soil. Soil Use and Management, 17, 139-149

Xiccato G., Trocino A., Queaque P.I., Sartori A., Carazzolo A., 2002. Rearing veal calves with respect to animal welfare: effects of group housing and solid feed supplementation on growth performance and meat quality. Livest. Prod. Sci., 75: 269-280.

Modelli di quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo negli allevamenti di suini in accrescimento del Veneto

Stefano Schiavon[1], Matteo Dal Maso, Franco Tagliapietra, Chiara Ceolin

Ottobre 2007

Relazione sui modelli di bilancio dell'azoto proposti nell'allegato D del DGR del Veneto n. 2439 del 7 Agosto 2007

[1] Prof. Stefano Schiavon - Dipartimento di Scienze Animali – Università degli studi di Padova, Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (PD), Italia. Tl +39 049 8272644; E-mail: stefano.schiavon@unipd.it

1. Introduzione

Il lavoro si inserisce in un progetto della Regione Veneto finalizzato allo sviluppo di modelli di previsione delle escrezioni di azoto e fosforo per le principali tipologie di allevamento diffuse sul territorio. Questo allo scopo di consentire l'applicazione di quanto previsto dal DM 7/4/2006 che prevede la possibilità di effettuare bilanci dell'azoto aziendali adeguati alle specifiche realtà di allevamento, seguendo indicazioni contenute in relazioni scientifiche e manuali indicati dalle Regioni. Questi modelli sono stati recepiti da DGR Veneto n. 2439 del 7 agosto 2007 - allegato D. La cornice istituzionale, le finalità del progetto, gli aspetti generali riguardanti l'approccio modellistico seguito e le implicazioni, sono descritti in dettaglio nel manoscritto introduttivo di Schiavon et al. (2007a). Nel presente lavoro viene descritto il modello messo a punto per gli allevamenti di suini in crescita.

La definizione di valori standard di escrezione, ottenuti sulla base di una corretta metodologia di valutazione, costituisce senza dubbio il primo e fondamentale passo per giungere ad una quantificazione, per quanto approssimata, delle emissioni di azoto a livello territoriale e aziendale basata sul semplice numero dei capi allevati. La definizione di valori standard di escrezione azotata, rappresentativi delle condizioni ordinarie dell'allevamento suino nazionale, è stata oggetto di un progetto inter-regionale "Bilancio dell'azoto negli allevamenti" che ha visto la partecipazione delle Regioni Emilia-Romagna, Lombardia, Piemonte e Veneto e che ha interessato 61 allevamenti per un totale di 215000 soggetti (Xiccato *et al.* 2004, Tagliapietra *et al.* 2004, Xiccato et al. 2005, Schiavon et al. 2006). I dati relativi a tutti i movimenti di capi, in termini di numero e di peso, e di mangimi, in termini di peso e di contenuto di proteina grezza, sono stati accuratamente registrati per singola partita a partire dall'anno 1997 fino al 2003. La metodologia impiegata per la valutazione delle escrezioni di azoto è stata quella proposta in sede europea e basata sul documento ERM/AB-DLO (1999) "Criteria for the establishment of nitrogen in manure of livestock". I valori medi e la variabilità per i principali indici tecnici e voci di bilancio ottenuti dall'indagine (tabella 1) sono stati infine recepiti dal DM /4/2006 (tabella b2 dell'allegato 1).

Tabella 1 - Indici tecnici e bilancio dell'azoto del suino pesante[1] in raffronto agli indici riportati dall'ERM (2001)

Indici tecnici	DM 7/4/2006 – Allegato 1 – tabella b2			ERM 2001	
	Unità di misura	Media	D.S.[2]	Standard	Range
Peso medio iniziale	kg/capo	28,5	4,7	25	
Peso medio di vendita	kg/capo	163,4	5,3	105	
Indice di conversione	Kg/kg	3,64	0,26	2,9	
Proteina grezza media dei mangimi	Kg/kg	0,153	0,007	0,175	0,10
Cicli in un anno	n.	1,60	0,17	3	
N consumato	kg/capo/anno	19,00	1,87	19,5	
N ritenuto	"	5,19	0,46	6,0	
N escreto	"	13,81	1,57	13,5	

[1] I dati sono stati ottenuti da 61 aziende, scelte con il criterio della rappresentatività, nelle Regioni Veneto ed Emilia Romagna, per un totale di 215.000 soggetti. I valori sono stati ottenuti controllando i movimenti di capi e mangimi nell'ambito di un periodo compreso tra l'anno 1997 e il 2003. Tenendo conto che in Italia sono presenti, oltre al suino pesante (65% circa), altre tipologie di produzione (ad esempio il suino mediterraneo (circa il 25%) e il suino leggero (circa il 10%), come il valore di peso medio risulta 89 kg/capo. Stimando perdite medie di volatilizzazione dell'azoto intorno al 28%, si ritiene rappresentativo un valore medio nazionale di N netto al campo pari a 9,8 kg/capo/anno. [2] Deviazione Standard.

I risultati indicano che in media, nelle condizioni attuali dell'allevamento del suino pesante, ci si attende un'escrezione complessiva pari a 13,81 kg N/posto/anno, che corrisponde a 9,9 kg di N netto al campo se si assume una volatilizzazione dell'azoto escreto pari al 28%. Tenendo conto che in Italia vi sono altre tipologie di produzione (vedi legenda tabella 1) il DM 7/4/2006 indica un valore standard di escrezione di azoto netto di poco inferiore e pari a 9,8 kg/capo/anno. Questo valore, nonostante le grandi differenze tra sistemi di produzione nei diversi indici tecnici (Tabella 1), è sostanzialmente in linea con il range di valori, 9,9 – 10,5 kg/capo/anno, riportato dalla letteratura estera (DIAS 1998; Fernandez et al. 1999; Dourmad et al. 1999a,b, Van der Peet-Schwering et al. 1999; ERM 2001).

Per il fosforo invece mancano ancora a livello nazionale valori di riferimento. Tuttavia, Schiavon et al. (2006) indicano, da dati in parte ricavati dal citato progetto inter-regionale, un consumo pari a 4,14 kg/posto/anno, una ritenzione di 1,07 kg e un'escrezione di 3,07 kg/posto/anno, valore che coincide con quello riportato da Dourmad (1999a) se si considera che per la produzione del suino leggero si possono effettuare circa 3 cicli di produzione all'anno (ERM 2001).

Nonostante la conoscenza di valori standard di escrezione costituisca un'informazione indispensabile, va osservato che l'impiego di coefficienti fissi per la quantificazione delle escrezioni, definisce una relazione stretta tra consistenza di allevamento e fabbisogno di superficie agricola utilizzata che non prende in considerazione le differenze dovute alle pratiche alimentari e/o gestionali che possono sussistere tra aziende.

2. Tratti caratteristici del sistema di produzione

Dalla indagine condotta da Schiavon et al. (2004) nell'ambito del progetto inter-regionale bilancio dell'azoto negli allevamenti, è possibile avere un riferimento quantitativo riguardante i principali indici tecnici riguardanti gli allevamenti di suini in accrescimento-ingrasso, distinti nelle principali tipologie di produzione, medio, medio-pesante e pesante, tra le quali l'ultima è di particolare rilevanza nel nostro territorio (Tabella 2).

Tabella 2 - Prestazioni produttive medie per tipologia di produzione (51 aziende, 141 partite, 161.278 capi, 1997- 2003)

	Suino medio	Suino medio-pesante	Suino pesante	DSR
Allevamenti, n	5	7	39	-
Capi				
Posti stalla suino pesante, n	629	863	1289	1037
Iniziali partita, n	738	940	1293	1104
Finali partita, n	714	887	1232	1040
Mortalità, %	2,58	2,88	3,05	1,97
Scarti, %	0,71	0,35	1,01	1,33
Capi medi partita, n	726	931	1265	1086
Tempi, d				
Interchiusura, d	171 ^{A}	175 ^{A}	230 ^{B}	19
Permanenza, d	141 ^{A}	154 ^{B}	208 ^{C}	12
Vuoti, d	30	21	22	15
Occupazione, %	83,6 ^{A}	88,2 ^{B}	91,2 ^{B}	6,0
Cicli/anno, n	2,17 ^{B}	2,10 ^{B}	1,60 ^{A}	0,17
Pesi/capo				
Iniziale, kg	23,9 ^{A}	25,6 ^{A}	28,5 ^{B}	4,7
Finale, kg	128,8 ^{A}	136,8 ^{B}	163,4 ^{C}	5,3
AMG, kg/d	0,718 ^{B}	0,723 ^{B}	0,647 ^{A}	0,044
Consumi alimentari, kg capo				
Mangime, ss	253 ^{A}	301 ^{B}	404 ^{C}	36
Siero, ss	-	-	19	12
Totale , ss	253 ^{A}	301 ^{A}	423 ^{B}	29
IC mangime, t.q[1].	2,93 ^{A}	3,15 ^{B}	3,47 ^{C}	0,30
IC mangime, s.s. [1]	2,56 ^{A}	2,75 ^{B}	3,04 ^{C}	0,26
IC mangime + siero, t.q. [1]	2,93 ^{A}	3,15 ^{B}	3,64 ^{C}	0,26
IC mangime + siero, s.s. [1]	2,56 ^{A}	2,75 ^{B}	3,19 ^{C}	0,22
PG media mangime+siero, % tq[1]	16,31 ^{B}	16,15 ^{B}	15,29 ^{A}	0,60
PG media mangime+siero, % ss[1]	18,64 ^{B}	18,46 ^{B}	17,50 ^{A}	0,70
Fasi alimentari, n	3,00 ^{A}	3,26 ^{AB}	3,63 ^{B}	0,70

NB i valori riportati sono medie stimate relative ad numero di informazioni diverso per ciascuna tipologia aziendale. Le medie riportate in tabella non sono quindi direttamente calcolabili l'una dall'altra. ^{A,B,C} Valori sulla stessa riga che riportano apici differenti differiscono significativamente P<0,01 [1] Gli indici di conversione tengono conto anche dei consumi degli animali morti, delle vendite urgenti e degli sprechi di mangime essendo stati valutati sulla base dei consumi aziendali. I valori t.q. si riferiscono a mangimi standard con un contenuto di sostanza secca del 87%.

Le osservazioni, effettuate su dati rilevati fra il 1997 e il 2003, riguardano 141 partite di 51 allevamenti per un totale di 161.278 capi controllati.

Mediamente la mortalità si è aggirata intorno al 3% e la percentuale di vendite urgenti (scarti) è risultata prossima all'1% o poco meno. Queste due variabili non sono state influenzate in misura significativa dalla tipologia di produzione. Differenze molto significative sono state invece osservate per i diversi parametri temporali. I tempi di interchiusura tra una partita e quella successiva, come pure quelli di permanenza dei suini in stalla sono risultati marcatamente più ridotti nel caso delle tipologie di allevamento del suino medio e medio pesante rispetto a quella del suino pesante. Questo risultato era atteso dal momento che nella tipologia del suino pesante per poter entrare nei circuiti commerciali del prosciutto DOP si deve rispettare un'età minima di macellazione dei soggetti allevati di almeno 9 mesi. Ne consegue che, per le prime due tipologie di produzione, il numero di cicli realizzabili in un anno supera le due unità mentre per il suino pesante il numero di cicli realizzabili in un anno è prossimo a 1,6. Le differenze tra le tre principali tipologie di produzione "media", "medio pesante" e "pesante" sono anche evidenti osservando i valori di peso vivo finale (129, 137 e superiore a 160 kg) e quelli relativi all'accrescimento medio giornaliero (0,718, 0,723 e 0,630 kg/d). In tabella 2 sono riportati in dettaglio anche i dati relativi ai consumi alimentari di sostanza secca di mangime e di siero, come pure gli indici di conversione alimentare espressi in termini di sostanza secca (IC mangime+siero (s.s.) o standardizzati sul tal quale, considerando un contenuto medio di sostanza secca del mangime + siero dell'87%. Per le tre principali tipologie di produzione gli indici di conversione standardizzati sono risultati pari a 2,93, 3,15 e 3,64, rispettivamente. La diversa impostazione alimentare nelle prime due tipologie rispetto alla terza è evidente anche dai contenuti medi di proteina grezza dei mangimi utilizzati, rispettivamente intorno al 16,2 e al 15,2 % e dal diverso numero di mangimi adottati nei piani di alimentazione, mediamente prossimo a 3 e a 3,5, rispettivamente.

3. Input per il modello di bilancio

Per la messa a punto del modello di bilancio aziendale, proposto dal recente DGR n. 2439 del 7 agosto 2007 - allegato D, si è reso necessario individuare le informazioni sensibili e di facile reperimento, da rilevare in allevamento e predisporre la necessaria modulistica di acquisizione dei dati (Modulo 1).

MODULO 1 – Acquisizione dati suini in accrescimento

Azienda			Data di rilievo			
Responsabile tecnico						
DATI TECNICI	Consistenza media (capi/anno) CM	Durata media ciclo (giorni) DUR	Vuoti (giorni) Vu	Peso medio acquisto (kg) PVa	Peso medio vendita (kg) PVv	Mortalità (%) M

Alimentazione per fasi

	Durata fasi (giorni) $DUR_{-1,\ldots,n}$	Proteina grezza mangimi [1] % t.q. $PG_{-1,\ldots,n}$	Fosforo mangimi % t.q. $P_{-1,\ldots,n}$
- fase 1			
- fase 2			
- fase 3			
- fase 4			
- fase 5			
- rapporto siero/mangime (kg/kg)			

[1] valori espressi sul tal quale in riferimento ad un mangime standard con l'87% di ss

I parametri necessari per la quantificazione aziendale delle produzioni di azoto netto e di fosforo, che si devono quantificare ai fini della compilazione della relazione tecnica prevista dal DM 7/4/2006, riportati nel modulo 1 di acquisizione dati, sono di seguito descritti.

Consistenza di allevamento

L'approccio semplificato impiegato per la quantificazione delle escrezioni dal DM 7/4/2006, è basato su un fattore di escrezione (9,8 kg N/capo/anno) che viene moltiplicato per la consistenza media di allevamento. Per "consistenza media di allevamento" si intende il numero di capi mediamente presenti nell'allevamento nell'anno. Negli allevamenti di suini in accrescimento sono ordinariamente effettuati più cicli produttivi. In questo caso la consistenza media è determinata moltiplicando il numero dei capi allevati in ogni ciclo per la frazione di anno di presenza in azienda e successivamente sommando tali prodotti (media ponderata, nell'arco dei 365 gg., del numero dei capi presenti in ogni ciclo). Questo approccio non considera il fatto che a parità di consistenza media i parametri produttivi possono invece variare sensibilmente (numero di cicli, consumi alimentari, quantità di peso vivo prodotto). Tutti questi fattori sono correlati con l'entità delle escrezioni.

Per una più corretta quantificazione delle escrezioni è quindi necessario effettuare i conteggi di bilancio non per capo mediamente presente ma per capo prodotto. Strutturalmente quindi, la procedura proposta per la valutazione delle escrezioni a livello aziendale è molto simile a quella descritta per altre specie destinate alla produzione di carne come i vitelloni, i vitelli a carne bianca, e gli avicoli.

Prestazioni produttive

Le informazioni riguardanti le prestazioni produttive ed in particolare la durata media dei cicli (DUR), i pesi di acquisto (PVa) e quelli di vendita (PVv) sono ricavate in base alle fatture di acquisto e di vendita dei capi di precedenti cicli conclusisi nell'anno in corso e in quello precedente.

Periodi di vuoto

Il periodo di vuoto (Vu) tra un ciclo e quello successivo va calcolato come differenza media tra le date medie di vendita e quelle di arrivo delle partite successive. Tale valore si ricava in base alle fatture di acquisto e di vendita di precedenti cicli produttivi conclusisi nell'anno in corso e in quello precedente.

Mortalità

Il dato di mortalità (M), comprensivo dei capi infortunati e venduti in urgenza, si ricava come differenza tra il numero di capi acquistati e il numero di capi venduti a fine ciclo. Tale valore si ricava in base alle fatture di acquisto e di vendita di precedenti cicli produttivi conclusisi nell'anno in corso e in quello precedente. Il valore va verificato in base ai dati riportati nel registro di scarico e carico.

Fasi alimentari

Per singola fase alimentare si intende il periodo di tempo in cui la composizione della razione non si modifica significativamente in riferimento al suo contenuto di proteina grezza. La durata totale del ciclo (DUR) deve essere uguale alla somma delle durate di ciascuna fase alimentare ($DUR_{1,...,n}$).

Accertamento dei contenuti di proteina grezza e fosforo dei mangimi

Ai fini dell'applicazione delle procedure di bilancio aziendale delle escrezioni, è necessario procedere ad un accertamento dei contenuti di proteina grezza e fosforo delle razioni utilizzate. Il protocollo per la determinazione di questi dati è riportato in dettaglio al punto *5.1.6* dell'allegato D del citato DGR Veneto n. 2439 del 7 agosto 2007. Vanno accertati i contenuti di azoto e fosforo dei mangimi impiegati nelle diverse fasi di allevamento.

4. Modello di bilancio

Cicli di produzione e capi mediamente prodotti in un anno

Il calcolo del numero di cicli effettuati in un anno può essere definito utilizzando la relazione (eq. 1) che tiene conto della durata dei periodi di permanenza in stalla dei suini, dei vuoti e della mortalità. Questi parametri sono introdotti per convertire il dato di consistenza media in numero di capi prodotti (eq. 2).

Numero di cicli effettuati in un anno (cicli) (1)
Cicli = [(365/(DUR + Vu)]*(1-M/100);
dove: DUR = durata media del ciclo (giorni);
Vu = vuoti (giorni);
M = mortalità (%);

Capi prodotti anno (V_PROD) (capi/anno) (2)
V_Prod = cicli * CM;
dove:
CM=consistenza di allevamento.

Accrescimento medio giornaliero

Nella normale pratica di allevamento gli animali sono pesati solo al momento dell'acquisto e della vendita. Tuttavia, dal momento che il ciclo produttivo prevede una serie di fasi alimentari è necessario stimare il peso vivo raggiunto al termine di ciascuna fase per poter approssimare le ingestioni alimentari realizzate per fase. La soluzione più semplice è quella di assumere che durante la fase di allevamento l'accrescimento sia costante. Il peso vivo raggiunto al termine di ciascuna fase di alimentazione può quindi essere determinato utilizzando le equazioni n. 3 e 4.

Accrescimento medio giornaliero (AMG) (kg/capo/d) (3)
AMG= (PVv-PVa)/DUR;
dove:
PVa = peso medio di acquisto (kg/capo);
PVv = peso medio di vendita (kg/capo);
DUR = durata media del ciclo (giorni).

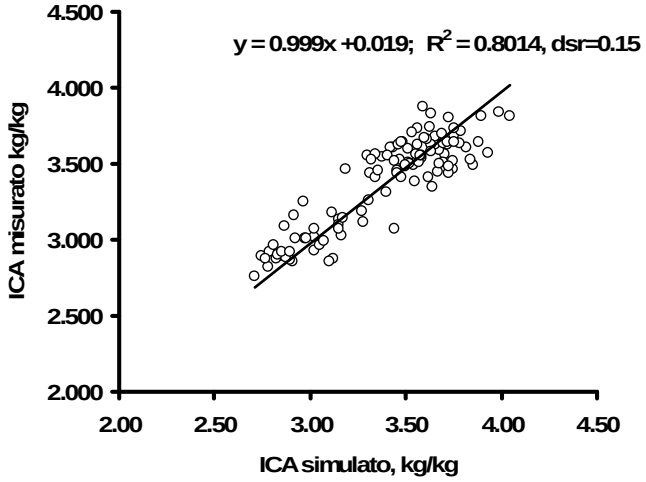
Peso vivo medio (kg/capo) al termine di ciascuna fase alimentare (PV_) (4)
$PV_{_1} = PVa + AMG*DUR_{_1}$
$PV_{_2} = PV_{_1} + AMG*DUR_{_2}$
$PV_{_3} = PV_{_2} + AMG*DUR_{_3}$
$PV_{_n} = PV_{_3} + AMG*DUR_{_n}$
dove:
$DUR_{_1,\ldots,n}$ = durata delle fasi alimentari da 1 a n.
La somma delle durate parziali deve ovviamente coincidere con il valore complessivo di durata (DUR).

Consumi alimentari

In media il consumo alimentare, espresso in equivalenti mangime all'87% di sostanza secca, varia in funzione della tipologia produttiva, suino medio, medio pesante e pesante, da 287 a 480 kg/capo, mentre gli indici di conversione alimentare aumentano con l'aumentare del peso di vendita passando da un valore di 2,93 a 3,64, rispettivamente per pesi di vendita compresi tra 130 e 163 kg/capo (tabella 2). Come per altre tipologie di allevamento si è ritenuto opportuno provvedere ad un'equazione di stima degli indici di conversione in funzione del peso vivo all'acquisto, alla vendita e alla durata del ciclo. Allo scopo sono stati utilizzati i dati raccolti da Schiavon et al. (2004) che si riferiscono a 13 aziende, 115 cicli produttivi, per un totale di oltre 108.000 soggetti macellati a diversi pesi vivi. La relazione trovata è la seguente:
ICA = 0,814+0,028*Peso acquisto+0,0101*(Peso vendita - Peso acquisto)+0,00299*durata ciclo
(R^2 = 0,80, dsr = 0,15 kg/kg).
La regressione lineare tra i valori di indice di conversione simulati e misurati (figura 1), indica una sufficiente precisione ed accuratezza delle stime. Applicando questa equazione ai dati riportati dal DM 7/4/2006 risulta una stima dell'indice di conversione pari a 3,60 non dissimile dal valore di 3.64 indicato nel DM. Pertanto i consumi alimentari (espressi in equivalenti mangime all' 87% di

sostanza secca) per ogni singola fase si calcolano moltiplicando l'indice di conversione per la variazione di peso vivo per singola fase alimentare e quindi sommando i risultati finali (set di equazioni n. 5).

Figura 1 - Relazione tra misure e stime dell'indice di conversione in suini in accrescimento



Poiché in molti allevamenti si sostituisce parte del mangime con siero di latte, in genere utilizzando brode con rapporti siero/mangime variabili, ai fini della quantificazione dei contenuti medi di azoto degli alimenti consumati è necessario anche indicare il rapporto medio siero/mangime utilizzato. Per semplicità si è assunto che il siero contenga in media il 5,5% di sostanza secca, il 12.5% di proteina grezza sulla sostanza secca (11 % se espresso in equivalenti mangime all'8% di SS) e lo 0.2% SS di fosforo. La quantificazione dei contenuti medi ponderati di azoto e fosforo degli alimenti consumati viene quindi ricavato con le successive equazioni 6- 8.

Ingestione di mangime (87% ss) per capo e per fase (ING_Mang) (kg/capo) (5)

$ING_{1} = [0{,}814+0{,}028*PVa+0{,}0101*(PV_{1}-PVa)+0{,}00299*DUR_{1}]*(PV_{1}-PVa)$

$ING_{2} = [0{,}814+0{,}028*PV_{1}+0{,}0101*(PV_{2}-PV_{1})+0{,}00299*DUR_{2}]*(PV_{2}-PV_{1})$

$ING_{3} = [0{,}814+0{,}028*PV_{2}+0{,}0101*(PV_{3}-PV_{2})+0{,}00299*DUR_{3}]*(PV_{3}-PV_{2})$

$ING_{n} = [0{,}814+0{,}028*PV_{3}+0{,}0101*(PV_{n}-PV_{3})+0{,}00299*DUR_{n}]*(PV_{n}-PV_{3})$

$ING_{Mang} = ING_{1} + ING_{2} + ING_{3} + ING_{n}$

dove:

PVa = peso vivo medio di acquisto (kg/capo)

$PV_{1,\dots,n}$ = pesi vivi medi raggiunti al termine delle fasi alimentari da 1 a n;

Proporzione di ingestione attribuibile al siero (PROPSIE) (6)

PROPSIE = SIE_MANG*0,055/0,870

dove: SIE_MANG è il rapporto siero mangime indicato nel MODULO 1a;

0,055 = contenuto medio di sostanza secca del siero (kg/kg)

0,870 = contenuto di sostanza secca di un mangime standard (kg/kg).

