

STIMA DEL VALORE NUTRITIVO DEI MANGIMI COMPOSTI PER CONIGLI (1)

Battaglini Marcella - Grandi Augusto

Istituto di Zootecnica Generale - Facoltà di Agraria - Borgo XX Giugno, 74.
06100 Perugia - Università degli Studi di Perugia.

I n t r o d u z i o n e

Tra le specie di interesse zootecnico che hanno subito nell'ultimo decennio una profonda trasformazione, sia nella tecnica di allevamento che nel tipo di alimentazione, c'è sicuramente da ascrivere quella cunicola.

Per quanto riguarda il secondo aspetto, si è passati dall'impiego di erbe e fieni, a quello più razionale dei mangimi composti integrati, con i quali si è riusciti a soddisfare i fabbisogni alimentari degli animali, a tutto vantaggio delle performance produttive.

A monte della semplice formulazione, sta la conoscenza del valore nutritivo degli ingredienti che andranno a formare la razione; nel caso di prodotti che non possono essere somministrati da soli ai conigli, si deve ricorrere a prove di digeribilità indiretta, altrimenti si impiega il metodo diretto. Con quest'ultimo sistema Vanschoubroek e Cloet (12) hanno determinato la digeribilità ed il valore nutritivo dei più comuni mangimi concentrati; Jentsch e coll. (8), elaborando i dati di numerose prove metaboliche, hanno formulato equazioni di regressione lineare multipla che permettono di stimare l'ED, l'EM e l'EN, noti i CUD_a delle sostanze nutritive. Parigi Bini e Dalle Rive (10) utilizzando i dati ricavati da prove di digeribilità, effettuate su conigli in accrescimento e alimentati "ad libitum" con miscele di concentrati, sono giunti alla formulazione di equazioni di regressione, che consentono di risalire al valore energetico della dieta anche sulla base della sola composizione chimica. Ladetto e Mussa (9) hanno calcolato equazioni di regressione tra i CUD_a dei principi nutritivi e i livelli di

(1) Ricerca eseguita con contributi finanziari del C.N.R. (ct.81.03201.06)

fibra grezza, ADF e NDF. Per portare un ulteriore contributo a tale problematica, abbiamo elaborato i dati scaturiti da numerose prove di digeribilità, eseguite su conigli aventi un peso medio di $g\ 3.300 \pm 75$ ed alimentati ad un livello nutritivo prossimo al mantenimento.

Sono stati così calcolati i CUD_a dell'energia, dei principi nutritivi nonché dei componenti strutturali la parete cellulare, mettendo anche a confronto il metodo di Weende (16) con quello di Van Soest (13, 14, 15).

Infine, sono state formulate delle equazioni di regressione, tramite le quali si può stimare il valore energetico dei mangimi composti, note le loro caratteristiche chimiche o i CUD_a dei principi nutritivi.

Materiale e metodi

Per l'indagine sono stati utilizzati i risultati ottenuti da 29 prove di digeribilità (metodo diretto), effettuate su 203 conigli maschi di razza Bianca di Nuova Zelanda, di età compresa tra mesi 4,5 e 5,5 e peso corporeo variabile tra $g\ 3.150$ e $g\ 3.800$.

Del totale degli esperimenti, 15 si riferiscono a lavori già pubblicati o in corso di stampa (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) ed hanno coinvolto 105 animali, i restanti 14 sono stati effettuati appositamente per questa nota ed hanno interessato 98 conigli.

Le ricerche già rese note erano volte a stabilire il valore nutritivo di diversi sottoprodotti e foraggi grossolani: si trattava pertanto di mangimi di taratura o sperimentali destinati a prove di digeribilità con il metodo indiretto e la loro composizione chimica era piuttosto variabile. Le altre, invece, sono state eseguite per valutare i CUD_a dei principi nutritivi e dell'energia nei mangimi del commercio.

Per quanto riguarda le metodologie seguite si rimanda ai lavori sopra menzionati. Si ricorda che le razioni contenevano, prevalentemente, i seguenti ingredienti: farina di medica disidratata, avena, orzo, mais, cruschi, farine di estrazione di soia e di girasole, nonché integratori minerali e vitaminici.

