Temario

Selección de Forrajes en el cálculo de raciones

Carlos Romero Sala*

Alimentar a las vacas es el arte de dejar al alcance de éstas una ración que permita obtener una cantidad razonable de leche y terneros, de la mejor calidad, preservando el estado sanitario de los animales y de un modo rentable. Una ración sería el resultado de un cálculo en el que los aportes de los alimentos disponibles deben de cubrir las necesidades de los animales a alimentar.

El objetivo de la alimentación podrá alcanzarse siempre que las instalaciones y el manejo de la ganadería permitan que la ración calculada sea muy parecida a la ración preparada por el ganadero y a la ración consumida por las vacas. Por supuesto, es condición necesaria que la ración calculada sea correcta, es decir, que esté equilibrada.

En una ración equilibrada, en primer lugar hay que considerar las necesidades en energía, proteína, fibra, minerales y vitaminas de un grupo concreto de vacas, valorando mantenimiento, producción y gestación. Después hay que asignar valores de energía, proteína, fibra, minerales y vitaminas a cada uno de los alimentos susceptibles de intervenir en la ración y, tras establecer limitaciones en las cantidades de cada alimento en función de disponibilidad, riesgo de factores antinutricionales y precio, se determina la proporción entre alimentos más barata y sin interacciones de importancia en la cual el balance entre necesidades y aportes sea prácticamente nulo tanto para energía, como para proteína, fibra, minerales y vitaminas.

A lo largo de todo este proceso, el punto crítico se encuentra en la asignación de valores nutricionales a los alimentos, ya que las necesidades de los animales se hallan suficientemente bien definidas o, por lo menos aceptadas por la inmensa mayoría de los técnicos que formulan raciones y, por otro lado, la complejidad de los cálculos, incluida optimización, queda resuelta con ordenadores más o menos potentes y programas más o menos perfeccionados.

Creo que a todos los que diseñamos planes de alimentación, nos gusta comparar raciones que han calculado y valorado otros técnicos en una determinada explotación, pero aplicando nuestras propias valoraciones. El resultado es, en ocasiones, por lo menos llamativo: desviaciones en energía superiores al 10 %, excesos peligrosos en proteína, niveles de fibra inadecuados, carencias en minerales..., es decir, toda una serie de despropósitos que, con seguridad, ocasiona múltiples problemas a las vacas. Si en la estimación del peso del animal medio del lote se suele coincidir en la mayoría de las ocasiones y la cantidad y composición de la leche producida se pueden conocer con gran precisión, no cabe duda de que el error se encuentra en la selección de los forrajes con los que se ha calculado la ración, tarea ésta a veces de gran complejidad como vamos a ver a continuación.

En el conocimiento de un forraje podríamos hablar de cuatro niveles:

Primero, el que se refiere a los componentes de las plantas: agua, hidratos de carbono estructurales o no, proteínas, lípidos, minerales, vitaminas, etc.

Segundo, el que intenta conocer cuáles son las características, favorables o no, de las plantas mediante técnicas analíticas: sustancia seca, cenizas, proteína bruta, fibra bruta, fibra ácido detergente, fibra neutro detergente, almidón, extracto etéreo, minerales, vitaminas, pH, ácidos grasos volátiles, etc. Las diferencias entre lo analizado y lo que se pretende conocer pueden ser significativas: por ejemplo, proteína y proteína bruta, lípidos y extracto etéreo; aunque también pueden resultar mínimas estas diferencias: paredes celulares y FND.

Tercero, el que intenta traducir la composición química al plano nutritivo: obtención de energía neta para la producción de leche a partir de la fibra, otros carbohidratos no fibrosos y los lípidos; solubilidad y degradabilidad de las sustancias nitrogenadas a nivel ruminal y digestibilidad proteica a nivel intestinal; efectos del nivel, tamaño y digestibilidad de la fibra sobre la rumia y la capacidad de ingestión; interacciones entre minerales que determinan una adecuada absorción intestinal...

