

Aplicació informàtica per al racionament de vaques de llet

Introducció	1
Formulació de racions; passos a tenir en compte	2
Formulació GRG entrada fixa.....	2
Formulació amb MS	3
Formulació “Entrada múltiple”	4
Sol·licitud a l’usuari	5

Introducció

En el web hi ha diferents aplicacions basades en *Excel* per al racionament de remugants. Aquesta, en principi, més fàcil de manejar, inclou tot allò que es necessita per arribar a la formulació de racions, o a la valoració nutritiva d’ingredients, i a la formulació de pinsos; també s’inclou la comprovació de racions i de concentrats de producció.

El sistema bàsic del racionament està basat en INRA (2018). A la carpeta de racionament podeu veure les bases emprades. I abans de continuar, repassem els dos temes més importants, i que fan que la formulació no sigui un senzill trencaclosques, en el que vas posant aliments fins que hi hagi un equilibri entre energia i proteïna, per a una determinada producció, amb una capacitat d’ingestió calculada.

Del document sobre racionament traiem el següent:

*La **capacitat d’ingestió** va canviant a causa del contingut **PDI/UFL**, i els continguts PDI i UFL no són la suma producte de les quantitats d’ingredients pel valor nutritiu dels mateixos en PDI i UFL, sinó que segons el nivell d’ingestió, que a la vegada canvia a mesura que entra concentrat a la ració, l’eficiència de transformació de la proteïna varia i la digestibilitat de la matèria orgànica també varia a causa del nivell d’ingestió, la quantitat o PCO de concentrat i del balanç proteic al rumen (BPR), de tal manera que tot es va refent a mesura que van encaixant les aportacions i les necessitats (variables).*

No repetirem aquí lo que ja teniu a la carpeta. Interessa que tingueu present el següent: per exemple si les necessitats UFL calculades són de 22 UFL/vaca i dia, i les necessitats PDI són de 1.980 g PDI/vaca i dia, teòricament la digestibilitat de la matèria orgànica (*dMO*) de la ració podria ser de 0,71, i l’eficiència proteica (Ef_{PDI}) sempre parteix com a mínim de 0,67. Al final, si per acomplir amb les necessitats ha de menjar més concentrats, o el contingut PDI/UFL va canviant, pot passar que la ració tingui una $dMO = 0,63$ i una $Ef_{PDI} = 0,45$. I això vol dir que en fer les iteracions, tant la fórmula UFL com la de PDI, i també la d’ingestió no tenen un valor fixo, entre límits, cas d’haver-n’hi, sinó que són **variables per a cada iteració** i, per això, trobar una solució esdevé complicat.

D’entrada, formular una ració necessita temps i pensar-la; el programa pretén ser una eina per pensar les racions.

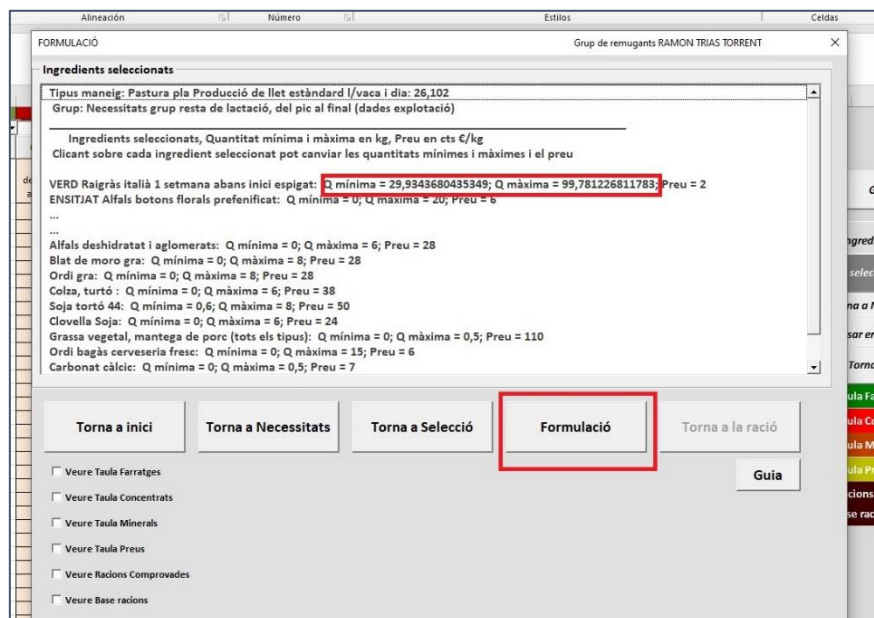
Només tractarem aquí de la formulació de racions, ja que en l’aplicació hi ha, per a cada part la seva guia.