Le caratteristiche chimiche ed energetiche dei 29 mangimi composti erano comprese entro i limiti di seguito indicati: proteina grezza 16,33 - 25,53; estratto etero 1,47 - 4,06; fibra grezza 9,81 - 22,69; ceneri 8,38-

13,57; estrattivi inazotati 42,84 - 62,43; NDF 50,42 - 66,13; ADF 12,30 - 27,49; cellulosa 9,20 - 21,97; lignina 2,33 - 5,95; emicellulose 25,90 - 49,22; EL 17,27 - 18,67; ED 9,10 - 12,78; EM 8,76 - 11,13; EN 5,53 - 7,49 (MJ/Kg s.s.).

Sperimentalmente è stata determinata la digeribilità della sostanza secca, della sostanza organica, dell'energia e dei principi nutritivi, comprese le varie frazioni della fibra; invece l'EM e l'EN sono state ricavate ricorrendo alle equazioni di Jentsch e coll. (8). Per le regressioni riguardanti i CUD_a sono stati utilizzati i 203 dati individuali, nel caso in cui erano coinvolti i livelli dei vari principi nutritivi si è preferito invece eseguire i calcoli sui 29 mangimi composti facendo la media dei dati che si riferivano ai 7 conigli destinati a ciascuna prova. Anche i CUD_a dei vari principi nutritivi e dell'energia sono stati calcolati con quest'ultimo sistema, così da eliminare la variabilità individuale. Le equazioni di regressione sono state formulate secondo il metodo dei minimi quadrati (Salvi e Chiandotto, - 11 -).

Discussione dei risultati

I dati riportati nella Tabella 1 mettono in evidenza che la digeribilità della energia lorda e della sostanza secca si sono attestate sul 60%, mentre quella della sostanza organica ha raggiunto un valore pari a circa il 61%. Limitandoci a considerare i 14 mangimi del commercio, le percentuali sono salite al 61,54%, al 61,17% e al 62,85%, rispettivamente per la energia, per la sostanza secca e per quella organica. Passando ad esaminare i singoli principi nutritivi, si può notare come la utilizzazione digestiva debba considerarsi molto buona per l'estratto etero (75,17%) e per la proteina grezza (73,28%), buona per gli estrattivi inazotati (69,41%) e per l'NDS (68,53%), mediocre per la fibra grezza (20%). Nell'ambito dei componenti la parete cellulare, ottima è apparsa la digeribilità delle emicellulose (73,40%), che ha superato nettamente quella degli estrattivi inazotati i quali, evidentemente, contengono una certa quota di lignina. Da notare la elevata variabilità della fibra grezza e dell'ADF che dipende dalla natura dei mangimi.

Un esame della Tabella 2 consente di rilevare che il contenuto di fibra

grezza è risultato altamente correlato con quello di ADF ($P < 0,001$), mentre la correlazione è stata molto bassa ($P < 0,05$) rispetto al tenore di lignina e assente rispetto a quello di NDF.

Una conferma di quanto sopra la si è avuta nei dati della Tabella 3 i quali mostrano che i tenori di fibra grezza e di ADF hanno manifestato un comportamento molto simile, pregiudicando in misura assai significativa la utilizzazione digestiva dell'energia, della sostanza secca ed organica, degli estrattivi inazotati, dell'NDF e delle emicellulose. Le correlazioni sono risultate molto più elevate nel caso dell'ADF, inducendo a supporre che si tratti di un parametro molto valido per giudicare il valore nutritivo di un alimento. Il tasso di lignina ha assunto una posizione intermedia, come entità dei valori, rispetto ad ADF e fibra grezza, ma le correlazioni hanno interessato la maggior parte dei principi nutritivi. La percentuale di NDF, invece, non ha dato adito a coefficienti di correlazione degni di rilievo.

Estremamente interessanti si sono rivelate le correlazioni ottenute con i CUD_a della sostanza secca ed organica (Tabella 4) le quali sono apparse altamente significative ($P < 0,001$) nei confronti dei CUD_a dell'energia e di tutti i componenti considerati, escluso l'estratto etereo.

