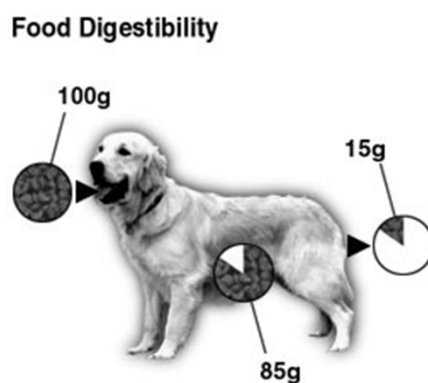


## ***VALUTAZIONE NUTRIZIONALE DEGLI ALIMENTI***

- **COMPOSIZIONE CHIMICA**
- **DIGERIBILITA'**
- **VALORE NUTRITIVO**
- **VALORE PROTEICO**
- **APPETIBILITA'**
- **CONSERVABILITA'**
- **FATTORI ANTINUTRIZIONALI**
- **VALUTAZIONE ECONOMICA**

### **DIGERIBILITA' : definizione**

**DIGERIBILITA' = Ingesta (I)– Escreta (E)**



**Coefficiente di digeribilità (dSO, dPG..) o  
coefficiente di utilizzazione digestiva (CUD)**

$$\text{Coeff. di digeribilità (\%)} = \frac{I - E}{I} \times 100$$

$$\text{dSO (\%)} = \frac{\text{SO ingerita} - \text{SO escreta}}{\text{SO ingerita}} \times 100$$

**dPG.....**

### **Coefficienti di digeribilità apparente e reale**

$$\text{Coeff. di digerib.(\%)} = \frac{I - E}{I} \times 100$$

**apparente**

$$\text{Coeff. di digerib.(\%)} = \frac{I - (E - \text{quota endogena}^*)}{I} \times 100$$

**reale**

- La quota endogena fecale corrisponde agli enzimi, alle desquamazioni epiteliali, alle spoglie batteriche, ecc. Se non viene considerata la digeribilità delle diverse componenti dell'alimento o di una dieta verrà "sottostimata"

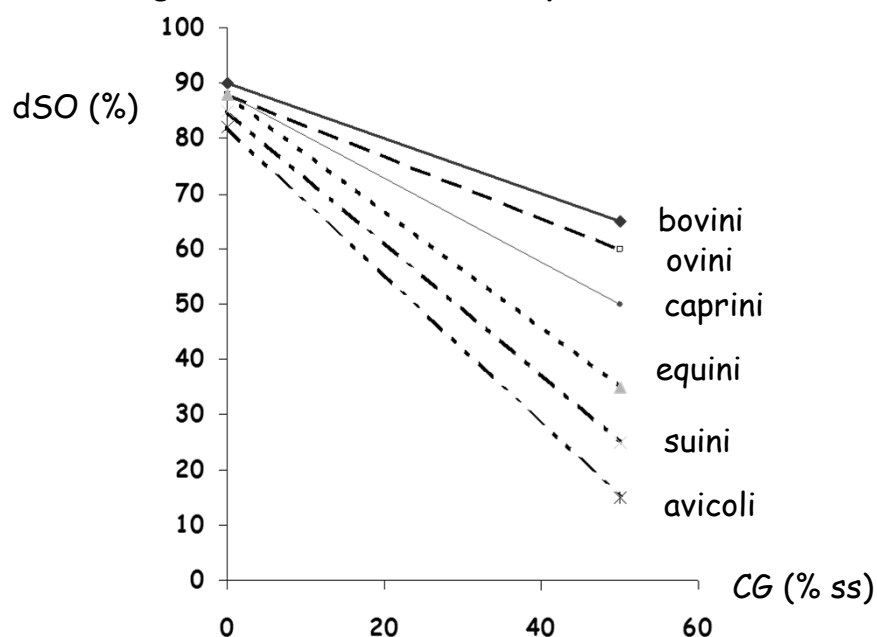
## ***DIGERIBILITA'***

### **Fattori che influenzano la digeribilità**



#### **Legati all'animale:**

**specie**  
**razza**  
**categoria**  
**età**  
**sexo**  
**stato fisiologico**  
**individuo**

**Effetto della cellulosa grezza (CG) sulla digeribilità della sostanza organica (dSO) in diverse specie (Hallsworth, 1949)**



