

Eastridge ML, Bucholtz HF, Slater AL, Hall CS. 1998. **Nutrients requirements for dairy cattle of the National Research Council versus some commonly ration software.** J Dairy Sci 81:3059-3062.

Objectiu de l'estudi: revisar els principals programes d'alimentació.

Anys d'investigació → Necessitats dels animals

Anys d'investigació → Valoració de plantes (creixement, composició, processament, etc.)

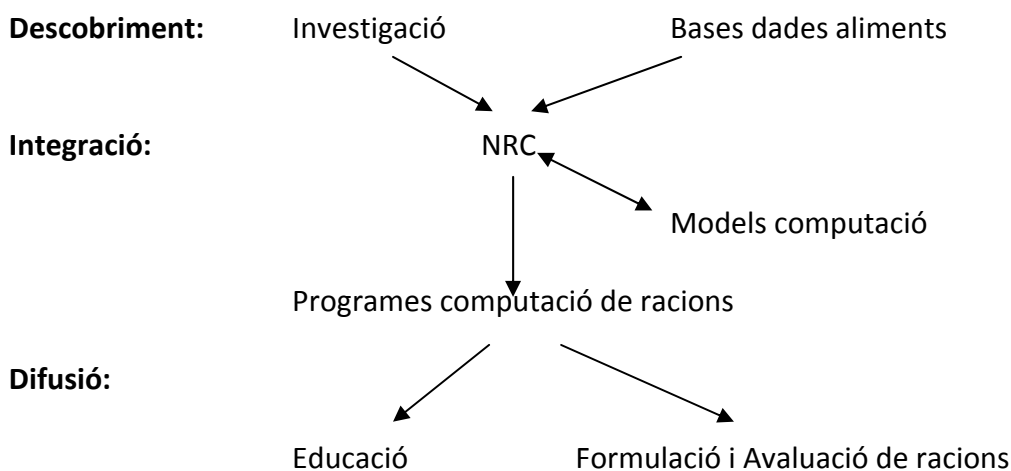
Genètica, nutrició, fisiologia, enginyeria, microbiologia, salut animal, processament aliments, etc. → per a animals i per a plantes.

Els vells problemes continuen sense resoldre's.

Inici investigació — publicació revisada — publicació final : t = de 2 a 4 anys com a mínim.

La incorporació i integració a NRC és molt costosa en temps. La informàtica ha d'ajudar a resoldre el problema. La indústria i la universitat fan programes de racionament, però no estan coordinades i hi ha duplicitats. **Molts programes s'abandonen per falta de manteniment de les bases de dades.**

L'esquema del procés Descobriment - Integració- Difusió del racionament alimentari és el següent:



Els programes estudiats són: CNCPS (*Cornell net carbohydrates and protein system*), DART (*DART ration program*), ODRP (*Ohio dairy ration program*), Spartan (*Spartan ration evaluator/balancer*).

S'estudien, en comparació amb NRC, les necessitats i les prediccions d'ingestió de MS.

### Base de dades d'aliments

El coneixement de la composició dels aliments és l'aspecte més important de la formulació de racions. Tot i que es recomana l'anàlisi periòdic dels principals aliments de les racions, en especial dels farratges, molts nutrients o components no s'analitzen,

i o no es tenen en compte o es recorre a les taules NRC, entre d'altres. Bucholtz observa que els CV per a PB, NDF i EE són de 4 a 35, de 10 a 81, i de 12 a 60, respectivament.

Els ingredients analitzats són els següents:

		EBM	bm	TS44	Closca soja	Cotó, grana	Bagàs	Farina sang	Greix
<b>MS %</b>	NRC	33	88	89	91	92	21	92	99,0
	CNCPS	35	88	89	91	92	21	90	99,0
	DART	35	89	89	91	91	20	...	99,5
	ODRP	35	89	89	90	92	21	92	98,0
	Spartan	35	88	89	91	92	21	92	99,0
<b>PB % MS</b>	NRC	8,1	10,0	49,9	12,1	23,0	25,4	87,2	
	CNCPS	8,0	10,1	49,9	12,1	20,0	26,0	93,8	
	DART	7,6	9,7	49,6	12,0	22,5	25,5	...	
	ODRP	8,0	10,0	49,9	12,1	23,0	25,5	87,2	
	Spartan	8,1	10,0	49,0	12,1	23,0	25,4	87,0	
<b>RDP % PB</b>	NRC	69	48	65	...	...	...	...	
	CNCPS	...	...	...	...	...	...	...	
	DART	75	...	...	70	60	40	...	
	ODRP	69	48	64	75	68	58	18	
	Spartan	70	50	70	70	60	53	20	
<b>PB soluble % PB</b>	NRC	...	...	...	...	...	...	...	
	CNCPS	45	11	20	18	40	8	5	
	DART	50	15	20	10	30	20	...	
	ODRP	52	5	20	20	33	8	2	
	Spartan	30	10	20	10	30	40	5	
<b>NDF % MS</b>	NRC	51	9	...	67	44	42		
	CNCPS	41	9	14,9	67	47	42		
	DART	48	9	14,0	67	50	45		
	ODRP	50	9	14,0	67	44	46		
	Spartan	42	9	15,0	67	44	45		
<b>ADF % MS</b>	NRC	28,0	3,0	10,0	50,0	34	23		
	CNCPS	...	...	...	...	...	...		
	DART	28,8	2,5	8,8	48,8	40	20		
	ODRP	28,0	3,0	10,0	50,0	34	23		
	Spartan	22,0	3,0	10,0	50,0	34	24		
<b>EE % MS</b>	NRC	3,1	4,3	1,5	2,1	20,0	6,5	1,4	99,5
	CNCPS	3,5	4,3	1,5	2,1	20,0	8,5	7,0	100
	DART	2,9	4,4	5,2	2,3	24,7	6,7	...	99,9
	ODRP	3,1	4,3	1,5	2,1	20,0	6,5	1,4	100
	Spartan	3,1	4,3	1,5	2,1	20,0	6,5	1,4	99,5
<b>ENI Mcal/ kg MS</b>	NRC	1,60	1,96	1,94	1,77	2,23	1,50	1,50	5,84
	CNCPS	...	...	...	...	...	...	...	...
	DART	...	...	...	...	...	...	...	...
	ODRP	1,56	2,00	1,80	1,69	2,22	1,56	1,50	6,49
	Spartan	1,61	1,98	1,94	1,76	2,22	1,50	1,50	5,83
<b>TDN % MS</b>	NRC	70	85	84	77	96	66	66	177
	CNCPS	...	...	...	...	...	...	...	...
	DART	68	88	81	77	98	77	...	182
	ODRP	...	...	...	...	...	...	...	...
	Spartan	72	85	84	77	96	66	66	177

A part d'aquestes dades, en diferents treballs de recopilació d'anàlisi s'han trobat CV molt elevats, i, tot i que les taules NRC tenen dins la comunitat científica una gran acceptabilitat, s'hauria de fer l'esforç d'incloure els CV per a cada nutrient. Per

exemple, Bucholtz a la **grana de cotó** per al contingut en **greix** va trobar els següents estadístics:

n	356
Mitjana	17,9 % sobre MS
Desviació estàndard	3,7
CV	20,7

### Necessitats nutritives i MSI

La descripció de l'animal és la segona variable més important que ha d'entrar a la formulació de racions. El resum és el següent quadre (Pel que fa a CNCPS primer calcula les necessitats energètiques i les proteiques, i per tant s'exclou de l'anàlisi):

Tipus animal:		Seca	Seca	Lactació	Lactació	Lactació	Lactació
Període		>-21 d	-21 a 0 d	30 dies	60 dies	100 dies	250 dies
Pes viu		660	660	600	600	600	600
cc (1 a 5)		3,50	3,50	2,50	2,50	2,75	3,25
PI kg/d		---	---	36,4	54,5	50,0	36,4
tg %		---	---	3,50	3,30	3,40	3,50
tp %		---	---	3,30	3,10	3,20	3,30
MSI, kg/d	NRC	10,8	10,8	21,0	26,8	25,4	21,0
	DART	11,5	11,5	19,0	24,8	24,9	21,7
	ODRP	10,7	9,4	20,3	26,3	26,2	24,0
	Spartan	12,1	10,7	19,2	25,4	25,7	22,0
PB ing % MS (g/d)	NRC	12,0(1.296)	12,0(1.296)	16,8(3.519)	18,1(4.681)	17,8(4.521)	16,8(3.519)
	DART	11,0(1.271)	11,0(1.271)	18,9(3.587)	20,0(4.949)	18,8(4.676)	16,6(3.587)
	ODRP	12,0(1.290)	13,7(1.290)	17,2(3.500)	18,1(4.770)	17,3(4.530)	14,6(3.500)
	Spartan	13,0(1.600)	13,9(1.500)	18,4(3.500)	19,1(4.900)	17,9(4.600)	16,1(3.500)
NDF % MS mínim	NRC	35,0	---	28,0	25,0	25,0	28,0
	DART	55,0	55,0	30,0	30,0	30,0	30,0
	ODRP	35,0	35,0	28,0	28,0	28,0	28,0
	Spartan	35,0	35,0	29,0	27,0	27,0	39,0
ADF % MS mínim	NRC	27,0	---	21,0	19,0	19,0	21,0
	DART	30,0	30,0	17,5	17,5	17,5	17,5
	ODRP	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
	Spartan	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
ENI % Mcal/kg (Mcal/d)	NRC	1,25(13,5)	1,25(13,5)	1,66(34,7)	1,72(46,1)	1,72(43,6)	1,66(34,7)
	DART	1,34(15,5)	1,34(15,5)	1,76(33,3)	1,76(43,7)	1,76(43,8)	1,76(38,1)
	ODRP	1,25(13,5)	1,43(13,5)	1,69(34,5)	1,74(45,8)	1,65(43,3)	1,45(34,5)
	Spartan	1,14(13,8)	1,32(14,1)	1,79(34,5)	1,83(46,5)	1,70(43,6)	1,57(34,5)
Ca % MS (g/d)	NRC	0,40(43)	0,40(46)	0,63(132)	0,67(181)	0,67(170)	0,63(132)
	DART	0,37(42)	0,37(42)	0,80(152)	0,84(208)	0,79(196)	0,70(152)
	ODRP	0,45(48)	0,51(48)	0,72(146)	0,76(199)	0,72(187)	0,61(146)
	Spartan	0,39(47)	0,39(42)	0,74(142)	0,78(198)	0,72(185)	0,64(142)
P % MS (g/d)	NRC	0,25(27)	0,25(27)	0,40(84)	0,42(114)	0,42(107)	0,40(84)
	DART	0,26(30)	0,26(30)	0,51(96)	0,53(131)	0,50(123)	0,44(96)
	ODRP	0,26(27)	0,29(27)	0,41(84)	0,43(114)	0,41(107)	0,35(84)
	Spartan	0,24(29)	0,24(26)	0,43(83)	0,45(115)	0,42(107)	0,38(83)