Contenuto di N medio dei mangimi (N_Mang) (kg/kg) (7)

$N_Mang = \{[ING_{1}*(PG_{1}/100)+ING_{2}*(PG_{2}/100) + ING_{3}*(PG_{3}/100) + ING_{n}*(PG_{n}/100)]*(1-PROPSIE) + (ING_{Mang}*PROPSIE*0;11\} /ING_{Mang}/6,25$

dove:

$PG_{1,..,n}$ = sono i contenuti percentuali di proteina grezza dei mangimi utilizzati nelle diverse fasi alimentari (da 1 a n), espressi sul tal quale (con riferimento ad un mangime convenzionale con l'87% di ss);

PROPSIE è la proporzione di ingestione dovuta al siero

0.11 = contenuto standardizzato di proteina grezza del siero;

Contenuto di P medio dei mangimi (P_Mang) (kg/kg) (8)

$P_Mang = \{[ING_{1}*(P_{1}/100)+ING_{2}*(P_{2}/100) + ING_{3}*(P_{3}/100) + ING_{n}*(P_{n}/100)]*(1-PROPSIE)$

+ (INGMang*PROPSIE*0,0022}/INGMang;

dove:

$P_{_1, ...,n}$ = sono i contenuti percentuali di fosforo totale dei mangimi utilizzati nelle diverse fasi alimentari (da 1 a n), espressi sul tal quale (con riferimento ad un mangime convenzionale con l'87% di ss)

0,0022 = contenuto standardizzato di fosforo totale del siero.

Bilancio dell'azoto e del fosforo per capo/anno

La quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo procede quindi utilizzando i criteri del bilancio di massa. I consumi annui di azoto sono determinati moltiplicando il consumo alimentare per capo prodotto per il contenuto medio di azoto delle razioni e per il numero di cicli mediamente attuati in un anno. Trattandosi nella maggior parte dei casi di suini pesanti, per le ritenzioni di azoto si è considerato una ritenzione media per kg di accrescimento pari a 0,024 kg (Bittante et al. 1990; Prandini et al. 1996, Schiavon et al. 2007b). Questo valore è leggermente inferiore rispetto a quello di 0,025 suggerito dall'ERM (2001). Per il fosforo si è assunta una ritenzione media di 0,006 kg/kg di accrescimento (Bittante et al. 1991). Infine per quantificare le perdite di azoto in atmosfera si sono considerate perdite pari al 28% dell'azoto totale escreto, valore che si ritrova nel DM 7/4/2006. Il valore di riferimento selezionato dall'ERM (2001) è pari al 25%, che indica però variazioni comprese tra il 15 ed il 40%.

Consumo annuo di azoto per capo mediamente presente (1 capo prodotto*n. cicli) (NC) (kg/capo/anno) (9)

NC = INGMang*N_Mang*cicli

dove: INGMang = consumo di mangimi per capo prodotto (kg/capo);
N_Mang = contenuto di N medio dei mangimi utilizzati (kg/kg);
Cicli = numero di cicli effettuati in un anno.

Ritenzione annua di azoto per capo mediamente presente (1 capo prodotto*n. cicli) (NR) (kg/capo/anno) (10)

NR = (PVv-PVa)*cicli*k_Nr

dove: PVa = peso medio di acquisto (kg/capo)
PVv = peso medio di vendita (kg/capo)
Cicli = numero di cicli di allevamento effettuati in un anno x la linea di produzione esaminata;
k_Nr = Azoto ritenuto per unità di peso vivo realizzato.
k_Nr =0,024 kg di N ritenuto/kg di accrescimento.

Escrezione annua di azoto per capo mediamente presente (Nex) (kg/capo/anno) (11)

Nex = NC-NR

dove: NC = consumo annuo di azoto per capo mediamente presente (kg/capo/anno)
NR = ritenzione annua di azoto per capo mediamente presente (kg/capo/anno)

Produzione annua di azoto netto per capo mediamente presente (N_netto) (kg/capo/anno) (12)

N_netto = Nex*(1-k_vol)

dove: Nex = escrezione annua di azoto per capo mediamente presente (kg/capo/anno)
k_vol = coefficiente di volatilizzazione (k_vol = 0,28 da DM 7/4/2006)

Consumo annuo di fosforo per capo mediamente presente (PC) (kg/capo/anno) (13)

PC = INGMang*P_Mang*cicli

Ritenzione annua di fosforo per capo mediamente presente (PR) (kg/capo/anno) (14)

PR = (PVv-PVa)*kPr*cicli

dove: PVa = peso medio (kg) dei capi acquistati
PVv = peso medio (kg) dei capi venduti
kPr = fosforo ritenuto per unità di peso vivo realizzato. kPr = 0,006

Escrezione annua di fosforo per capo mediamente presente (Pex) (kg/capo/anno) (15)

Pex = PC-PR

dove: PC = consumo annuo di fosforo per capo mediamente presente (kg/capo/anno)
PR = ritenzione annua di fosforo per capo mediamente presente (kg/capo/anno)

Produzioni annue aziendali di azoto e fosforo

Le quantità di azoto e fosforo prodotte dall'azienda nel suo complesso sono dunque quantificate moltiplicando le escrezioni annue medie per capo/anno per i dati di consistenza media

Produzione di azoto netto aziendale (N_netto_az) (kg/anno/azienda) (16)
N_netto_az = (N_netto)*(CM)

Produzione di fosforo escreto aziendale (Pex_az) (kg/anno/azienda) (17)
Pex_az = Pex*CM

5. Valori attesi di produzione di azoto e fosforo

I valori attesi derivanti dall'interazione dei tre principali fattori di variabilità sono riportati in tabella 3 e 4. Nella tabella 3 si può osservare che per le condizioni medie di allevamento in cui i pesi iniziali e finali dei capi sono pari a 30 e 160 kg/capo, con livelli proteici pari al 15,5% si prevede un'escrezione netta di azoto (9,9 kg/capo/anno) sostanzialmente coincidente con lo standard riportato dal DM 7/4/2006. A parità di condizioni una riduzione di un punto percentuale di proteina nelle razioni può ridurre la produzione di azoto netto di circa il 10%. Consistenti differenze di produzione di azoto possono anche derivare da differenze di peso vivo iniziale e finale. Per quanto riguarda il fosforo, sempre nel suino pesante, con un contenuto medio di P nella razione compreso tra 0,5 e 0,6% ci si attende un'escrezione compresa tra 2,5 e 3,3 kg/capo/anno (tabella 4).

Tabella 3 - Produzione di azoto netto dei suini in accrescimento (kg/capo/anno). Valori attesi in funzione dei pesi vivi iniziale e finale e al contenuto medio di proteina grezza della razioni aziendali assumendo un accrescimento medio giornaliero pari a 0,640 kg/d.

		Peso vivo iniziale				
PG media razione, %	peso vivo finale, kg	20	25	30	35	40
13,0	140	6,3	6,4	6,6	6,8	7,0
13,5	140	6,7	6,8	7,0	7,2	7,4
14,5	140	7,4	7,6	7,8	8,0	8,2
15,5	140	8,2	8,4	8,6	8,8	9,0
16,5	140	8,9	9,2	9,4	9,6	9,8
13,0	160	7,3	7,5	7,7	7,9	8,0
13,5	160	7,7	7,9	8,1	8,3	8,5
14,5	160	8,6	8,8	9,0	9,2	9,4
15,5	160	9,4	9,6	9,9	10,1	10,3
16,5	160	10,3	10,5	10,7	11,0	11,2

NB: I valori sono al netto delle perdite di azoto per volatilizzazione pari al 28% dell'escrezione complessiva di N

Tabella 4 - Escrezione di fosforo nei suini in accrescimento (kg/capo/anno). Valori attesi in funzione dei pesi vivi iniziale e finale e al contenuto medio di fosforo delle razioni assumendo un accrescimento medio giornaliero pari a 0,640 kg/d.

		Peso vivo iniziale				
P medio razione, %	peso vivo finale, kg	20	25	30	35	40
0.50	140	2.0	2.1	2.2	2.2	2.3
0.60	140	2.7	2.8	2.8	2.9	3.0
0.70	140	3.4	3.4	3.5	3.6	3.7
0.50	160	2.4	2.5	2.5	2.6	2.6
0.60	160	3.1	3.2	3.3	3.3	3.4
0.70	160	3.9	3.9	4.0	4.1	4.2

NB: I valori sono al netto delle perdite di azoto per volatilizzazione pari al 28% dell'escrezione complessiva di N

Va comunque sottolineato che i valori delle tabelle 3 e 4, in riferimento soprattutto ai livelli di proteina grezza e fosforo più bassi, non sono da considerare come il risultato di prassi consolidate e convalidate di alimentazione a basso impatto. Prima di procedere ad una riduzione degli apporti alimentari di proteina grezza e fosforo, rispetto ai livelli convenzionali, è quindi necessario verificare attentamente le caratteristiche chimico-nutrizionali delle razioni per evitare penalizzazioni sulle prestazioni produttive e sulle caratteristiche di qualitative dei prodotti. Come già avviene già da tempo in altri Paesi, la progettazione e la realizzazione di specifiche ricerche per l'individuazione di strategie di alimentazione a basso impatto dovrebbe riguardare in modo sinergico il mondo operativo quello della ricerca e delle istituzioni.

6. Esempio applicativo

Per favorire l'applicazione nel territorio del modello descritto, la Regione Veneto ha sviluppato una procedura informatica (http://web1.regione.veneto.it/ModelloUnicoWeb/) che, a seguito della raccolta e dell'editing degli input aziendali necessari (Modulo 1a), è in grado di fornire in tempo reale una sintesi degli indici tecnici e dei bilanci dell'azoto e del fosforo. Nell'azienda utilizzata come esempio la consistenza media è di 1000 suini acquistati ad un peso vivo medio di 30 kg e venduti a 160 kg. Tra un ciclo e quello successivo vi è un periodo di vuoto medio pari a 15 giorni e la mortalità è intorno al 2%. Durante il ciclo di produzione si sono individuate quattro fasi alimentari, della durata di 28, 49, 49, 84 giorni rispettivamente (210 giorni), in cui vengono utilizzati mangimi con le caratteristiche riportate nel modulo 1a adeguatamente compilato. I risultati dell'applicazione della procedura di stima sono riportati in tabella 5.

MODULO 1a – Acquisizione dati suini in accrescimento - compilato

Azienda	xxx		Data di rilievo	xxx		
Responsabile tecnico	xxx					
DATI TECNICI	Consistenza media (capi/anno) CM	Durata media ciclo (giorni) DUR	Vuoti (giorni) Vu	Peso medio acquisto (kg) PVa	Peso medio vendita (kg) PVv	Mortalità (%) M
	1000	210	15	30	160	2

Alimentazione per fasi

	Durata fasi (giorni) $DUR_{_1,\ldots,n}$	Proteina grezza mangimi [1] % t.q. $PG_{_1,\ldots,n}$	Fosforo mangimi % t.q. $P_{_1,\ldots,n}$
- fase 1	28	17,5	0,65
- fase 2	49	16,5	0,6
- fase 3	49	15.5	0,6
- fase 4	84	14,0	0,5
- fase 5			
- rapporto siero/mangime (kg/kg)	0		

[1] valori espressi sul tal quale in riferimento ad un mangime standard con l'87% di ss

Tabella 5 – Risultati di bilancio

Indici tecnici	valore	Unità
Numero di cicli	1,59	n.
Capi prodotti	1590	Capi/anno
AMG	0,619	kg/d
Peso vivo finale	160	"
Totale consumo mangime	456	"
Proporzioni consumo dovute al siero	0,00	kg/kg
Contenuto medio di PG mangimi	15,03	% t.q.
Contenuto medio di N mangimi	0,024	kg/kg
Contenuto medio di P mangimi	0,006	kg/kg
Bilancio dell'azoto		
k_Nr suino	0,024	kg/kg
k_vol	0,28	"
Consumo	17,4	kg/capo/anno
Ritenzione	5,0	"
escrezione	12,5	"
N netto	9,0	"
N netto da DM 7_4_2006	9,8	"
Bilancio del fosforo		
k_pr	0,006	kg/kg
Consumo	4,00	kg/capo/anno
ritenzione	1,24	"
escrezione	2,76	
Produzione aziendale di azoto netto		
da bilancio	8983	kg/anno
da DM 7/4/2006	9800	"
Produzione aziendale di fosforo	2756	kg/anno

L'applicativo prevede una produzione annuale di suini pari a 1590 capi, un accrescimento medio giornaliero di 0,619 kg/d, un consumo di alimenti corrispondente a 456 kg/capo/ciclo contenenti in media il 15,03% di proteina grezza e lo 0,6% di fosforo. I risultati di bilancio dell'azoto indicano pertanto un consumo pari a 17,4 kg/capo/anno, una ritenzione di 5 kg/capo/anno e una escrezione di azoto di 12,5 kg/capo/anno. Utilizzando il coefficiente di volatilizzazione dell'azoto indicato DM 7/4/2006 (28% dell'azoto escreto) la produzione stimata di azoto netto si attesta intorno agli 9,0 kg/capo/anno, valore un po' più contenuto rispetto allo standard indicato dal DM 7/4/2006. Il bilancio del fosforo indica un consumo, una ritenzione ed una escrezione rispettivamente pari a 4,00, 1,24 e 2,76 kg/capo/anno. L'applicativo calcola quindi le produzioni complessive aziendali di azoto netto e fosforo da cui si possono facilmente derivare i fabbisogni minimi di superficie agricola in zone vulnerabili e non.

7. Conclusioni

Superando le incertezze di quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo connesse all'uso di metodi semplificati, basati sulla consistenza media di allevamento e su coefficienti standard di escrezione, la procedura consente di ottenere stime delle escrezioni accurate e basate su indici tecnici facilmente rilevabili in azienda. Specifiche funzioni di stima sono state sviluppate per prevedere l'ingestione di mangime durante il ciclo. L'approccio di calcolo, pur basandosi sul metodo generale proposto dall'ERM (2001), è stato implementato in modo da passare da un livello animale ad uno che rappresenta l'azienda nel suo complesso. L'impiego di questa procedura può quindi costituire uno strumento utile per migliorare le pratiche di allevamento non solo in relazione alla quantificazione delle emissioni di nutrienti, ma anche alla valutazione degli indici tecnici aziendali, aspetti che possono avere una forte valenza economica per gli allevatori. Questo strumento può permettere quindi una più semplice individuazione e implementazione delle tecniche e delle strategie di allevamento e di alimentazione più idonee per coniugare le esigenze di produzione con quelle di riduzione dell'impatto derivante dall'attività di allevamento.

8. Letteratura

Bittante G., Ramanzin M., Schiavon S., 1990. Previsione della ritenzione azotata nei suini in accrescimento. Rivista di suinicoltura 4:115-121.

Bittante G., Ramanzin M., Schiavon S., 1991. La ritenzione di fosforo nei suini in accrescimento. Rivista di suinicoltura 32(3):81-86.

DIAS, 1998. Standard Values for Farm Manure A Revaluation of the Danish Standard Values concerning the Nitrogen, Phosphorus and Potassium Content of Manure (H.D. Poulsen and V.F Kristensen (eds), Ministry of Food, Agriculture and Fisheries, Danish Institute of Agricultural Sciences, Tjele, DK.

Dourmad J.Y., Guingand N., Latimier P., Seve B., 1999a. Nitrogen and phosphorus consumption, utilisation and losses in pig production: France. Livest. Prod Sci. 58: 199-211.

Dourmad J.Y., Sève B., Latimier P., Boisen S., Fernandez J., van der Peet-Schwering C., Jongbloed A.W., 1999b. Nitrogen consumption, utilisation and losses in pig production in France, the Netherlands and Denmark. Livest. Prod.Sci. 58, 261-264.

ERM/AB-DLO 1999. Establishment of Criteria for the assessment of Nitrogen content of Animal Manures, European Commission, Final Report, November 1999.

Fernandez J.A., Poulsen H.D., Boisen S., Rom H.B., 1999. Nitrogen and phosphorus consumption, utilization and losses in pig production: Denmark. Livest. Prod. Sci., 58: 225-242.

Prandini, A., Morlacchini, M., Meschini, M., Piva, A., Fiorentini, L., & Piva, G., 1996. Performances de croissance et composition corporelle du porc lourd italien entre 80 et 160 kg de poids vif. Annales de Zootechnie, 45, 75-87.

Schiavon S., Bittante G., Gallo L., Tagliapietra F., Ceolin C., 2004. Bilancio dell'azoto negli allevamenti di suini. In (Xiccato et al.) Bilancio dell'azoto in allevamenti di bovini, suini e conigli – Progetto interregionale - Legge 23/12/1999 n. 499, art. 2 - report finale, Regione Veneto.

Schiavon S., Tagliapietra F., Ceolin C., Gallo L. (2006). Ridurre la quantità di azoto escreto: meno liquami, più suini in stalla. Informatore Agrario. vol. 16, pp. 42-45 ISSN: 0020-0689.

Schiavon S., Gallo L., Dal Maso M., Tagliapietra F., Bailoni L., 2007a. Aspetti generali sui modelli di quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo nelle principali tipologie di allevamento del Veneto. Relazione tecnica, Regione Veneto.

Schiavon S., Ceolin C., Tagliapietra F., Bailoni L., Piva A., 2007b. The allometric partition of whole body protein in lean fraction of growing pigs using information from three different datasets. Italian Journal of Animal Science, 6:357-359 ISSN: 1594-4077, ISI:000248276300142

Tagliapietra F., Ceolin C. Gallo L. Schiavon S., 2004. Prestazioni produttive e bilancio dell'azoto in allevamenti di suini pesanti, medio pesanti e medi nel Veneto. Atti del 58° Convegno Nazionale S.I.S.Vet., Grado, 23-25 settembre;

Van der Peet-Schwering C.M.C., Jonglbloed A.W., Aarnink A.J.A, 1999. Nitrogen and phosphorus consumption, utilisation and losses in pig production: the Netherlands. Livest. Prod. Sci. 58, 213-224.

Xiccato G., Bailoni L., Bittante G., Gallo L., Gottardo F. Mantovani R., Schiavon S., 2004. "Bilancio dell'azoto in allevamenti di bovini, suini e conigli" Progetto interregionale - Legge 23/12/1999 n. 499, art. 2 - report finale, Regione Veneto, Italia

Xiccato G., Schiavon S., Gallo L., Bailoni L., Bittante G., 2005. Nitrogen excretion in dairy cow, beef and veal cattle, pig, and rabbit farms in Northern Italy. Italian Journal of Animal Science. vol. 4 (suppl. 1), pp. 103-111 ISSN: 1594-4077, ISI:000234806500018.

Modelli di quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo negli allevamenti di scrofe del Veneto

Stefano Schiavon[1], Chiara Ceolin, Matteo Dal Maso, Franco Tagliapietra

Ottobre 2007

Relazione sui modelli di bilancio dell'azoto proposti nell'allegato D del DGR del Veneto n. 2439 del 7 Agosto 2007

[1] Prof. Stefano Schiavon - Dipartimento di Scienze Animali – Università degli studi di Padova, Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (PD), Italia. Tl +39 049 8272644; E-mail: stefano.schiavon@unipd.it

1. Introduzione

Il lavoro si inserisce in un progetto della Regione Veneto che ha promosso lo sviluppo di modelli di previsione delle escrezioni di azoto e fosforo per le principali tipologie di allevamento diffuse sul territorio. Questi modelli sono stati recepiti da DGR Veneto n. 2439 del 7 agosto 2007 - allegato D. La cornice istituzionale, le finalità del progetto, gli aspetti generali riguardanti l'approccio modellistico seguito e le implicazioni, sono descritti in dettaglio nel manoscritto introduttivo di Schiavon et al. (2007). Nel presente lavoro viene descritto il modello messo a punto per gli allevamenti di scrofe.

2. Tratti essenziali del sistema di produzione

La definizione di valori standard di escrezione azotata rappresentativi delle condizioni ordinarie dell'allevamento di scrofe in Italia è stata oggetto di un progetto inter-regionale "Bilancio dell'azoto negli allevamenti" che ha visto la partecipazione delle Regioni Emilia-Romagna, Lombardia, Piemonte e Veneto. La metodologia impiegata per la valutazione delle escrezioni di azoto è stata quella proposta in sede europea e basata sul documento ERM (2001). I valori medi e la variabilità per i principali indici tecnici e voci di bilancio ottenuti dall'indagine (tabella 1) sono stati infine recepiti dal DM /4/2006 (tabella b1 dell'allegato 1).

Tabella 1 - Scrofe con suinetti fino a 30 kg di peso vivo: indici tecnici e bilancio dell'azoto

	Unità di misura	Veneto	Emilia Romagna	Media	D.S.[3]
Indici tecnici					
Consumo di mangime[1]	kg/scrofa produttiva/anno	1190	1092	1141	97
Proteina grezza dei mangimi per scrofe	kg/kg	0,153	0,147	0,150	0,004
Suinetti svezzati per scrofa	n./scrofa/anno	23,7	19,6	21,7	2,6
Peso suinetti allo svezzamento	kg	6,3	7	6,7	0,5
Peso finale dei lattonzoli	""	28,5	33,2	30,9	3,9
Indice di conversione dei lattonzoli	kg/kg	1,7	2,0	1,85	0,2
Proteina grezza dei mangimi per suinetti	"	0,183	0,181	0,182	0,004
Bilancio dell'azoto:					
N consumato	kg/capo/anno	55,3	55,5	55,4	4,0
N ritenuto	"	19,0	18,7	18,8	1,8
N escreto	"	36,3	36,8	36,6	2,7
N volatilizzato[2]	"	10,2	10,3	10,2	0,8
N netto al campo	"	26,2	26,5	26,4	2,9

I dati sono stati ottenuti da 26 aziende del Veneto e dell'Emilia Romagna, scelte con il criterio della rappresentatività, per un totale di 38.770 presenze annue di scrofe. I valori sono stati ottenuti controllando i movimenti di capi e mangimi nell'ambito di un periodo compreso tra l'anno 2002 e il 2003. **1**. L'unità "scrofa produttiva" si riferisce alla scrofa presente in ciclo riproduttivo (dal primo salto all'ultimo svezzamento). Nei consumi di mangime della "scrofa produttiva" si sono cumulati i contributi dovuti alla riforma, alla rimonta e ai verri. Il peso vivo mediamente presente dell' "unità scrofa produttiva" è risultato pari a 261 kg. **2**. Si sono considerate perdite atmosferiche pari al 28% dell'escrezione totale. **3**. Deviazione Standard.

Nelle condizioni ordinarie ci si attende quindi un'escrezione di azoto intorno ai 36,6 kg/scrofa/anno, che corrispondono a 26,3 kg di N netto se si assumono perdite in atmosfera del 28% (DM 7/4/2006). Si osserva che tale valore è comprensivo dei contributi della scrofa e della prole fino ad un peso di vendita prossimo a 30 kg/suinetto. Utilizzando i risultati di Tagliapietra et al. (2005), che disaggrega il dato nelle sue componenti, risulta una escrezione di azoto pari a 24,2 kg/scrofa/anno per la scrofa e la sua prole in allattamento (fino a 5-8 kg PV/suinetto) e a 12,3 kg/scrofa/anno per i lattonzoli in svezzamento tra i 5/8 e i 30 kg di peso vivo. Questi valori sono in sostanziale accordo con diverse fonti di letteratura (Tabella 2).

Tabella 2 - Confronto tra valori di azoto escreto per unità di produzione desunti da varie fonti (kg/unità/anno).

Unità di produzione	Tagliapietra et al. (2005) (I)	DIAS (1998) (DK)	Dourmad et al. (1999) (F)	ERM (2001)
Scrofa produttiva con prole fino a 25/30 kg PV[1]	36,5	36,7	33,3	35,0
Scrofa produttiva con prole fino a 5/8 kg PV [1]	24,2	25,7	21.5	25,7
Contributo della prole da 5/8 a 25/30 kg di PV[2]	12,3	11,0	11,8	9,3

[1]La variabilità tra fonti riflette la combinazione dei diversi fattori quantitativi che influenzano il bilancio dell'azoto (es numero suinetti/scrofa/anno, peso vivo iniziale e finale, consumi alimentari, contenuti di proteina grezza dei mangimi, perdite di azoto volatile, etc.). [2] I dati espressi per capo allevato sono stati riportati su base annua.