Formulació de racions; passos a tenir en compte

Una vegada seleccionada l'explotació de vaques de llet, amb totes les dades necessàries, decidim si la ració ha de ser per al conjunt de vaques en lactació (que serà el cas més usual) o si serà per al postpart, per al pic o per a la resta (del pic a l'eixugament).

Després elegim els farratges, concentrats i minerals, i per a cada un d'ells podem decidir els límits d'incorporació, i posar el preu, en ct. €/kg fresc. El primer farratge que seleccionem és el principal de la ració, el que guia tots els altres, inclosos els concentrats, que passen a ser *complement*. De fet, aquest mètode és INRA pur, és a dir, un sistema que ens recorda, una vegada més, que la **vaca és un remugant**. Del primer farratge només haurem d'introduir el preu o cost, els límits es calculen directament: el màxim representa la quantitat màxima que podria menjar la *vaca* (en cursiva, ja que es tracta de la *vaca mitjana* del grup de racionament), com a únic aliment, i la quantitat mínima es calcula de manera aproximada, tenint en compte que, amb freqüència, les racions haurien de contenir el 50% de MS farratgera.

Després de la selecció es passa a la següent forma:



Aquí surt el resum, explotació i grup de racionament, i el llistat de farratges, concentrats i minerals amb els límits d'incorporació a la ració i el preu. Observem el primer farratge, són quantitats calculades pel programa. Tant aquestes com la resta, les podem canviar, només clicant sobre cada ingredient. És útil per anar canviant segons els resultats de la formulació.

Formulació GRG entrada fixa

El botó de *Formulació* és la programació de *Solver: Generalized Reduced Gradient (GRG) Nonlinear* que s'empra per a formulacions **no lineals** que és el cas del racionament que fem. I en el nostre cas, **l'entrada és fixa**, és a dir, prova si els farratges per si sols arriben a les necessitats nutritives, o amb complementació. Però sempre prevalent la part farratgera de la ració. Per això, en començar sempre intentem mantenir els límits d'incorporació del primer farratge. En general, les explotacions tenen vaques d'alta producció i la formulació amb alt contingut de farratges és poc usual, i per això mateix el resultat de la primera formulació no dona cap resposta positiva, si bé ens pot orientar per modificar els seus límits que hem

imposat, tal com hem explicat, les quantitats dels farratges i concentrats. El botó de *Formulació* està preparat per a les restriccions UE, UFL, PDI, BPR, Ca i P, també no es permet que el greix o AG sobrepassin les restriccions imposades (veure documents de racionament), i que el % MS farratgera sigui com a mínim del 45%.

