

Grup de remugants "Ramon Trias"

Bases de la valoració nutritiva d'aliments per a remugants

Basat en INRA-2018

Antoni Seguí Parpal
1 de març de 2020

VALORACIÓ D'ALIMENTS PER A REMUGANTS

Els conceptes de la valoració ja estan explicats en anteriors documents; en aquest només s'indiquen la manera d'arribar a la valoració amb les novetats INRA-2018. Per a facilitar la comprensió posem el significat de les abreviatures que fem, i que, en gran part, són les de l'INRA ja que creiem millor respectar la nomenclatura, segons surten al text.

ABREVIATURES I SIGNIFICAT

UE, unitat d'atipament (*encombement*)
UEL, unitat d'atipament (*encombement*) llet
UEB, unitat d'atipament (*encombement*) bovins
UEM, unitat d'atipament (*encombement*) xais (*moutons*)
MSVIm, matèria seca voluntàriament ingerida (oví)
MSVib, matèria seca voluntàriament ingerida (boví)
MSVII, matèria seca voluntàriament ingerida (vaques llet)
dMO, digestibilitat de la matèria orgànica
MNT, matèria nitrogenada total o proteïna bruta
MS, matèria seca
NI, nivell d'ingestió, % sobre pes viu
NIref, nivell d'ingestió de referència, % sobre pes viu, referit al xai de referència
UEc, unitats d'*encombement* concentrat
UEf, unitats d'*encombement* farratge
Sg, taxa de substitució global farratge concentrat
bVEc, valor basal d'*encombement* concentrat
ADF, fibra àcid detergent
FB, fibra bruta
NDF, fibra neutre detergent
dCs, digestibilitat enzimàtica pepsina-cel·lulasa
MOD, matèria orgànica digestible
EE, extracte eteri (matèria grassa total)
dE, digestibilitat energia
PDI, proteïna digestible a l'intestí
PDIA, proteïna digestible a l'intestí que prové de l'aliment
PDIM, proteïna digestible a l'intestí que prové dels microbis (rumen)
AADI, aminoàcids digestibles a l'intestí
DT_N, degradabilitat de les proteïnes al rumen
dr_N, digestibilitat real de les proteïnes
AmiD-int, midó digestible a l'intestí
NDFD_int, NDF digestible a l'intestí
AGD_int, àcids grassos digestibles a l'intestí
PF, productes de la fermentació en els ensitjats
MOF, matèria orgànica fermentescible
BPR, balanç proteic al rumen
UFL, unitat farratgera llet
UFV, unitat farratgera carn (*viande*)
EB, energia bruta
ED, energia digestible
EM, energia metabolitzable

ENI, energia neta llet

EN_{mant i carn}, energia neta carn

E_{metà}, energia que es perd en forma de metà

E_{orina}, energia que es perd per l'orina

PDIN, proteïna digestible a l'intestí segons contingut N per a la síntesi microbiana al rumen

PDIE, proteïna digestible a l'intestí segons contingut energètic per a la síntesi microbiana al rumen

VALORS ATIPAMENT (UE) I NIVELL D'INGESTIÓ DE REFERÈNCIA (NI_{REF})

FARRATGES VERDS

Igual que en les edicions d'abans, la quantitat de MS ingerida voluntàriament per pes metabòlic (MSV_{Im}; g MS/kg P^{0,75}) pel xai de referència marca les quantitats ingerides per a vaques de llet i bovins d'engreix. La MSV_{Im} es pot calcular a partir de l'anàlisi química i és funció de la digestibilitat de la matèria orgànica (dMO), de la matèria nitrogenada total (MNT) i de la matèria seca (MS).

Per al xai de referència la MSV_{Im} = 75 g MS/Kg P^{0,75}. El valor d'atipament (UE) en el xai és igual, per tant, a 75/MSV_{Im}. En el cas de naps i remolatxes no hi ha equació, ni valor assignat.

Per a llet, la matèria seca voluntàriament ingerida MSV_{II} es calcula a partir de la MSV_{Im}, i el valor de MSV_{II} és igual a 140 g MS/kg P^{0,75} i el valor UE serà igual a 140/MSV_{II}. En el cas de naps i remolatxes no hi ha equació i MSV_{II} és igual a 78 g MS/kg pes metabòlic.

Per altres bovins, MSV_{Ib} també es calcula a partir de la MSV_{Im} i el valor MSV_{Ib} és igual a 95 g MS/kg P^{0,75} i UE serà igual a 95/MSV_{Ib}. En el cas de naps i remolatxes no hi ha equació i MSV_{Ib} és igual a 22,40 g MS/kg pes metabòlic.

A les taules s'incorpora el nivell d'ingestió que és la MS com a % del pes viu (no metabòlic), i aquest valor que surt a les taules és la MSV_{Im} en % del pes, i el pes del xai de referència és de 60 kg:

$$(MSV_{Im} \times 60^{0,75}/60)/10$$

Per als farratges secs i ensitjats es fa el mateix, excepte per el blat de moro, en verd o ensitjat, en que es pren NI_{ref} = 1,4% del pes viu.

FARRATGES SECS

Igual que abans, la MSV_{Im}, la MSV_{II} i la MSV_{Ib} tenen equacions que en tots els casos són funció de la dMO i de la MNT.

FARRATGES ENSITJATS

La MSV_{Im}, la MSV_{II} i la MSV_{Ib} tenen equacions funció de dMO i MNT. En el cas de l'ensitjat de blat de moro, la MSV_{Im} és funció de la dMO, la MSV_{II} de la dMO i de la MS, i la MSV_{Ib} també de la dMO i la MS. En els ensitjats de favó, pèsol, gira-sol i en el de veça no hi ha equació, i es recomana agafar valors de taules per a les UE.

Per a l'ensitjat de favó NI_{ref} = 2,2; per als ensitjats de pèsol NI_{ref} = 2,5; per el de gira-sol NI_{ref} = 2,3%

CONCENTRATS

Sabem que el valor d'atipament d'un aliment concentrat està associat a la taxa de substitució (Sg) de manera que $UEc = UEf \times Sg$. Sg és la quantitat de MS farratgera que desplaça la incorporació d'un kg de concentrat, dins d'una ració.