Ciononostante, a livello aziendale ci si attendono scostamenti rilevanti da questi dati medi, come risultato della combinazione di diverse cause di variabilità come ad esempio il numero di suinetti svezzati/scrofa/anno, i pesi di vendita e i contenuti di proteina grezza dei mangimi impiegati, aspetti che vanno necessariamente considerati nella formulazione di modelli aziendali di stima delle escrezioni.

3. Input per il modello di bilancio

La quantificazione delle escrezioni di nutrienti nelle scrofaie è complicata dalla contestuale presenza, con incidenze variabili, di differenti categorie di animali, scrofette da rimonta, scrofe in produzione, scrofe da riforma, verri, suinetti in allattamento, suinetti in svezzamento e, nel caso di allevamenti a ciclo chiuso anche suini in accrescimento-ingrasso. La semplificazione comunemente applicata è quella di considerare "l'unità scrofa" imputando alla scrofa in produzione i consumi e le ritenzioni dovute alle scrofette, alle scrofe da riforma, ai verri e ai suinetti lattanti, considerando separatamente i suinetti in svezzamento (e quelli in accrescimento-ingrasso nel caso di allevamenti a ciclo chiuso). I parametri necessari per la quantificazione aziendale delle produzioni di azoto netto e di fosforo, che si devono accertare ai fini della compilazione della relazione tecnica prevista dal DM 7/4/2006 e riportati nel modulo 1 di acquisizione dati, sono di seguito descritti.

MODULO 1 – Acquisizione dati scrofe

Azienda		Data rilievo	
Responsabile tecnico			
	Consistenza scrofe in produzione (CM_scrofe)		
Consistenza allevamento (scrofe/anno)			
Numero suinetti prodotti anno (Suin_prod)[1]			
Peso medio di vendita dei suinetti, kg/suinetto[1]			
Alimentazione			
	Durata fase Giorni DUR_...	PG razioni[2] % t.q. PG_...	P razioni [2] % t.q. P_...
Fasi di allevamento			
- lattazione			
- gestazione e asciutta,			
- svezzamento fase I			
- svezzamento fase II			

[1] Nel caso di allevamenti a ciclo chiuso indicare il numero di suinetti trasferiti nella fase di ingrasso e il loro peso vivo al momento del trasferimento. [2] I contenuti di proteina grezza e fosforo totale sono espressi sul t.q. con riferimento ad un mangime contenente l'87% di sostanza secca.

Consistenza di allevamento

L'approccio semplificato impiegato per la quantificazione delle escrezioni dal DM 7/4/2006, è basato su un fattore di escrezione (36,6 kg N/scrofa/anno) che viene moltiplicato per la consistenza media delle scrofe in allevamento. Si sottolinea che, in questo caso, la consistenza media da considerare è solo quella delle scrofe in produzione (cioè quelle che si trovano nelle fasi comprese tra la prima fecondazione e il termine dell'ultima lattazione), sulle quali sono stati cumulati tutti i consumi relativi alle altre categorie di animali presenti, compresi i suinetti. Il maggior limite dell'approccio semplificato di calcolo delle escrezioni proposto dal DM 7/4/2006 risiede nel fatto che non considera la variabilità dovuta al numero di suinetti svezzati/scrofa/anno, al loro peso di vendita e ai contenuti di proteina grezza dei vari mangimi impiegati in allevamento per le diverse categorie animali. Per una quantificazione più precisa delle escrezioni è in primo luogo necessario acquisire informazioni riguardanti, non solo la consistenza media delle scrofe in produzione, ma anche il numero di suinetti prodotti e il loro peso di vendita.

Prestazioni produttive

Le informazioni riguardanti le prestazioni produttive ed in particolare il numero di suinetti mediamente prodotti per anno dall'azienda e il loro peso vivo medio di vendita (kg/capo), sono ricavate in base alle fatture di acquisto e di vendita dei capi dell'anno precedente. Un'indicazione relativa ai valori medi e alla variabilità dei diversi parametri produttivi in differenti tipologie aziendali, è stata fornita da Schiavon et al. (2004a) (Tabella 3).

Tabella 3 - Prestazioni produttive per tipologia di allevamento di scrofe (17 aziende, per un totale di 28.248 presenze scrofe osservate, rilievi effettuati tra il 2000 e il 2001) e composizione della mandria per unità scrofa produttiva.

	Ciclo chiuso	Ciclo aperto con lattonzoli	Ciclo aperto senza lattonzoli	DSR
Aziende, n	5	9	3	
Capi				
Scrofe in produzione, n	327 ^{A}	799 ^{A}	2304 ^{B}	984
Rimonta, %	38,1 ^{A}	38,8 ^{A}	53,0 ^{B}	7,9
Riforma,%	38,1 ^{A}	37,0 ^{A}	50,7 ^{B}	6,6
Svezzati/scrofa/anno, n	22,7	24,0	25,0	2,6
Lattonzoli/scrofa/anno, n	21,8	23,3	-	2,4
Morti, %	3,29	2,20	-	1,86
Vendite urgenti, %	0,45	0,75	-	0,76
Tempi				
Interparto, d	154,6	147,1	144,0	8,2
Lattazione, d	23,3 ^{B}	21,7 ^{B}	20,0 ^{A}	1,83
Gestazione + asciutta, d	131,3	125,4	124,0	7,4
Intervallo ultimo svezz-riforma, d	35,9	24,5	15,0	21,4
Post-svezzamento, d	57,0	52,7	-	4,34
Parti/scrofa/anno, n	2,38 ^{a}	2,49 ^{ab}	2,53 ^{b}	0,12
Peso vivo, kg				
Scrofette in ingresso	32,4 ^{a}	59,5 ^{b}	65,1 ^{b}	26,7
Primo salto	124	133	131	13
Riforma	232 ^{b}	214 ^{a}	218 ^{ab}	15
Suinetto svezzato	6,7 ^{B}	6,2 ^{B}	5,7 ^{A}	0,5
Suinetto post-svezzamento	30,6 ^{B}	27,8 ^{A}	-	2,1
Peso vivo m.p./scrofa produttiva/anno, kg				
Scrofe	178,0	174,0	174,5	8,0
Scrofette	26,7	27,3	31,8	8,0
Suinetti sotto scrofa	5,6 ^{b}	5,1 ^{ab}	4,6 ^{a}	0,7
Totale unità scrofa	210,3	206,1	210,9	12,9
Suinetti in post-svezzamento	64,5	57,8	-	7,8
Suini in accrescimento-ingrasso	907,2	-	-	105,1
Totale complessivo/scrofa produttiva	1.182,0 ^{B}	264,0 ^{A}	210,9 ^{A}	108,4
Suinetti: accrescimenti e indici di conversione:				
AMG post-svezzamento, kg/d	0,42	0,41	-	0,04
Indice di conversione post-svezzamento	1,72	1,67	-	0,2

^{A,B,C} valori sulla stessa riga che riportano apici diversi differiscono significativamente P<0,01; ^{a,b,c} valori sulla stessa riga che riportano apici diversi differiscono significativamente P<0,05

Nelle aziende indagate da Schiavon et al. (2004), il numero di suinetti svezzati/scrofa/anno, è risultato mediamente in genere superiore a 22 suinetti svezzati/scrofa/anno. Questo dato indica che le condizioni tecnico manageriali degli allevamenti considerati sono da ritenersi medio-alte. La dsr è stata intorno al 10% del valore medio e le differenze tra tipologie di allevamento non sono risultate significative. Nelle due tipologie di allevamento più tradizionali, dove si pratica la fase di post-svezzamento, il numero medio di lattonzoli/scrofa/anno è risultato compreso tra 22 e 23, con una mortalità in questa fase compresa tra il 2 e il 3% in media. Questi valori sono simili a quelli riportati da Whittemore (1993), rappresentativi della realtà inglese (22,3 suinetti/svezzati/scrofa/anno), da Dourmaud e coll. (1999a, b), rappresentativi della realtà francese (23,3) e danese (22,5). Per l'Olanda van der Peet-Schwering et al. (1999) indica 21,3 suinetti svezzati/scrofa/anno. L'ERM (2001) propone un valore di default pari a 20.

Nelle tipologie di produzione più tradizionali la quota di rimonta e di riforma sono risultate intorno al 38%, valori un po' più elevati (intorno al 50%) sono stati riscontrati nelle scrofaie che vendono i suinetti slattati. La sostanziale coincidenza dei valori della quota di riforma e di rimonta

indica che in questi allevamenti la consistenza numerica dei capi in produzione è stata sostanzialmente stabile. I valori sono in accordo con quanto riportato dal C.R.P.A. (2002).

Per quanto riguarda gli aspetti temporali si è osservato che la durata del periodo di allattamento è risultata prossima, o leggermente superiore, ai 21 giorni, anche se si è evidenziata la tendenza delle aziende più evolute di anticipare un poco lo svezzamento. Un altro aspetto di interesse riguarda la durata del periodo in cui le scrofe a fine carriera rimangono in allevamento prima di essere vendute che si riduce da 35 a 25 e a 15 giorni passando dalle tipologie di allevamento più tradizionali a quelle più evolute. Mediamente, dove viene praticata la fase di svezzamento, i lattonzoli rimangono in allevamento per periodi compresi tra i 53 e i 57 giorni. Il numero di parti/scrofa/anno è risultato leggermente superiore al valore di 2,3, spesso utilizzato dalla letteratura nazionale come dato medio di riferimento (C.R.P.A, 2002).

In tabella 3 sono anche riportati dati relativi al peso vivo, in ingresso o in uscita, di ciascuna categoria di suini allevati e al peso vivo mediamente presente per unità scrofa produttiva. Così, al peso medio di una scrofa in produzione, prossimo a 176 kg, può essere aggiunto il contributo di peso dovuto alla rimonta e alla riforma. Il peso vivo mediamente presente per "unità scrofa in produzione" è quindi prossimo a 210 kg a cui si aggiungono circa 60 kg se si considerano anche i lattonzoli.

In merito ai ritmi di accrescimento e agli indici di conversione dei suinetti in svezzamento si sono riscontrati valori medi rispettivamente pari a 0,4 kg/d e 1,7. Si tratta di valori praticamente sovrapponibili a quelli osservati degli allevamenti specializzati nello svezzamento dei lattonzoli (Schiavon et al. 2007). Per quest'ultimo parametro l'ERM (2001) riporta un valore di standard pari a 1,8 kg/d.

Durata delle fasi di allevamento

Per applicare la procedura di bilancio è necessario indicare la durata delle singole fasi di allevamento praticate in azienda. Per le scrofe occorre indicare la durata in giorni della fase di lattazione (in genere 21, 28 o 35 giorni) e la durata media dei periodi di gestazione più quella delle fasi improduttive (dal termine della lattazione alla prima fecondazione utile). Per i suinetti occorre indicare la durata delle fasi di svezzamento. Nel modulo 1 di acquisizione dati sono previste due fasi di svezzamento che vanno distinte nel caso in cui si utilizzino mangimi diversi. Nel caso in cui i suinetti siano invece venduti al termine del periodo di allattamento, per le durate dei periodi di svezzamento occorre ovviamente indicare zero.

Consumi e contenuti di proteina grezza e fosforo dei mangimi

Le informazioni necessarie riguardano esclusivamente i contenuti di azoto e fosforo dei mangimi impiegati per le scrofe in gestazione, per quelle in lattazione e per i suinetti in fase di svezzamento (quando presenti), in quanto i consumi alimentari dei diversi mangimi vengono quantificati utilizzando adeguate funzioni matematiche. Il protocollo per la determinazione di questi dati è riportato in dettaglio al punto 6.*1.4* dell'allegato D del citato DGR Veneto n. 2439 del 7 agosto 2007. Le funzioni di stima dei consumi alimentari sono invece descritte nel seguente capitolo riguardante il modello di bilancio.

Per queste informazioni può essere utile come riferimento rivisitare i risultati dell'indagine di Schiavon et al. (2004) riguardanti i consumi di mangime e i livelli di proteina grezza (Tabella 4) di 17 allevamenti rappresentativi. I mangimi consumati in maggiori quantità sono stati, ovviamente, quelli da gestazione (da 850 a quasi 900 kg/unità scrofa/anno), mentre i consumi di mangimi per la lattazione variano tra 246 e 288 kg/unità scrofa/anno). In alcune scrofaie sono state utilizzate anche altre tipologie di mangimi destinati all'alimentazione di scrofette, scrofe da riforma o ancora di suinetti sottoscrofa o di animali in altre situazioni fisiologiche o sanitarie. Il consumo medio complessivo di mangime/unità scrofa/anno, è risultato pari a 1185 kg, con alcune differenze, non significative, tra tipologie di allevamento. Il valore è prossimo a quello riportato l'ERM (2001) pari a 1140 kg. Nelle tipologie aziendali in cui erano presenti anche i lattonzoli a questa quantità vanno

aggiunti circa 860 kg di mangime/unità scrofa/anno. Questo valore è ovviante influenzato dal numero di lattonzoli prodotti da ciascuna scrofa in un anno e dai corrispondenti consumi alimentari. E' evidente che questo contributo è invece nullo nel caso in cui i lattonzoli siano venduti subito dopo lo svezzamento.

Tabella 4 - Consumi alimentari e contenuti proteici di mangimi impiegati in 17 allevamenti di scrofe (per un totale di 28.248 scrofe osservate, rilievi effettuati negli anni 2000 e 2001).

	Ciclo chiuso	Ciclo aperto con lattonzoli	Ciclo aperto senza lattonzoli	DSR
Consumi di mangime/scrofa produttiva/anno, kg				
Lattazione	253	288	246	60
Gestazione	856	892	851	94
Altro	63	50	57	36
Totale/scrofa	1172	1230	1154	97
Post-svezzamento	887	833	-	139
Totale/scrofa + post-svezzamento	2060[B]	2062[B]	1154[A]	190
Proteina grezza mangimi, %				
Mangimi da lattazione	16,5	16,4	16,3	0,4
Mangimi da gestazione	15,0	15,0	15,0	0,6
Mangimi, altro	16,9[C]	15,6[A]	16,5[B]	0,2
Media ponderata (lattaz.+gestaz.+altro)	15,4	15,3	15,3	0,4
Mangimi da Post-svezzamento	18,6	18,2	-	0,4
Media /scrofa + post-svezzamento	16,7 [B]	16,4 [B]	15,3 [A]	0,4

[A,B,C] valori sulla stessa riga che riportano apici diversi differiscono significativamente P<0,01;

In merito ai contenuti di proteina grezza dei mangimi da lattazione e da gestazione i valori sono stati mediamente prossimi a 16,4 e al 15,0%, rispettivamente. Il contenuto proteico medio ponderato dei mangimi impiegati per le scrofe (mangimi da gestazione, da lattazione, e altri) è risultato quindi pari al 15,35%, corrispondente a un tenore di azoto del 2,46%, inferiore a quello riportato dall'ERM (2001) di 2,6%. Nei mangimi da post-svezzamento il contenuto medio di proteina grezza è risultato poco superiore al 18,3% cioè 2,9% di contenuto azotato. A questo riguardo l'ERM (2001) riporta come valore di default un contenuto di azoto pari a 3,0%.

Non vi sono informazioni riguardanti i contenuti di fosforo dei diversi mangimi impiegati per questa tipologia di allevamento in Italia. E' interessante comunque riportare i dati di Dourmad et al. (1999) che per la Francia riportano, rispettivamente per mangimi da gestazione, allattamento e svezzamento, valori pari a 0,55, 0,65 e 0,72% (sul mangime tal quale) e quelli di van der Peet-Schwering et al. (1999) che per le scrofe e i suinetti in svezzamento indicano contenuti rispettivamente pari a 0,50 e 0,54%. E' possibile che questi valori siano più bassi di quelli mediamente utilizzati in Italia, dal momento che, soprattutto in Olanda, la legislazione ambientale ha promosso da diversi anni una significativa riduzione di questi livelli nei mangimi (van der Peet-Schwering et al. 1999).

4. Modello di bilancio

Il modello di bilancio di seguito descritto aggrega le informazioni disponibili mediante una serie di funzioni che quantificano in prima istanza una serie di indicatori tecnici riguardanti le scrofe e i suinetti.

Indicatori tecnici riguardanti le scrofe

Per le scrofe gli indicatori riguardano: i) la definizione del numero di "unità scrofa" che corrisponde alla consistenza delle sole scrofe in produzione (eq. n.1); ii) il calcolo del numero di parti per unità scrofa, ottenuto considerando la durata delle fasi di gestazione e lattazione (eq. n.2); iii) il numero di suinetti prodotti per unità scrofa, ottenuto dividendo il numero di suinetti prodotti nell'anno dalla scrofaia per il numero di unità scrofa presenti (eq. n. 3). Per il calcolo dei consumi di mangime dell'unità scrofa si sono utilizzati i dati raccolti da Schiavon et al. (2004) da cui risulta che il consumo medio per giorno di gestazione e lattazione è pari a 2,96 e 4,89 kg/d, rispettivamente (eq.

n. 4). Il contenuto medio di proteina grezza e di fosforo dei mangimi è quindi ricavato ponderando i valori analitici per i consumi di ciascun mangime utilizzato (eq. n. 5 - 6)

Consistenza unità scrofe in produzione: (1)
Unità_scrofa = CM_Scrofe

Numero di parti/anno (2)
Parti_scrofa: $365/(DUR_{_gest}+DUR_{_latt})$
dove: $DUR_{_gest}$ = durata gestazione in giorni
$DUR_{_latt}$ = darata fase di allamento in giorni

Numero di suinetti prodotti/scrofa/anno: (3)
Suinetti_scrofa= Suin_prod/Unità scrofa
dove: Suini_prod = numero di suinetti prodotti dall'allevamento in un anno;

Ingestione di mangime (87% di ss) dell'unità scrofa produttiva (kg/scrofa/anno): (4)
in gestazione: $MANG_{_gest} = (2{,}96*Dur_{_gest})*Parti_scrofa$;
in lattazione: $MANG_{_latt}$ $(4{,}89*DUR_{_latt})*Parti_scrofa$;
Totale complessivo: $MANG_{_scrofa} = MANG_{_gest} + MANG_{_latt}$
dove: 2,96 = consumo medio di mangime in gestazione (kg/d)
4,89 = consumo medio di mangime in lattazione (kg/d)

Contenuto medio di N dei mangimi per scrofe: (5)
$N_MANG_{_scrofa}$ (kg/kg) = $[MANG_{_gest}*(PG_{_gest}/100) + MANG_{_latt}*(PG_{_latt}/100)]/MANG_{_scrofa}/6{,}25$
dove: $PG_{_gest}$ = contenuto % di proteina grezza dei mangimi impiegati in gestazione;
$PG_{_latt}$ = contenuto % di proteina grezza dei mangimi impiegati in lattazione;

Contenuto medio di P dei mangimi per scrofe (6)
$P_MANG_{_scrofa}$ (kg/kg) = $[MANG_{_gest}*(P_{_gest}/100) + MANG_{_latt}*(P_{_latt}/100)]/MANG_{_scrofa}$;
dove: $P_{_gest}$ = contenuto % di fosforo dei mangimi impiegati in gestazione;
$P_{_latt}$ = contenuto % di fosforo dei mangimi impiegati in lattazione;

Indicatori tecnici riguardanti i suinetti

Per i suinetti gli indicatori riguardano:

i) il calcolo del peso vivo dei suinetti al termine delle fase di allattamento. Questo valore dipende dalla durata della lattazione. Per quantificare questo valore si è utilizzata la seguente funzione: Peso suinetti slattati (kg) = $0{,}003*(DUR_latt)^2 + 0{,}1392*(DUR_latt) + 1{,}2578$ sviluppata su informazioni di Schiavon et al. (dati non pubblicati). L'applicazione di questa funzione prevede che a 21, 28 e 35 giorni di allattamento, il peso dei suinetti slattati sia pari a 5,5, 7,5 e 9,8 kg/suinetto. Tale funzione non viene applicata nelle situazioni in cui i suinetti sono venduti subito dopo la separazione della madre, dal momento che in questo caso l'allevatore deve fornire il dato di peso di vendita dei suinetti (eq. n. 7).

ii) il calcolo del peso vivo e dei consumi alimentari dei suinetti nelle fasi di svezzamento. Solitamente vengono praticate due fasi di svezzamento, la prima della durata di circa 2 settimane e la seconda di 4-5 settimane. Per la prima fase di svezzamento si è utilizzata un'equazione sviluppata sui dati di Schiavon et al. (2004b) raccolti in un allevamento commerciale su 668 suinetti. L'equazione (eq. n. 8) è valida nell'intervallo di età compreso tra 21 e 35, ma fornisce stime accettabili anche fino a 49 giorni. L'applicazione di questa equazione prevede che, dopo una fase di allattamento di 21 giorni, all'età di 35 e 49 giorni i suinetti raggiungano un peso di rispettivamente di 5,5, 8,3 e 16,4 kg/capo. In questa fase i consumi di mangime sono ricavati (eq. n. 10) utilizzando un indice di conversione di 1,3 (Schiavon et al. 2004, ADAS 2007). Per la seconda fase di svezzamento, si calcolano le variazioni di peso vivo, come differenza tra il peso di vendita, o di uscita dai locali di svezzamento, e il peso iniziale della fase (eq. n. 8 e 9). I consumi vengono poi calcolati (eq. n. 11) applicando un indice di conversione pari a 1,7, valore un po' superiore di quelli 1,67 e 1,64 e riscontrati rispettivamente

da Dourmad et al. (1999) e Schiavon et al. (2004a) ma comunque compreso nell'intervallo (1,67-1,72) riportato in tabella 3.

iii) Il calcolo dei contenuti medi ponderati di azoto e fosforo degli alimenti consumati dai suinetti (eq. n. 13 e 14).

Peso suinetti fine allattamento (kg/suinetto) (7)
se DUR_Svez1=0 and DUR_svez2 = 0 allora:

$PV_sui_{_latt} = PVv_sui$

altrimenti: $PV_sui_{_latt} = 0{,}003*(DUR_{_latt})^2 + 0{,}1392*(DUR_{_latt}) + 1{,}2578;$

dove: PVv_sui = peso vivo di vendita (o di trasferimento al centro di ingrasso) dei suinetti (kg/capo);
$PV_sui_{_latt}$ = peso vivo dei suinetti al termine della fase di allattamento (kg/capo);
$DUR_{_Svez1}$ = durata della fase di svezzamento I in giorni;
$DUR_{_Svez2}$ = durata della fase di svezzamento II in giorni;

Peso medio del suinetto alla fine della prima fase di svezzamento (kg/suinetto) (8)
se $DUR_{_svez1}>0$ <=21 e $DUR_{_svez2}>0$ allora:

$$PV_sui_{_svez1} = [(-0{,}47*(DUR_{_latt}+(DUR_{_svez1})/2)^2+57{,}1*(DUR_{_latt}+(DUR_{_svez1})/2)-1031)]/1000* DUR_{_svez1} +(PV_sui_{_latt});$$

altrimenti:

$PV_sui_{_svez1} = PVv_sui;$

dove: $PV_sui_{_svez1}$ = peso vivo dei suinetti al termine della prima fase di svezzamento (kg/capo)

Peso medio di vendita dei suinetti (9)
PVv_sui = peso vivo di vendita o di trasferimento dei suinetti.