Cuarto, el que valora la situación de un alimento dentro de una determinada explotación: las condiciones de almacenamiento, es decir, las características de un diseño que implican una mayor o menor exposición a la humedad (lluvia, filtraciones, condensación), a aves, a roedores, a la contaminación con tierra, a fermentaciones indeseables; las condiciones de manejo, como los medios para desensilar y la periodicidad con la que esta operación se hace, como la permanencia de una deter-

* Grupo Leche Pascual.

4ª Jornadas Técnicas del Vacuno Lechero organizadas por Grupo Leche Pascual. Aranda de Duero (Burgos), 28-29 de enero de 2000.

minada partida en la explotación; otras características del producto: aspecto, presencia de impurezas, de mohos, de tierra, olores, nivel de humedad, temperatura, flexibilidad y tamaño de la fibra, signos del estado vegetativo en que se recolectó... Siendo éste el nivel más subjetivo, en ocasiones nos puede hacer dudar sobre los datos analíticos o, lo que es más probable, sobre el método de muestreo (nivel segundo), pero deberíamos considerarlo a la hora de estimar la valoración nutricional (tercer nivel).

La dificultad de conocer en profundidad y con la amplitud suficiente estos cuatro niveles será la causa que con mayor probabilidad nos conducirá a cometer errores en la formulación de raciones. Esta posibilidad de equivocarse se puede minimizar de dos maneras: empleando unos recursos, que son limitados, en conocer de una manera aproximada la mayor parte de los parámetros que podemos valorar en una ración, o bien, empleando esos recursos en conocer de un modo exhaustivo sólo los parámetros que consideremos más importantes de la ración. En ambos casos la posibilidad de error existe; sin embargo, queda definida la primera gran decisión que hay que adoptar cuando un técnico comienza a racionar: qué parámetros debo valorar para llegar a la conclusión de que una ración está equilibrada.

La respuesta al planteamiento anterior debe pasar por la resolución de una serie de interrogantes: ¿conozco las necesidades de las vacas en lo relativo a determinado parámetro?, ¿qué capacidad de analizar forrajes tengo?, ¿cuál es mi capacidad de acceso a las distintas tablas de alimentos que existen?, ¿son fiables las tablas de alimentos?, ¿cuál de las tablas de las que dispongo es más fiable?, ¿voy a trabajar en una zona geográfica limitada o amplia?, ¿qué forrajes y subproductos encuentro disponibles en las ganaderías?, ¿cuál es el nivel de profesionalidad y de exigencia de los ganaderos con los que voy a trabajar?, ¿cuáles son los transtornos derivados de la alimentación con los que me puedo encontrar con más frecuencia?. Y a la vez, la respuesta a cada una de estas preguntas genera nuevas interrogaciones. A continuación, lo que pretendo no es más que reflejar con cierto orden algunas de las conclusiones a las que he llegado sobre estos interrogantes.

PRIMERA CONCLUSIÓN: sea cual sea mi capacidad de analizar forrajes, he de hacer el menor número posible de análisis.

La razón es puramente económica. Sin embargo, minimizar la analítica sólo significa racionalizar el número de análisis por producto y de parámetros por análisis. Rutinariamente, los ensilados deben de analizarse siempre, mientras que con el resto de alimentos bastaría de una a dos veces al año; extraordinariamente, se analizará cuando sospechemos que una inadecuada valoración de los alimentos sea la responsable de que los resultados de la explotación no sean coherentes con los que deberían de ser en función de la ración establecida. Los parámetros a seleccionar en cada análisis dependerán de su variabilidad dentro de cada tipo de alimento y servirán para determinar, con ayuda de las tablas, los restantes parámetros que vamos a equilibrar en la ración.

SEGUNDA CONCLUSIÓN: cada técnico debe de trabajar con su propia tabla de alimentos.