Fets els càlculs passa a la següent pàgina:

Necessitats grup resta de lactació, del pic al final (dèies explotació)		Kg llet estàndard	8/10/2024		Dies de racionament		218,00	Racionament alimentari de vaques de llet			Valors de la formulació			
Pastura pla		26,10	Grup de Remugants		Grup de Remugants			Grup de remugants RAMON TRIAS TORRENT						
Ingredients que entren a la ració		Q mínim	kg/vaca i dia	Q màxim	kg MS	Cost	Ingredients que NO entren			Nutrient				
VERD Raigràs Itàlia 1 setmana abans inici espigat		29,93	91,81	99,78	15,06	183,62	ENSITAT Alfals			MSI (kg/dia)	Mínim	Real	Màxim	V. teòric
							Nitrogen urinari			20,00	21,07	22,06	22,87	
							Dins normalitat			0,00	21,30	999,00		
							Nitrogen fecal			186,08	18,11	17,38	16,33	
							Allaus deshidratat I			UFL	24,08	21,80	24,08	22,42
							Ordi gra			PDI	2.309,25	1.260,24	2.309,03	1.377,08
							Colza, turtó			BPR	194,52	0,00	-0,00	
							Soja tortó 44			Relació normal	19,08	0,00	-0,00	
							Grassa vegetal, mantega de porc (tots els tipus)			Emissions de metà	452,568	48,68	48,68	44,76
							Ordi bagas cerveseria fresc			Producció metà per kg MOD normal	45,20	46,29	60,09	54,37
							Carbonat càlcic			pH ruminal	37,86	48,68	48,68	44,76
							Fosfat bicàlcic			Sense risc acidosi	6,27	6,27	6,27	6,27
							Totals				85,52	31,52	81,67	72,00
							Tolerable en MS				305,01	450,88	130,01	130,01
							Tolerable en energia (UFL)				24,77	49,51	31,85	28,91
							Tolerable en proteïna (PDI)				36,87	15,78	47,40	42,14
							Excedi en balanç proteic ruminal (BPR)				25,18	0,00	32,37	28,77
							Tolerable en calci (Ca)				5,53	0,52	7,11	6,92
							Tolerable en fòsfor (P)				184,35	116,74	237,02	210,69
							MS segons contingut característiques MO de la ració				921,76	1.315,34	1.185,12	1.093,44
							MS segons previsions NRC				921,76	310,86	1.185,12	1.093,44
							MIDÓ				0,00	3.12,48	0,00	0,00
							Se				0,13	0,17	0,17	0,15
							Viti A				88.488,59	88.488,59	88.488,59	
							Viti D				21.068,71	451,70	21.068,71	21.068,71
							Viti E				316,03	314,20	316,03	316,03
							Ac					552,72		
							MNT_FB					2.780,09		
							POA					772,20		
							OMO					0,78	0,73	
							MOD					13.873,92		
							EE					842,75	4,00	
							FB					3.702,41		
							KDF					8.273,25		
							ADF					4.131,61		
							Lignina					274,44		

D'ella, de moment, ens interessa veure que no ha trobat una solució adient, i cal observar que la relació MS Fa %:Co %, és aproximadament del 72:28, o sigui, el que hem dit, que la formulació intenta el màxim de farratges; si bé no sempre és així, ja que en intentar les primeres iteracions si no troba la possibilitat d'una solució, surt i dona uns resultats fora de tota lògica.

Ara, podem fer diverses coses; **tornar a càlculs** i refer els límits, i *Formulació* de nou, o bé clicar *Formulació amb MS* o *Formulació "Entrada múltiple"*. Hem de tenir en compte que pot passar que en canviar uns límits o fins i tot un preu, canviï totes les possibilitats de solució.

La *Formulació amb MS* manté el mateix sistema *Solver* de restriccions i càlculs, però la restricció UE no la té en compte, i en el seu lloc posa la restricció de MS segons els càlculs de NRC, és a dir, la MS sense distingir si prové de farratges o de concentrats. De vegades dona resultats acceptables, i passar a la ració definitiva ja depèn del qui formuli. Es tracta de veure els límits de nutrients per a la producció establerta, a la dreta del full hi ha els límits i els valors assolits.