Mangime consumato da un suinetto nella prima fase di svezzamento (kg/suinetto) (10)
$Mang_{_sui_svez1} = 1{,}3*(PV_sui_{_svez1} - PV_sui_{_latt});$

dove: 1,3 = indice di conversione dei suinetti nella prima fase di svezzamento (kg/kg)

Mangime consumato da un suinetto nella seconda fase di svezzamento (kg/suinetto) (11)
$Mang_{_sui_svez2} = 1{,}7*(PVv_sui - PV_sui_{_svez1});$
dove:
1,7 = indice di conversione dei suinetti nella seconda fase di svezzamento (kg/kg)

Totale mangimi consumati nella fase di svezzamento dalla prole dell'unità scrofa (kg/anno/scrofa) (12)
$MANG_{_sui} = (MANG_{_sui_svez1} + MANG_{_sui_svez2})*$ Suinetti_scrofa

Contenuto medio di N dei mangimi per suinetti (kg/kg) (13)
se MANG_sui= 0 allora:
$N_MANG_{_sui} = 0$

altrimenti:

$N_MANG_{_sui} = [MANG_{_sui_svez1}*PG_{_svez1}/100+ MANG_{_sui_svez2}*(PG_{_svez2}/100)]*Suinetti_scrofa/(MANG_{_sui})/6{,}25;$

Contenuto medio di P dei mangimi per suinetti (kg/kg) (14)
se MANG_sui= 0 allora
$P_MANG_{_sui} = 0$
altrimenti:

$P_MANG_{_sui}$ (kg/kg) $= MANG_{_sui_svez1}*P_{_svez1}/100+ MANG_{_sui_svez2}*(P_{_svez2}/100)]*Suinetti_scrofa/(MANG_{_sui});$

Bilanci annui dell'azoto e del fosforo riferiti all'unità scrofa

Per la quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo si è proceduto utilizzando i criteri del bilancio di massa distinguendo i contributi dovuti all'unità scrofa (eq. n. 15-21) e alla sua prole (eq.

22-28) e poi sommando i risultati (eq. n. 29-35). I consumi annui di azoto e fosforo sono determinati moltiplicando i consumi alimentari per i contenuti medi di azoto e fosforo dei mangimi. Per le ritenzioni di azoto e fosforo della scrofa si è considerato:

i) una variazione annua di peso vivo pari a 40 kg, risultante dai dati esposti in tabella 3. A questo proposito l'ERM (2001) indica una variazione annua di peso di 55 kg;
ii) una ritenzione di azoto per kg di accrescimento della scrofa pari a 0,025 (ERM, 2001) e una ritenzione di fosforo pari a 0,004 (Mahan e Newton, 1995).

La ritenzione di azoto e fosforo da parte dei suinetti sottoscrofa viene calcolata moltiplicando il numero medio di suinetti prodotti dalla scrofa per il loro peso vivo al termine della fase di allattamento per le ritenzioni medie corporee di azoto e fosforo, rispettivamente assunte pari a 0,026 (Noblet e Etienne, 1986; Whittemore, 1993) e 0,007 (Mahan and Shields, 1998) kg per kg di accrescimento. Le perdite di azoto in atmosfera sono state considerate pari al 28% dell'azoto escreto (DM 7/4/2006).

Analoga procedura è stata seguita per i suinetti in svezzamento.

AZOTO e FOSFORO - CONTRIBUTO DELLA SCROFA (kg/unità scrofa/anno)

Azoto consumato: (15)

$NC_scrofa = MANG_{scrofa} * N_MANG_{scrofa}$

Azoto ritenuto (scrofa + suinetti lattanti) (16)

$NR_scrofa = 40*0{,}025 + (PV_{sui_latt}*0{,}026)* Suinetti_scrofa$

dove: 40 = accrescimento medio annuo dell'unità scrofa (kg/anno);
0,025 = ritenzione di azoto per kg di accrescimento della scrofa (kg/kg);
0,026 = ritenzione di azoto per kg di peso vivo dei suinetti lattanti.

Azoto escreto: (17)

Nex_scrofa = NC_scrofa-NR_scrofa

Azoto netto al campo: (18)

N_netto_scrofa = Nex_scrofa*(1-k_vol)

Dove: k_vol = coefficiente di volatilizzazione assunto pari a 0,28 (DM 7/4/2006)

Fosforo consumato: (19)

$PC_scrofa = MANG_{scrofa} * P_MANG_{scrofa}$

Fosforo ritenuto (scrofa + suinetti lattanti) (20)

$PR_scrofa = 40*0{,}004 + (PV_sui_{latt}*0{,}007)* Suinetti_scrofa$

Fosforo escreto (21)

Pex_scrofa = PC_scrofa-PR_scrofa

AZOTO E FOSFORO - CONTRIBUTO DEI SUINETTI (kg/scrofa/anno)

Azoto consumato: (22)

$NC_sui = MANG_{sui} * N_MANG_{sui}$

Azoto ritenuto: (23)

$NR_sui = (PVv_sui-PV_sui_{latt})*0{,}026* Suinetti_scrofa$

Azoto escreto: (24)

Nex_sui = NC_sui-NR_sui

Azoto netto: (25)

N_netto_sui = Nex_sui*(1-k_vol)

Dove: k_vol = coefficiente di volatilizzazione assunto pari a 0,28 (DM 7/4/2006)

Fosforo consumato: (26)

$PC_sui = MANG_{sui} * P_MANG_{sui}$;

Fosforo ritenuto (scrofa + suinetti lattanti) (27)

PR_sui = (PVv-PV_sui$_{_latt}$)*0,007* Suinetti_scrofa

Fosforo escreto: (28)
Pex_scrofa = PC_sui-PR_sui

AZOTO E FOSFORO –TOTALE SCROFA + SUINETTI (kg/scrofa/anno)

Azoto consumato: (29)
NC = NC_scrofa + NC_sui

Azoto ritenuto (scrofa + suinetti lattanti) (30)
NR = NR_scrofa + NR_sui

Azoto escreto: (31)
Nex = Nex_scrofa + Nex_sui

Azoto netto: (32)
N_netto = N_netto_scrofa + N_netto_sui

Fosforo consumato: (33)
PC = PC_scrofa + PC_sui

Fosforo ritenuto (scrofa + suinetti lattanti) (34)
PR = PR_scrofa + PR_sui

Fosforo escreto: (35)
Pex = Pex_scrofa + Pex_sui

Produzioni annue aziendali di azoto netto e fosforo

Le produzioni aziendali annue di N e P si calcolano infine moltiplicando i corrispondenti fattori di escrezione così quantificati per il numero di unità scrofa mediamente presenti (eq. n. 36-37)

Azoto netto prodotto (kg/anno/azienda): (36)
N_netto_az = N_netto * Unità_scrofa

Fosforo prodotto (kg/anno/azienda): (37)
Pex_az = Pex * Unità_scrofa

5. Valori attesi di produzione di azoto netto di scrofe

Dall'applicazione delle funzioni sopra riportate si giunge ad una stima delle escrezioni di N per scrofa produttiva in funzione del numero di suinetti/scrofa prodotti, del loro peso di vendita e del contenuto di proteina grezza media dei mangimi consumati dalle scrofe. I valori attesi derivanti dall'interazione dei tre principali fattori di variabilità sono riportati in tabella 5. Prendendo come riferimento i dati ministeriali in tabella 1 (DM 7/4/2006), che indicano una produzione annua di suinetti per scrofa di 21,7, un peso finale di vendita dei suinetti intorno ai 31 kg e un contenuto proteico medio dei mangimi per le scrofe del 15%, ci si attende un'escrezione di azoto (tabella 5) intorno a 36 - 37 kg/unità scrofa/anno, valore simile a quello riportato nel Decreto (36,6 kg) e dello standard (35,0 kg) proposto dall'ERM (2001).

La tabella 5 però consente anche di apprezzare l'entità delle escrezioni che si potrebbero riscontrare in specifiche condizioni aziendali come risultato della combinazione dei diversi fattori di variabilità. Particolarmente rilevanti sono gli effetti dovuti al peso di vendita dei suinetti e ai contenuti di proteina grezza dei mangimi per scrofe. A tal proposito l'ADAS (2007), riporta dati del Regno Unito in cui si indica (per una produzione di 23 suinetti/scrofa/anno separati dalle madri ad un peso di appena 7 kg e in cui i mangimi per le scrofe contengono mediamente il 14,2 % di proteina grezza), un'escrezione azotata pari a 20 kg/scrofa/anno che corrisponde ai valori riportati in tabella 5 per suinetti venduti subito dopo l'allattamento. Ketelaars e van der Meer (2000), invece, riportano stime di escrezione di azoto per scrofa più elevate e pari a 28,6 kg/scrofa/anno, principalmente a

causa dei maggiori contenuti proteici considerati per i mangimi delle scrofe. I dati di Tagliapietra et al., (2005), DIAS (1998), Dourmad et al., (1999) ed ERM (2001), già descritti in tabella 2, indicano escrezioni di azoto dovute alla scrofa e ai suinetti in allattamento comprese tra 21,5 e 25,7 kg/scrofa/anno a cui si aggiungono circa 9-12 kg/scrofa/anno se si considerano anche i lattonzoli fino a circa 30 kg di peso vivo. Queste indicazioni concordano con quanto riportato in tabella 5. Nella sucessiva tabella 6 sono riportati, per comodità del lettore i corrispondenti valori di azoto netto assumendo una volatilizzazione del 28%. Per il fosforo infine i valori attesi di escrezione, riportati in tabella 7, variano tra i 4 e i 9 kg/scrofa/anno, principalmente in funzione del peso di vendita dei suinetti e del livello di fosforo nei mangimi per le scrofe. Questi valori sono in accordo con quanto riportato da van der Peet-Schwering et al., (1999), DIAS, (1998) e Dourmad et al. (1999).

Tabella 5 – Escrezione totale di azoto della scrofa e della prole (kg/scrofa/anno). Valori attesi in funzione del numero di suinetti prodotti, del loro peso di vendita e del contenuto medio di proteina grezza dei mangimi per scrofe.

suinetti/scrofa produttiva/anno	20			23			25		
peso di vendita suinetti, kg/capo	5	25	30	5	25	30	5	25	30
Consumo di mangime suinetti, kg/scrofa/anno	0	680	850	0	782	978	0	850	1063
Proteina grezza media dei mangimi per scrofe									
13,0	21	30	33	21	31	34	20	32	35
14,0	23	32	35	22	33	36	22	34	37
15,0	25	34	36	24	35	38	24	36	39
16,0	27	36	38	26	37	40	26	38	41

Assumendo un contenuto di proteina grezza dei mangimi per suinetti pari a 18,2%.

Tabella 6 – Produzione di azoto netto della scrofa e della prole (kg/scrofa/anno)[1]. Valori attesi in funzione del numero di suinetti prodotti, del loro peso di vendita e del contenuto medio di proteina grezza (PG) dei mangimi per scrofe.

suinetti/scrofa produttiva/anno	20			23			25		
peso di vendita suinetti, kg/capo	5	25	30	5	25	30	5	25	30
Consumo di mangime suinetti, kg/scrofa/anno	0	680	850	0	782	978	0	850	1063
Contenuto medio di PG dei mangimi per scrofe, %									
13,0	15	22	24	15	23	25	15	23	25
14,0	16	23	25	16	24	26	16	24	27
15,0	18	25	26	18	25	27	17	26	28
16,0	19	26	28	19	27	29	19	27	29

[1]Assunte perdite di volatilizzazione dell'azoto escreto del 28%

Tabella 7 – Escrezione di fosforo della scrofa e della prole (kg/scrofa/anno). Valori attesi in funzione del numero di suinetti prodotti, del loro peso di vendita e del contenuto medio di fosforo dei mangimi per scrofe.

suinetti/scrofa produttiva/anno	20			23			25		
peso di vendita suinetti, kg/capo	5	25	30	5	25	30	5	25	30
Consumo di mangime suinetti, kg/scrofa/anno	0	680	850	0	782	978	0	850	1063
Contenuto medio di P dei mangimi per scrofe, %									
0.45	4.4	6.4	6.9	4.3	6.6	7.2	4.3	6.7	7.3
0,50	5.0	7.0	7.5	4.9	7.2	7.7	4.9	7.3	7.9
0,55	5.6	7.6	8.1	5.5	7.8	8.3	5.4	7.9	8.5
0,60	6.2	8.2	8.7	6.1	8.4	8.9	6.0	8.5	9.1

Assumendo un contenuto di fosforo dei mangimi per suinetti pari a 0,7%.

Va comunque sottolineato che i valori delle tabelle 5, 6 e 7, in riferimento soprattutto ai livelli di proteina grezza e fosforo più bassi, non sono da considerare come il risultato di prassi consolidate e convalidate di alimentazione a basso impatto. Prima di procedere ad una riduzione degli apporti alimentari di proteina grezza e fosforo, rispetto ai livelli convenzionali, è quindi necessario verificare attentamente le caratteristiche chimico-nutrizionali delle razioni per evitare penalizzazioni sulle prestazioni produttive. Come già avviene già da tempo in altri Paesi, la progettazione e la realizzazione di specifiche ricerche per l'individuazione di strategie di

alimentazione a basso impatto dovrebbe riguardare in modo sinergico il mondo operativo quello della ricerca e delle istituzioni.

6. Esempio applicativo

Per favorire l'applicazione nel territorio del modello descritto, la Regione Veneto ha sviluppato una procedura informatica (http://web1.regione.veneto.it/ModelloUnicoWeb/) che, a seguito della raccolta e dell'editing degli input aziendali necessari (Modulo 1a), è in grado di fornire in tempo reale una sintesi degli indici tecnici e dei bilanci dell'azoto e del fosforo. Nell'azienda utilizzata come esempio la consistenza media è di 100 scrofe in produzione, la produzione annua di suinetti è pari a 2100 (21 suinetti/scrofa/anno) e il loro peso medio di vendita è di 28 kg/capo. Le altre informazioni riguardanti la durata temporale delle fasi e le caratteristiche dei mangimi sono riportate nel Modulo 1a compilato. I risultati dell'applicazione della procedura di stima sono riportati in tabella 6.

MODULO 1a – Acquisizione dati scrofe - compilato

Azienda	xxx	Data rilievo	Xxx
Responsabile tecnico	XXX		
	Consistenza scrofe in produzione (CM_scrofe)		
Consistenza allevamento (scrofe/anno)	100		
Numero suinetti prodotti anno (Suin_prod)[1]	2100		
Peso medio di vendita dei suinetti, kg/suinetto[1]	28		
Alimentazione			
	Durata fase (giorni DUR_...	PG razioni[2] % t.q. PG_...	P razioni [2] % t.q. P_...
Fasi di allevamento			
- lattazione	21	16,4	0,65
- gestazione e asciutta,	126	14,5	0,60
- svezzamento fase I	14	16,0	0,69
- svezzamento fase II	32	18,0	0,69

Tabella 6 – Risultati di bilancio

Indicatori tecnici scrofa	valore	unità	Indicatori tecnici suinetti	valore	unità
Numero di parti anno	2,48	n./scrofa/anno	peso suinetti fine allattamento	5,5	kg/capo
Numero suinetti/scrofa/anno	21	n./scrofa/anno	peso suinetti fine prima fase svezzamento	8,3	"
Ingestione di mangime		kg/scrofa/anno	peso suinetti fine svezzamento	28,0	"
- in lattazione	255	"	Consumo mangime suinetti		"
- in gestazione	926	"	- prima fase svezzamento	3,6	"
		"	- seconda fase svezzamento	33,5	"
Totale consumo mangimi scrofa	1181	kg/scrofa/anno	Consumo mangimi suinetti	780	kg/scrofa/anno
Contenuto PG mangimi scrofa	14,91	% t.q.	Contenuto PG mangimi suinetti	17,8	% t.q.
Contenuto N mangimi scrofa	0,024	kg/kg t.q.	Contenuto N mangimi suinetti	0,0280	kg/kg t.q.
Contenuto P mangimi scrofa	0,006	"	Contenuto P mangimi suinetti	0,0069	"
Bilancio dell'azoto scrofa					
Contributo della scrofa			*Contributo dei suinetti*		
Consumo	28,2	kg/scrofa/anno	Consumo	22,2	kg/scrofa/anno
Ritenzione	4,0	"	ritenzione	12,3	"
Escrezione	24,2	"	escrezione	9,9	"
Coeff. di volatilizzazione (k_vol)	0,28	kg/kg	Coeff. di volatilizzazione (k_vol)	0,28	kg/kg
N_netto_scrofa	17,4	kg/scrofa/anno	N_netto_suinetti	7,15	kg/scrofa/anno
Bilancio del fosforo scrofa					
Contributo della scrofa			*Contributo dei suinetti*		
Consumo	7,21	kg/scrofa/anno	Consumo	5,37	kg/scrofa/anno
ritenzione	0,94	"	ritenzione	3,31	"
escrezione	6,26	"	escrezione	2,07	"
Produzione N netto/ unità scrofa			Produzione aziendale di N netto		
da bilancio	24,6	kg/scrofa/anno	da bilancio	2455	kg/anno
da DM 7/4/2006	26,4	"	da DM 7/4/2006	2640	"

Con le specifiche indicate nel modulo 1a l'applicativo prevede un'escrezione annua totale di azoto pari a 34,1 kg N/unità/scrofa/anno, di cui 24,2 kg rappresentano il contributo della scrofa e dei suinetti lattanti mentre la parte rimanente è i dovuta ai suinetti in fase di svezzamento. Con l'assunzione che il 28% di questo è volatilizzato, si ottiene un valore di azoto netto pari a 24,6 kg/scrofa/anno, che può essere confrontato con il valore riportato dal DM 7/4/2006 di 26,4 kg. L'escrezione stimata di fosforo è complessivamente pari 8,34 kg/scrofa/anno di cui circa 6,3 kg sono dovuti alla scrofa e ai suinetti neonati, mentre gli altri 2,1 kg sono dovuti ai suinetti in fase di svezzamento. L'applicativo calcola quindi le produzioni complessive aziendali di azoto netto e fosforo da cui si possono facilmente derivare i fabbisogni minimi di superficie agricola in zone vulnerabili e non.

7. Conclusioni

Superando le difficoltà e le incertezze di quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo connesse all'uso di metodi semplificati, basati sulla consistenza media di allevamento e su coefficienti standard di escrezione, la procedura consente di ottenere stime accurate delle escrezioni e basate su indici tecnici facilmente rilevabili in azienda. L'approccio di calcolo, pur basandosi sul metodo generale proposto dall'ERM (2001), è stato implementato in modo da passare da un livello animale ad uno che rappresenta l'azienda nel suo complesso. L'impiego di questa procedura può quindi costituire uno strumento utile per migliorare le pratiche di allevamento, non solo in relazione alla quantificazione delle emissioni di nutrienti, ma anche alla valutazione degli indici tecnici aziendali, aspetti che possono avere una forte valenza economica per gli allevatori. Questo strumento può permettere quindi una più semplice individuazione e implementazione delle tecniche e delle strategie di allevamento e di alimentazione più idonee per coniugare le esigenze di produzione con quelle di riduzione dell'impatto derivante dall'attività di allevamento.

8. Letteratura

ADAS, 2007. Nitrogen output of livestock excreta. ADAS report to Defra – supporting paper F2 for the consultation on implementation of the Nitrates Directive in England.

C.R.P.A., 2002. Suinicoltura italiana e costo di produzione. Bollettino n. 4.

DIAS, 1998. Standard Values for Farm Manure A Revaluation of the Danish Standard Values concerning the Nitrogen, Phosphorus and Potassium Content of Manure (H.D. Poulsen and V.F Kristensen (eds), Ministry of Food, Agriculture and Fisheries, Danish Institute of Agricultural Sciences, Tjele, DK.

Dourmad J.Y., Guingand N., Latimier P., Seve B., 1999. Nitrogen and phosphorus consumption, utilisation and losses in pig production: France. Livest. Prod Sci. 58: 199-211.

ERM, 2001. Livestock manures – Nitrogen equivalents. Copies available from: European Commission DG Environment – D1, 200 Rue de la Loi, B-1049 Brussels, Belgium.

Mahan D.C., Newton E.A., 1995. Effect of initial breeding weight on macro- and micromineral composition over three-parity period using a high roducing sow genotype. J. Anim. Sci., 73:151-158.

Mahan D.C., Shields R.G. 1998. Macro- and micromineral composition of pigs from birth to 145 kg of body weight.J. Anim. Sci. 76:506-512.

Noblet J., Etienne M. (1986). Effect of enery level in lactating sows on yield and composition of milk and nutrient balance of piglets. J. Anim. Sci. 63:1888-1896.

Ketelaars JJMH, Van der Meer HG. Establishment of criteria for the assessment of the nitrogen content of animal manures. Final Report to ERM. Wageningen, the Netherlands: Plant Research International, 2000. Report 14.

Schiavon S., Bittante G., Gallo L., Tagliapietra F., Ceolin C., 2004a. Bilancio dell'azoto negli allevamenti di suini In (Xiccato et al.) Bilancio dell'azoto in allevamenti di bovini, suini e conigli – Progetto interregionale - Legge 23/12/1999 n. 499, art. 2 - report finale, Regione Veneto.

Schiavon S., Tagliapietra F., Bailoni L., Bortolozzo A. (2004b). Effects of sugar beet pulp on growth and heath status of weaned piglets. Italian Jurnal of Animal Science, 3:337-351.

Schiavon S., Gallo L., Dal Maso M., Tagliapietra F. Bailoni L., 2007. Aspetti generali sui modelli di quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo nelle principali tipologie di allevamento del Veneto. Relazione tecnica, Regione Veneto.

Schiavon S., Dal Maso M., Tagliapietra F., Ceolin C., 2007. Modelli di quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo nei centri specializzati nello svezzamento dei suinetti del Veneto. Relazione tecnica, Regione Veneto.

Tagliapietra F., Ceolin C., Schiavon S., (2005). Sow rearing in North Italy. II. Analysis of N balance in different herds. Italian Journal of Animal Science. vol. 4 (Suppl. 2), pp. 476-478 ISSN: 1594-4077.

Van der Peet-Schwering C.M.C., Jonglbloed A.W., Aarnink A.J.A, 1999. Nitrogen and phosphorus consumption, utilisation and losses in pig production: the Netherlands. Livest. Prod. Sci. 58, 213-224.
Whittemore C., 1993. The Science and practice of pig production. Longman Scientific & Technical, Essex, UK.

Modelli di quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo nei centri specializzati per lo svezzamento dei suinetti del Veneto

Stefano Schiavon[1], Matteo Dal Maso, Chiara Ceolin

Ottobre 2007

Relazione sui modelli di bilancio dell'azoto proposti nell'allegato D del DGR del Veneto n. 2439 del 7 Agosto 2007

[1] Prof. Stefano Schiavon - Dipartimento di Scienze Animali – Università degli studi di Padova, Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (PD), Italia. Tl +39 049 8272644; E-mail: stefano.schiavon@unipd.it

1. Introduzione

Il lavoro si inserisce in un progetto della Regione Veneto che ha promosso lo sviluppo di modelli di previsione delle escrezioni di azoto e fosforo per le principali tipologie di allevamento diffuse sul territorio. Questi modelli sono stati recepiti da DGR Veneto n. 2439 del 7 agosto 2007 - allegato D. La cornice istituzionale, le finalità del progetto, gli aspetti generali riguardanti l'approccio modellistico seguito e le implicazioni derivanti dalla possibile applicazione di questo strumento nel territorio, sono descritti in dettaglio nel manoscritto introduttivo di Schiavon et al. (2007). Il presente lavoro è finalizzato a descrivere il modello messo a punto per i centri specializzati nello svezzamento di suinetti

2. Tratti essenziali del sistema di produzione

La recente diffusione anche in Italia di centri specializzati nello svezzamento del suinetto, pone l'esigenza di quantificarne le escrezioni, anche in ragione del fatto che questa categoria di allevamento non è considerata dal recente DM 7/4/2006. Prima di procedere nella descrizione del modello di bilancio delle escrezioni aziendali, è necessario fornire indicazioni relative ai principali indici tecnici e di bilancio che caratterizzano questo tipo di allevamento.

Indici tecnici

In tabella 1 vengono riportati i risultati ottenuti da una pubblicazione di Ceolin et al. (2004), basata sui dati raccolti nell'ambito del progetto inter-regionale "Bilancio dell'azoto negli allevamenti" (Schiavon et al. 2004). Anche se i dati si riferiscono ad appena 5 allevamenti, le osservazioni effettuate hanno riguardato 125 partite per un totale di 248.463 capi. I rilievi si riferiscono ad un arco temporale compreso tra il 1998 e il 2003.