Tal conclusión atiende a criterios de efectividad. Dicha tabla personal, normalmente, quedará encuadrada dentro de una tabla más amplia perteneciente al equipo de técnicos con el que se trabaja. Es más, cada técnico debería contar con una base de datos y, por lo tanto, con una tabla particularizada para cada una de las explotaciones a las que asesora en nutrición.

De esta manera quedarán subsanados los posibles errores debidos a la variabilidad en los forrajes por cuestiones geográficas y por su interacción con la explotación (nivel cuarto). Así mismo, estará especializada en los alimentos de mayor disponibilidad en las ganaderías de la zona y se adaptará al nivel de exigencia de los ganaderos con los que trabaja y a los transtornos que afectan, con mayor frecuencia, a las vacas del entorno correspondiente.

TERCERA CONCLUSIÓN: las tablas propias deben de confeccionarse mediante los análisis propios y el apoyo de diferentes tablas.

No se puede argumentar categóricamente que ninguna tabla de las publicadas sea mejor o más fiable que las otras. Sencillamente, han de estar adaptadas lo mejor posible a nuestras necesidades.

Para ilustrar esto se han comparado los distintos valores que aparecen en diversas tablas para los mismos alimentos. Principalmente se han consultado las tablas del Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) de 1988; del National Research Council (NRC) de 1989; las del Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes (CIHEAM) de 1990, especializada en forrajes de los países mediterráneos; las de la Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA) de 1999, especializada en todos aquellos concentrados, productos y subproductos susceptibles de formar parte de un pienso compuesto; y, por último, diversas publicaciones aparecidas en la revista Feedstuffs durante 1989: una de ellas especializada en vacuno y ovino, otra del canadiense Richard D. Allen para rumiantes y momogástricos, y una última de Donald Bath y colaboradores referente a subproductos poco comunes.

Los alimentos estudiados son los que se analizan en mayor proporción por los ganaderos que trabajan con el Grupo Leche Pascual. En la Tabla 1 figuran estos alimentos acompañados por el número de referencias que ofrece cada una de las fuentes consultadas.

CUARTA CONCLUSIÓN: un mayor número de referencias por alimento permite diferenciar un mayor número de situaciones fáciles de apreciar a nivel práctico.

Por ejemplo, relativas a zonas geográficas, estado vegetativo en el aprovechamiento, nivel de materia seca, condiciones de conservación. Una sola referencia para un forraje verde, ensilado o henificado no nos resulta útil para racionar, en especial porque el intervalo de energía neta será, en general, mayor al aumentar el número de referencias.

Tabla 1. Nº de referencias por alimento

	INRA	NRC	CIHEAM	FENDA	Feedstuffs	R.D. Allen	D. Bath
Pradera	28	1					
Silo de hierba	30	1			1		
Silo de maíz	7	2	3		2		
Silo de centeno		1					
Silo de alfalfa	9	1	2		2		
Heno de hierba	48				1		
Hemo de alfalfa	9	5	6	1	4		
Alfalfa deshidratada	4	4		1	1	3	
Pulpa de remolacha deshidratada	1	2	1	1	2	1	2
Silo de pulpa de remolacha prensada	1				1		
Semilla entera de algodón		1		1	1		1
Cebadilla	1	1	1		1	1	1
Maíz molido	1	1		3	1	1	
Cebada molida	2	2		2	4	2	
Torta de soja 44	1	1		1	1	1	1

Selección de forrajes...

Tabla 2. Nº de ensayos por alimento

	INRA	NRC	CIHEAM	FEDNA
Pradera	199	4		
Silo de hierba	126	20		
Silo de maíz	99	3	20	
Silo de centeno		-		
Silo de alfalfa	35	6	3	
Heno de hierba	454			
Hemo de alfalfa	42	12	97	1336
Alfalfa deshidratada	8	8		256
Pulpa de remolacha deshidratada	6	6	7	388
Silo de pulpa de remolacha prensada	9			
Semilla entera de algodón		-		62
Cebadilla	5	-	16	
Maíz molido	9	11		-
Cebada molida	9	16		2217
Torta de soja 44	8	39		767

Otro dato importante, que no aparece en muchas tablas de alimentos, y si aparece se refiere sólo a alguna de las determinaciones, es el del número de ensayos por alimento. Ver la Tabla 2.