***Effetto della specie sulla digeribilità (dell'energia)***

Razioni		OVINO	BOVINO
Fieno(%)	Mais (%)		
<b>100</b>	<b>0</b>	<b>58.9</b>	<b>60.2</b>
<b>80</b>	<b>20</b>	<b>62.7</b>	<b>66.9</b>
<b>60</b>	<b>40</b>	<b>71.0</b>	<b>71.1</b>
<b>40</b>	<b>60</b>	<b>73.8</b>	<b>74.0</b>
<b>20</b>	<b>80</b>	<b>81.5</b>	<b>79.4</b>

***DIGERIBILITA'***

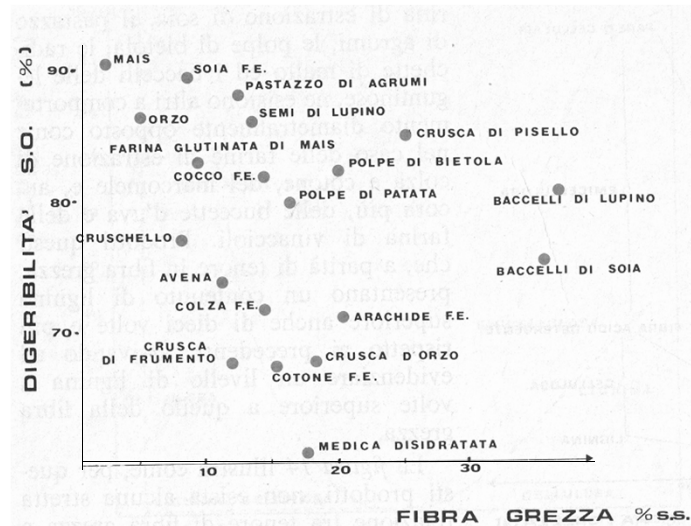
**Fattori che influenzano la digeribilità**

**Legati all'animale:**

**specie**  
**razza**  
**categoria**  
**età**  
**sexo**  
**stato fisiologico**  
**individuo**

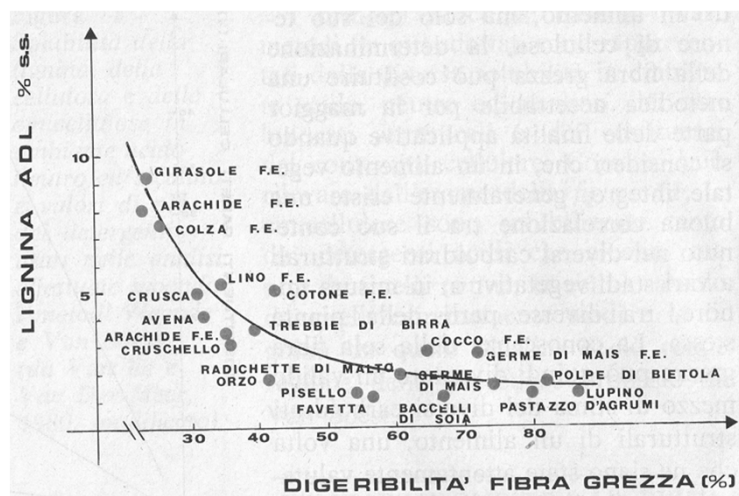
## Fattori che influenzano la digeribilità

Extra-animale: caratteristiche alimenti  
- comp. chimica



## Fattori che influenzano la digeribilità

Extra-animale: caratteristiche alimenti  
- comp. chimica



## Fattori che influenzano la digeribilità

**Extra-animale:**            **caratteristiche alimenti**  
                                       - **comp. chimica**  
                                       - **forma fisica**

Digeribilità	Mais farina	Mais granella
<b>SS</b>	<b>61.7</b>	<b>58.6</b>
<b>SO</b>	<b>65.1</b>	<b>61.5</b>
<b>PG</b>	<b>48.7</b>	<b>43.1</b>
<b>EE</b>	<b>90.9</b>	<b>85.3</b>
<b>CG</b>	<b>32.9</b>	<b>44.8</b>
<b>EI</b>	<b>71.0</b>	<b>64.7</b>

## Fattori che influenzano la digeribilità

**Extra-animale:**            **caratteristiche alimenti**  
                                       - **comp. chimica**  
                                       - **forma fisica**  
                                       - **trattamenti chimici**

Digeribilità	Paglia non trattata	Paglia trattata con NaOH (1.5-2.0%)
<b>SO</b>	<b>42</b>	<b>66</b>
<b>EI</b>	<b>37</b>	<b>62</b>
<b>FG</b>	<b>51</b>	<b>76</b>