Il CUD_a della sostanza secca, inoltre, è risultato positivamente correlato ($P < 0,001$) sia con l'ED che con l'EN, ma soprattutto con l'EM (Tab. 5).

L'alta significatività delle correlazioni si è manifestata anche quando si sono calcolate le equazioni di regressione multipla usando come variabili indipendenti il CUD_a della sostanza secca e il tenore di ADF (Tab. 6).

L'energia digeribile, a sua volta, ha manifestato coefficienti di correlazione altamente significativi ($P < 0,001$) nei confronti dell'EM e dell'EN (Tabella 7).

Merita, infine, di essere segnalata la equazione di regressione multipla a 4 incognite, cui si è pervenuti impiegando i contenuti di principi digeribili ovvero di proteina grezza, estratto etereo, estrattivi inazotati e ADF, la quale ha fornito un coefficiente di correlazione molto elevato (Tabella 8).

La Tabella 9 costituisce un riepilogo di tutto il lavoro svolto perché riporta i valori medi dei tre tipi di energia, ricavati applicando ai 29

mangimi composti le equazioni di regressione che si ritenevano più significative ai fini di una loro pratica applicazione. Facendo un confronto con il contenuto di ED ottenuto sperimentalmente (bilancio ingesta-excreta) e con quelli di EM e di EN stimati con le equazioni di Jentsch e coll. (8), si è potuto stabilire quali equazioni consentivano di ottenere una maggiore precisione di stima. Per l'ED sono stati realizzati risultati pressochè sovrapponibili a quelli perseguiti "in vivo" applicando l'equazione 1 della Tabella 3 (10,52 vs 10,60), o meglio ancora l'equazione 3 della Tabella 4 (10,62 vs 10,60): nel primo caso si risale all'ED conoscendo il tenore di ADF e l'EL del mangime, senza attuare alcuna prova sugli animali; nel secondo caso è invece necessario calcolare il CUD_a della sostanza secca e la EL del mangime. Anche qualora ci si basi soltanto sul livello di ADF è possibile ottenere un valore sufficientemente attendibile (10,73 vs 10,60); un discorso analogo si può fare quando è noto il CUD_a della sostanza secca (10,81 vs 10,60). Per quanto concerne quest'ultimo calcolo, la precisione della stima può essere aumentata (10,68 vs 10,60) applicando l'equazione di regressione multipla della Tabella 6, che insieme al CUD_a della sostanza secca (x_1) prevede l'impiego del tenore di ADF (x_2).

Se infine si utilizza la equazione di regressione multipla della Tabella 8, basata sulla conoscenza del tenore in principi digeribili (proteina grezza, estratto etereo, estrattivi inazotati, ADF), si ottiene un valore pressochè identico a quello sperimentale. Come si può notare, la equazione proposta si differenzia da quella di Jentsch e coll. (8) perchè è stata introdotta l'ADF al posto della fibra grezza e la modifica ha migliorato sensibilmente la precisione di stima.

Per l'EM i valori più vicini a quelli di Jentsch e coll. (8) sono stati ottenuti operando come per l'ED: 9,83 vs 9,87, noti il livello di ADF e di EL del mangime; 9,91 vs 9,87, noti il CUD_a della sostanza secca e l'EL del mangime.

Nel caso dell'EN, infine, applicando le equazioni analoghe, i valori ottenuti sono stati: 6,25 vs 6,22; 6,30 vs 6,22.

Conclusioni

Volendo trarre delle conclusioni sulla base di quanto esposto, si può

dire che il tenore di ADF rappresenta un elemento molto valido per stimare il valore nutritivo di un mangime, essendo strettamente correlato ai CUD_a della sostanza secca e dell'energia. Dal momento che questi due parametri sono a loro volta altamente correlati tra loro e poichè sussistono correlazioni altamente significative anche tra i tre tipi di energia, è possibile stimare il valore energetico di un mangime (in ED, EM ed EN) con notevole precisione, anche senza eseguire prove di digeribilità sugli animali, ma conoscendo semplicemente il livello di ADF e quello di EL del mangime. Valori altrettanto precisi si ottengono quando alla valutazione dell'EL si accompagna quella del CUD_a della sostanza secca. Anche l'applicazione delle altre equazioni proposte conduce a risultati abbastanza vicini a quelli sperimentali, come si verifica nel caso in cui si utilizzi il CUD_a della sostanza secca e il tenore di ADF del mangime.