Un mayor número de ensayos por alimento, si luego existe una única referencia, sólo indica una mayor fiabilidad en la obtención de la media aritmética, pero no confiere mayor fiabilidad a los resultados de la ración. Por lo tanto,

QUINTA CONCLUSIÓN: la fiabilidad de un alimento tabulado aumenta con el número de ensayos para cada una de las referencias descritas.

Los alimentos estudiados se han detallado en una serie de tablas, desde la 3 a la 17, las cuales se intercalan, a continuación, junto a los comentarios más destacados. En dichas tablas se han unificado las unidades en que se miden los diferentes parámetros respecto a las fuentes de origen y se expresan todos sobre sustancia seca. Si un alimento tiene más de una referencia, se representan en el cuadro la de mayor y la de menor valor energético, ya que se considera éste el factor productivo más limitante, para poder apreciar el intervalo en el que nos podemos mover. Para algunos alimentos no se han incluido las referencias de D. Bath por coincidir plenamente con las del NRC.

En cuanto a forrajes pratenses en verde, existe una detallada relación en todas las tablas estudiadas, pero a nivel especie. Esto nos resulta poco práctico para las condiciones de la mayoría de las explotaciones de la comisa cantábrica pues, a excepción del ray-grass italiano, resulta extraño encontrar una pradera monofita. A la vista de la Tabla 3 queda claro que si vamos a racionar en la España húmeda, las únicas tablas que nos servirán de apoyo son las del INRA y, por lo tanto, sería conveniente utilizar en la valoración proteica de nuestras raciones los PDI.

Tabla 3. Pradera

	MS	Valoración energética				Valoración proteica					
		EB	ED	EM	ENL	PB	MND	PDIA	PDIN	PDIE	RUP
Ud/SS	%	Mcal/Kg	Mcal/kg	Mcal/kg	Mcal/kg	%	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	%Pb
INRA	14	4,4	3,4	2,85	1,77	21	166	47	132	106	
	22,7	4,38	2,26	1,83	1,02	9,5	51	21	60	63	
NRC											40

	Fibra		Digestibilidad				Mat. minerales		
	FB	FAD	dPB	dMO	dFB	dEB	Cnzs	Ca	P
Ud/SS	%	%	%	%	%	%	%	%	%
INRA	18	20,5	79	81	82	77	10,8	0,8	0,5
	33,5	36,6	54	54	57	52	8,6	0,55	0,3

Tabla 4. silo de hierba

	MS	Valoración energética				Valoración proteica						EE	Azc
		EB	ED	EM	ENL	PB	MND	PDIA	PDIN	PDIE	RUP		
Ud/SS	%	Mcal/Kg	Mcal/kg	Mcal/kg	Mcal/kg	%	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	%Pb	%	%
INRA	20	4,8	3,35	2,66	1,58	19,6	139	29	114	71			1
	33,5	4,51	2,74	2,2	1,27	12	74	20	70	62			2
NRC											29		
Feedst.	26		2,68		1,34	12					20	4,6	

	Fibra			Digestibilidad					Mat. minerales			
	FB	FAD	FND	dPB	dMO	dFB	dEB	TDN	Cnzs	Ca	P	K
Ud/SS	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
INRA	26	28,8		71	74	77	70		9,2	1,1	0,4	
	32,4	35,4		61	65	73	61		9,1	0,7	0,35	
Feedst.	34	38	66					61	9	0,8	0,22	2

Exactamente lo mismo se podría decir analizando la Tabla 4.