Formulació amb MS

Hem fet la *Formulació amb MS* i el resultat és:

Necessitats grup resta de lactació, del pic al final (dèies explotació)		Kg llet estàndard	8/10/2024		Dies de racionament		218,00	Racionament alimentari de vaques de llet			Valors de la formulació			
Pastura pla		26,10	Grup de Remugants		Grup de Remugants			Grup de remugants RAMON TRIAS TORRENT						
Ingredients que entren a la ració		Q mínim	kg/vaca i dia	Q màxim	kg MS	Cost	Ingredients que NO entren			Nutrient				
VERD Raigràs Itàlia 1 setmana abans inici espigat		29,93	84,45	99,78	13,85	168,90	ENSITAT Alfals			MSI (kg/dia)	Mínim	Real	Màxim	V. teòric
							Nitrogen urinari			200,27				
							Dins normalitat			0,00				
							Nitrogen fecal			186,08				
							Allaus deshidratat I			UFL	24,08	21,80	24,08	22,42
							Ordi gra			PDI	2.309,25	1.260,24	2.309,03	1.377,08
							Colza, turtó			BPR	194,52	0,00	-0,00	
							Soja tortó 44			Relació normal	19,08	0,00	-0,00	
							Grassa vegetal, mantega de porc (tots els tipus)			Emissions de metà	452,568	48,68	48,68	44,76
							Ordi bagas cerveseria fresc			Producció metà per kg MOD normal	45,20	46,29	60,09	54,37
							Carbonat càlcic			pH ruminal	37,86	48,68	48,68	44,76
							Fosfat bicàlcic			Sense risc acidosi	6,27	6,27	6,27	6,27
							Totals				85,52	31,52	81,67	72,00
							Tolerable en MS				305,01	450,88	130,01	130,01
							Tolerable en energia (UFL)				24,77	49,51	31,85	28,91
							Tolerable en proteïna (PDI)				36,87	15,78	47,40	42,14
							Excedi en balanç proteic ruminal (BPR)				25,18	0,00	32,37	28,77
							Tolerable en calci (Ca)				5,53	0,52	7,11	6,92
							Tolerable en fòsfor (P)				184,35	116,74	237,02	210,69
							MS segons contingut característiques MO de la ració				921,76	1.315,34	1.185,12	1.093,44
							MS segons previsions NRC				921,76	310,86	1.185,12	1.093,44
							MIDÓ				0,00	3.12,48	0,00	0,00
							Se				0,13	0,17	0,17	0,15
							Viti A				88.488,59	88.488,59	88.488,59	
							Viti D				21.068,71	451,70	21.068,71	21.068,71
							Viti E				316,03	314,20	316,03	316,03
							Ac					552,72		
							MNT_FB					2.780,09		
							POA					772,20		
							OMO					0,78	0,73	
							MOD					13.873,92		
							EE					842,75	4,00	
							FB					3.702,41		
							KDF					8.273,25		
							ADF					4.131,61		
							Lignina					274,44		

Aquesta formulació ens diu que la solució és ajustada, i fixem-nos-hi que Fa %:Co % ara és 59:41, però manté una bona tolerància, menys en el cas de BPR.

També cal que ens fixem en la fletxa marcada: la ració parteix d'una *dMO* de 0,79 i al final és de 0,71, i l'eficiència proteica passa a 0,53, partint de 0,69. Aquí podem reflexionar sobre el perquè no ha de resultar fàcil obtenir racions equilibrades.

Formulació "Entrada múltiple"

De fet aquesta formulació és la que correspon al tipus de produccions i, sobretot, als tipus de farratges, que ni es donen en verd ni són d'*excessiva* qualitat nutritiva.

És una formulació amb les mateixes restriccions de l'inici (UE, UFL, etc.) però va provant cada ingredient com a entrada principal, és a dir, no només el farratge primer fa de guia, tots són iguals en això, inclòs els concentrats, i va intentant trobar l'acompliment de totes les restriccions. És interessant que la primera vegada que feu servir el programa i la formulació "entrada múltiple" llegiu el que s'ha de fer.

Si el plantejament és bo i els farratges també, els càlculs de la formulació *múltiple* poden donar resultats adequats.