E' comunque confortevole il fatto che la precisione di stima è stata molto elevata anche quando si è ricorsi ai sistemi di più semplice attuazione pratica. Basti pensare che si può stimare l'EN con una approssimazione elevatissima (6,25 vs 6,22), conoscendo il livello di ADF e di EL, rispetto al valore che si ottiene applicando l'equazione di regressione multipla di Jentsch e coll. (8), che prevede una prova di digeribilità "in vivo".

E' peraltro ovvio che il metodo più perfetto risulta quello basato sulla conoscenza dei principi nutritivi digeribili.

Indice bibliografico

- 1) BATTAGLINI M. e GRANDI A. (1983) - V Congresso Nazionale A.S.P.A., Gargnano del Garda, 4 - 9 giugno.
- 2) GRANDI A. (1978) - Coniglicoltura, X, 31.
- 3) GRANDI A. (1981) - Coniglicoltura, IV, 27.
- 4) GRANDI A. (1981) - Coniglicoltura, VI, 43.
- 5) GRANDI A. (1981) - Coniglicoltura, XII, 29.
- 6) GRANDI A., MARZETTI P. e BLASI F. (1983) - In corso di stampa su "Zoot. Nutr. Anim."
- 7) GRANDI A., BATTAGLINI M. e DE ANGELIS A. (1983) - V Congresso Nazionale A.S.P.A., Gargnano del Garda, 4 - 9 giugno.

- 8) JENTSCH W., SCHIEMANN R., HOFFMANN L. e NEHRING K. (1963) - Arch. Tierernährung, 13, 133.
- 9) LADETTO G. e MUSSA P.P. (1974) - Atti Conv. Naz. di Coniglicoltura, Erba 6 - 7 settembre.
- 10) PARINI BINI R. e DALLE RIVE V. (1975) - Simposio su Nutr. ed Alim. delle Specie Minori. Roma, 234.
- 11) SALVI e CHIANDOTTO B. (1978) - Biometria-Principi e Metodi. Piccin Editore, Padova.
- 12) VANSCHOU BROEK F. e CLOET G. (1968) - World Rev. Anim. Prod., 4, 70
- 13) VAN SOEST P.J. (1963) - J. Assoc. of Agr. Chem. 46, 829.
- 14) VAN SOEST P.J. (1966) - J. Assoc. of Agr. Chem. 49, 546.
- 15) VAN SOEST P.J., WINE R.H. (1967) - J. Assoc. of Agr. Chem. 50, 50.
- 16) WEENDE - A.O.A.C. (1975) - Official Methods of Analysis, Washington, D.C.

Riassunto

Per la ricerca sono stati utilizzati i risultati di 29 prove di digeribilità (metodo diretto) con altrettanti mangimi composti integrati, di composizione molto variabile; le prove hanno coinvolto 203 conigli maschi di razza Bianca di Nuova Zelanda, di età compresa tra 4,5 e 5,5 mesi, con un peso medio di $g\ 3.300 \pm 75$.

Dapprima sono stati calcolati i CUD_a dell'energia, dei principi nutritivi e dei componenti strutturali della parete cellulare; si è passati poi a formulare numerose equazioni di regressione, così da ricavarne quelle più utili per la stima del valore nutritivo di un mangime composto.

I risultati della ricerca hanno messo innanzitutto in evidenza come variano i coefficienti di digeribilità nel coniglio.