Gli elementi di interesse che emergono da questi risultati riguardano in primo luogo i tempi connessi all'attività di allevamento. Nessun fattore considerato nel modello statistico di analisi ha evidenziato effetti significativi sull'interchiusura, che si è attestata intorno ai 70 giorni. La permanenza media dei suinetti in azienda è stata prossima a 53 giorni. La differenza è dovuta non solo all'applicazione di vuoti sanitari ma anche ai tempi necessari per il carico e lo scarico degli animali. Così la percentuale media di occupazione è risultata pari al 77% ed il numero di cicli effettuabili in un anno è risultato intorno a 5,35, anche se si osserva una variabilità residua di circa il 15%. La relativa costanza dei tempi connessi alle attività di allevamento, dipende dal fatto che questi allevamenti operano nell'ambito di una filiera organizzata di produzione che deve assicurare, sia agli allevamenti a monte che a valle, il rispetto di una tempistica prestabilita.

L'esigenza di mantenere relativamente costante l'interchiusura si riflette su una certa variabilità del peso vivo finale raggiunto dai suinetti. In diverse condizioni di allevamento, alimentazione e stato di salute, i suinetti raggiungono nello stesso intervallo di tempo pesi vivi finali molto diversificati. A tal riguardo si fa notare che mediamente gli allevamenti di maggiori dimensioni sono riusciti ad ottenere, nei tempi stabiliti, suinetti di peso vivo finale significativamente superiore a quelle degli allevamenti di dimensioni più contenute (26,3 vs. 29,3 kg) grazie all'ottenimento di un maggior ritmo di accrescimento (0,38 vs. 0,45 kg/d).

I consumi di mangime riflettono i differenti ritmi di accrescimento. Infatti, in quelle situazioni dove i suinetti si sono accresciuti più rapidamente, si sono riscontrati anche maggiori consumi di mangime. Il tenore medio di proteina grezza dei mangimi impiegati è stato pari 18.5-18,6 %. L'indice di conversione alimentare, 1,74 in media, coincide con quanto riscontrato in letteratura (Dourmad et al. 1999; Van der Peet-Schwering et al. 1999), anche se leggermente inferiore al valore di 1,8 riportato dall'ERM (2001). La variabilità residua del modello per questo indice di efficienza si è contenuta intorno al 5% del valore medio.

Bilancio dell'azoto

Nella tabella 1 viene anche riportato il bilancio dell'N espresso per capo allevato/ciclo, per capo/anno. Limitando l'analisi al singolo capo allevato nell'ambito di un ciclo si osserva che il

consumo di azoto è risultato mediamente pari a 1,09 kg. Questo valore è stato molto influenzato dal peso vivo finale raggiunto dai suinetti. Infatti, passando da 23 ai 32 kg di peso vivo finale il consumo di azoto passa da 0,88 a 1,36 kg/capo. I valori di ritenzione di azoto, calcolati assumendo un contenuto di azoto del kg di peso vivo realizzato pari a 0,026 kg/kg (DIAS, 1998), evidenziano come in questa fase il livello di efficienza di ritenzione dell'azoto alimentare sfiora il 50%. Valori simili sono stati riscontrati da DIAS (1998) e Dourmad et al. (1999). Considerando perdite in atmosfera pari al 28%, lo stesso dato assunto dal DM 7/4/2006 per il suino in accrescimento, si ottiene un valore medio di escrezione di azoto netto per suinetto allevato prossimo a 0,39 kg/capo, con sensibili variazioni dovute in primo luogo al peso finale di vendita. Tenendo conto del numero di cicli effettuabili in un anno, l'azoto netto al campo è mediamente pari a circa 2,05 kg/capo/anno. Anche in questo caso si evidenzia una notevolissima variabilità dovuta in particolar modo al peso finale di vendita. Infatti passando da 23 a 32 kg di peso vivo finale l'azoto netto al campo varia 1,66 a 2,55 kg/capo/anno.

Tabella 1 - Prestazioni produttive e bilancio dell'azoto in allevamenti dediti allo svezzamento (5 aziende, 125 partite, 248.463 capi, dati relativi al periodo compreso tra il 1998 e il 2003).

Fattori considerati	Classe dimensionale		Significatività (*P*)		DSR
	<2000 capi	>2000 capi	Anno	Stagione	
Capi:					
Iniziali/partita, n	1506^{A}	2895^{B}	***	***	487,5
Morti, %	4,73^{A}	1,78^{B}	***	***	2,67
Tempi:					
Interchiusura, d	71,02^{A}	68,83^{A}	ns	ns	12,18
Permanenza, d	53,57^{A}	52,50^{A}	***	***	4,36
Cicli/anno, n.	5,29^{A}	5,41^{A}	ns	ns	0,81
Prestazioni produttive:					
Peso iniziale, kg/capo	5,59^{A}	5,49^{A}	***	***	0,35
Peso finale, kg/capo	26,28^{A}	29,25^{B}	***	***	3,91
AMG, kg/capo/d	0,38^{A}	0,45^{B}	**	**	0,05
Indice di conversione	1,76^{A}	1,72^{B}	***	***	0,009
PG media mangimi, % tq	18,6^{A}	18,5^{B}	***	***	0,001
Bilancio dell'azoto:					
Per capo/ciclo, kg:					
Consumo	1,06^{A}	1,17^{B}	***	***	0,11
Ritenzione	0,54^{A}	0,60^{B}	***	***	0,04
Escrezione	0,51^{A}	0,56^{B}	*	**	0,08
N netto al campo	0,37^{A}	0,40^{B}	*	**	0,06
Per capo/anno, kg:					
N netto al campo	1,96^{A}	2,20^{B}	ns	ns	0,34
Per 100 kg peso vivo					
N netto al campo	15,6^{A}	16,5^{B}	***	***	1,8

^{A,B} Valori con apici diversi differiscono significativamente P<0,01.
***P<0,001, **P<0,01, *P<0,05. AMG = accrescimento medio giornaliero. PG =proteina grezza.

3. Approccio semplificato per quantificare l'escrezione di azoto netto

L'approccio semplificato, impiegato per la quantificazione delle escrezioni dal DM 7/4/2006 per altre categorie di animali, è basato su un fattore di escrezione che viene moltiplicato per la consistenza media di allevamento, ma in questo caso il DM 7/4/2006 non fornisce indicazioni per relative a questa categoria di suini. I dati sopra esposti consentono di indicare che per i centri specializzati nello svezzamento di suinetti si può considerare un coefficiente medio di produzione di azoto netto pari a 2,05 kg/capo/anno. Come osservato per altre categorie di allevamento, questo approccio non considera il fatto che a parità di consistenza media i parametri produttivi possono invece variare sensibilmente (numero di cicli, consumi alimentari, quantità di peso vivo prodotto e contenuti di nutrienti nei mangimi), tutti fattori correlati con l'entità delle escrezioni. Per una più corretta quantificazione delle escrezioni è quindi necessario effettuare i conteggi di bilancio non per capo mediamente presente ma per capo prodotto.

4. Input per il modello di bilancio

Tenendo conto di ciò, nel mettere a punto il modello proposto dal recente DGR Veneto n. 2439 del 7 agosto 2007 - allegato D, è stato necessario individuare le informazioni sensibili e di facile rilevazione aziendale e quindi predisporre la necessaria modulistica di acquisizione dei dati (Modulo 1). Strutturalmente il modello proposto non differisce da quelli descritti per altre specie destinate alla produzione di carne come i vitelloni, i vitelli a carne bianca e gli avicoli. I parametri di input necessari sono di seguito descritti.

MODULO 1 – Acquisizione dati suinetti in svezzamento

Azienda			Data di rilievo			
Responsabile tecnico						
	Consistenza media (capi/anno) CM	Durata media ciclo (giorni) DUR	Vuoti (giorni) Vu	Peso medio acquisto (kg) PVa	peso medio vendita (kg) PVv	Mortalità (%) M

Alimentazione per fasi

	Durata fasi (giorni) $DUR_{1,\ldots n}$	Proteina grezza mangimi[1] (% t.q.) $PG_{1\ldots,n}$	Fosforo mangimi[1] (% t.q.) $P_{1,\ldots,n}$
- fase 1			
- fase 2			
- fase 3			
- fase 4			

[1]valori espressi in riferimento ad un mangime standard contenente l'87% di ss

Consistenza di allevamento

Per consistenza di allevamento si intende il numero di capi mediamente presenti nell'allevamento nel corso dell'anno. Trattandosi di allevamenti con più cicli produttivi la presenza media viene determinata moltiplicando il numero dei capi allevati in ogni ciclo per la frazione di anno di presenza in azienda e successivamente sommando i valori (media ponderata, nell'arco dei 365 gg., del numero dei capi presenti in ogni ciclo).

Prestazioni produttive

Le informazioni riguardanti le prestazioni produttive ed in particolare la durata media dei cicli (DUR), i pesi di acquisto (PVa) e quelli di vendita (PVv) sono ricavate in base alle fatture di acquisto e di vendita dei capi di almeno quattro precedenti cicli produttivi.

Periodi di vuoto

Il periodo di vuoto (Vu), tra un ciclo e quello successivo, va calcolato come differenza media tra le date medie di vendita e quelle di arrivo delle partite successive. Tale valore si ricava in base alle fatture di acquisto e di vendita dei precedenti cicli produttivi. Nel caso in cui tale valore non fosse disponibile si utilizzerà un valore pari a 17 giorni/ciclo (Tabella 1).

Mortalità

Il dato di mortalità (M), comprensivo dei capi infortunati e venduti in urgenza, si ricava come differenza tra il numero di capi acquistati e il numero di capi venduti a fine ciclo. Tale valore si ricava in base alle fatture di acquisto e di vendita di precedenti cicli produttivi conclusisi nell'anno in corso e in quello precedente. Nella normalità ci si attende un valore prossimo al 3% (Tabella1).

Fasi alimentari

Per applicare la procedura di bilancio è necessario in primo luogo individuare la durata delle varie fasi alimentari in cui è suddiviso il ciclo di produzione. Per singola fase alimentare si intende il periodo di tempo in cui le caratteristiche dei mangimi non si modificano significativamente, con particolare riferimento al loro contenuto di proteina grezza. La durata totale del ciclo (DUR) deve essere uguale alla somma delle durate di ciascuna fase alimentare ($DUR_{1,\ldots,n}$).

Accertamento dei contenuti di proteina grezza e fosforo dei mangimi
Ai fini dell'applicazione delle procedure di bilancio è necessario procedere ad un accertamento dei contenuti di proteina grezza e fosforo delle razioni utilizzate. Il protocollo per la determinazione di questi dati è riportato in dettaglio al punto *7.1.6* dell'allegato D del citato DGR Veneto n. 2439 del 7 agosto 2007. Vanno accertati i contenuti di azoto e fosforo dei mangimi impiegati nelle diverse fasi di allevamento.

5. Modello di bilancio

Cicli di produzione e capi mediamente prodotti in un anno
Il calcolo del numero di cicli effettuati in un anno può essere definito utilizzando la relazione (eq. 1) che tiene conto della durata dei periodi di permanenza in stalla dei suinetti, dei vuoti e della mortalità. Questi parametri sono introdotti per convertire il dato di consistenza media in numero di capi prodotti (eq. 2).

Numero di cicli effettuati in un anno (cicli) (1)
Cicli = [(365/(DUR + Vu)]*(1-M/100);
dove: DUR = durata media del ciclo (giorni);
Vu = vuoti (giorni);
M = mortalità (%);

Capi prodotti anno (V_PROD) (capi/anno) (2)
(V_Prod) = cicli*CM
dove:
CM=consistenza di allevamento

Accrescimento medio giornaliero
Nella normale pratica di allevamento gli animali sono pesati solo al momento dell'acquisto e della vendita. Tuttavia, dal momento che il ciclo produttivo prevede una serie di fasi alimentari, è necessario stimare il peso vivo raggiunto al termine di ciascuna fase per poter approssimare le ingestioni alimentari realizzate per fase. La soluzione più semplice è quella di assumere che durante la fase di allevamento l'accrescimento sia costante. Il peso vivo raggiunto al termine di ciascuna fase di alimentazione può quindi essere determinato utilizzando le equazioni n. 3 e 4.

Accrescimento medio giornaliero (AMG) (kg/capo/d) (3)
AMG= (PVv-PVa)/DUR
dove:
PVa = peso medio di acquisto (kg/capo)
PVv = peso medio di vendita (kg/capo)
DUR = durata media del ciclo (giorni)

Peso vivo medio (kg/capo) al termine di ciascuna fase alimentare (PV_) (4)
$PV_{_1} = PVa + AMG*DUR_{_1}$;
$PV_{_2} = PV_{_1} + AMG*DUR_{_2}$;
$PV_{_3} = PV_{_2} + AMG*DUR_{_3}$;
$PV_{_n} = PV_{_3} + AMG*DUR_{_n}$;
dove:
$DUR_{_1,...,4}$ = durata delle fasi alimentari da 1 a 4.
La somma delle durate parziali deve coincidere con il valore complessivo di durata (DUR)

Consumi alimentari
I dati riportati in tabella 1 consentono di assumere un indice di conversione pari a 1,74. Il calcolo dei consumi di mangime viene effettuato moltiplicando l'indice di conversione per la variazione di peso vivo. Le ingestioni di mangime ($INGMANG_{_1,...,n}$) per singola fase alimentare e complessive

sono calcolate con il set di equazioni n. 5. La quantificazione dei contenuti medi ponderati di azoto e fosforo degli alimenti consumati procede quindi con le successive equazioni 6- 7.

Ingestione di mangime (87% ss) per capo e per fase (INGMang) (kg/capo) (5)

$ING_{_1} = 1,4*(PV_{_1}-PVa)$;
$ING_{_2} = 1,74*(PV_{_2}-PV_{_1})$;
$ING_{_3} = 1,74*(PV_{_3}-PV_{_2})$;
$ING_{_n} = 1,74*(PV_{_n}-PV_{_3})$;
$INGMang= ING_{_1} + ING_{_2} + ING_{_3} + ING_{_n}$;
dove:

PVa = peso vivo medio di acquisto (kg/capo)
$PV_{_1,...,n}$ = peso vivi medi raggiunti al termine delle fasi alimentari da 1 a n;

Contenuto di N medio dei mangimi (N_Mang) (kg/kg) (6)

$N_Mang = \{[ING_{_1}*(PG_{_1}/100)+ING_{_2}*(PG_{_2}/100) + ING_{_3}*(PG_{_3}/100) + ING_{_n}*(PG_{_n}/100)\}/INGMang/6,25$
dove:

$PG_{_1,..,n}$ = sono i contenuti percentuali di proteina grezza dei mangimi utilizzati nelle diverse fasi alimentari (da 1 a n), espressi in tal quale (con riferimento ad un mangime convenzionale con l'87% di ss);

Contenuto di P medio dei mangimi (P_Mang) (kg/kg) (7)

$P_Mang = \{[ING_{_1}*(P_{_1}/100)+ING_{_2}*(P_{_2}/100) + ING_{_3}*(P_{_3}/100) + ING_{_n}*(P_{_n}/100)\}/INGMang$
dove:

$P_{_1,...,n}$ = sono i contenuti percentuali di fosforo totale dei mangimi utilizzati nelle diverse fasi alimentari (da 1 a n), espressi sul tal quale (con riferimento ad un mangime convenzionale con l'87% di ss).

Bilanci dell'azoto e del fosforo per capo/anno

La quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo procede quindi utilizzando i criteri del bilancio di massa (eq. 8-14). I consumi annui di azoto e di fosforo sono determinati moltiplicando il consumo alimentare per capo prodotto per i contenuti medi di questi elementi nei mangimi e per il numero di cicli mediamente attuati in un anno. Per quantificare le ritenzioni di azoto e di fosforo si sono considerati coefficienti di ritenzione rispettivamente pari a 0,026 (Noblet e Etienne, 1986; Whittemore, 1993) e 0,007 (Mahan and Shields, 1998) kg per kg di accrescimento. Infine per quantificare le perdite di azoto in atmosfera si sono considerate perdite pari al 28% dell'azoto totale escreto, valore che il DM 7/4/2006 indica sia per le scrofe che per i suini in accrescimento.

Consumo annuo di azoto per capo mediamente presente (1 capo prodotto*n. cicli) (NC) (kg/capo/anno) (8)

NC = INGMang*N_Mang*cicli
dove:

INGMang = consumo di mangimi per capo prodotto (kg/capo);
N_Mang = contenuto di N medio dei mangimi utilizzati (kg/kg);
Cicli = numero di cicli effettuati in un anno;

Ritenzione annua di azoto per capo mediamente presente (1 capo prodotto*n. cicli) (NR) (kg/capo/anno) (9)

NR = (PVv-PVa)*cicli*k_Nr
dove:

PVa = peso medio di acquisto (kg/capo)
PVv = peso medio di vendita (kg/capo)
Cicli = numero di cicli di allevamento effettuati in un anno x la linea di produzione esaminata;
k_Nr = Azoto ritenuto per unità di peso vivo realizzato; k_Nr =0,026 kg/kg

Escrezione annua di azoto per capo mediamente presente (Nex) (kg/capo/anno) (10)

Nex = NC-NR
dove:

NC = consumo annuo di azoto per capo mediamente presente (kg/capo/anno)
NR = ritenzione annua di azoto per capo mediamente presente (kg/capo/anno)

Produzione annua di azoto netto per capo mediamente presente (N_netto) (kg/capo/anno) (11)

N_netto = Nex*(1-k_vol)
dove:

Nex = escrezione annua di azoto per capo mediamente presente (kg/capo/anno)

k_vol = coefficiente di volatilizzazione (k_vol = 0,28 da DM 7/4/2006)

Consumo annuo di fosforo per capo mediamente presente (PC) (kg/capo/anno) (12)
PC = INGMang*P_Mang*cicli

Ritenzione annua di fosforo per capo mediamente presente (PR) (kg/capo/anno) (13)
PR = (PVv-PVa)*kPr*cicli
dove:
PVa = peso medio (kg) dei capi acquistati
PVv = peso medio (kg) dei capi venduti
kPr = fosforo ritenuto per unità di peso vivo realizzato; kPr = 0,007 kg/kg

Escrezione annua di fosforo per capo mediamente presente (Pex) (kg/capo/anno) (14)
Pex = PC-PR
dove:
PC = consumo annuo di fosforo per capo mediamente presente (kg/capo/anno)
PR = ritenzione annua di fosforo per capo mediamente presente (kg/capo/anno)

Produzioni annue aziendali di azoto e fosforo

Le quantità di azoto e fosforo prodotte dall'azienda nel suo complesso sono dunque quantificate moltiplicando le escrezioni annue medie per capo/anno per i dati di consistenza media

Produzione di azoto netto aziendale (N_netto_az) (kg/anno/azienda) (15)
N_netto_az = (N_netto)*(CM)

Produzione di fosforo escreto aziendale (Pex_az) (kg/anno/azienda) (16)
Pex_az = (Pex)*(CM)

6. Valori attesi di produzione di azoto e fosforo di suinetti in svezzamento

Dall'applicazione delle funzioni sopra riportate si può giungere ad una stima delle escrezioni totali e nette di N per suinetto in funzione del peso alla vendita, della durata del ciclo e del livello di proteina grezza dei mangimi. I valori attesi derivanti dall'interazione dei tre principali fattori di variabilità, sono riportati nelle tabelle 2 e 3.

Tabella 2 - Escrezione azoto di suinetti in centri di svezzamento (kg/capo/anno). Valori attesi in funzione del peso di vendita, dei livelli di proteina grezza dei mangimi e della durata del ciclo.

PG media alimenti	durata ciclo	Peso alla vendita, kg/capo					
		20	22	24	26	28	30
% tq	giorni	N netto (kg/capo/anno)					
17	50	1,64	1,86	2,08	2,31	2,54	2,76
18	50	1,85	2,10	2,36	2,61	2,86	3,13
19	50	2,06	2,35	2,63	2,92	3,19	3,49
20	50	2,28	2,58	2,90	3,21	3,53	3,85
17	53	1,57	1,78	2,00	2,21	2,43	2,64
18	53	1,76	2,01	2,25	2,50	2,75	2,99
19	53	1,97	2,25	2,51	2,79	3,06	3,33
20	53	2,18	2,47	2,78	3,08	3,38	3,68
17	56	1,50	1,71	1,92	2,13	2,33	2,53
18	56	1,69	1,93	2,17	2,40	2,63	2,86
19	56	1,89	2,15	2,42	2,68	2,93	3,19
20	56	2,08	2,38	2,67	2,94	3,24	3,53

[1] Nei conteggi si sono assunti 17 giorni di vuoto per ciclo, una mortalità del 3%.

Si osserva come a parità di contenuto di proteina grezza dei mangimi le escrezioni di azoto, al netto delle perdite volatili, variano in modo molto considerevole con il peso vivo di vendita. A parità di condizioni, la riduzione di un punto percentuale della proteina grezza dei mangimi si accompagna ad una diminuzione delle produzione di azoto netto di circa il 10%. I valori riportati in tabella 2 sono paragonabili a quelli riportati da Dourmad et al. (1999) e da Van der Peet-Schwering et al. (1999).

Tabella 3 – Produzione di azoto netto di suinetti in centri di svezzamento (kg/capo/anno). Valori attesi in funzione del peso di vendita, dei livelli di proteina grezza dei mangimi e della durata del ciclo.

PG media alimenti % tq	Durata ciclo giorni	Peso alla vendita, kg/capo					
		20	22	24	26	28	30
		N netto (kg/capo/anno)					
17	50	1,18	1,34	1,50	1,66	1,83	1,99
18	50	1,33	1,51	1,70	1,88	2,06	2,25
19	50	1,48	1,69	1,89	2,10	2,30	2,51
20	50	1,64	1,86	2,09	2,31	2,54	2,77
17	53	1,13	1,28	1,44	1,59	1,75	1,90
18	53	1,27	1,45	1,62	1,80	1,98	2,15
19	53	1,42	1,62	1,81	2,01	2,20	2,40
20	53	1,57	1,78	2,00	2,22	2,43	2,65
17	56	1,08	1,23	1,38	1,53	1,68	1,82
18	56	1,22	1,39	1,56	1,73	1,89	2,06
19	56	1,36	1,55	1,74	1,93	2,11	2,30
20	56	1,50	1,71	1,92	2,12	2,33	2,54

[1] Nei conteggi si sono assunti 17 giorni di vuoto per ciclo, una mortalità del 3% e perdite di volatilizzazione dell'azoto pari al 28%.

I valori attesi di escrezione di fosforo sono riportati in tabella 4. Anche in questo caso si osserva la notevole variabilità dovuta ai diversi fattori. I risultati indicano che per un suinetto acquistato a 5,5 kg, venduto ad un peso di 28 kg e allevato per 53 giorni con razioni contenenti tra lo 0,7 e il 0,8% di P, le escrezioni annue attese variano da 0,65 a 0,81 kg/capo/anno (0,12 a 0,16 kg per singolo capo prodotto). I risultati sono in accordo con Dourmad et al. (1999) che indicano un valore di escrezione di 0.15 kg/capo per suinetti allevati da 8 a 28 kg di PV con mangimi contenenti 0,72 % di P. DIAS (1998) propone escrezioni di 0,15 e 0,19 kg P/capo, rispettivamente per intervalli di peso vivo 7,5-25 e 7,5-30 kg. Van der Peet-Schwering et al. (1999) suggeriscono escrezioni di fosforo di 0,06 kg/capo per suinetti allevati da 7,5 a 26,0 kg di PV con mangimi contenenti 0,54% di P.

Tabella 4 – Produzione annua di fosforo di suinetti in centri di svezzamento (kg/capo/anno). Valori attesi in funzione del peso di vendita, dei livelli fosforo dei mangimi e della durata del ciclo [1].

P medio degli alimenti % tq	durata ciclo giorni	Peso alla vendita, kg/capo					
		20	22	24	26	28	30
		P netto kg/capo/anno					
0.6	50	0,27	0,31	0,35	0,38	0,42	0,46
0,7	50	0,44	0,51	0,57	0,64	0,70	0,76
0,8	50	0,54	0,62	0,70	0,77	0,85	0,92
0,6	53	0,26	0,30	0,33	0,37	0,40	0,44
0,7	53	0,42	0,48	0,53	0,59	0,65	0,71
0,8	53	0,52	0,60	0,67	0,74	0,81	0,88
0,6	56	0,25	0,28	0,32	0,35	0,39	0,42
0,7	56	0,40	0,43	0,48	0,53	0,58	0,63
0,8	56	0,50	0,57	0,64	0,71	0,78	0,85

[1] Nei conteggi si sono assunti 17 giorni di vuoto per ciclo, una mortalità del 3%.