La novetat és que Sg és funció d'un valor basal d'atipament del concentrat que només té a veure amb l'atipament físic, res de associament ni fenòmens metabòlics, i aquest valor s'incorpora a les taules (bVEc)¹ i s'obté experimentalment, si bé a l'aplicació s'inclouen les equacions que el determinen a partir dels valors de les anàlisis químiques, i cada equació té la seva potencialitat, les que depenen de la degradabilitat de la MS són, pràcticament, directes; sinó poden dependre de ADF en exclusiva, o del midó, ADF i dMO, conjuntament.

bVEc només per a llet, i s'expressa en UE.

Per a tots els concentrats el Nlref és 2%.

Els farratges deshidratats i aglomerats es consideren concentrats.

LES FIBRES A LES TAULES I LA VALORACIÓ NUTRITIVA

Per als verds, secs i ensitjats si l'anàlisi química no dona tots els valors hi ha equacions per a determinar-los.

FB si no donen valor, $FB = f(ADF)$, i si tampoc donen ADF, $FB = f(NDF)$. El cas és que una o altre han de donar el valor sinó no es poden determinar els valors nutritius, necessaris per plantejar el racionament.

NDF: si no donen valor, $NDF = f(FB)$.

ADF: si no donen valor, $ADF = f(FB)$.

Per als concentrats en alguns casos és necessari el valor de la lignina.

Si no donen Lignina, $Lignina = f(FB)$.

Si no donen FB, $FB = f(NDF)$.

Si no donen NDF, $NDF = f(FB)$.

Si no donen ADF, $ADF = f(FB)$.

LA DIGESTIBILITAT DE LA MATÈRIA ORGÀNICA (MO)

A l'aplicació *Valoració Nutritiva* per als farratges² – verd, sec i ensitjats – hi ha quatre columnes, la darrera és la que passa als càlculs posteriors:

dMO Taules INRA/NRC

dMO a partir anàlisi

dCs Dig enzimàtica

dMO

¹ A totes les aplicacions informàtiques i en els textos fem en la majoria dels casos la nomenclatura INRA per tal de no complicar, ja que sempre és convenient anar directament a les fonts.

² El fulls de càlcul Verd, Sec, Ensitjat tenen tots els passos de càlculs per a determinar la valoració nutritiva, quan introduïm els valors de les anàlisis aquests fulls estan ocults però els podem veure si volem seguir els càlculs.

La dMO de taules és la que s'obté en els centres d'experiències i/o investigació, i és la que considerem prioritària. No hi ha valors per als prats (mescles de diferents plantes).

La dMO a partir de dades de les anàlisis, és funció de la FB i de la MNT; els cereals, excepte el sorgo, no tenen equació, i de fet els rebrots de sorgo tampoc. Tampoc tenen equació la resta d'aliments, des de favó, pèsol, gira-sol, veça i matolls i arbusts.

dCs és la digestibilitat enzimàtica i a partir de la seva determinació s'obté la dMO.

A la valoració les **dMO** que es fan servir, cas d'haver-n'hi, és la de taules, en primer lloc o si no la que s'obté per dCs i al final la de l'equació de regressió.

En el cas de **concentrats**³ les columnes de dMO són les següents:

dCs

Equació regressió dMO

dMO (pepsina-cel·lulasa)

dMO final

Com en els farratges la dCs és la digestibilitat enzimàtica que s'obté en la laboratori, que en cas de disposar-la en l'anàlisi serviria per calcular, mitjançant les equacions pertinents, la dMO (pepsina-cel·lulasa). Hi ha, també, equacions que calculen la dMO en funció de la FB, la MNT i les cendres, i en els compostos dMO és funció de la Lignina. Al final s'agafa la dMO de la pepsina-cel·lulasa o de l'equació de regressió, per aquest ordre.

A continuació venen els càlculs de la digestibilitat de l'energia i de la matèria orgànica digestible.

La digestibilitat de l'energia **dE** és funció directa de la **dMO**, i la matèria orgànica digestible (MOD) és la MO multiplicada per la dMO. ($MO = MS - \text{cendres}$).

A continuació venen les següents columnes, per als concentrats:

dE taules

dE

MOD

La digestibilitat de l'energia de les taules INRA (dE taules) dels principals aliments s'inclou a l'aplicació, i serà la que s'agafa per a la resta de càlculs. En cas de no disposar-la – pinsos i altres – es calcula la dE en funció de cendres, NDF, EE, MNT i dMO.

La MOD és la MO multiplicada per la dMO.

En els farratges no hi ha la dE taules, i per a la resta es procedeix de la mateixa manera

DEGRADABILITAT I DIGESTIBILITAT DE LES PROTEÏNES

El valor proteic o nitrogenat dels aliments s'expressa en **PDI** que són les proteïnes digestibles que arriben a l'intestí, i també amb els àcids aminats digestibles (AADI). La PDI està formada per la **PDIA**, proteïna digestible d'origen alimentari que va a l'intestí, i la **PDIM**, proteïna digestible d'origen microbià que va a l'intestí. Hem de saber o determinar la degradabilitat del N al rumen (DT_N) i la digestibilitat real a l'intestí de les PDIA (dr_N); també hem de conèixer la matèria orgànica fermentescible que prové dels aliments.

³ El full Concentrats també està ocult però el podem veure per tal de seguir els càlculs.

La DT_N depèn del nivell d'ingestió (NI) el qual afecta el trànsit de líquids i partícules des del rumen en avall. La DT_N es determina *in situ* al rumen, i s'expressen amb la taxa de trànsit (kpt) fixada a 6%/hora per a totes les partícules potencialment degradables al rumen, (DT_{6_N}). En definitiva, DT_N = f(NI, DT_{6_N}). Les taxes de trànsit són diferents per als farratges, els concentrats i els líquids, que són les tres fraccions que es tenen en compte; les taxes de trànsit, en totes les fraccions depenen del NI i de la proporció de concentrat a la ració. En els concentrats la DT_N depèn de la DT_{6_N}, i aquesta de la DE1% que és la degradabilitat enzimàtica de les proteïnes determinada pel mètode Aufrère. La DE1% la donen els laboratoris i per això surt a la casella de la valoració.