In secondo luogo è stato visto che l'ADF rappresenta un parametro molto valido per stimare il valore energetico di un mangime, poichè è altamente correlato con i CUD_a della sostanza secca e dell'energia. Sfruttando altre importanti correlazioni si è infine dimostrato che è possibile calcolare con notevole precisione il valore energetico (in ED, EM, EN) di un mangime composto, senza effettuare prove di digeribilità "in vivo", ma conoscendo semplicemente il livello di ADF e quello di EL del mangime. Stime altret

tanto precise si ottengono quando alla valutazione della EL si accompagna quella del CUD_a della sostanza secca, oppure quando si utilizza il CUD_a della sostanza secca e il tenore di ADF del mangime. Se invece si vogliono usare le equazioni di regressione multipla basate sul contenuto dei principi digeribili, si consiglia di sostituire l'ADF alla fibra grezza perchè così operando, si ottengono valori di ED pressochè identici a quelli sperimentali.

ESTIMATE OF THE NUTRITIVE VALUE OF COMPOUND FEEDS FOR RABBIT

SUMMARY

For the research we utilized the results of 29 digestibility trials (direct method) with as many compound integrated feeds, very variable in their composition; the trials involved 203 New Zealand White male rabbits, 4.5 - 5.5 months of age, with an average weight of $g\ 3,300 \pm 75$. At first, ADC of the energy, of the nutrients and of the CWC were calculated; then, many regression equations were formulated in order to individuate which were the more useful for the estimation of the nutritive value of a compound feed. The results of the research firstly pointed out how the digestibility coefficients vary in the rabbit. Secondly it was seen that ADF is a very effective parameter to estimate the energetic value of a feed, because it is highly correlated with the ADC of dry matter and of energy. It was shown too that, using other important correlations, it is possible to calculate with high precision the energetic value (DE, ME, NE) of a compound feed, without executing digestibility "in vivo" trials, but knowing only the ADF and the CE levels.

As much exact estimates can be obtained when the CE and the ADC of dry matter are utilized, or when the ADC of dry matter and the level of ADF are employed. On the other hand, if the researcher prefers to use multiple regression equation based on the content of the digestible nutrients, it would be better to replace ADF to the crude fiber, because in this way it is possible to obtain values of DE almost identical to the experimental ones.

Tabella 1 - Coefficienti di utilizzazione digestiva dell'energia e dei vari principi nutritivi nei 29 mangimi utilizzati.

| | $\bar{x} \pm \text{e.s.}$ | C.V. | valori estremi |
|----------------------|---------------------------|-------|--------------------|
| Energia lorda | 59,66 \pm 0,80 | 6,45 | 54,92 \div 71,11 |
| Sostanza secca | 59,65 \pm 0,79 | 6,32 | 54,60 \div 69,68 |
| Sostanza organica | 60,93 \pm 0,85 | 6,73 | 55,48 \div 72,35 |
| Proteina grezza | 73,28 \pm 0,80 | 5,25 | 66,39 \div 79,70 |
| Estratto etero | 75,17 \pm 1,30 | 9,15 | 61,88 \div 87,23 |
| Fibra grezza | 20,00 \pm 0,84 | 22,97 | 16,71 \div 33,55 |
| Ceneri | 48,07 \pm 0,94 | 9,37 | 40,83 \div 58,22 |
| Estrattivi inazotati | 69,41 \pm 0,96 | 6,62 | 61,42 \div 79,51 |
| NDF | 53,01 \pm 1,20 | 10,88 | 41,76 \div 59,28 |
| NDS | 68,53 \pm 0,62 | 4,79 | 62,03 \div 74,09 |
| ADF | 19,09 \pm 0,78 | 22,82 | 12,24 \div 34,31 |
| Emicellulose | 73,40 \pm 1,07 | 6,98 | 62,55 \div 81,82 |

Tabella 2 - Regressione dei livelli (% s.s.) di NDF, ADF e lignina (y) su quelli di fibra grezza (x) nei 29 mangimi utilizzati.

| y \ x | Fibra grezza | |
|---------|---------------------------------------|------------------------------|
| | Equazione di regressione $\pm S_b$ | Coefficiente di correlazione |
| NDF | $y = 50,00 + 0,47x \pm 0,29$ | $r = 0,29$ |
| ADF | $y = 2,75 + 1,12x \pm 0,09$ | $r = 0,91$ |
| Lignina | $y = 2,28 + 0,14x \pm 0,06$ | $r = 0,41$ |