Va comunque sottolineato che i valori delle tabelle 2, 3 e 4, in riferimento soprattutto ai livelli di proteina grezza e fosforo più bassi, non sono da considerare come il risultato di prassi consolidate e convalidate di alimentazione a basso impatto. Prima di procedere ad una riduzione degli apporti alimentari di proteina grezza e fosforo, rispetto ai livelli convenzionali, è quindi necessario verificare attentamente le caratteristiche chimico-nutrizionali delle razioni per evitare penalizzazioni sulle prestazioni produttive e sulle caratteristiche di qualitative dei prodotti. Come già avviene già da tempo in altri Paesi, la progettazione e la realizzazione di specifiche ricerche per l'individuazione di strategie di alimentazione a basso impatto dovrebbe riguardare in modo sinergico il mondo operativo quello della ricerca e delle istituzioni.

7. Esempio applicativo

Per favorire l'applicazione nel territorio del modello descritto, la Regione Veneto ha sviluppato una procedura informatica (http://web1.regione.veneto.it/ModelloUnicoWeb/) che, a seguito della raccolta e dell'editing degli input aziendali necessari (Modulo 1a), è in grado di fornire

in tempo reale una sintesi degli indici tecnici e dei bilanci dell'azoto e del fosforo. Nell'azienda utilizzata come esempio la consistenza media è di 2000 suini acquistati ad un peso vivo medio di 5,5 kg e venduti a 27,0 kg. Tra un ciclo e quello successivo vi è un periodo di vuoto medio pari a 20 giorni e la mortalità è intorno al 3%. Durante il ciclo di produzione si sono individuate quattro fasi alimentari, della durata di 7, 14, 14 e 15 giorni rispettivamente (50 giorni), in cui vengono utilizzati mangimi con le caratteristiche riportate nel modulo 1a adeguatamente compilato. I risultati dell'applicazione della procedura di stima sono riportati in tabella 5.

MODULO 1a – Acquisizione dati suinetti in svezzamento - compilato

Azienda	xxxxxxx		Data di rilievo		xxxxxxx	
Responsabile tecnico	xxxxxxx					
DATI TECNICI	Consistenza media (capi/anno) CM	Durata media ciclo (giorni) DUR	Vuoti (giorni) Vu	Peso medio acquisto (kg) PVa	peso medio vendita (kg) PVv	Mortalità (%) M
	2000	50	20	5,5	27,0	3

Alimentazione per fasi

	Durata fasi (giorni) $DUR_{_1,\ldots n}$	Proteina grezza mangimi[1] (% t.q.) $PG_{_1\ldots,n}$	Fosforo mangimi[1] (% t.q.) $P_{_1,\ldots,n}$
- fase 1	7	16,0	0,8
- fase 2	14	16,0	0,8
- fase 3	14	19,0	0,8
- fase 4	15	19,0	0,8

[1]valori espressi in riferimento ad un mangime standard contenente l'87% di ss

Tabella 5 – Risultati di bilancio

Indicatori tecnici	valori	unità
Numero di cicli	5,06	cicli/anno
Capi prodotti	10116	capi/anno
Accrescimento medio giornaliero	0,430	kg/d
Pesi vivi al termine:		
- della prima fase alimentare	8,51	kg/capo
- della seconda fase alimentare	14,53	"
- della terza fase alimentare	20,55	"
- della quarta fase alimentare	27,00	"
Consumi di mangime		
- prima fase alimentare	5,24	"
- seconda fase alimentare	10,47	"
- terza fase alimentare	10,47	"
- quarta fase alimentare	11,22	"
Totale	37,40	"
Contenuto medio di PG dei mangimi	17,74	% t.q.
Contenuto medio di N dei mangimi	0,0284	kg/kg t.q.
Contenuto medio di P dei mangimi	0,008	

Bilancio dell'azoto per capo mediamente presente		
consumo	5,371	kg/capo/anno
ritenzione	2,827	"
escrezione	2,543	"
k_vol	0,280	kg/kg
N_netto	1,831	kg/capo/anno
Bilancio del fosforo per capo mediamente presente		
consumo	1,514	"
ritenzione	0,761	"
escrezione	0,753	"
Produzione annua aziendale di N netto		
da bilancio	3662	kg/anno
da DM 7/4/2006	-	

L'applicativo prevede una produzione annuale di 10116 suinetti, un accrescimento medio giornaliero di 0,430 kg/d, un consumo di alimenti corrispondente a 37,4 kg/capo contenenti in media il 17,74% di proteina grezza e lo 0,8% di fosforo. I risultati di bilancio dell'azoto indicano pertanto un consumo pari a 5,37 kg/capo/anno, una ritenzione di 2,83 kg/capo/anno e una escrezione di azoto di 2,54 kg/capo/anno. Utilizzando un coefficiente di volatilizzazione dell'azoto pari al 28% dell'azoto escreto la produzione stimata di azoto netto si attesta intorno a 1,83 kg/capo/anno. Il bilancio del fosforo indica un consumo, una ritenzione ed una escrezione rispettivamente pari a 1,51, 0,76 e 0,75 kg/capo/anno. Questi valori sono simili a quelli riportati da DIAS (1998). L'applicativo calcola quindi le produzioni complessive aziendali di azoto netto e fosforo da cui si possono facilmente derivare i fabbisogni minimi di superficie agricola in zone vulnerabili e non.

8. Conclusioni

I risultati di questo lavoro indicano che per la quantificazione semplificata delle produzioni di azoto netto dagli allevamenti di suinetti in svezzamento può essere proposto un coefficiente di emissione pari a 2,05 kg/capo/anno. Nelle singole realtà aziendali però le emissioni possono variare considerevolmente soprattutto in funzione dei pesi di arrivo, di vendita e dei contenuti di proteina grezza dei mangimi.

Superando le incertezze di quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo connesse all'uso del metodo semplificato, il modello proposto consente di ottenere stime delle escrezioni più accurate e basate su indici tecnici facilmente rilevabili in azienda. L'approccio, pur basandosi sul metodo generale proposto dall'ERM (2001), è stato implementato in modo da passare da un livello animale ad uno che rappresenta l'azienda nel suo complesso. L'impiego di questa procedura può quindi costituire uno strumento utile per migliorare le pratiche di allevamento, non solo in relazione alla quantificazione delle emissioni di nutrienti, ma anche alla valutazione degli indici tecnici aziendali, aspetti che possono avere una forte valenza economica per gli allevatori. Questo strumento può permettere quindi una più semplice individuazione e implementazione delle tecniche e delle strategie di allevamento e di alimentazione più idonee per coniugare le esigenze di produzione con quelle di riduzione dell'impatto derivante dall'attività di allevamento.

9. Letteratura

Ceolin C., Schiavon S., Tagliapietra F., Gallo L. 2004. Performance produttive e bilancio dell'azoto in allevamenti specializzati nello svezzamento di suinetti. In: Atti della Società Italiana di Scienze Veterinarie. 58° Convegno Nazionale S.I.S.Vet. 23-25 settembre (vol. 58).

DIAS, 1998. Standard Values for Farm Manure A Revaluation of the Danish Standard Values concerning the Nitrogen, Phosphorus and Potassium Content of Manure (H.D. Poulsen and V.F Kristensen (eds), Ministry of Food, Agriculture and Fisheries, Danish Institute of Agricultural Sciences, Tjele, DK.

Dourmad J.Y., Guingand N., Latimier P., Seve B., 1999. Nitrogen and phosphorus consumption, utilisation and losses in pig production: France. Livest. Prod. Sci. 58: 199-211.

ERM, 2001. Livestock manures – Nitrogen equivalents. Copies available from: European Commission DG Environment – D1, 200 Rue de la Loi, B-1049 Brussels, Belgium.

Mahan D.C., Shields R.G. 1998. Macro- and micromineral composition of pigs from birth to 145 kg of body weight.J Anim. Sci. 76:506-512.

Noblet J., Etienne M. (1986). Effect of energy level in lactating sows on yield and composition of milk and nutrient balance of piglets. J. Anim. Sci. 63:1888-1896.

Schiavon S., Bittante G., Gallo L., Tagliapietra F., Ceolin C., 2004. Bilancio dell'azoto negli allevamenti di suini In (Xiccato et al.) Bilancio dell'azoto in allevamenti di bovini, suini e conigli – Progetto interregionale - Legge 23/12/1999 n. 499, art. 2 - report finale, Regione Veneto.

Schiavon S., Gallo L., Dal Maso M., Tagliapietra F., Bailoni L., 2007. Aspetti generali sui modelli di quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo nelle principali tipologie di allevamento del Veneto. Relazione tecnica, Regione Veneto.

Van der Peet-Schwering C.M.C., Jonglbloed A.W., Aarnink A.J.A, 1999. Nitrogen and phosphorus consumption, utilisation and losses in pig production: the Netherlands. Livest. Prod. Sci. 58, 213-224.

Whittemore C., 1993. The Science and practice of pig production. Longman Scientific & Technical, Essex, UK.

Dipartimento di Scienze Animali, Università degli Studi di Padova

Modelli di quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo negli allevamenti di ovaiole del Veneto

Stefano Schiavon[1], Matteo Dal Maso, Franco Tagliapietra

Ottobre 2007

Relazione sui modelli di bilancio dell'azoto proposti nell'allegato D del DGR del Veneto n. 2439 del 7 Agosto 2007

[1] Prof. Stefano Schiavon - Dipartimento di Scienze Animali – Università degli studi di Padova, Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (PD), Italia. Tl +39 049 8272644; E-mail: stefano.schiavon@unipd.it

1. Introduzione

Il lavoro si inserisce in un progetto promosso dalla Regione Veneto e finalizzato allo sviluppo di modelli di previsione delle escrezioni di azoto e fosforo per le principali tipologie di allevamento diffuse sul territorio. Questo allo scopo di consentire l'applicazione di quanto previsto dal DM 7/4/2006 che prevede la possibilità di effettuare bilanci dell'azoto aziendali adeguati alle specifiche realtà di allevamento, seguendo indicazioni contenute in relazioni scientifiche e manuali indicati dalle Regioni. Questi modelli sono stati recepiti da DGR Veneto n. 2439 del 7 agosto 2007 - allegato D. La cornice istituzionale, le finalità del progetto, gli aspetti generali riguardanti l'approccio modellistico seguito e le conseguenti implicazioni, sono descritti in dettaglio nel capitolo introduttivo di Schiavon et al. (2007). Nel presente lavoro viene descritto il modello messo a punto per gli allevamenti di ovaiole.

2. Elementi di caratterizzazione del sistema produttivo

Per le galline ovaiole il DM 7/4/2006 indica una produzione di azoto netto pari a 0,46 kg/capo/anno. Questo valore, che deriva dal progetto inter-regionale "Bilancio dell'azoto negli allevamenti" (Franchini, 2004) è stato calcolato sulla base dei dati riportati in tabella 1, considerati rappresentativi della realtà nazionale.

Tabella 1 - Indici tecnici e bilancio dell'azoto nelle ovaiole (DM 7/4/2006)

Indici	Unità di misura	Valori
Ciclo produttivo	d	469
Vuoto sanitario	d	14
Frazione di ciclo/anno	d	0,75
Peso vivo iniziale	n.	1,47
Peso vivo finale	kg/capo	2,15
Produzione di uova	kg/capo	16,63
Contenuto di azoto nelle uova	kg/capo/anno	0,017
Indice di conversione	kg/kg	2,10
Proteina grezza mangimi	kg/kg	0,169
N immesso	kg/kg	0,97
N ritenuto (nell'organismo e nelle uova)	kg/capo/anno	0,31
N escreto	"	0,66
N netto al campo (perdite per volatilizzazione: 30%)	"	0,46

3. Input per il modello di bilancio

L'approccio semplificato impiegato per la quantificazione delle escrezioni di azoto netto dal DM 7/4/2006, è basato su un fattore di escrezione (0,46 kg N/capo/anno) che viene moltiplicato per la consistenza media di allevamento. Questo approccio non tiene conto che, a parità di consistenza, le escrezioni possono variare sensibilmente ad esempio in relazione ai livelli produttivi e alle caratteristiche compositive dei mangimi. Per una più accurata quantificazione delle escrezioni è quindi opportuno considerare nei conteggi i principali fattori di variabilità che caratterizzano l'allevamento. Per la messa a punto del modello di bilancio aziendale, proposto dal recente DGR n. 2439 del 7 agosto 2007 - allegato D, si sono quindi individuate le informazioni necessarie e predisposta la modulistica di acquisizione dei dati (Modulo 1). Gli input necessari per la quantificazione aziendale delle produzioni di azoto netto e di fosforo sono di seguito descritti.

Durata dei cicli, vuoti sanitari, mortalità, consistenza di allevamento e prestazioni produttive

Nelle ovaiole il ciclo produttivo dura, solitamente, più di un anno e il periodo minimo di vuoto sanitario, fissato per Ordinanza del Ministero della Salute del 10 ottobre 2005 (GU n. 240 del 14/10/2005) al fine di garantire una adeguata pulizia e disinfezione dei locali di allevamento, è di 21 giorni. Questo valore è maggiore rispetto ai 14 giorni indicati dall'ERM (2001). Da informazioni raccolte presso l'industria risulta inoltre che nelle condizioni ordinarie i periodi vuoto superano frequentemente i 30 giorni. Ai fini dell'applicazione della metodologia di bilancio, il periodo di vuoto (Vu) tra un ciclo e quello successivo va calcolato come differenza media tra le date medie di vendita e quelle di arrivo delle partite successive. Tale valore si ricava in base alle fatture di

acquisto e di vendita di almeno due precedenti cicli produttivi. In mancanza di tale dato si utilizza un valore pari a 21 giorni/ciclo. Analogamente il dato di mortalità (M) si ricava come differenza tra il numero di capi acquistati e il numero di capi venduti a fine ciclo. Tale valore si ricava in base alle fatture di acquisto e di vendita di due precedenti cicli produttivi. Si può considerare un valore di riferimento pari al 5%. Anche i dati riguardanti le prestazioni produttive ed in particolare la produzione di uova, espressa come media giornaliera aziendale (kg/d), i pesi di acquisto (PVa) e quelli di vendita (PVv) delle ovaiole (kg/capo) sono ricavati in base alle fatture di acquisto e di vendita di almeno due precedenti cicli produttivi. Tenendo conto di questi aspetti, al fine di riportare su base annuale i dati di produzione, di consumo alimentare e di bilancio dei nutrienti riferiti al ciclo, è necessario introdurre un fattore di correzione temporale: kc = [365/(DUR+Vu)]*(1-M*0,5/100); dove: DUR rappresenta la durata media del ciclo (giorni), Vu i periodi di vuoto (giorni) e M rappresenta la mortalità (%). Assumendo una durata del ciclo di 410 d, un periodo di vuoto di 21 giorni e una mortalità del 5%, il coefficiente di correzione assume un valore di 0,82. Per una durata del ciclo di 405 giorni e 14 giorni di vuoto, l'ERM (2001) propone un valore standard di 0,87, nel modello proposto dall'ASAE (2003) si indica invece 0,80.

Fasi alimentari e accertamento dei contenuti di proteina grezza e fosforo dei mangimi
Ai fini dell'applicazione del modello di bilancio è infine necessario procedere all'accertamento della durata delle diverse fasi alimentari e dei contenuti di proteina grezza e fosforo delle razioni utilizzate in ciascuna di esse. Il protocollo per la determinazione di questi dati è riportato in dettaglio al punto *8.1.6* dell'allegato D del citato DGR Veneto n. 2439 del 7 agosto 2007.

MODULO 1 – Acquisizione dati ovaiole

Azienda		Data di rilievo	
Responsabile tecnico			

DATI TECNICI	Consistenza media (capi/anno) CM	Durata media ciclo (giorni) DUR	Vuoti (giorni) Vu	Peso medio acquisto (kg/capo) PVa	Peso medio vendita (kg/capo) PVv	Mortalità (%) M

Produzione aziendale di uova:
-produzione media giornaliera (Prod_uova_d) [ ] kg/giorno

Alimentazione per fasi

	Durata fasi (giorni) $DUR_{_1,\ldots,n}$	Proteina grezza mangimi [1] (% t.q.) $PG_{_1,\ldots,n}$	Fosforo mangimi (% t.q.) $P_{_1,\ldots,n}$
- fase 1			
- fase 2			
- fase 3			
- fase n			

[1] valori espressi sul tal quale in riferimento ad un mangime standard con l'87% di ss

4. Modello di bilancio

Il modello aggrega le informazioni sopra descritte per giungere ad una quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo rappresentativa del capo medio e dell'azienda nel suo complesso. Il fattore di correzione (eq. n. 1), è utilizzato per riportare su base annuale e per capo, la variazione di peso vivo della gallina (eq. n. 2) e la sua produzione di uova (eq. n. 3) durante il ciclo. Per il calcolo dei consumi alimentari (eq. n. 4 e 5) si è considerato, da tabella 1 (DM 7/4/2006), un indice di conversione pari a 2,1 kg/kg. Con le equazioni 6 e 7 si calcolano poi contenuti medi di azoto e fosforo dei mangimi, ponderando i consumi in proporzione alla durata di ciascuna fase rispetto a quella totale.

Fattore di correzione (1)
kc = [365/(DUR+Vu)]*(1-M*0,5/100)

Variazione di peso vivo per ovaiola e per anno (kg/capo/anno) (2)
Var_PV = (PVv-PVa)*kc

Produzione media di uova per ovaiola e per anno (kg/capo/anno) (3)
Prod_uova_ovaiola = Prod_uova_d/CM*DUR*kc

Indice di conversione
IC=2,1*Prod_uova_ovaiola (4)

Consumo di mangime per ovaiola e per anno (kg/capo/anno) (5)
INGMANG = IC*Prod_uova_ovaiola

Contenuto medio di N dei mangimi (6)
$N_MANG = (PG_{_1}*DUR_{_1}/DUR + PG_{_2}*DUR_{_2}/DUR + PG_{_3}*DUR_{_3}/DUR + PG_{_4}*DUR_{_4}/DUR)/100/6,25$

Contenuto medio di P dei mangimi (7)
$P_MANG = (P_{_1}*DUR_{_1}/DUR + PG_{_2}*DUR_{_2}/DUR + PG_{_3}*DUR_{_3}/DUR + PG_{_4}*DUR_{_4}/DUR)/100$

Bilanci annui dell'azoto e del fosforo con riferimento ad un posto ovaiola

La quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo procede quindi utilizzando i criteri del bilancio di massa (eq. n. 8-14). I consumi annui di azoto e fosforo sono determinati moltiplicando il consumo alimentare annuo per ovaiola per il contenuto medio dei due elementi nelle razioni. Per le ritenzioni di azoto si è considerato un contenuto di azoto corporeo e delle uova rispettivamente pari a 0,0280 e 0,0185 kg/kg (ERM, 2001). Le ritenzioni di fosforo nel corpo e nelle uova sono state assunte pari a 0,007 e 0,002 kg/kg (DIAS 1998). Infine, le perdite di azoto in atmosfera sono state assunte pari al 30% dell'azoto escreto, valore proposto dall'ERM (2001) che si ritrova anche nel DM 7/4/2006.

Consumo annuo di N per ovaiola (kg/capo/anno) (8)
NC = INGMANG*N_MANG

Ritenzione annua di azoto per ovaiola (kg/capo/anno) (9)
NR = Var_PV*0,0280+ Prod_uova_ovaiola*0,0185
dove:
0,0280 = contenuto di azoto corporeo (kg/kg)
0,0185 = contenuto di azoto delle uova (kg/kg)

Escrezione annua di azoto per ovaiola (kg/capo/anno) (10)
Nex= NC-NR

Azoto netto prodotto per ovaiola (kg/capo/anno) (11)
N_netto= Nex*(1-k_vol)
dove: k_vol = 0,30

Consumo annuo di fosforo per ovaiola (kg/capo/anno) (12)
PC = INGMANG*P_MANG

Ritenzione annua di fosforo per ovaiola (kg/capo/anno) (13)
PR = Var_PV*0,007+ Prod_uova_ovaiola*0,0021
dove:
0,007 = contenuto di fosforo corporeo (kg/kg)
0,002 = contenuto di fosforo delle uova (kg/kg)

Escrezione annua di fosforo per ovaiola (kg/capo/anno) (14)
Pex= PC-PR

Produzioni annue aziendali di azoto netto e fosforo

Le quantità di azoto e fosforo prodotte dall'azienda nel suo complesso sono dunque quantificate moltiplicando le escrezioni annue medie per capo/anno per i dati di consistenza media.

Produzione aziendale di azoto netto (kg/anno/azienda) (15)
N_netto_az = N_netto*CM

Produzione aziendale di fosforo (kg/anno/azienda) (16)
P_az= Pex*CM

5. Valori attesi di produzione di azoto e di fosforo

In tabella 2 e 3 si riportano i livelli di escrezione azotata e di fosforo attesi in relazione agli indici di conversione, ai contenuti di proteina grezza e fosforo dei mangimi, al fattore di correzione temporale e al livello di produzione di uova.

Tabella 2 - Escrezione totale di azoto delle galline ovaiole (kg/capo/anno). Valori attesi in funzione degli indici di conversione, dei contenuti di proteina grezza dei mangimi, dei tempi di occupazione e del livello di produzione.

Indice di conversione	Proteina grezza mangimi	Fattore di correzione	Produzione di uova (kg/capo/ciclo)				
	% media	(kc)	18	19	20	21	22
2,1	15,5	0,84	0,50	0,53	0,56	0,59	0,61
2,1	16,5	0,84	0,55	0,58	0,61	0,65	0,68
2,1	17,5	0,84	0,60	0,64	0,67	0,70	0,74
2,1	18,0	0,84	0,63	0,66	0,70	0,73	0,77
2,1	15,5	0,87	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64
2,1	16,5	0,87	0,57	0,60	0,64	0,67	0,70
2,1	17,5	0,87	0,62	0,66	0,69	0,73	0,77
2,1	18,0	0,87	0,65	0,69	0,72	0,76	0,80
2,5	15,5	0,84	0,65	0,69	0,72	0,76	0,80
2,5	16,5	0,84	0,71	0,75	0,79	0,83	0,87
2,5	17,5	0,84	0,77	0,82	0,86	0,90	0,95
2,5	18,0	0,84	0,83	0,88	0,93	0,97	1,02
2,5	15,5	0,87	0,67	0,71	0,75	0,79	0,83
2,5	16,5	0,87	0,74	0,78	0,82	0,86	0,90
2,5	17,5	0,87	0,80	0,84	0,89	0,93	0,98
2,5	18,5	0,87	0,86	0,91	0,96	1,01	1,06

Si osserva le escrezioni di N e P sono influenzate in modo rilevante dall'indice di conversione. L'ERM (2001) suggerisce un valore di 2,5 ma altre fonti suggeriscono per la tipologia di allevamento in gabbia, valori sensibilmente inferiori. Indici di conversione di 2,07 e 2,81 kg/kg sono riportati da Danish Poultry Council (2003) per rappresentare, rispettivamente, ovaiole allevate in gabbia e galline allevate a terra con metodo biologico. E' significativo ricordare che in Italia le ovaiole sono in larghissima parte (oltre il 96%) stabulate in gabbia (Carbonari F., 2004), in un sistema di produzione fortemente integrato con l'industria, sia per l'approvvigionamento di materia prime (mangimi, animali), che per la trasformazione e la vendita. Per il Regno Unito, ADAS (2007) indica valori di IC pari a 2,29 e 2,53 kg/kg, rispettivamente per le tipologie di allevamento in gabbia e a terra. Preisinger e Flock (2000) hanno evidenziato che dal 1980 fino al 1997 in Germania, a seguito dell'attività di miglioramento genetico, gli indici di conversione si sono ridotti da 2,46 a 2,10 kg/kg e che in un decennio ci si può attendere un riduzione degli indici di conversione di 0,28 kg/kg. L'European Commission (2003) riporta per i ceppi selezionati di ovaiole, un indice di conversione pari a 1,77 e poi indica valori di riferimento compresi tra 2,15 e 2,50 kg/kg, dove il valore più elevato si riferisce ai sistemi su lettiera. Il documento dell'ASAE (2003) utilizza per il calcolo delle escrezioni di azoto e fosforo delle ovaiole un indice di conversione di 1,994 kg/kg.