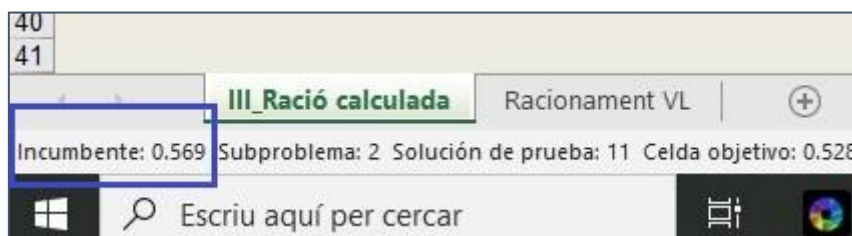
En el següent retall de pantalla observem que, una vegada està en marxa el càlcul si parem (*esc*) surt que ho hem fet al subproblema 46, iteració 20 del mateix, i que la funció objectiu és 0,877 ct. € (veure requadre esquerra baix de tot). En general, arriba fins el subproblema 100 i no sempre dona solució.

En aquest cas hem parat per veure on estàvem, ja que el procés de càlcul, si no troba solució o bé si és factible anar provant és llarg. El full que surt a pantalla és el full on hi ha totes les

restriccions, càlculs de *Solver*, entre d'altres, no està protegit, per tant si hi fem canvis el programa canviarà i podria deixar de funcionar

En parar veiem el següent: PDI, Ca i P estan dins els límits, i el seu respectiu requadre és verd; en canvi, UE està molt per sobre del seu respectiu límit superior, amb requadre color caldera, UFL està també d'aquest color (valor 27,6245 vs 27,6245 inferior/superior) y també BPR està d'aquest color, però pràcticament està dins el límit (valor 0,56 vs límit superior 0,56), en els dos casos segurament per mor de decimals. És interessant veure que el valor UFL calculat teòricament era de 22,98 UFL/vaca i dia, i en canvi, els límits han passat a 27,6245, a causa de que amb els farratges emprats no arriba a satisfer la ingestió i li cal augmentar-la, a costa de necessitar més energia. A priori podem pensar que per satisfer les necessitats hauria d'ingerir més MS, i, en aquest cas, la solució no és factible. El programa el que fa, en molts de casos com aquest és recalculat proporcionalment la MS a valors segons NRC o segons MO (fórmula explicada al document de racionament); al final el nutricionista podrà decidir si s'accepta o no. El problema és que per produccions altes i farratges no gaire bons no es poden canviar els farratges.

Quan està calculant també pot sortir, en alguns problemes, com en un exemple, el següent:



Això vol dir que el motor *Solver GRG* entrada múltiple ha passat a *Evolutionary* per a problemes no suavitzats, no busca la solució més òptima sinó la que sigui factible, i en el moment que estava volia dir:

Incumbent: millor solució fins ara (0,569); Subproblema: número de l'intent realitzat (2); Solució de prova: solució intermèdia (11); Cel·la objectiu: valor de la cel·la objectiu (0,528).

Sol·licitud a l'usuari

Abans de la sol·licitud transcriu el que diu INRA (2018) sobre els principis generals de racionament:

En élevage, il n'est pas toujours possible ou souhaitable de satisfaire la totalité des besoins en lien avec les caractéristiques ou potentiel de l'animal. Il peut être préférable d'alimenter les ruminants avec une ration de composition prédéterminée et d'en évaluer les conséquences sur les performances des animaux.

S'agriria que qualsevol dubte, suggeriment, o comentari ens els feu arribar, ja que la intenció és que aquesta aplicació es pugui emprar directament sense cap entrebanc de caràcter informàtic. **El programa està pendent de canvis**. D'entrada ja sabeu que el web és obert sense cap altre interès que ajudar als interessats en el món de les explotacions de remugants, des d'allò que sabem i anem aprenent.

Antoni Seguí Parpal asegui@remugants.cat

Jordi Maynegre Santaulària jmaynegre@remugants.cat