Tabella 3 - Regressione dei CUD_a dell'energia e dei principi nutritivi (y) sui livelli (% s.s.) di fibra grezza, NDF, ADF nei 29 mangimi utilizzati

| y | Fibra grezza | | NDF | | ADF | | Lignina | |
|----------------------|--|---------------------------------|--|---------------------------------|--|---------------------------------|--|---------------------------------|
| | Equazione di regressione ± S _b | Coefficiente di correlazione | Equazione di regressione ± S _b | Coefficiente di correlazione | Equazione di regressione ± S _b | Coefficiente di correlazione | Equazione di regressione ± S _b | Coefficiente di correlazione |
| Energia (MJ/kg s.s.) | y = 79,51 - 1,21x ± 0,28 | r = - 0,62 ^{***} | y = 67,14 - 0,16x ± 0,21 | r = - 0,14 | 1) y = 37,34 - 1,28x ± 0,17 | r = - 0,81 ^{***} | y = 77,44 - 4,13x ± 0,72 | r = - 0,72 ^{***} |
| Sostanza secca | y = 79,30 - 1,19x ± 0,26 | r = - 0,64 ^{***} | y = 72,48 - 0,25x ± 0,20 | r = - 0,22 | 2) y = 86,11 - 1,23x ± 0,16 | r = - 0,81 ^{***} | y = 75,14 - 3,63x ± 0,75 | r = - 0,67 ^{***} |
| Sostanza organica | y = 82,84 - 1,32x ± 0,28 | r = - 0,66 ^{***} | y = 72,07 - 0,23x ± 0,22 | r = - 0,19 | y = 90,32 - 1,36x ± 0,17 | r = - 0,83 ^{***} | y = 78,37 - 4,08x ± 0,79 | r = - 0,69 ^{***} |
| Proteina grezza | y = 65,20 + 0,39x ± 0,35 | r = 0,20 | y = 45,64 + 0,46x ± 0,20 | r = 0,39* | y = 74,35 - 0,09x ± 0,31 | r = - 0,06 | y = 89,81 - 3,64x ± 0,80 | r = - 0,64 ^{***} |
| Estratto etereo | y = 90,28 - 0,82x ± 0,51 | r = - 0,30 | y = 96,86 - 0,37x ± 0,34 | r = - 0,21 | y = 92,41 - 0,74x ± 0,40 | r = - 0,34 | y = 90,17 - 3,16x ± 1,42 | r = - 0,40* |
| Fibra grezza | y = 16,25 + 0,17x ± 0,38 | r = 0,08 | y = 29,75 - 0,18x ± 0,23 | r = - 0,14 | y = 26,23 - 0,30x ± 0,30 | r = 0,18 | y = 30,32 - 2,28x ± 1,04 | r = - 0,37* |
| Caneri | y = 45,11 + 0,15x ± 0,33 | r = 0,08 | y = 76,68 - 0,49x ± 0,18 | r = - 0,45 ^{**} | y = 44,35 + 0,15x ± 0,27 | r = 0,10 | y = 43,58 + 0,89x ± 0,96 | r = 0,17 |
| Estrattivi inazotati | y = 30,58 - 1,28x ± 0,33 | r = - 0,58 ^{***} | y = 84,45 - 0,29x ± 0,24 | r = - 0,22 | y = 97,70 - 1,31x ± 0,22 | r = - 0,73 ^{***} | y = 83,91 - 3,44x ± 1,00 | r = - 0,53 ^{**} |
| NDF | y = 79,20 - 1,55x ± 0,40 | r = - 0,59 ^{***} | y = 45,93 + 0,07x ± 0,30 | r = 0,05 | y = 89,16 - 1,67x ± 0,26 | r = - 0,76 ^{***} | y = 76,83 - 5,51x ± 1,05 | r = - 0,69 ^{***} |
| NDS | y = 75,27 - 0,41x ± 0,25 | r = - 0,29 | y = 87,40 - 0,33x ± 0,14 | r = - 0,39* | y = 78,27 - 0,45x ± 0,19 | r = - 0,39* | y = 74,15 - 1,30x ± 0,72 | r = - 0,31 |
| ADF | y = 17,88 + 0,05x ± 0,33 | r = 0,03 | y = 32,86 - 0,24x ± 0,20 | r = - 0,22 | y = 20,53 - 0,07x ± 0,27 | r = - 0,05 | y = 22,76 - 0,82x ± 0,97 | r = - 0,15 |
| Emicellulose | y = 91,75 - 1,15x ± 0,42 | r = - 0,45 ^{**} | y = 75,08 - 0,07x ± 0,28 | r = - 0,05 | y = 100,89 - 1,30x ± 0,29 | r = - 0,63 ^{***} | y = 91,96 - 4,41x ± 1,11 | r = - 0,59 ^{***} |