La dr_N depèn de la DT_N, de les proteïnes alimentàries no digestibles (fecals) PANDI, les quals s'expressen en funció del contingut nitrogenat (MNT) i unes constants segons estats vegetatius i de conservació dels farratges. En els concentrats la dr_N s'estima a partir de la DE1%.

La MOF és la matèria orgànica fermentescible, que s'obté de la MOD menys Midó digestible a l'intestí, menys PDIA, menys NDF digestible a l'intestí, els AG digestible a l'intestí, menys els productes de la fermentació en el cas dels ensitjats:

$$\text{MOF (g/kg MS)} = \text{MOD} - \text{PDIA} - \text{AmiD}_{\text{int}} - \text{NDFD}_{\text{int}} - \text{AGD}_{\text{int}} - \text{PF}.$$

CONCENTRATS

Les columnes relatives a la degradabilitat, digestibilitat i la MOF (matèria orgànica fermentescible) i la PDIM (proteïna digestible intestinal microbiana) són les següents:

Degradabilitat DT_N (proteïnes) teòrica
Digestibilitat dr_N (proteïnes) real
Degradabilitat DE1 (proteïnes) enzimàtica
DT_{6_N}
Degradabilitat DT_N (proteïnes)
MOF
PDIM

DT_N teòrica és la que hem traslladat des de les taules de referència, que s'obtenen als centres d'investigació.

dr_N la digestibilitat real es pot determinar amb molta precisió amb la següent equació, que és la que posem a l'Excel de valoració nutritiva, per als concentrats:

$$\text{dr}_{\text{N}} = 88,3 + 0,0371 \times \text{MNT} - 3,7 \times 10^{-5} \times \text{MNT}^2 - 0,107 \times \text{ADL} - 0,0313 \times \text{MOND}$$

ADL és la lignina i MOND és la matèria orgànica no digestible (1000 – MOD).

DE1 enzimàtica, en el cas que el laboratori la subministri la introduïrem a la valoració.

DT_{6_N} és funció del valor DE1.

DT_N serà la degradabilitat que s'emprarà als càlculs segons tinguem la DT_N de les taules de referència o calculada segons DE1 i DT_{6_N}.

La **MOF** en els concentrats es calcula així⁴: $MOF = MOD - MNT \times (1 - DT_N) - EE$

EE és l'extracte eteri (greixos).

PDIM, és la proteïna digestible intestinal d'origen microbià i s'obté directament a partir de la MOF:

$$PDIM = 41,67 + 71,9 \times 10^{-3} \times MOF \times 0,8 \times 0,8$$

En el full dels concentrats es pot trobar, no a continuació de la PDIM, sinó ja en la part final de la valoració, la columna PDIA, la proteïna digestible intestinal d'origen alimentari:

$$PDIA = MNT \times (1 - DT_N) \times dr_N$$

ENSITJATS

Degradabilitat DT (proteïnes) teòrica

Digestibilitat dr (proteïnes) real

DT₆_Ami

DT_Ami

NDFND

PDIA

AmiD_int

NDFD_int

AGD_int

PF

MOF

PDIM

La majoria d'aquestes columnes tenen el mateix significat que l'explicat en els concentrats. Les que no hem explicat són:

- Midó digestible

DT₆_Ami serveix per determinar la degradabilitat teòrica del midó en el rumen:

$$DT_Ami = 18,8 + 1,30 \times DT6_Ami - 0,00575 \times DT6_Ami^2 - 9,42 \times NIref + 0,0897 \times NIref \times DT6_Ami$$

NIref és el nivell d'ingestió per al càlcul de la valoració nutritiva dels aliments (NI és el nivell d'ingestió de cada ració). A partir d'aquí ja es pot determinar el midó digestible a l'intestí:

- $AmiD_int = 0,826 \times Ami \times (1 - 0,01 \times DT_Ami)$. Sovint la DT_Ami l'expressem en tant per u i, de vegades, en %.
- NDF digestible

$$NDFD_int = 11,4 + 1,08 \times NDFND$$

NDFND és la NDF no digestible ($785 - 8,62 \times dMO$). dMO és la digestibilitat de la MO en tot el tub digestiu, i en les racions s'empra la dMOc que és la dMO corregida pels efectes del nivell d'ingestió (NI), de la proporció de concentrats (PCO) i del balanç proteic en el rumen (BPR).

En el cas de l'ensitjat de blat de moro la $NDFND = 887 - 9,55 \times dMO$.

⁴ En aquest cas hem seguit el procediment de les edicions anteriors per facilitar de càlcul, si bé es deixa lloc per refer els valors.

- AGD_int

$$\text{AGD_int} = 6,0 + 0,599 \times \text{AG_duodè}$$

$$\text{AG_duodè} = 9,7 + 0,75 \times \text{AG}$$

AG és el contingut en àcids grassos, en g/kg MS, que s'obté a partir de l'EE, amb equacions específiques.

- PDIA, és la proteïna digestible intestinal d'origen alimentari, que s'obté així:
 $\text{PDIA} = \text{MNT} \times (1 - \text{DT_N}) \times \text{dr_N}$
La degradabilitat i la digestibilitat en tant per u.
- PF són els productes de la fermentació, valors que s'han obtingut experimentalment, i que hem traslladat a l'aplicació.

En definitiva, la MOF es calcula: **MOF (g/kg MS) = MOD – PDIA – AmiD_int – NDF_int – AGD_int – PF.**

I la PDIM, proteïna digestible intestinal d'origen microbià, igual que en tots els farratges i concentrats:

$$\text{PDIM} = 41,67 + 71,9 \times 10^{-3} \times \text{MOF} \times 0,8 \times 0,8$$

VERDS

Degradabilitat DT (proteïnes) teòrica

Digestibilitat dr (proteïnes) real

DT₆_Ami

DT_Ami

NDFND

PDIA

AmiD_int

NDFD_int

AGD_int

MOF

PDIM

Se segueix el mateix procediment que en els ensitjats sense, lògicament, els productes de la fermentació (PF).