## Fattori che influenzano la digeribilità

**Extra-animale:**            **caratteristiche dieta**  
    - **dieta bilanciata**  
    - **livello nutritivo (↓)**

<b>Livello nutritivo LN</b> <b>Energia delle dieta</b> <b>Fabb.mantenimento</b>	<b>Digeribilità SS</b> <b>(%)</b>
<b>0.70</b>	<b>66.9</b>
<b>1.10</b>	<b>65.6</b>
<b>1.50</b>	<b>63.6</b>

## Fattori che influenzano la digeribilità

**Extra-animale:**            **abitudini alimentari**  
    **(adattamento)**

	<b>Senza adattamento</b>		<b>Con adattamento</b>	
<b>Dig.</b>	<b>Mais farina</b>	<b>Mais granella</b>	<b>Mais farina</b>	<b>Mais granella</b>
<b>SS</b>	<b>61.7</b>	<b>58.6</b>	<b>65.4</b>	<b>65.7</b>
<b>SO</b>	<b>65.1</b>	<b>61.5</b>	<b>69.5</b>	<b>69.0</b>
<b>PG</b>	<b>48.7</b>	<b>43.1</b>	<b>52.8</b>	<b>54.7</b>
<b>EE</b>	<b>90.9</b>	<b>85.3</b>	<b>89.4</b>	<b>88.3</b>
<b>CG</b>	<b>32.9</b>	<b>44.8</b>	<b>36.6</b>	<b>48.9</b>
<b>EI</b>	<b>71.0</b>	<b>64.7</b>	<b>75.5</b>	<b>73.9</b>

## **Fattori che influenzano la digeribilità**

**Extra-animale: condizioni ambientali,  
modalità di distribuzione  
della dieta:  
n. di pasti  
dieta secca o umida  
miscela o alimenti separati..**

## **METODI DI STIMA DELLA DIGERIBILITA'**

- IN VIVO
  - diretti
  - indiretti
- IN VITRO
  - incubazioni enzimatiche
  - incubazioni enzimatiche e/o inoculi di batteri (metodo Tilley e Terry, produzione di gas)
  - ruminanti artificiali
- IN SITU
  - degradabilità ruminale
- DATI TABULATI ED EQUAZIONI DI STIMA



## **METODI DI STIMA IN VIVO: DIRETTI**

Si basano sulla stima del bilancio ingesta-escreta

Ingesta : determinazione quanti-qualitativa  
dell'alimento consumato

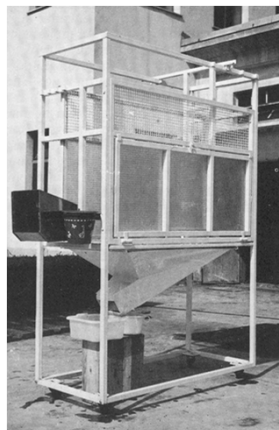
Escreta: determinazione quanti-qualitativa delle  
feci prodotte

## **METODI DI STIMA IN VIVO: DIRETTI**

Protocolli sperimentali ben definiti per ogni specie e  
categoria di animale:

- n. soggetti in prova (almeno 6)
- modalità di conduzione delle prove
- tempi: fase di adattamento (1-2 sett.)  
fase sperimentale (almeno 5 d)
- modalità di esecuzione delle analisi
- livello nutritivo (di solito mantenimento)

## METODI DI STIMA IN VIVO: DIRETTI



Gabbia di digeribilità per ovini



Gabbia di digeribilità per bovini

## METODI DI STIMA IN VIVO: DIRETTI



Raccolta totale delle feci



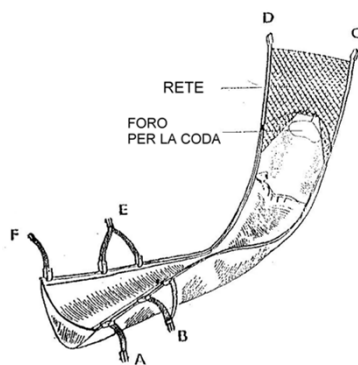
Campionamento delle feci

## METODI DI STIMA IN VIVO: DIRETTI



Raccolta delle feci mediante "harness"

## Horse Diaper Equisan (Australia)



### Horse Diaper Equisan (Australia)



### METODI DI STIMA IN VIVO: DIRETTI Esempio di calcolo

Digeribilità "in vivo"	PG (g)	CG (g)	EE (g)	EI (g)
Alimento consumato	10216	8255	1697	20823
Feci prodotte	2554	2155	779	4040
Quota indigeribile (%)	25.0	26.1	45.9	19.4
Quota digeribile (%)	75.0	73.9	54.1	80.6

## METODI DI STIMA IN VIVO: INDIRECTI

Si basano sull'impiego di indicatori ("markers") che possono essere:

- endogeni (lignina ADL, silice  $\text{SiO}_2$ , ecc.)
- esogeni (ossido di cromo  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , ecc.)