Utilizzando dati forniti dall'industria, relativi ai consumi alimentari, ai pesi vivi finali e alla produzione di uova di ovaiole appartenenti a diversi ceppi genetici, si è ricavata la seguente relazione: IC =4,117-0,9638*PVf+0,0025*Uova kg/anno. Tale equazione assegna un effetto di segno negativo al peso finale (mole) e un effetto di segno positivo alla produzione di uova. Assumendo una produzione di uova pari a 17 kg/anno e pesi vivi finali compresi tra 1,9 e 2,2 kg/ovaiola, la funzione stima IC rispettivamente pari a 2,32 e 2,04 kg/kg. Questi valori sono in linea con la letteratura sopra citata e sono anche correlati (R^2 = 0,64) con i dati raccolti da Franchini et al. (2004) riportati nel DM 7/4/2006 (tabella g, note alla tabella 2 dell'allegato 1). Tuttavia, l'equazione non è applicabile al di fuori dei range di peso vivo indicato. Infatti, analizzando dati ricavati da un allevamento di ovaiole da cova, è risultato che i pesi medi di acquisto e di vendita sono rispettivamente 2,5 e 3,6 kg/capo e che la produzione di uova si aggira intorno a 12,6 kg/anno. Con questi dati la funzione stima un indice di conversione pari ad appena 0,68 kg/kg, valore poco credibile. Pertanto, desiderando mantenere un modello più generalizzabile, si è ritenuto più ragionevole proporre l'impiego di un valore di IC costante e pari a 2,1 kg/kg, cioè il valore indicato nel DM 7/4/2006 (tabella g, note alla tabella 2 dell'allegato 1).

Tabella 3 - Escrezione di fosforo delle galline ovaiole (kg/capo/anno). Valori attesi in funzione degli indici di conversione, dei contenuti di proteina grezza dei mangimi, dei tempi di occupazione e del livello di produzione.

Indice di conversione	Fosforo nei mangimi	Fattore di correzione	Produzione di uova (kg/capo/ciclo)				
	% media	(kc)	18	19	20	21	22
2,1	0,0055	0,84	0,14	0,15	0,16	0,16	0,17
2,1	0,0060	0,84	0,16	0,17	0,17	0,18	0,19
2,1	0,0065	0,84	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21
2,1	0,0070	0,84	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23
2,1	0,0055	0,87	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18
2,1	0,0060	0,87	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20
2,1	0,0065	0,87	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22
2,1	0,0070	0,87	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24
2,5	0,0055	0,84	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21
2,5	0,0060	0,84	0,19	0,20	0,21	0,23	0,24
2,5	0,0065	0,84	0,21	0,22	0,24	0,25	0,26
2,5	0,0070	0,84	0,23	0,24	0,26	0,27	0,28
2,5	0,0055	0,87	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22
2,5	0,0060	0,87	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24
2,5	0,0065	0,87	0,22	0,23	0,24	0,26	0,27
2,5	0,0070	0,87	0,24	0,25	0,27	0,28	0,29

Analogamente a quanto osservato per altre specie, la riduzione di un punto percentuale di proteina grezza consente di abbassare di circa il 10% l'entità delle escrezioni di azoto. I livelli di proteina grezza dei mangimi utilizzati nelle galline ovaiole si riducono durante il ciclo produttivo. Mediamente l'ERM (2001) suggerisce valori intorno al 17,5%, il DM 7/4/2006 indica un valore leggermente inferiore al 17%, l'ADAS (2007) riporta valori di 16,5 e 17,0%, rispettivamente per ovaiole in gabbia e a terra, L'ASAE (2003) indica, per ovaiola e per ciclo, consumi di proteina grezza e di sostanza secca rispettivamente pari a 6,5 kg e 36,64 kg, che corrispondono ad un tenore di proteina grezza del 15,6% sul mangime tal quale, mentre DIAS (1998) indica un valore del 17%.

Come visto anche il fattore di correzione temporale incide sulle escrezioni, anche se in misura più contenuta rispetto alle variazioni dovute al livello produttivo. Può essere utile, per quest'ultima variabile, riportare alcuni valori di produttività citati da diverse fonti. L'ERM (2001) indica una produzione di uova per ciclo di 18 kg/ovaiola, il DM 7/4/2006 presenta valori variabili tra 18 e 22 kg/ciclo per quattro diversi ceppi di ovaiole. L'ADAS (2007) propone un valore di 19,69 kg/ovaiola, mentre dai dati riportati dall'ASAE (2003) si può calcolare una produzione media inferiore ai 21 kg/ovaiola. In termini medi le diverse fonti sono quindi abbastanza concordi. A

parità di altri fattori, per ogni kg di incremento della produzione di uova per ovaiola, ci si attende un aumento dell'escrezione di azoto di circa il 6%.

Pertanto, assumendo come valori medi indicativi un indice di conversione pari a 2,1, una produzione media di uova di 20 kg/ciclo, un fattore di correzione di 0,84 e un livello di proteina grezza del 16,5% la quantità di azoto escreto è intorno a 0,64 kg N/capo/anno. Assumendo perdite di volatilizzazione del 30%, questo dato corrisponde ad una produzione di azoto netto di 0,45 kg/capo/anno, valore non diverso da quello proposto da DM 7/4/2006. Utilizzando gli stessi indici, ma considerando un contenuto di P nei mangimi compreso tra 0,0060 e 0,0070 kg/kg, l'escrezione attesa per questo elemento è intorno a 0,17 – 0,21 kg/capo/anno. DIAS (1998) fornisce uno standard escrezione di P pari a 0,217 kg/capo/anno (contenuto di P nei mangimi di 0.0065 kg/kg), l'ASAE (2003), indica un valore di 0,16 kg/capo/anno (contenuto di P nei mangimi di 0,0060 kg/kg).

In conclusione, le escrezioni di azoto e di fosforo sono fortemente condizionate da una pluralità di fattori. Nelle singole realtà aziendali specifiche combinazioni di questi fattori possono condurre a importanti differenze nei livelli di escrezione. L'impiego di modelli di previsione può aiutare a quantificare in modo più accurato le escrezioni e la tabella proposta può costituire un utile riferimento per la valutazione dei valori attesi in specifiche condizioni aziendali. Un limite del modello sopra proposto è rappresentato dall'aver indicato un valore costante per l'indice di conversione. A nostra conoscenza non sono ancora disponibili equazioni che consentano di prevedere il valore di questo indice sulla base di semplici informazioni aziendali. Per migliorare l'accuratezza delle stime è auspicabile che nel futuro è vengano registrati anche i dati di consumo alimentare.

Va comunque sottolineato che i valori delle tabelle 2 e 3, in riferimento soprattutto ai livelli di proteina grezza e fosforo più bassi, non sono da considerare come il risultato di prassi consolidate e convalidate di alimentazione a basso impatto. Prima di procedere ad una riduzione degli apporti alimentari di proteina grezza e fosforo, rispetto ai livelli convenzionali, è quindi necessario verificare attentamente le caratteristiche chimico-nutrizionali delle razioni per evitare penalizzazioni sulle prestazioni produttive e sulle caratteristiche di qualitative dei prodotti. Come già avviene già da tempo in altri Paesi, la progettazione e la realizzazione di specifiche ricerche per l'individuazione di strategie di alimentazione a basso impatto dovrebbe riguardare in modo sinergico il mondo operativo quello della ricerca e delle istituzioni.

6. Esempio applicativo

Per favorire l'applicazione nel territorio del modello descritto, la Regione Veneto ha sviluppato una procedura informatica (http://web1.regione.veneto.it/ModelloUnicoWeb/) che, a seguito della raccolta e dell'editing degli input aziendali necessari (Modulo 1a), è in grado di fornire in tempo reale una sintesi degli indici tecnici e dei bilanci dell'azoto e del fosforo.

Nell'azienda utilizzata come esempio la consistenza media è di 10000 ovaiole acquistate ad un peso vivo medio di 1,47 kg e vendute a 2,1 kg. La durata del ciclo è di 410 giorni e, tra un ciclo e quello successivo, vi è un periodo di vuoto medio pari a 21 giorni (minimo per legge). La mortalità è intorno al 5%. L'azienda produce 510 kg/d di uova, che corrispondono ad una produzione cumulata per gallina e per ciclo di 19,4 kg. Le fasi alimentari sono 4, della durata di 30, 120, 120, e 140 giorni, in cui vengono utilizzati mangimi con le caratteristiche riportate nel modulo 1a. I risultati dell'applicazione della procedura di stima sono riportati in tabella 4.

L'applicativo calcola un coefficiente di correzione temporale (kc) pari a 0,83. La produzione media di uova per ovaiola è intorno ai 17,3 kg/anno. Vengono consumati circa 36,3 kg/capo/anno (pari a 40 kg/capo/ciclo) di mangimi contenenti 0,0269 kg N/kg e 0,0060 kg P/kg. I risultati di bilancio dell'azoto indicano pertanto un consumo pari a 0,98 kg/capo/anno, una ritenzione di 0,33 kg/capo/anno e una escrezione di azoto di 0,64 kg/capo/anno. Assumendo perdite di azoto in atmosfera del 30%, rimangono nei reflui 0,45 kg N netto/capo/anno, valore poco più basso di quello indicato dal DM 7/4/2006 perché si è considerato un vuoto di 21 anziché di 14 giorni. Il valore di

escrezione è comunque più contenuto dello standard di 0,56 kg/capo/anno indicato dall'ERM (2001). Questo è dovuto principalmente a tre cause: 1) il fattore di correzione temporale è più basso di quello indicato dall'ERM (2001) (0,83 vs 0,87; 2) l'indice di conversione è inferiore allo standard ERM (2001) (2,1 vs. 2,5 kg/kg); 3) i contenuti medi di proteina grezza dei mangimi sono più bassi di quelli indicati dall'ERM (2001) (16,8 vs. 17,5% PG). Il bilancio del fosforo indica un consumo, una ritenzione ed un'escrezione rispettivamente pari a 0,218, 0,040 e 0,178 kg/capo/anno. L'applicativo calcola quindi le produzioni complessive aziendali di azoto netto e fosforo da cui si possono facilmente derivare i fabbisogni minimi di superficie agricola in zone vulnerabili e non.

MODULO 1a – Acquisizione dati ovaiole- compilato

Azienda	XXXXXX	Data di rilievo	XXXXXXX
Responsabile tecnico	Xxxxxx		

OVAIOLE

Consistenza media (capi/anno) CM	Durata media ciclo (giorni) DUR	Vuoti (giorni) Vu	Peso medio acquisto (kg/capo) PVa	Peso medio vendita (kg/capo) PVv	Mortalità (%) M
10000	410	21	1,47	2,1	5

Produzione aziendale di uova:
-produzione media giornaliera (Prod_uova_d) 510 kg/giorno

Alimentazione per fasi

	Durata fasi (giorni) $DUR_{1,\ldots,n}$	Proteina grezza mangimi [1] (% t.q.) $PG_{1,\ldots,n}$	Fosforo mangimi (% t.q.) $P_{1,\ldots,n}$
- fase 1	30	17,5	0,6
- fase 2	120	17,5	0,6
- fase 3	120	17,0	0,6
- fase n	140	16,0	0,6

[1] valori espressi sul tal quale in riferimento ad un mangime standard con l'87% di ss

Tabella 4 – Risultati di bilancio

Indici tecnici			Produzioni annue aziendali di N netto		
Fattore di correzione (Kc)	0,83		da bilancio	4501	kg/anno
Variazione di peso vivo	0,52	kg/capo/anno	da DM 7/4/2006	4600	"
Produzione media di uova	17,27	kg/capo/anno			
Indice di conversione	2,10	kg/kg	Produzioni annue aziendali di fosforo		
Consumo di mangime	36,26	kg/capo/anno	da bilancio	1776	kg/anno
Contenuto medio di PG mangimi	16,84	%	Fabbisogno di superficie in ZV		
Contenuto medio di N dei mangimi	0,0269	kg N/kg	da bilancio	26,5	ha
Contenuto medio di P dei mangimi	0,0060	kg P/kg	da DM 7/4/2006	27,1	"
Bilancio dell'azoto per ovaiola					
Consumo	0,98	kg/capo/anno			
Ritenzione	0,33	"			
Escrezione	0,64	"			
K_vol (perdite di volatilizzazione)	0,30	kg/kg			
N netto	0,45	kg/capo/anno			
N netto da DM 7/4/2006	0,46	"			
Bilancio del fosforo per ovaiola					
Consumo	0,218	kg/capo/anno			
Ritenzione	0,040	"			
Escrezione	0,178	"			

7. Conclusioni

La procedura proposta consente di ottenere stime accurate delle escrezioni e basate su indici tecnici facilmente rilevabili in azienda. L'approccio di calcolo, pur basandosi sul metodo generale proposto dall'ERM (2001), è stato implementato in modo da passare da un livello animale ad uno che rappresenta l'azienda nel suo complesso. L'attuale limite del modello è rappresentato dal fatto che si assume un indice di conversione costante. Questo aspetto potrà venire riconsiderato in futuro in modo da poter migliorare l'accuratezza delle stime. L'impiego di questa procedura può costituire uno strumento utile per migliorare le pratiche di allevamento, non solo in relazione alla quantificazione delle emissioni di nutrienti, ma anche alla valutazione degli indici tecnici aziendali,

aspetti che possono avere un forte significato economico per gli allevatori. Questo strumento può permettere quindi una più semplice individuazione e implementazione delle tecniche e delle strategie di allevamento e di alimentazione più idonee per coniugare le esigenze di produzione con quelle di riduzione dell'impatto derivante dall'attività di allevamento.

8. Letteratura

ADAS, 2007. Nitrogen output of livestock excreta. ADAS report to Defra – supporting paper F2 for the consultation on implementation of the Nitrates Directive in England.

ASAE, 2003. American Society of Agricultural Engineers, Proposal for ASAE D384.1, Manure Production and characteristics. http://www.abe.iastate.edu/Ae573_ast475/manure%20D384%20-%20Final.doc

Carbonari F., 2004. Speciale uovo: sono rintracciabile a questo numero. Unavicoltura 2:4-13. http://www.unavicoltura.it/7.pdf

Danish Poultry Council, 2003. Yearly Report (in Danish). Copenhagen, Denmark, 151 pp.

DIAS 1998. Standard values for Farm manure. Report n. 7 Animal husbandry, Poulsen H.D., and Kristensen V.F. (eds). Danish Institute of Agricultural Science, DK.

ERM, 2001. Livestock manures – Nitrogen equivalents. Copies available from: European Commission DG Environment – D1, 200 Rue de la Loi, B-1049 Brussels, Belgium

European Commission, 2003. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs, http://www.jrc.es/pub/english.cgi/0/733169

Franchini A., 2004. Bilancio dell'azoto nelle specie di interesse zootecnico. Sperimentazione sugli avicoli. Progetto interregionale "Bilancio dell'azoto negli allevamenti "Legge 23/12/1999 n. 499, art. 2 - report finale, Regione Emilia Romagna.

Schiavon S., Gallo L., Dal Maso M., Tagliapietra F., Bailoni L., 2007. Modelli di quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo nelle principali tipologie di allevamento del veneto. I. Aspetti generali. Relazione tecnica, Regione Veneto.

Preisinger R. K., Flock D K., 2000. Genetic changes in layer breeding: Historical trends and future prospects. In: The challenge of genetic change in animal production. Proceedings of an Occasional Meeting organised by the BRITISH SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, BSAS OCCASIONAL PUBLICATION Number 27, Edited by W G HILL, S C BISHOP, B McGUIRK, J C McKAY, G SIMM, A J WEBB, BSAS, Edinburgh, ISBN 0 906562 35 X http://bsas.org.uk/downloads/genchan/paper3.pdf

Modelli di quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo negli allevamenti di pollastre e avicoli da carne del Veneto

Stefano Schiavon[1], Matteo Dal Maso, Franco Tagliapietra

Ottobre 2007

Relazione sui modelli di bilancio dell'azoto proposti nell'allegato D del DGR del Veneto n. 2439 del 7 Agosto 2007

[1] Prof. Stefano Schiavon - Dipartimento di Scienze Animali – Università degli studi di Padova, Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (PD), Italia. Tl +39 049 8272644; E-mail: stefano.schiavon@unipd.it

1. Introduzione

Il lavoro si inserisce in un progetto promosso dalla Regione Veneto e finalizzato allo sviluppo di modelli di previsione delle escrezioni di azoto e fosforo per le principali tipologie di allevamento diffuse sul territorio. Questo allo scopo di consentire l'applicazione di quanto previsto dal DM 7/4/2006 che prevede la possibilità di effettuare di bilanci dell'azoto aziendali adeguati alle specifiche realtà di allevamento, seguendo indicazioni contenute in relazioni scientifiche e manuali indicati dalle Regioni. Questi modelli sono stati recepiti da DGR Veneto n. 2439 del 7 agosto 2007 - allegato D. La cornice istituzionale, le finalità del progetto, gli aspetti generali riguardanti l'approccio modellistico seguito e le conseguenti implicazioni, sono descritti in dettaglio nel capitolo introduttivo di Schiavon et al. (2007). Nel presente lavoro viene descritto il modello messo a punto per gli allevamenti di pollastre e avicoli da carne.

2. Elementi di caratterizzazione del sistema produttivo

Gli elementi di caratterizzazione ai fini del bilancio dell'azoto per le pollastre e gli avicoli da carne indicati dal DM 7/4/2006 sono riportati in tabella 1. Per pollastre, polli da carne, tacchini maschi e femmine si indicano produzioni di azoto netto rispettivamente pari a 0,23, 0,25, 1,49 e 0,76 kg/capo/anno. I valori riportati in tabella derivano dal progetto inter-regionale " Bilancio dell'azoto negli allevamenti" (Franchini, 2004).

Tabella 1 – Pollastre e Avicoli da carne: indici tecnici e bilancio dell'azoto [1] (Allegato 1, DM 7/4/2006)

	Unità di misura	Pollastra	Pollo da carne	Tacchini maschi	Tacchini femmine
Soggetti controllati	n.	-	205.400	22.280	19.850
Peso medio iniziale	kg/capo	0,04	0,04	0,061	0,061
Cicli in un anno	n.	2,8	4,5	2,2	3,1
Vuoto sanitario	d	14	14	14	14
Contenuto corporeo iniziale di N	% del peso vivo		2,5	2,5	2,5
Peso medio di vendita	kg/capo	1,4	2,4	18	8
Contenuto corporeo finale di N	% del peso vivo		3,0	3,24	3,26
Indice di conversione	kg/kg	4,44	2,1	2,55	2,16
Proteina grezza media dei mangimi	kg/kg	0,18	0,19	0,22	0,22
N immesso	kg/capo/anno	0,47	0,66	3,38	1,85
N ritenuto	"	0,14	0,30	1,25	0,82
N escreto	"	0,33	0,36	2,13	1,03
N netto al campo (30% di perdite)	"	0,23	0,25	1,49	0,76

[1] I dati relativi al pollo da carne riportati sono stati ottenuti da 7 allevamenti, mentre quelli relativi al tacchino da 4 allevamenti scelti con il criterio della rappresentatività. I valori sono stati ottenuti controllando la composizione delle razioni e i movimenti di mangimi e capi nel periodo compreso tra l'anno 2002 e il 2003. I dati di composizione corporea derivano dalla macellazione ed analisi chimica di soggetti campione. Per il pollo da carne di è considerata la tipologia di allevamento prevalente in Italia rappresentata da cicli produttivi in cui si allevano entrambi i sessi (50% maschi e 50% femmine) e si macellano i maschi ad un peso vivo superiore ai 3 kg e le femmine ad un peso vivo di 1,7 kg (25%) e 2,5 kg (25%).

3. Input per il modello di bilancio

L'approccio semplificato impiegato per la quantificazione delle escrezioni di azoto netto dal DM 7/4/2006, è basato su un fattore di escrezione (tabella 1) specifico per categoria animale, che viene moltiplicato per la consistenza media di allevamento. Per consistenza di allevamento si intende il numero di capi mediamente presenti nell'allevamento nel corso dell'anno. Trattandosi di allevamenti con più cicli produttivi la presenza media si determina moltiplicando il numero dei capi allevati in ogni ciclo per la frazione di anno di presenza in azienda e successivamente sommando tali prodotti (media ponderata, nell'arco dei 365 gg., del numero dei capi presenti in ogni ciclo).

Questo approccio non tiene conto che, a parità di consistenza, le escrezioni possono variare sensibilmente ad esempio in relazione al numero di cicli realizzati in un anno, ai livelli produttivi e alle caratteristiche compositive dei mangimi. Per una più accurata quantificazione delle escrezioni, è quindi opportuno considerare nei conteggi i principali fattori di variabilità che caratterizzano l'allevamento. Per la messa a punto del modello di bilancio aziendale, proposto dal recente DGR n. 2439 del 7 agosto 2007 - allegato D, si sono quindi individuate le informazioni necessarie e

predisposta la modulistica di acquisizione dei dati (Modulo 1). Gli input necessari per la quantificazione aziendale delle produzioni di azoto netto e di fosforo sono di seguito descritti.

MODULO 1 – Acquisizione dati pollastre e avicoli da carne

Azienda		Data di rilievo	
Responsabile tecnico			

Tipologia di produzione

Pollastre	
Polli da carne	
Tacchini maschi	
Tacchini femmine	

Consistenza media (capi/anno) CM	Durata media ciclo (giorni) DUR	Vuoti (giorni) Vu	Peso medio ingresso (kg/capo) PVa	Peso medio uscita (kg/capo) PVv	Mortalità (%) M

Alimentazione per fasi

	Durata fasi (giorni) $DUR_{-1,\ldots,n}$	Proteina grezza mangimi [1] % t.q. $PG_{-1,\ldots,n}$	Fosforo mangimi % t.q. $P_{-1,\ldots,n}$
- fase 1			
- fase 2			
- fase 3			
- fase 4			
- fase 5			

[1] valori espressi sul tal quale in riferimento ad un mangime standard con l'87% di ss.
N.B.: la scheda si riferisce ad un a singola tipologia di produzione. Nel caso in cui nell'azienda vi fossero più tipologie è necessario compilare una scheda per ciascuna tipologia.

Durata dei cicli, vuoti sanitari, mortalità, consistenza di allevamento e prestazioni produttive

Nelle pollastre e negli avicoli da carne il ciclo produttivo dura, solitamente, meno di un anno e il periodo minimo di vuoto sanitario, fissato per Ordinanza del Ministero della Salute del 10 ottobre 2005 (GU n. 240 del 14/10/2005) è di 21 giorni per le pollastre e i tacchini e 14 giorni per i polli da carne. L'ERM (2001) considera periodi di vuoto sanitario pari a 0 e 7 giorni, per i polli e per i tacchini. Ai fini dell'applicazione della metodologia di bilancio il periodo di vuoto (Vu) tra un ciclo e quello successivo va calcolato come differenza media tra le date medie di vendita e quelle di arrivo di partite successive. Tale valore si ricava in base alle fatture di acquisto e di vendita di almeno due precedenti cicli produttivi. In mancanza di tale dato si utilizza un valore corrispondente a quello indicato dalla citata Ordinanza del Ministero della Salute per ciascuna categoria animale. Analogamente, il dato di mortalità (M), si ricava come differenza tra il numero di capi acquistati e il numero di capi venduti a fine ciclo. Tale valore si ricava in base alle fatture di acquisto e di vendita di due precedenti cicli produttivi. Nel caso in cui tale informazione non fosse disponibile, si indicherà un valore standard pari a: 3% per le pollastre; 5% per i polli da carne; 10% per i tacchini maschi; 10% per le tacchine femmine. Anche le informazioni riguardanti le prestazioni produttive ed in particolare la durata media dei cicli (DUR), i pesi di acquisto (PVa) e quelli di vendita (PVv), sono ricavate in base alle fatture di acquisto e di vendita dei capi di almeno due precedenti cicli produttivi.