SECS

Degradabilitat DT (proteïnes) teòrica

Digestibilitat dr (proteïnes) real

DT₆_Ami

DT_Ami

NDFND

PDIA

AmiD_int

NDFD_int

AGD_int

MOF

PDIM

Se segueix el mateix procediment que en els ensitjats sense, lògicament, els productes de la fermentació (PF).

Al final, i a efectes del racionament, la caracterització nutritiva dels aliments pel que fa al contingut proteic és la PDI = PDIA + PDIM, que serà la que es té en compte en el càlcul de racions. En les anteriors versions INRA, des de 1978, es van introduir, per a cada aliment, dos valors de PDI: PDIN i PDIE, que significaven valor potencials de la PDI, si en un aliment PDIN era superior a PDIE dèiem que era un aliment més proteic, i que, per tant, necessitava energia per assolir el valor PDIN, i a l'inrevés, si PDIE era superior a PDIN dèiem que era un aliment més energètic, que per assolir el valor PDIE requeria el suplement o complement nitrogenat. Ara INRA només dona el valor PDI i un balanç proteic (BPR).

BALANÇ PROTEIC DEL RUMEN (BPR)

El balanç proteic del rumen (BPR, g/kg MS) és la diferència entre l'entrada de MNT al rumen i la MNT no amoniacals que arriben a l'intestí. Les MNT no amoniacals són les proteïnes disponibles a nivell de l'intestí, i són de tres orígens, alimentari, microbià – que es formen al rumen – i endògenes. El BPR es mesura amb animals canulats en el duodè, i és un criteri additiu que s'empra en el càlcul de racions. Hi ha, no obstant, múltiples equacions per a determinar-lo en el sí de les racions. Per als aliments el BPR es determina, o més ben dit, es pot aproximar el seu valor amb la següent equació:

$$\text{BPR} = [(MNT \times DT_N) - (41,67 + 71,9 \times 10^{-3} \times MOF)] - 14,2$$

14,2 és el valor de la proteïna digestible d'origen endogen.

Exemples:

El fenc d'alfals, primer cicle, inici botons florals, té els següents valors, PDI = 91 i BPR = 43; l'ensitjat de blat de moro, estat vitri, PDI = 63 i BPR = - 32.

El gra d'ordi, PDI = 86 i BPR = - 23 i el tortó de soja 46, PDI = 218 i BPR = 224.

VALORS ENERGÈTICS, UFL I UFV

UFL, unitat farratgera llet és l'energia neta, en kcal, disponible per a la producció de llet; $UFL = EN/1.760$.

UFV, unitat farratgera carn (*viande*), és l'energia net, en kcal, disponible per a l'engreix; $UFV = EN/1.760$.

CONCENTRATS

Les columnes que porten a l'energia neta són les següents:

dE taules; digestibilitat energètica; s'hi ha posat valors de les taules de referència.

dE; digestibilitat energètica; equacions de regressió, per a la majoria $dE = f(dMO, MNT, EE, NDF, cendres)$, i per als deshidratats aglomerats $dE = f(dMO)$

c constant per EB; és una constant específica per cada aliment concentrat o de cada grup d'aliments que s'afegeix a l'equació per a determinar (calcular) l'energia bruta de l'aliment (EB)

EB; energia bruta, kcal/kg MS; $EB = 4.134 + 1,473 \times MNT + 5,239 \times EE + 0,925 \times FB - 4,46 \times cendres + c$; per als compostos (pinsos), l'equació és: $EB = 5,7 \times MNT + 9,57 \times EE + 4,24 \times (MO - MNT - EE)$.

ED; energia digestible, kcal/kg MS; $ED = EB \times dE$; la dE és la dE taules i si no la tenim s'agafa dE de les equacions de regressió

E_{metà}; energia que es perd en forma de CH₄, en kcal/kg MS; $E_{metà} = [CH_4/MOD] \times 10^{-3} \times MOD \times 12,5$;

MOD = MO x dMO, en kcal/kg MS; $[CH_4/MOD] = 45,42 - 6,66 \times N_{\text{ref}} + 0,75 \times N_{\text{ref}}^2$, en kcal/kg MOD;
N_{ref} = 2, per als concentrats.

E_{orina}; energia que es perd per l'orina; $E_{\text{orina}} = (2,9 + 0,017 \times MNT - 0,47 \times N_{\text{ref}}) \times EB \times 0,01$; N_{ref} = 2, per als concentrats.

EM; energia metabolitzable, en kcal/kg MS; $EM = ED - E_{\text{metà}} - E_{\text{orina}}$

q; concentració de l'aliment en EM; $q = EM/EB$.

km; eficàcia parcial d'ús de l'EM per al manteniment; $km = 0,287 \times q + 0,554$.

kf; eficàcia parcial d'ús de l'EM per el creixement i l'engreix; $kf = 0,78 \times q + 0,006$.

kmf; eficàcia d'ús de l'EM per al manteniment, creixement i producció de carn;

$kmf = (km \times kf \times 1,5)/(kf + 0,5 \times km)$

kls; eficàcia parcial d'ús de l'EM per la producció de llet únicament o per al manteniment i llet alhora;

$kls = 0,65 + 0,247 \times (q - 0,63)$.

ENI; energia neta per al manteniment i la producció de llet; $ENI = EM \times kls$.

ENmant i carn; energia neta per a la producció de carn; $EN_{\text{mant i carn}} = EM \times kmf$.

Al final UFL = ENI/1.760 i UFV = ENmant i carn/1.760.

Els coeficients d'eficàcia han variat respecte d'anteriors edicions INRA.

VERDS

Les columnes que porten a l'energia neta són les següents:

dE; per a tots els verds, $dE = 0,957 \times dMO - 0,00068$.

c constant per EB; específica per a cada grup.