Caratteristiche dei marcatori:

- devono passare inalterati lungo il tratto digerente (indigeribili)
- non devono essere tossici per l'animale
- devono seguire il transito del digesta
- facilmente misurabili

## METODI DI STIMA IN VIVO: INDIRECTI

### Esempio di calcolo: ossido di cromo

Digeribilità "in vivo"	PG (g)	CG (g)	EE (g)	EI (g)
Alimento ingerito	10216	8255	1697	20823
Cr ingerito(g)	200	200	200	200
Cr nell'ingesta (%)	1.96	2.42	11.79	0.96
Cr nelle feci (%)	7.81	9.26	25.64	4.95
Coefficiente di digeribilità (%)	74.9	73.8	54.0	80.6

**METODI DI STIMA IN VIVO:  
confronto fra metodi di stima della  
digeribilità della SS in ovini**

<b>Livello nutritivo</b>	<b>Raccolta feci</b>	<b>Ossido di cromo</b>	<b>Lignina</b>
<b>0.70</b>	<b>66.9</b>	<b>67.2</b>	<b>64.0</b>
<b>1.10</b>	<b>65.6</b>	<b>65.9</b>	<b>61.6</b>
<b>1.50</b>	<b>63.6</b>	<b>63.7</b>	<b>58.7</b>
<b>Media</b>	<b>65.4</b>	<b>65.6</b>	<b>61.4</b>

**METODI DI STIMA IN VIVO:  
confronto fra metodi di stima della  
digeribilità nei cavalli (Miraglia, 1999)**

<b>Digeribilità</b>	<b>Raccolta feci (Harper)</b>	<b>AIA</b>	<b>ADL</b>
<b>SO</b>	<b>61.8</b>	<b>62.7</b>	<b>32.7</b>
<b>PG</b>	<b>65.2</b>	<b>66.1</b>	<b>43.6</b>
<b>Energia</b>	<b>61.7</b>	<b>61.1</b>	<b>35.2</b>

## 2) METODI DI STIMA IN VITRO: Incubazioni enzimatiche

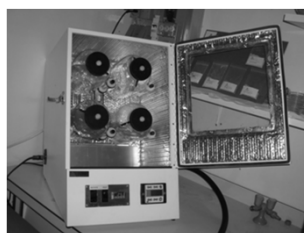
Es: Digeribilità della sostanza organica (dSO) nei cavalli  
(Aufreere e Michalet Doreau, 1988: mod.)

- Quantità di campione: 0.5 g
- 1<sup>a</sup> incubazione:  
24 h a 40°C in 50 mL di sol. pepsina-HCl
- idrolisi dell'amido  
30 min a 80°C in sol. pepsina-HCl
- aggiustamento pH (4.6-4.8)
- 2<sup>a</sup> incubazione:  
24 h a 40°C in 50 mL di sol. tampone acetato con 50 mg di cellulasi (pH=4.6)
- filtrazione, lavaggio, essiccazione (a 105°C per una notte)

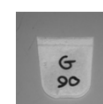
## 2) METODI DI STIMA IN VITRO: Incubazioni con inoculi



Prelievo di liquido  
ruminale (o ciecale  
oppure fecale)



Inserimento  
dell'alimento in bags e  
incubazione in Daisy<sup>II</sup>



Incubazioni  
dell'alimento  
direttamente in  
bottiglie e valutazione  
della produzione di  
gas

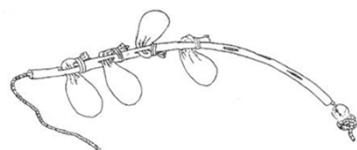
## 2) METODI DI STIMA IN VITRO: Rumine artificiale



**RUSITEC**  
Rumen simulating fermentor (Czerkawski e Breckenridge, 1977)

## 3) METODI DI STIMA IN SITU

Degradabilità ruminale in situ  
(Ørskov e McDonald, 1979)



Incubazione diretta nel rumine  
dell'alimento, inserito in sacchetti di  
tessuto poroso (*nylon bags*)

Uso di animali dotati fistolati e cannulati.