* P < 0,05 ** P < 0,01 *** P < 0,001

* P < 0,05 ** P < 0,01 *** P < 0,001

Tabella 4 - Regressione dei CUD_a dell'energia e delle sostanze nutritive (y) su quelli della sostanza secca ed organica (x).
(Animali n. 203).

| y | x | Sostanza secca | | Sostanza organica | |
|----------------------------|--------|---------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| | | Equazione di regressione $\pm S_b$ | Coefficiente di correlazione | Equazione di regressione $\pm S_b$ | Coefficiente di correlazione |
| Energia (MJ/Kg s.s.) | 3) y = | 0,05 + 1,00x \pm 0,02 | r = 0,97*** | y = 3,20 + 0,93x \pm 0,01 | r = 0,98*** |
| Sostanza organica | y = | - 3,17 + 1,07x \pm 0,01 | r = 0,99*** | ----- | ----- |
| Proteina grezza (N x 6,25) | y = | 57,75 + 0,26x \pm 0,07 | r = 0,25 | y = 58,79 + 0,24x \pm 0,07 | r = 0,24*** |
| Estratto etereo | y = | 83,16 - 0,17x \pm 0,17 | r = - 0,07 | y = 77,24 - 0,07x \pm 0,15 | r = - 0,03 |
| Fibra grezza | y = | -14,13 + 0,59x \pm 0,08 | r = 0,47*** | y = -10,55 + 0,52x \pm 0,07 | r = 0,45*** |
| Estrattivi inazotati | y = | 0,75 + 1,15x \pm 0,04 | r = 0,89*** | y = 4,17 + 1,07x \pm 0,03 | r = 0,94*** |
| NDF | y = | -24,37 + 1,30x \pm 0,05 | r = 0,88*** | y = -18,76 + 1,18x \pm 0,04 | r = 0,89*** |
| ADF | y = | -13,72 + 0,56x \pm 0,07 | r = 0,48*** | y = - 7,92 + 0,46x \pm 0,07 | r = 0,42*** |

*** P < 0,001

Tabella 5 - Regressione della ED, EM ed EN (y) sul CUD_a della sostanza secca (x).
(Animali n. 203).

| y | x | CUD_a Sostanza secca | |
|---------------------------------|--------|---------------------------------------|---------------------------------|
| | | Equazione di regressione $\pm S_b$ | Coefficiente di correlazione |
| Energia digeribile (MJ/Kg s.s.) | 4) y = | 0,29 + 0,18x \pm 0,01 | r = 0,87*** |
| Energia metabolizzabile " | 5) y = | 0,25 + 0,17x \pm 0,01 | r = 0,94*** |
| Energia netta " | 6) y = | 1,30 + 0,09x \pm 0,01 | r = 0,66*** |

*** P < 0,001

Tabella 6 - Regressione della ED, EM ed EN (y) sul CUD_a della sostanza secca (x₁) e sul livello (% s.s.) di ADF (x₂). (Prove di digeribilità n. 29).

| Y | x ₁ , x ₂ | CUD _a sostanza secca e livello ADF | |
|---------------------------------|---------------------------------|---|------------------------------|
| | | Equazione di regressione | Coefficiente di correlazione |
| Energia digeribile (MJ/Kg s.s.) | 7) | $y = 2,02 + 0,16x_1 - 0,03x_2$ | R = 0,84 |
| Energia metabolizzabile | " | $8)y = 6,59 + 0,09x_1 - 0,09x_2$ | R = 0,82 |
| Energia netta | " | $9)y = 1,99 + 0,08x_1 - 0,02x_2$ | R = 0,75 |