EB; energia bruta; $EB = 4.531 + 1,735 \times MNT + c$ (equació expressada en kcal/kg MO; MNT en g/kg MO; a l'aplicació, EB definitiva s'expressa en kcal/kg MS. Per al sorgo: $EB = 4.478 + 1,265 \times MNT$. Per al blat de moro: $EB = 4.487 + 2,019 \times MNT$. Sempre sobre MO.

ED

N_{ref}; per a cada aliment és diferent.

E_{metà}; mateix procediment ja explicat a concentrats.

E_{orina}; mateix procediment ja explicat a concentrats.

EM; mateix procediment ja explicat a concentrats.

q; mateix procediment ja explicat a concentrats.

km; mateix procediment ja explicat a concentrats.

kf; mateix procediment ja explicat a concentrats.

kmf; mateix procediment ja explicat a concentrats.

kls; mateix procediment ja explicat a concentrats.

ENI; mateix procediment ja explicat a concentrats.

ENmant i carn; mateix procediment ja explicat a concentrats.

SECS

Les columnes que porten a l'energia neta són les següents:

dE; $dE = 0,985 \times dMO - 0,02556$,

c constant per EB

EB

ED

N_{ref}

E_{metà}

E_{orina}

EM

q

km

kf

kmf

kl_s

ENI

EN_{mant i carn}

Se segueix el mateix procediment que en els verds. Sempre sobre MO, que després passem a kcal/kg MS

ENSITJATS

Les columnes que porten a l'energia neta són les següents:

dE; $dE = 1,0263 \times dMO - 0,05723$.

EB; per als ensitjats directes, si es té la determinació del pH s'aplica la següent equació de regressió:

$EB = 3.910 + 2,450 \times MNT + 169,6 \times pH$; per als preferificats $EB = 1,03 \times EB_{verd}$; per als semi-assecats

(bolles) $EB = EB_{verd}$. Per als ensitjats de blat de moro, $EB = 7.722 - 0,458 \times [midó] + 1,42 \times MNT$. Sempre sobre MO, que després passem a kcal/kg MS.

ED

N_{lref}

E_{metà}

E_{orina}

EM

q

km

kf

kmf

kl_s

ENI

EN_{mant i carn}

El mateix procediment que abans.

L'APLICACIÓ VALORACIÓ NUTRITIVA

És un full EXCEL en el qual s'han introduït les equacions i fórmules per determinar el valor nutritiu d'un aliment (farratges: verd, sec, ensitjat; concentrats), i aquest valor nutritiu és el que emprarem per formular racions al mínim cost.

Per a la composició d'una ració de cada aliment necessitem alguns dels *nutrients* que caracteritzen el seu valor (energètic, proteic, minerals, vitamines, valor d'atipament o repleció – UE – entre d'altres). En el nou sistema INRA-2018 necessitem més nutrients que en edicions anteriors (ja s'explicarà en el racionament). Cada taula (farratges, concentrats i minerals) té les mateixes columnes a efectes de càlculs. Les columnes corresponents a cada *nutrient* són les següents, i marquem en **vermell** els imprescindibles i en **taronja** els que, d'una manera o altre, també necessitem per tal de completar la ració en totes les restriccions. De moment marquem les necessàries per a la producció de llet.

MS; matèria seca, %

UFL; unitat farratgera llet

UFV; unitat farratgera carn
MNT_PB; matèria nitrogenada total o proteïna bruta
PDIA; proteïna digestible intestinal d'origen alimentari
PDI; proteïna digestible intestinal
BPR; balanç proteic al rumen
UEL; unitat *encombrement* (atipament) llet
UEB; unitat *encombrement* (atipament) boví
UEM; unitat *encombrement* (atipament) oví
Nlref; nivell d'ingestió de referència, % Pes viu
dMO; digestibilitat de la matèria orgànica
MOD_TDN; matèria orgànica digestible
EE; extracte eteri
FB; fibra bruta
NDF; fibra neutre detergent
ADF; fibra àcid detergent
Lignina
Cendres
Ca; g Calci
P; g fòsfor
Mg; g magnesi
Cl; mg clor
K; g potassi
Na; g sodi
S; g sofre
Co; mg cobalt
Cu; mg coure
Mo; mg molibdè
Iode; mg iode
Fe; g ferro
Mn; mg manganès
Se; mg seleni
Zn; mg zenc
Vit A; UI vitamina A
Vit D; UI vitamina D
Vit E; UI vitamina E
AG; àcids grassos
DT_N; degradabilitat proteïnes
dr; digestibilitat real proteïnes
MOF; matèria orgànica fermentescible

L'Excel *Valoració Nutritiva* consta dels següents fulls ocults, però que es poden veure per seguir els càlculs o refer-los en cas necessari: Concentrats, Verds, Secs, Ensitjats.

Concentrats, Verds, Secs i Ensitjats són els de les fórmules i equacions per obtenir la valoració nutritiva de cada ingredient, tot el que s'ha explicat anteriorment i que, bàsicament, segueix els capítols 24 (*Calcul de la valeur des aliments pour les ruminants: tables et équations de prévision*) i 25 i 26 (Tables INRA) del llibre de referència *Alimentation des Ruminants* (INRA 2018), així com les anteriors edicions INRA, NRC, i altres taules que s'especifiquen en la bibliografia. Aquests fulls s'estructuren en una sèrie de files de diferents tipus d'ingredients i les respectives columnes de càlculs que ens duen a la valoració (UFL, UFV, PDI, BPR, UEL, UEB, UEM), així com a les determinacions dels diferents conceptes de fibres.

Els fulls que queden a la vista són els següents: Valoració, Verds valor nutritiu, Secs valor nutritiu, Ensitjats valor nutritiu, Concentrats valor nutritiu i Ingredients del compost, que passem a explicar.

Valoració és el primer, on es seleccionen els ingredients dels quals volem obtenir el valor nutritiu.