Els factors més comuns emprats en la predicció de MSI són el pes viu i la producció corregida. Altres factors poden ser: estat lactació, paritat, components de la llet,

components alimentaris i variables de l'entorn. Roseler *et al* (J Dairy Sci 80:878-893) diu que la PI, Pv, dieta i maneig, clima i cc són responsables de la variació en la MSI: 45, 17, 22, 10, i 6 %, respectivament.

L'exactitud i precisió en la determinació o en la predicció de la MS ingerida és extremadament important.

Observacions **mitjanes diàries**: del, Pv, PI 4%, variables entorn, i correlació amb MSI.

Ítem	n	Mitjana	DE	Min.	Màx.	correlació	
						r	P
MSI kg/d	2.110	22,4	6,3	2,4	41,7	...	
del	2.137	68	35	1,0	133	0,46	<0,01
Pv kg	2.137	571	54	459	760	0,28	<0,01
PI 4%	2.026	33,9	6,7	11,1	60,1	0,51	<0,01
Pressió mm Hg	2.137	730	5	716	743	0,02	0,29
Temp màx °C	2.137	16	6	5	34	-0,04	0,04
Temp mín °C	2.137	10	5	-2	26	-0,01	0,51
promig °C	2.137	13	5	4	30	-0,03	0,13
Humitat %	2.137	59	10	36	90	0,01	0,56
Índex temp humit	2.137	61	14	35	105	-0,04	0,05

Índex = temp bombeta seca – ((0,55 – (0,55 x humitat relativa)) x (temp bombeta seca – 58)) (calcula ° F, i humitat com a proporció)

Observacions **mitjanes setmanals**: del, Pv, PI 4%, variables entorn, i correlació amb MSI.

Ítem	n	Mitjana	DE	Min.	Màx.	correlació	
						r	P
MSI kg/d	358	22,0	6,1	6,1	38,9	...	
del	358	69	35	4,0	130	0,41	<0,01
Pv kg	358	574	56	459	760	0,22	<0,01
PI 4%	357	32,4	6,6	15,9	53,2	0,51	<0,01
Temp màx °C	358	16	6	9	33	-0,10	0,05
Índex temp humit	358	62	14	45	101	-0,10	0,05

Índex = temp bombeta seca – ((0,55 – (0,55 x humitat relativa)) x (temp bombeta seca – 58)) (calcula ° F, i humitat com a proporció).