Fasi alimentari e accertamento dei contenuti di proteina grezza e fosforo dei mangimi

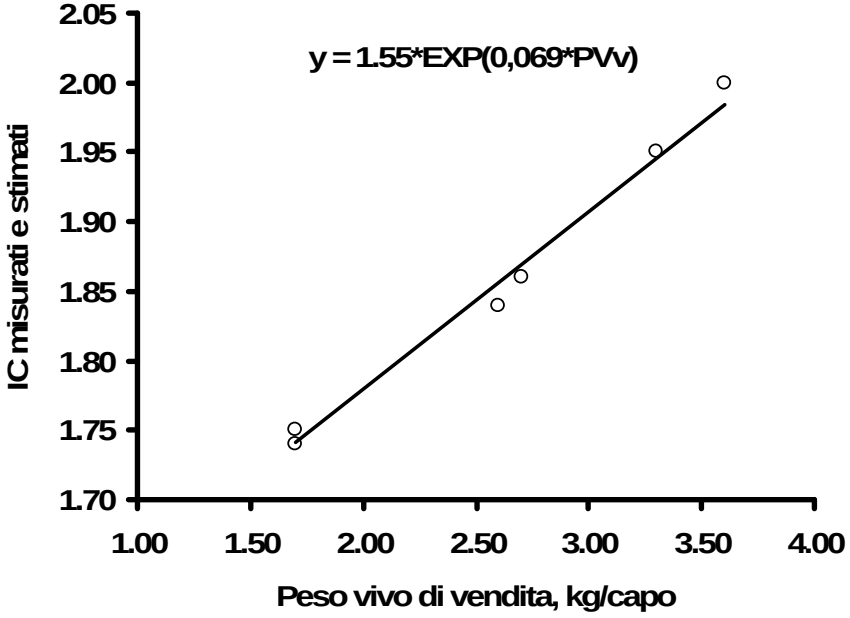
Ai fini della applicazione del modello di bilancio, è infine necessario procedere all'accertamento della durata delle diverse fasi alimentari e dei contenuti di proteina grezza e fosforo dei mangimi utilizzati in ciascuna di esse. Il protocollo per la determinazione di questi dati è riportato in dettaglio al punto *9.1.4* dell'allegato D del citato DGR Veneto n. 2439 del 7 agosto 2007.

4. Modello di bilancio

Il modello aggrega le informazioni sopra descritte per giungere ad una quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo rappresentativa del capo medio e dell'azienda nel suo complesso.

Al fine di riportare su base annuale i dati di produzione, di consumo alimentare e di bilancio dei nutrienti è necessario introdurre un fattore di correzione temporale: kc = [365/(DUR+Vu)]*(1-M*0,5/100); dove: DUR rappresenta la durata media del ciclo (giorni), Vu i periodi di vuoto (giorni) e M rappresenta la mortalità (%). Il fattore di correzione (eq. n. 1), è utilizzato per riportare su base annuale e per capo la variazione media di peso vivo (eq. n. 2). Per il calcolo dei consumi alimentari (eq. n. 3 e 4) si sono utilizzati indici di conversione (IC) differenziati a seconda della categoria produttiva. Per le pollastre (IC =4,44), per i tacchini maschi (IC =2,55) e femmine (IC =2,16), si sono utilizzati i valori riportati nel DM 7/4/2006. Nei polli da carne, utilizzando dati dell'industria si è proposta una funzione che stima l'indice di conversione in funzione del peso finale di vendita, per distinguere le tipologie di polli leggeri (durata ciclo 38 d; peso finale 1,7 kg; IC = 1,75 kg/kg), medi (durata ciclo 50 d; peso vivo finale 2,65 kg; IC = 1,85 kg/kg) e pesanti (durata ciclo 63 d; peso vivo finale 3,4 kg; IC= 1,95). La variazione degli indici di conversione misurati e stimati con la funzione proposta (IC = $1,55*e^{(0,069*PV\ di\ vendita)}$) in funzione del peso di vendita è presentata in figura 1. Il range di variazione dell'indice di conversione è in accordo con quello (1,73 - 2,1 kg/kg) indicato da European Commission (2003).

Figura 1. Relazione tra indice di conversione e peso di vendita in polli da carne leggeri, medi e pesanti. I dati misurati sono rappresentati dal simbolo ○ mentre quelli derivanti dall'equazione di stima sono rappresentati dalla linea.



Con le equazioni 5 e 6 si calcolano poi contenuti medi di N e fosforo dei mangimi, ponderando i consumi in proporzione alla durata di ciascuna fase rispetto a quella totale.

Fattore di correzione per riportare i dati su base annuale (1)
kc = [365/(DUR+Vu)]*(1-M*0,5/100)

Variazione di peso vivo per capo mediamente presente (kg/capo/anno) (2)
Var_PV = (PVv-PVa)*kc

Indice di conversione (kg/kg t.q.) (3)

- Per pollastre: IC = 4,44
- Per polli da carne IC = $1,55*2,71^{(0,069*PVv)}$
- per tacchini maschi IC = 2,55
- per tacchini femmine IC = 2,16

Consumo di mangime per capo mediamente presente (kg/capo/anno) (4)
INGMANG = IC*VarPV

Contenuto medio di N dei mangimi (5)
N_MANG = $(PG_{_1}*DUR_{_1}/DUR + PG_{_2}*DUR_{_2}/DUR + PG_{_3}*DUR_{_3}/DUR + PG_{_n}*DUR_{_n}/DUR)/100/6{,}25$

Contenuto medio di P dei mangimi (6)
P_MANG = $(P_{_1}*DUR_{_1}/DUR + PG_{_2}*DUR_{_2}/DUR + PG_{_3}*DUR_{_3}/DUR + PG_{_n}*DUR_{_n}/DUR)/100$

Bilanci annui dell'azoto e del fosforo per capo mediamente presente

La quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo procede quindi utilizzando i criteri del bilancio di massa (eq. n. 7-13). I consumi annui di azoto e fosforo sono determinati moltiplicando il consumo alimentare annuo per ovaiola per il contenuto medio dei due elementi nelle razioni. Per le ritenzioni di azoto, utilizzando dati di macellazione ottenuti da Franchini (2004) nell'ambito del progetto interregionale "Bilancio dell'azoto negli allevamenti". Si è considerato un contenuto di azoto corporeo rispettivamente pari a 0,0370 kg/kg per le pollastre, 0,030 kg/kg per i polli da carne, 0,0324 kg/kg per i tacchini maschi e 0,0326 kg/kg per le tacchine femmine. I dati sono in buon accordo sia con i valori riportati dall'ERM (2001) che con quelli riportati dall'ADAS (2007). Le perdite di azoto in atmosfera sono state assunte pari al 30% dell'azoto escreto, valore proposto dall'ERM (2001) che si ritrova anche nel DM 7/4/2006. Le ritenzioni corporee di fosforo sono state assunte pari a 0,007 kg/kg (DIAS 1998).

Consumo annuo di N per capo mediamente presente (kg/capo/anno) (7)
NC = INGMANG*N_MANG

Ritenzione annua di azoto per capo mediamente presente (kg/capo/anno) (8)
NR = Var_PV*k_NR
dove: k_NR = contenuto di azoto corporeo (kg/kg)
- Per pollastre: k_NR = 0,0370
- Per polli da carne k_NR = 0,0300
- per tacchini maschi k_NR = 0,0324
- per tacchini femmine k_NR = 0,0326

Escrezione annua di azoto per capo mediamente presente (kg/capo/anno) (9)
Nex= NC-NR

Azoto netto prodotto per capo mediamente presente (kg/capo/anno) (10)
N_netto= Nex*(1-k_vol)
dove: k_vol = 0,30 (DM 7/4/2006)

il valore standard di azoto netto riportato nel DM 7/4/2006 è pari a:
- Per pollastre: = 0,23 kg/capo/anno
- Per polli da carne = 0,25 kg/capo/anno
- per tacchini maschi = 1,49 kg/capo/anno
- per tacchini femmine = 0,76 kg/capo/anno

Consumo annuo di fosforo per per capo mediamente presente (kg/capo/anno) (11)
PC = INGMANG*P_MANG

Ritenzione annua di fosforo per capo mediamente presente (kg/capo/anno) (12)
PR = Var_PV*k_PR
dove: k_PR =contenuto di fosforo corporeo (kg/kg): k_PR = 0,007 kg/kg
Escrezione annua di fosforo per capo mediamente presente (kg/capo/anno) (13)
Pex= PC-PR

Produzioni annue aziendali di azoto netto e fosforo

Le quantità di azoto e fosforo prodotte dall'azienda nel suo complesso sono dunque quantificate moltiplicando le escrezioni annue medie per capo/anno per i dati di consistenza media.

Produzione aziendale di azoto netto (kg/anno/azienda) (14)
N_netto_az = N_netto*CM

Produzione aziendale di fosforo (kg/anno/azienda) (15)
P_az= Pex*CM

5. Valori attesi di produzione di azoto e di fosforo

In tabella 2 si riportano i livelli attesi di escrezione azotata e di fosforo attesi per polli da carne, per tacchini maschi e femmine in relazione ai diversi indici tecnici, ai contenuti di proteina grezza e fosforo dei mangimi. Si sottolinea che la variabilità evidenziata in tabella rappresentata solo parzialmente quella reale dal momento che per ciascuna categoria di produzione i valori dei principali indici tecnici (pesi vivi, durate dei cicli, tempi di vuoto, indici di conversione) sono stati considerati costanti. Evidenti differenze di escrezione sono attribuibili alle categorie di polli da carne leggeri, medi e pesanti, come pure ai tacchini maschi e femmine.

Tabella 2 - Valori attesi di escrezione di azoto e fosforo in diverse tipologie di allevamento

Categoria	Polli da carne			Tacchini	
	leggeri	medi	pesanti	Maschi	Femmine
Peso iniziale, kg/capo	0,04	0,04	0,04	0,06	0,06
Peso finale, kg/capo	1,7	2,5	3,4	18	8
Indici di conversione	1,74	1,84	1,96	2,55	2,16
durata ciclo, d	38	50	63	140	100
Vuoti, d	14	14	14	30	21
Mortalità,	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1
Cicli/anno corretti	6,8	5,6	4,6	2,0	2,9
Ritenzione di N kg/kg accrescimento	0,03	0,03	0,03	0,0324	0,0326
Ritenzione di P kg/kg accrescimento	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007
PG media sul mangime tal quale	----------Azoto escreto, kg/capo/anno----------				
0,170	0,20	0,27	0,36		
0,180	0,23	0,32	0,41		
0,190	0,26	0,36	0,46		
0,200	0,29	0,40	0,51	1,80	0,83
0,210	0,32	0,44	0,56	1,95	0,91
0,220	0,36	0,48	0,61	2,10	0,99
PG media sul mangime tal quale	----------Azoto escreto al netto delle perdite di volatilizzazione----------				
0,17	0,14	0,19	0,25		
0,18	0,16	0,22	0,29		
0,19	0,18	0,25	0,32		
0,20	0,20	0,28	0,36	1,26	0,58
0,21	0,23	0,31	0,39	1,36	0,64
0,22	0,25	0,33	0,42	1,47	0,69
P medio sul mangime tal quale	----------Fosforo escreto, kg/capo/anno----------				
0,0060	0,04	0,06	0,07		
0,0065	0,05	0,07	0,09		
0,0070	0,06	0,08	0,10	0,40	0,18
0,0075				0,44	0,21
0,0080				0,49	0,23
0,0085				0,54	0,26

Per i polli da carne, in relazione al peso finale di vendita e per contenuti di proteina grezza dei mangimi compresi tra il 19% e il 21% sul mangime tal quale, le escrezioni di azoto variano da 0,26 a 0,56 kg/capo/anno. Con l'assunzione che le perdite in atmosfera siano il 30% (ERM, 2001; DM 7/4/2006) questi valori corrispondono a produzioni di azoto netto comprese tra 0,18 e 0,39 kg/capo/anno. L'ERM (2001) propone uno standard di 0,51 kg N escreto/capo/anno, corrispondente a 0,36 kg N netto/capo/anno). Questi valori però sono stati calcolati assumendo un peso finale di 1,8

kg/capo, 9 cicli di produzione all'anno (senza vuoti sanitari) e contenuti di proteina grezza dei mangimi superiori al 21% sul mangime tal quale. L'ADAS (2007) indica un valore di escrezione di 0,43 kg N/capo/anno, più basso di quello proposto dall'ERM (2001). Il valore dell'ADAS (2007) è rappresentativo di broilers allevati con mangimi contenenti in media il 19,9% di PG e venduti dopo 42 giorni di allevamento e solo 7 d di vuoto (7,4 cicli/anno) a 2,15 kg di peso vivo (categoria polli medi). Utilizzando queste informazioni il modello stima un'escrezione di azoto perfettamente coincidente (0,43 kg/capo/anno). DIAS (1998) prevede un'escrezione di 0,0506 kg N per capo prodotto. Questo dato è stato ottenuto considerando i seguenti parametri produttivi: 20,5% PG sul mangime t.q., peso finale 1,787 kg/capo (categoria polli leggeri), età 39 giorni + 14 d di vuoto. Riportando il valore su base annuale ne risulta un'escrezione di 0,34 kg N/capo/anno; con questi parametri il modello proposto stima una escrezione di 0,32 kg N/capo/anno. L'ASAE (2003), per broilers di 2,36 kg di peso finale (categoria polli medi) alimentati con mangimi contenenti in media il 20,6% di proteina grezza, indica un'escrezione di 0,0532 kg N per capo prodotto, valore che riportato su base annua (5,9 cicli/anno) corrisponde a 0,31 kg N escreto/capo/anno. Infine, lo standard rappresentativo per condizioni italiane indicato dal DM 7/4/2006, è pari a 0,36 kg N/capo/anno, corrispondente a 0,25 kg/capo anno di azoto netto.

Per i tacchini si sottolinea che il report pubblicato dall'ERM (2001), non distingue tra tacchini di peso diverso e fornisce un valore medio di escrezione di azoto pari a 1,93 kg/capo/anno. In questa categoria l'ERM(2001) impiega un coefficiente di volatilizzazione dell'azoto pari a 35%, superiore a quello indicato dal DM 7/4/2006 per i tacchini (30%) e superiore anche a quello indicato per le altre categorie di avicoli dallo stesso ERM (2001). Il DM 7/4/2006 opportunamente distingue i tacchini maschi dalle femmine attribuendo valori di escrezione azotata rispettivamente pari a 2,13 e 1,03 kg/capo/anno che, al netto delle perdite azotate (30%), corrispondono a 1,49 e 0,76 kg/capo/anno. Per queste categorie di animali i confronti con altre realtà sono resi difficili per la notevole variabilità dei pesi vivi di vendita, per la durata delle fasi produttive, dei tempi di vuoto imposti per legge o per motivi di natura tecnica. Tenuto conto di queste differenze può essere utile citare i valori di escrezione azotata riportati dall'ADAS (2007) che attribuisce ai maschi e alle femmine valori rispettivamente pari a 1,80 e 1,34 kg/capo/anno. DIAS (1998) indica escrezioni di azoto per maschi e femmine rispettivamente pari a 0,692 e 0,174 kg per capo prodotto. Il primo valore si riferisce ad una durata del periodo di accrescimento di 133 giorni, mentre il secondo è relativo ad una durata di 70 d. Considerando un vuoto sanitario di 21 giorni ed esprimendo i dati su base annuale risultano escrezioni pari a 1,63 e 0,698 e kg N/capo/anno, valori più bassi rispetto a quelli indicati dal DM 7/4/2006. I dati riportati in tabella 2, per un livello di proteina grezza del 22% sul mangime tal quale differiscono poco da quelli proposti dal DM 7/4/2006. La maggiore differenza è da imputare al fatto che si sono considerati periodi di vuoto sanitario di 21 giorni anziché 14 (Ordinanza del Ministero della Salute del 10 ottobre 2005 - GU n. 240 del 14/10/2005).

Come commento di carattere generale si rileva che i valori medi di escrezione indicati dall'ERM (2001), in particolare per l'azoto, sono decisamente più elevati di quelli riportati dalle altre fonti citate i quali forniscono valori medi sostanzialmente coincidenti. Deviazioni molto rilevanti da questi valori medi sono attese nei singoli allevamenti come risultato della combinazione dei diversi fattori di variabilità. L'impiego di modelli aziendali di stima, come quello proposto in questo lavoro, può migliorare sensibilmente l'accuratezza delle stime. Va comunque sottolineato che i valori della tabella 2, in riferimento soprattutto ai livelli di proteina grezza e fosforo più bassi, non sono da considerare come il risultato di prassi consolidate e convalidate di alimentazione a basso impatto. Prima di procedere ad una riduzione degli apporti alimentari di proteina grezza e fosforo, rispetto ai livelli convenzionali, è quindi necessario verificare attentamente le caratteristiche chimico-nutrizionali delle razioni per evitare penalizzazioni sulle prestazioni produttive e sulle caratteristiche di qualitative dei prodotti. Come già avviene già da tempo in altri Paesi, la progettazione e la realizzazione di specifiche ricerche per l'individuazione di strategie di alimentazione a basso impatto dovrebbe riguardare in modo sinergico il mondo operativo quello della ricerca e delle istituzioni.

6. Esempio applicativo

Per favorire l'applicazione nel territorio del modello descritto, la Regione Veneto ha sviluppato una procedura informatica (http://web1.regione.veneto.it/ModelloUnicoWeb/) che, a seguito della raccolta e dell'editing degli input aziendali necessari (Modulo 1a), è in grado di fornire in tempo reale una sintesi degli indici tecnici e dei bilanci dell'azoto e del fosforo.

Nell'azienda utilizzata come esempio si allevano polli da carne che vengono venduti ad un peso vivo di 2,67 kg. La consistenza media è di 10000 capi, la durata del ciclo è di 50 giorni e, tra un ciclo e quello successivo, vi è un periodo di vuoto medio pari a 21 giorni. La mortalità è prossima al 5%. Le fasi alimentari sono 3, della durata di 7, 21 e 22 giorni, in cui vengono utilizzati mangimi con le caratteristiche riportate nel modulo 1a. I risultati dell'applicazione della procedura di stima sono riportati in tabella 3.

MODULO 1a – Acquisizione dati pollastre e avicoli da carne - compilato

Azienda	Xxxx	Data di rilievo	xxxxxxx
Responsabile tecnico	Xxxxx		
Tipologia di produzione			
Pollastre			
Polli da carne	X		
Tacchini maschi			
Tacchini femmine			

DATI TECNICI	Consistenza media (capi/anno) CM	Durata media ciclo (giorni) DUR	Vuoti (giorni) Vu	Peso medio ingresso (kg/capo) PVa	Peso medio uscita (kg/capo) PVv	Mortalità (%) M
	10000	50	21	0,040	2,670	5

Alimentazione per fasi	Durata fasi (giorni) $DUR_{-1,...,n}$	Proteina grezza mangimi [1] % t.q. $PG_{-1,...,n}$	Fosforo mangimi % t.q. $P_{-1,...,n}$
- fase 1	7	22,0	0,65
- fase 2	21	19,0	0,65
- fase 3	22	17,2	0,65
- fase 4			
- fase 5			

[1] valori espressi sul tal quale in riferimento ad un mangime standard con l'87% di ss. NB: la scheda si riferisce ad un a singola tipologia di produzione. Nel caso in cui nell'azienda vi fossero più tipologie è necessario compilare una scheda per ciascuna tipologia.

Tabella 3 – Risultati di bilancio

	Valore	Unità di misura
Indici tecnici		
fattore di correzione kc	5,01	Cicli/anno
Variazione di peso vivo	13,18	kg/capo/anno
Indice di conversione	1,86	"
Consumo di mangime	24,55	"
Contenuto medio di PG mangimi	18,63	% t.q.
Contenuto medio di N mangimi	0,0298	kg/kg t.q.
Contenuto medio di P mangimi	0.0065	"
Bilancio dell'azoto per capo anno		
Consumo	0,732	kg/capo/anno
Ritenzione	0,395	"
escrezione	0,336	"
k_vol	0,30	kg/kg
N netto	0,235	kg/capo/anno
N netto da DM 7/4/2006	0,250	"
Bilancio del fosforo per capo anno		
Consumo	0,160	kg/capo/anno
Ritenzione	0,092	"
escrezione	0,067	"
Produzione di N netto aziendale		
da bilancio	2354	kg/anno
da DM 7/4/2006	2500	"
Produzione di P aziendale	1266	"

Produzione di N netto aziendale		
da bilancio	673	kg/anno

L'applicativo calcola un coefficiente di correzione temporale (kc) pari a 5,01. L'indice di conversione stimato in base al peso finale è pari a 1,86 kg/kg. Vengono consumati 24,55 kg di mangime/capo/anno con contenuti medi di N e P rispettivamente pari a 0,0298 e 0,0065 % sul tal quale. I risultati di bilancio dell'azoto indicano pertanto un consumo pari a 0,732 kg/capo/anno, una ritenzione di 0,395 kg/capo/anno e un'escrezione di azoto di 0,336 kg/capo/anno. Assumendo perdite di azoto in atmosfera del 30%, rimangono nei reflui 0,235 kg N netto/capo/anno, valore inferiore a quello indicato dal DM 7/4/2006. Le escrezioni di fosforo sono quantificate in 0,067 kg/capo/anno. L'applicativo calcola quindi le produzioni complessive aziendali di azoto netto e fosforo, da cui si possono facilmente derivare i fabbisogni minimi di superficie agricola in zone vulnerabili e non.

7. Conclusioni

La procedura proposta consente di ottenere stime delle escrezioni accurate e basate su indici tecnici facilmente rilevabili in azienda. L'approccio di calcolo, pur basandosi sul metodo generale proposto dall'ERM (2001), è stato implementato in modo da passare da un livello animale ad uno che rappresenta l'azienda nel suo complesso. Specifiche funzioni di stima dell'indice di conversione sono state sviluppate per i polli da carne, dal momento che questo parametro è fortemente condizionato dal peso vivo finale. Per le altre categorie di avicoli si sono invece assunti indici di conversione costanti, in attesa di informazioni più certe. L'impiego di questa procedura può costituire uno strumento utile per migliorare le pratiche di allevamento, non solo in relazione alla quantificazione delle emissioni di nutrienti, ma anche alla valutazione degli indici tecnici aziendali, aspetti che possono avere un forte significato economico per gli allevatori. Questo strumento può permettere quindi una più semplice individuazione e implementazione delle tecniche e delle strategie di allevamento e di alimentazione più idonee per coniugare le esigenze di produzione con quelle di riduzione dell'impatto derivante dall'attività di allevamento.

8. Letteratura

ADAS, 2007. Nitrogen output of livestock excreta. ADAS report to Defra – supporting paper F2 for the consultation on implementation of the Nitrates Directive in England.

ASAE, 2003. American Society of Agricultural Engineers, Proposal for ASAE D384.1, Manure Production and characteristics. http://www.abe.iastate.edu/Ae573_ast475/manure%20D384%20-%20Final.doc

DIAS 1998. Standard values for Farm manure. Report n. 7 Animal husbandry, Poulsen H.D., and Kristensen V.F. (eds). Danish Institute of Agricultural Science, DK.

ERM, 2001. Livestock manures – Nitrogen equivalents. Copies available from: European Commission DG Environment – D1, 200 Rue de la Loi, B-1049 Brussels, Belgium.

European Commission, 2003. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs, http://www.jrc.es/pub/english.cgi/0/733169

Franchini A., 2004. Bilancio dell'azoto nelle specie di interesse zootecnico. Sperimentazione sugli avicoli. Progetto interregionale "Bilancio del'azoto negli allevamenti" Legge 23/12/1999 n. 499, art. 2 - report finale, Regione Emilia Romagna.

Schiavon S., Gallo L., Dal Maso M., Tagliapietra F., Bailoni L., 2007. Aspetti generali sui modelli di quantificazione delle escrezioni di azoto e fosforo nelle principali tipologie di allevamento nel Veneto. Relazione tecnica, Regione Veneto.