Selecció d'aliments		Introduir dades anàlisi											
Verds	MS %	MNT	EE	FB	NDF	ADF	Li	Cen	dCs	Verds	Valor		
Raigràs italià Fulla tardor/hivern, Verd	16,60	19,00	4,10	23,80	53,10	26,50		14,30					
Secs	MS %	VS	MNT	EE	FB	NDF	ADF	Li	Cen	dCs	Secs		
Alfals meitat floració, Fenc	91,00		16,10	2,50	25,60	54,30	28,40		9,00		Valor		
Ensitjats	MS	MNT	EE	FB	NDF	ADF	Li	Cen	pH	dCs	Ensitjats		
Pèl de canya comestible, Floració més desenvolupada	47,00	21,97	1,78	23,12	39,14	29,89	6,19	13,55			Valor		
Concentrats	MS %	MNT	EE	FB	NDF	ADF	Li	Cen	Midó	DE1	dCs	DT taules	Concentrats
Aliments concentrats COMPOSTATS	91,00	10,50	2,50	23,80	50,80	26,90	7,31	10,10					Valor

Si no DE1 d'anàlisi: Introduir DT de taules

Dades imprescindibles per a la valoració	Altres dades complementàries
MS %, matèria seca en %	EE, greix en % sobre MS
MNT, matèria nitrogenada total o proteïna bruta en % sobre MS	NDF, fibra neutre detergent en % sobre MS, no intervé en els càlculs
FB, fibra bruta en % sobre MS	ADF, fibra neutre detergent en % sobre MS, no intervé en els càlculs
Cen, cendres en % sobre MS	Li, lignina, en % sobre MS
VS, valoració sensorial MB (molt bo) B (bo) R (regular)	dCs, digestibilitat enzimàtica de la matèria orgànica, de 0 a 1
Dades necessàries en alguns casos per a la valoració	DE1, degradabilitat enzimàtica de les proteïnes, de 0 a 1
pH, en alguns ensitjats pot ser imprescindible	Midó, en % sobre MS
Li, lignina, en aliments compostos és necessària, en % MS	
ADF i Li, en ensitjats de blat de moro, milloren la valoració	

Autor: Antoni Seguí Parpal

En la selecció d'aliments (verds, secs, ensitjats i concentrats) es va a un desplegable que porta al full corresponent de càlculs, segons l'aliment o ingredient que més s'assembla a aquell del qual tenim l'anàlisi química, i del qual volem obtenir la valoració nutritiva.

Un cop l'hem seleccionat, exemple verds (**raigràs italià fulla tardor/hivern**) hem d'introduir els valors de l'anàlisi, tenint cura de fer-ho segons l'expressió d'unitats que s'indica en cada cas (MS en %, MNT, EE, FB, etc., en % sobre la MS).

En cada cas són imprescindibles les dades de les caselles que s'indiquen: per als verds, i en l'exemple, MS (en %) (**16,60**), MNT (% sobre MS) (**19,0**), FB (% sobre MS) (**23,80**) i Cendres (% sobre MS) (**14,30**). Aquestes caselles són les necessàries i imprescindibles; si l'anàlisi química que disposem dona extracte eteri (EE) l'introduïm (% sobre MS), a l'exemple (**4,10**), si no ho féssim en el full Verds hi ha una columna per a cada ingredient amb valors EE de taules, ja que en molts casos no ens donen aquest valor; en aquest cas si no introduïssim (**4,10**) hi ha el valor, que en aquest cas és també de 4,1; també disposem de NDF (53,10), ADF (26,50). No disposem del valor de lignina ni tampoc de dCs (digestibilitat enzimàtica) que en alguns casos pot ser necessària per calcular la dMO. En tot cas si fos necessària al full Verd valor nutritiu sortiria l'avís.

A continuació cliquem Valor i ens du al full **Verds valor nutritiu**, i l'aliment seleccionat surt el primer del full:

Nom	MS %	UFL	UPV	MNT PB	PDIA	PDI	BPR	UEL	UEB	UEM	Ni ref	dMO	MOD TDN	EE	FB	NDF	ADF	Lignina	cendres	
Raigràs italià Fulla tardor/hivern, Verd	16,60	0,99	0,97	190,00	37,05	83,73	53,46	0,99	0,98	0,98	2,75	0,76	649,54	41,00	238,00	531,00	265,00		143,00	

Aquesta fila serà la que podrem traslladar a la taula d'aliments (Farratges) de l'aplicació corresponent al racionament.

Per els secs seguim el mateix procediment segons l'exemple. Hem seleccionat (**Alfals meitat floració fenc**), i introduïm MS (91,00), a continuació la valoració sensorial que fem del mateix (MB, B, R), a

l'exemple (B), MNT (16,10), FB (25,60) Cendres (9,00). També disposem, en aquest cas, de EE (2,50), NDF (54,30), ADF (28,40) i no de Lignina ni dCs. Cliquem Valor i surt a Secs valor nutritiu:

Nom	MS%	UFL	UFV	MNT_FB	PDIA	PDI	BPR	UEL	UEB	UEM	Ni ref	dMO	MOD_TDN	EE	FB	NDF	ADF	Lignina	csdres
Alfals Menat floració, Fenc	91,00	0,82	0,78	167,00	33,81	74,41	30,26	1,01	1,03	1,28	2,10	0,66	601,72	25,00	256,00	384,00	284,00	En valor brut	90,00

Que com abans podem emprar en el racionament de remugants.

Per als ensitjats, seguint l'exemple, hem seleccionat (**Pèsol Grana consistent, Ensitjat amb conservant**) i hem introduït MS (47,00), MNT (21,97), FB (23,12), Cendres (13,55), i també els valors EE (1,78) NDF (39,14), ADF (29,89) i Lignina (6,19). Cliquem valor i surt a Ensitjats valor nutritiu:

Nom	MS	UFL	UFV	MNT_FB	PDIA	PDI	BPR	UEL	UEB	UEM	Ni ref	dMO	MOD_TDN	EE	FB	NDF	ADF	Lignina	csdres
Pèsol Grana consistent, Ensitjat amb conservant	47,000	0,98	0,95	219,70	39,55	78,62	28,53	No equació	No equació	No equació	2,50	0,72	622,25	17,80	231,20	399,40	298,90	61,90	135,50

Podem veure que a les caselles UEL, UEB i UEM posa que no hi ha equació per determinar-los, en aquest cas s'ha d'anar a les taules i buscar si hi ha aquest ingredient i adoptar el valor de les mateixes.