Sin embargo, el silo de maíz admite más comentarios. Resulta unánime la relación entre una mayor energía con una sustancia seca mayor y una fibra menor y, casi unánime, dicha relación con unos niveles inferiores de proteína y cenizas. En este caso, el rango energético presenta una amplitud considerable; veamos los valores en la Tabla 5 (siguiente página) y dos ejemplos.

Una explotación determinada usa un año 20 kg por vaca y día del silo de maíz más energético y al año siguiente usa la misma cantidad pero del menos energético; para mantener los resultados el segundo año, deberá suplementar con 2.2 kg por vaca y día de maíz molido, lo que encarecería la ración más de 60 pesetas diarias y el coste de producción entre 2 y 2.5 pesetas el litro.

Un técnico, desconociendo el silo de maíz, presenta una propuesta a un ganadero para que mantenga los resultados de la ración actual. Si formula con 20 kg del más energético pero en la realidad se corresponde con el peor, su ración costará 60 pesetas menos al día que la actual, pero si el ganadero la aplica, lo pagará caro.

Sin comentarios para el silo de centeno, Tabla 6 (siguiente página).

Todas las relaciones entre resultados analíticos y valoración energética dejan de estar claras en el caso del silo de alfalfa, lo

Tabla 5. Silo de maíz

	MS	Valoración energética				Valoración proteica					
		EB	ED	EM	ENL	PB	MND	PDIA	PDIN	PDIE	RUP
Ud/SS	%	Mcal/Kg	Mcal/kg	Mcal/kg	Mcal/kg	%	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	%Pb
INRA	35 27	4,46 4,43	3,17 2,85	2,68 2,35	1,63 1,39	8,2 10,1	42 59	18 22	50 62	71 66	
NRC	33 29		3,09 2,73	2,67 2,31	1,60 1,40	8,1 8,4					31 31
CIHEAM	33,3 24,6		3,02 2,96	2,5 2,4	1,50 1,43	7,3 10,3	36	16 22	45 70	64 67	
Feedstuffs	36 26		3,08 2,95		1,56 1,50	8 8					32 20

	FB	Fibra				Digestibilidad					
		FAD	FND	Lignina	Celulosa	dPB	dMO	dFB	dEB	dMS	TDN
Ud/SS	%		%	%	%	%	%	%	%	%	%
INRA	16,5 22,5	18,9 25,1				51 58	74 67	55 59	71 64		
NRC	23,7 32,3	28 30	51 53	4 5	24 23						70 62
CIHEAM	21,8 27,2	27,2 33,9	52,1			50,3	71,7 69,2			69,8 67,2	
Feedstuffs	24 26	28 31	49 53								70 67

	Almidón	EE	Azc	Alm	Materias minerales						
					Cnzs	Ca	P	Mg	K	Na	S
Ud/SS	ULL	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
INRA	0,98 1,25		10 18	30 16	4,7 7,1	0,3 0,35	0,25 0,2				
NRC		3,1 3			4,5 7,2	0,23 0,34	0,22 0,19	0,19 0,23	0,96 1,41	0,01	0,15 0,08
CIHEAM					5,4 7,8	0,35	0,22				
Feedstuffs		2,9 2,8			6 6	0,24 0,4	0,22 0,27		1 1,6		0,13 0,12

Tabla 6. Silo de centeno

	MS	Valoración energética			Pr oteína	Fibra	EE	Digestibilidad	Mat. minerales		
		ED	EM	ENL	PB	FB		TDN	Cnzs	Ca	P
Ud/SS	%	Mcal/kg	Mcal/kg	Mcal/kg	%	%	%	%	%	%	%
NRC	32	2,34	1,91	1,18	12,8	34	3,3	53	7,9	0,39	0,32