Les equacions avaluades, segons els diferents programes, són les següents:

**NRC:**

$$\text{MSI (kg/d)} = (0,011 \times \text{Pv} + (2 \times (0,08 \times \text{Pv}^{0,75} + 0,74 \times \text{PI4\%}))) / 4,4$$

(Si *del* ≤ 21 18% decrement a **MSI del** (dies en lactació))

**DART:**

$$\text{MSI (kg/d)} = 2,71828^{(\text{SEAF} - 0,0000827 \times \text{del} + 0,148073 \text{ Lndel} + 0,33922 \text{ LnPI} + (0,0009926 \times \text{PIxtg}) + 0,0675 \text{Pv} + \text{CFF})}$$

**SEAF:** factor estació d'alimentació, **CFF:** factor fibra bruta

**ODRP:**

$$\text{MSI (kg/d)} = ((0,011 \times \text{Pv} + (2 \times (0,08 \times \text{Pv}^{0,75} + 0,74 \times \text{PI4\%}))) / 4,4) - 3,056 + 0,0364 \times \text{del} - 0,000070772 \times \text{del}^2$$

Si temp > 20°C: **MSI** × (1 - (temp - 20) × 0,005922)

Si temp < 5°C: **MSI** / (1 - (5 - temp) × 0,004644)

**Spartan:**

Si *del* ≤ 80

$$\text{MSI (kg/d)} = (1 - ((20 - 0,25 \times \text{del}) / 100)) \times (0,02 \times \text{Pv} + 0,3 \times \text{PI4\%}) + (\text{DG} \times \text{B})$$

Si *del* > 80

$$\text{MSI (kg/d)} = 0,02 \times \text{Pv} + 0,3 \times \text{PI4\%} + (\text{DG} \times \text{B})$$

**DG:** augment kg PV/dia

**B:** factor d'ajustament, si **DG** +, **B** = 1, si **DG** -, **B** = 0

**CNCPS:**

$$\text{MSI (kg/d)} = (0,0185 \times \text{Pv} + 0,30 \times \text{PI4\%}) \times (1 - e^{-0,316}) \times (\text{setm} + 2,36) \times \text{Tadj}$$

**setm:** setmana en lactació

**Tadj:** ajustament temperatura

>35°C (nits no caloroses)	<b>Tadj</b> = 0,65
>35°C (nits caloroses)	<b>Tadj</b> = 0,90
25 a 35°C (nits caloroses)	<b>Tadj</b> = 0,90
15 a 25°C	<b>Tadj</b> = 1,00
5 a 15°C	<b>Tadj</b> = 1,03
-5° a 5°C	<b>Tadj</b> = 1,05
-15 a -5°C	<b>Tadj</b> = 1,07
≤-15°C	<b>Tadj</b> = 1,16

Les prediccions de MSI amb les diferents equacions són comparades emprant l'error de predicció quadrat mitjà:

$$\text{MSPE} = (A - P)^2 + S_p^2(1 - b)^2 + S_A^2(1 - R^2)$$

A actual MSI

P predita MSI

$S_p^2$  variància de la predita

$S_A^2$  variància de l'actual

b pendent de la regressió de A sobre P

$R^2$  coeficient de determinació de la regressió de A sobre P

MPE (error quadrat de predicció) = rel quadrada de MSPE

RPE (error relatiu de predicció) = (MPE/MSI actual) × 100

Comparació predicció MSI emprant diferents equacions.

Font	n	Precisió de la predicció			
		MSPE (kg/d)	MPE(kg/d)	RPE(%)	Predita-observada
Totes les dades	2007				
NRC		13,3	3,7	16,6	-0,7
CNCPS		15,4	3,9	17,8	-2,0
ODRP		14,0	3,8	17,0	-1,2
Spartan		14,7	3,8	17,4	-1,7
≤ 8 setm lact.	739				
NRC		12,4	3,5	17,6	0,9
CNCPS		12,5	3,5	17,7	-1,3
ODRP		12,7	3,6	17,8	0,1
Spartan		12,7	3,6	17,9	-0,9
≤ 4 setm lact	313				
NRC		13,6	3,7	20,7	1,2
CNCPS		12,2	3,5	19,6	-1,2
ODRP		14,5	3,8	21,3	1,4
Spartan		11,8	3,4	19,2	0,2
>20°C	244				
NRC		13,5	3,7	18,1	0,2
CNCPS		16,7	4,1	20,2	-2,1
ODRP		13,0	3,6	17,8	-0,6
Spartan		13,6	3,7	18,2	-0,8

### **Resum:**

La generació de coneixements va més ràpid que la incorporació a les publicacions (NRC, en aquest cas estudiat). El software sobre alimentació i racionament incorpora aquests coneixements, i les variables pròpies de l'àrea geogràfica i d'algunes condicions de l'entorn i del maneig. La predicció de la MSI és el primer i important pas del racionament. Cadascuna de les equacions de predicció avaluades dona valors subestimats de la MSI, amb la qual cosa es conclou que en aquesta predicció s'ha de ser conservador. L'equació NRC sembla la més exacte, tot i que no s'ha d'emprar per inadequada a l'inici de la lactació i en períodes d'estrès tèrmic.