Per als concentrats, seguint l'exemple, hem seleccionat (Aliments concentrats COMPOSTOS) i introduïm MS (91,00), MNT (10,50), EE (2,50), en aquest cas hem de disposar del valor EE, necessari per a la valoració ja que és un aliment compost d'altres ingredients i lògicament no és a cap taula, FB (23,80), NDF (50,80), ADF (26,90), Lignina (7,31) i Cendres (10,10). La dMO s'obté directament del valor de la lignina $(86,53 - 0,258 \times \text{Lignina})/100$, i si no l'hem introduït de l'anàlisi s'aplica una equació per determinar-lo. Per als compostos, i algun altre grup, surt un avís: **Si no DE1 d'anàlisi: Introduir DT de taules**. En tractar-se d'un aliment que no surt a les taules no disposem de la DT_N que és necessària per determinar els valors nutritius proteics (PDIA, PDI i BPR), per tant seria ideal disposar, en aquests casos, del valor DE1 (degradabilitat enzimàtica de les proteïnes). Al no tenir el valor final DT_N, després de clicar surt el full Concentrat valor nutritiu:

Nom	MS	UFL	UFV	MNT_FB	PDIA	PDI	BPR	UEL	UEB	UEM	Ni ref	dMO	MOD_TDN	EE	FB	NDF	ADF	Lignina	csdres
Aliments concentrats COMPOSTOS	91,00	0,60	0,54	102,00	degradabilitat	degradabilitat	degradabilitat	0,38			2,00	0,66	580,36	25,00	238,00	509,00	269,00	71,08	101,00

On veiem que a les caselles PDIA, PDI i BPR diu que hi falta la degradabilitat.

Hi ha una manera aproximada de determinar la DT_N, si no ens la dona l'anàlisi del laboratori. A l'Excel hi ha un full **Ingredients del compost** en el qual hi ha els ingredients que fem a la valoració i el valor DT_N de taules, excepte els compostos, les lleguminoses *extrusionades* i altres oleaginoses, i si sabem la composició dels diferents ingredients del pinso o aliment compost podem calcular-la.

Suposem que l'aliment compost està format per 40% de gra de blat de moro, 35% d'ordi, 5% melassa de remolatxa i 20% de tortó de soja, el valor DT_N és el calculat (0,57):

Ingredient del compost	Degradabilitat DT (proteïnes) teòrica	Composició aproximada %
Blat	0,76	
Blat gluten	0,34	
Blat altres derivats	0,74	
Blat de moro	0,47	40
Blat de moro gluten meal	0,31	
Blat de moro bagàs	0,57	
Blat de moro gluten feed	0,71	
Blat de moro segó	0,46	
Blat de moro altres derivats	0,35	
Civada	0,77	
Civada derivats	0,77	
Ori	0,71	35
Ori germens	0,71	
Ori bagàs	0,45	
Ori altres derivats	0,72	
Arròs	0,69	
Arròs derivats	0,57	
Altres cereals i derivats	0,66	
Soja, gra extrusionat	0,50	
Soja, gra fiocs	0,70	
Soja, gra torrat	0,64	
Soja, tortó curti	0,54	
Soja altres derivats	0,65	20
Colza, gra	0,77	
Colza, gra tractat	0,54	
Colza, tortó	0,69	
Colza altres derivats	0,69	
Gira-sol, gra	0,82	
Gira-sol derivats decorticats	0,76	
Coco tortó	0,52	
Margaritó tortó (palmiste)	0,45	
Cotó, gra	0,69	
Cotó altres derivats	0,60	
Cacauet, tortó	0,69	
Llu, gra	0,75	
Llu altres derivats	0,57	
Lleguminoses (pèsol, mongeta, lentia, tramús, etc.)	0,81	
Polpes (remolatxa)	0,56	
Polpes (cítrica)	0,65	
Residus de fruites (pomes, tomàquet, plàtans, carabassa, etc.)	0,53	
Mandioca, patates	0,61	
Vinasses	0,93	
Melassa remolatxa	0,93	5
Melassa canya	0,93	
Altres productes (raïm i oliva)	0,42	
Alfals deshidratat i aglomerats	0,60	
Gramínies deshidratades i aglomerades	0,65	
Aliment compost	0,57	100

Ara aquest valor l'introduïm al full d'inici on diu DT taules, i cliquem valor, al full Concentrats valor nutritiu surten ja els valors proteics PDIA (32,11), PDI (82,67) i BPR (-33,35):

Nom	MS	UFL	UPV	MNT_PB	PDIA	PDI	BPR	UEL	UEB	UEM	Ni ref	dMO	MOD_TDN	EE	FB	NDF	ADF	Lignina	cenères
Aliments concentrats COMPOSTOS	91,00	0,60	0,54	305,00	72,11	82,67	33,35	0,38			2,00	0,66	585,37	25,00	238,00	508,00	269,00	73,08	301,00
Aliments concentrats COMPÓSITOS																			