Tabella 7 - Regressione dell'EM e dell'EN (y) sull' ED (x). (Animali n. 203)

| Y | x | Energia digeribile | |
|--------------------------------------|-----|---------------------------------------|------------------------------|
| | | Equazione di regressione $\pm S_b$ | Coefficiente di correlazione |
| Energia metabolizzabile (MJ/Kg s.s.) | 10) | $y = 0,57 + 0,88x \pm 0,02$ | r = 0,96 *** |
| Energia netta | " | $11)y = 0,88 + 0,51x \pm 0,06$ | r = 0,76 *** |

*** P < 0,001

Tabella 8 - Regressione dell'ED (y) sui livelli di principi digeribili (proteina grezza x₁, estratto etereo x₂, estrattivi inazotati x₃, ADF x₄). (Prove di digeribilità n. 29)

| Y | x ₁ , x ₂ , x ₃ , x ₄ | Principi digeribili | |
|---------------------------------|---|---|------------------------------|
| | | Equazione di regressione | Coefficiente di correlazione |
| Energia digeribile (MJ/Kg s.s.) | 12) | $y = -0,03 + 0,25x_1 + 0,38x_2 + 0,18x_3 + 0,07x_4$ | R = 0,91 |

Tabella 9 - Valori medi di ED, EM ed EN (MJ/Kg s.s.) ricavati secondo le modalità sotto indicate. (prove di digeribilità n. 29).

| | <u>ED</u> | % ED sperimentale |
|---|--------------|----------------------|
| bilancio ingesta-excreta | 10,60 | 100,00 |
| equazione di Jentsch e coll. | 10,37 | 97,80 |
| equaz. 1, Tab. 3 (noti ADF ed EL mangime) | <u>10,52</u> | 99,27 |
| equazz. 2 e 4, Tabb. 3 e 5 (noto ADF) | 10,73 | 101,20 |
| equaz. 3, Tab. 4 (noti CUD _a s.s. ed EL mangime) | <u>10,62</u> | 100,18 |
| equaz. 4, Tab. 5 (noto CUD _a s.s.) | 10,81 | 101,99 |
| equaz. 7, Tab. 6 (noti CUD _a s.s. e ADF) | <u>10,68</u> | 100,78 |
| equaz. 12, Tab. 8 (noti prot. gr., est. et., est. inaz., ADF, digeribili) | <u>10,61</u> | 100,09 |
| | | |
| | <u>EM</u> | % EM Jentsch e coll. |
| equazione di Jentsch e coll. | 9,87 | 100,00 |
| equazz. 1 e 10, Tabb. 3 e 7 (noti ADF ed EL mangime) | <u>9,83</u> | 99,60 |
| equazz. 2 e 5, Tabb. 3 e 5 (noto ADF) | 10,09 | 102,23 |
| equazz. 3 e 10, Tabb. 4 e 7 (noti CUD _a s.s. ed EL mangime) | <u>9,91</u> | 100,40 |
| equaz. 5, Tab. 5 (noto CUD _a s.s.) | 10,19 | 103,24 |
| equaz. 8, Tab. 6 (noti CUD _a s.s. e ADF) | <u>9,79</u> | 99,15 |
| | | |
| | <u>EN</u> | % EN Jentsch e coll. |
| equazione di Jentsch e coll. | 6,22 | 100,00 |
| equazz. 1 e 11, Tabb. 3 e 7 (noti ADF ed EL mangime) | <u>6,25</u> | 100,42 |
| equazz. 2 e 6, Tabb. 3 e 5 (noto ADF), | 6,51 | 104,69 |
| equazz. 3 e 11, Tabb. 4 e 7 (noti CUD _a s.s. ed EL mangime) | <u>6,30</u> | 101,21 |
| equaz. 6, Tab. 5 (noto CUD _a s.s.) | 6,56 | 105,47 |
| equaz. 9, Tab. 6 (noti CUD _a s.s. e ADF) | <u>6,21</u> | 99,80 |