D'aquesta manera l'usuari pot disposar dels seus ingredients a més dels de les taules de referència.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ANDRIEU J, BARRIERE Y, DEMARQUILLY C. 1999. Digestibilité et valeur énergétique des ensilages de maïs: le point sur les méthodes de prévision au laboratoire. INRA Prod Anim; 12 (5): 391-396.
- AUFRÈRE J, GRAVIOU D, DEMARQUILLY C, VERITE R, MICHALET-DOREAU B, CHAPOUTOT P. 1989. Aliments concentrés pour ruminants: prévision de la valeur azotée PDI à partir d'une méthode enzymatique standardisée. INRA Prod Anim; 2 (4): 249-254.
- BAUMONT R, CHAMPICIAUX P, AGABRIEL J, ANDRIEU J, AUFRÈRE J, MICHALET-DOUREAU B, DEMARQUILLY C. 1999. Une démarche intégrée pour prévoir la valeur des aliments pour les ruminants: PrévAlim pour INRAtion. INRA Prod Anim; 12 (3): 183-194.
- COPPOCK, CE. 1987. Supplying the energy and fiber needs of dairy cows from alternate feed sources. J Dairy Sci; 70: 1110-1119.
- DEMARQUILLY C, ANDRIEU J. 1992. Composition chimique, digestibilité et ingestibilité des fourrages européens exploités en vert. INRA Prod Anim; 5 (3): 213-221.
- DEMARQUILLY C. 1994. Facteurs de variation de la valeur nutritive du maïs ensilage INRA Prod Anim; 7 (3): 177-189.
- DOWKER, JD. 1989. Improved energy prediction equations for dairy cattle rations. J Dairy Sci; 72: 2942-2948.
- FEDNA. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos (2ª edición) C. de Blas, G.G. Mateos y P.Gª. Rebollar. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. 2003. Madrid, España. 423. (<http://www.etsia.upm.es/fedna/tablas.htm>)
- GIGER-REVERDIN S, AUFRERE J, SAUVANT D, DEMARQUILLY C, VERMOREL M, POCHET S. 1990. Prévision de la valeur énergétique des aliments composés pour ruminants. INRA Prod Anim; 3(3): 181-188.

- IAMZ. 1981. Tableaux de la valeur alimentaire pour les ruminants des fourrages et sous-produits d'origine méditerranéenne. Paris: Serie etudes, Options méditerranéennes.
- IAMZ. 1990. Tableaux de la valeur alimentaire pour les ruminants des fourrages et sous-produits d'origine méditerranéenne. Paris: Serie B, Etudes et recherches, 4, Options méditerranéennes.
- **INRA. 1978.** Alimentation des Ruminants. Paris: INRA.
- **INRA. 1981.** Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants. Tables de prévision de la valeur alimentaires des fourrages. Theix: INRA.
- INRA. 1983. Luzerne. Paris: Centre de Recherches de Lusignan.
- INRA. 1987. Alimentation des Ruminants: Révision des systèmes et des tables de l'INRA. Bull Tech CRZV, Theix INRA; n° 70.
- **INRA. 1988.** Alimentation des Bovins Ovins et Caprins. Paris: INRA.
- **INRA. 2007.** Alimentation des Bovins Ovins et Caprins. Besoins des animaux-Valeurs des aliments. Tables INRA. Versailles: Quae.
- **INRA. 2018. Alimentation des ruminants. Éditions Quae.**
- INRAP. 1984. Alimentation des Bovins. Paris: ITEB.
- ITEB-EDE. 1989. Pratique de l'alimentation des bovins. Tables de l'INRA 1998. Paris: ITEB.
- JOHNSON L, HARRISSON JH, HUNT C, SHINNERS K, DOGGETT CG, SAPIENZA D. 1999. Nutritive value of corn silage as affected by maturity and mechanical processing: a contemporary review. J Dairy Sci; 82: 2813-2825.
- LEROY A. 1968. La vaca lechera. Barcelona: Editorial GEA.
- MICHALET-DOREAU B, NOZIÈRE P. 1999. Intérêts et limites de l'utilisation de la technique des sachets pour l'étude de la digestion ruminale. INRA Prod Anim; 12 (3): 195-206.
- MICHALET-DOREAU B. 1992. Aliments concentrés pour ruminants: dégradabilité in situ dans le rumen. INRA Prod Anim; 5(5): 371-377.
- NRC. 1988. Nutrient Requirement of Dairy Cattle. 6ª edició revisada. Washington: National Academy Press.
- NRC. 1989. Nutrient requirements of dairy cattle. 6a. edició. Washington: National Academy Press.
- NRC. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7a edició. [en línia] disponible a <http://books.nap.edu/books/0309069971>.
- SAUVANT D, PÉREZ JM, GILLES T. 2002. Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage. Paris: INRA.
- SELMI H, GASMI-BOUBAKER A, MEHDI, B REKIK W, BEN SALAH Y, Rouissi H, 2010. Composition chimique et digestibilité in vitro des feuilles d'Hedysarum coronarium L, Medicago truncatula L, Pisum sativum L et Vicia sativa L. (en <http://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd22/6/selm22116.htm>).
- SEGUÍ A, SERRA P. 2000. Programa informàtic d'alimentació de vaques. N° Registre Propietat Intel·lectual B-40754.. Lleida: Servei de Biblioteca, dossiers electrònics, ETSEA-UdL.
- SEGUÍ A. 1978. Tablas alimenticias y racionamiento en Catalunya. Reus: SEA.
- SEGUÍ A. 1979. Ejemplo teórico para equilibrar una ración de maíz. Reus: SEA. FIT 4/ 79.
- SEGUÍ A. 1982. Alimentació de vaques de llet. Alimentació de bovins de carn. Barcelona: DARP, SEA.
- SEGUÍ A. 1983. Alimentació de vaques de llet; equilibri de racions de volum: aliments concentrats. Pinsos per a produir llet. Reus: SEA. FIT 22/83.
- SEGUÍ A. 1983. Estudi de racions alimentàries per a vaques de llet a la comarca del Gironès. Reus: SEA. FIT 23/83.
- SEGUÍ A. 1988. Racionament alimentari de vaques de llet. Barcelona: Caixa de Catalunya, Departament d'Agricultura Ramaderia y Pesca de la Generalitat de Catalunya.
- SEGUÍ A. 1989. Matèria seca, farratgera, concentrada... i la fibra?. Barcelona: SEA. Full de Divulgació 33/89.
- SEGUÍ A. 2005.- La necesidad de extensión agraria en vacuno lechero. Sanz E. (director) [Tesis doctoral]. Universitat de Lleida.
- SEGUÍ PARPAL, A. 2009. L'explotació de vaques de llet. Factors de producció i bases de la comunicació per a la innovació. Coedició DAR UdL.
- VAN SOEST PJ. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. New York: OB Books, Inc.
- VAN SOEST PJ. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2a edició. New York: OB Books, Inc.

- ZIMMER N, CORDESSE R. 1996. Influence des tanins sur la valeur nutritive des aliments des ruminants. INRA Prod Anim; 9 (3): 167-179.