Tabla 7. Silo de alfalfa

	MS	Valoración energética				Valoración proteica						Fibra		
		EB	ED	EM	ENL	PB	MND	PDIA	PDIN	PDIE	RUP	FB	FAD	FND
Ud/SS	%	Mcal/Kg	Mcal/kg	Mcal/kg	Mcal/kg	%	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	%Pb	%	%	%
INRA	18,7 33,5	4,54 4,61	2,93 2,69	2,37 2,15	1,39 1,24	19 19,8	132 137	38 30	111 113	79 67		30 31,9	36,1 38,1	
NRC	45 25										23			
CIHEAM	43,9 21		2,55 2,56	2,03 2,04	1,19 1,17	16,7 13,9	128 83					22 30,2		
Feedstuffs	36 30		2,55 2,38		1,28 1,19	17 16					24 22	30 30	35 35	46 46

	Almidón	EE	Digestibilidad						Materias minerales				
			dPB	dMO	dFB	dEB	dMS	TDN	Cnzs	Ca	P	K	S
Ud/SS	ULL	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
INRA	1,02 1,01		70 69	69 62	56 50	65 58			11,2 10,5	1,6 1,65	0,3 0,3		
CIHEAM			72 61	66,1 63,9			57,4 59,2		17,4 12,4	2,7	1,1		
Feedstuffs		3 3						58 54	8 8	1,5 1,5	0,28 0,28	2,4 2,4	0,3 0,3

cual demuestra que resultará un forraje problemático para racionar si no lo tenemos adecuadamente muestreado y analizado, tomando precaución especial con un factor de riesgo por su gran variación: las cenizas. En este caso, las tablas consultadas nos pueden sacar de pocas dudas. Ver la Tabla 7.

Nuevamente habrá que remitirse a las tablas del INRA para consultar los henos de pradera. Tabla 8 (siguiente página).

Podríamos asegurar que el forraje más extendido entre nuestras ganaderías es la alfalfa deshidratada, que en los últimos años ha ido desplazando al heno debido, entre otras razones, a la política de subvenciones. Los datos se reflejan en las Tablas 9 y 10 (siguientes páginas).

Por desgracia, a pesar de ser el forraje más utilizado, no se conoce con precisión: la diferencia entre las valoraciones de origen europeo y las de origen americano son considerables. Esto se agrava debido a su gran variabilidad: si para el silo de maíz la diferencia entre la referencia más energética y la menor era del 17 % y las consecuencias de seleccionar una u otra opción repercutían considerablemente en los resultados de la ganadería, en la alfalfa henificada se llega al 72 % y en la deshidratada al 38 %, aunque sí es verdad que en la alfalfa el contenido en sustancia seca tiene muchísima menor influencia que en el caso del silo de maíz.

En cuanto a las diferentes valoraciones, no sólo son imputables a una diferencia real de calidad de las alfalfas americanas sobre las

Tabla 8. Silo de hierba

	MS	Valoración energética				Valoración proteica						Fibra	
		EB	ED	EM	ENL	PB	MND	PDIA	PDIN	PDIE	RUP	FB	FAD
Ud/SS	%	Mcal/Kg	Mcal/kg	Mcal/kg	Mcal/kg	%	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	%Pb	%	%
INRA	85 85	4,54 4,41	2,95 2,03	2,39 1,67	1,41 0,92	20 6,1	143 18	53 16	125 38	103 56		25,5 41,6	28,3 45
Feedstuffs	91		2,2		1,08	7					35	35	

	Poder Azoe	EE	Azc	Digestibilidad					Materias minerales				
				dPB	dMO	dFB	dEB	TDN	Cnzs	Ca	P	K	S
Ud/SS	ULL	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
INRA	0,97 1,22		8 4	72 30	69 49	71	65 46		9,1 6,7	1,1 0,55	0,4 0,15		
Feedstuffs		2						50	8	0,43	0,15	1,1	0,06

europeas, sino también a diferencias en los métodos de estimación de la energía: esto se ve claramente en las tablas al comparar dos henos con igual energía (1.08 Mcal/kg), teniendo la americana 4.1 puntos menos de PB y 6.7 puntos más de FAD que la europea; el peor heno del NRC tiene 0.04 Mcal/kg más que el mejor de los europeos y, sin embargo, presenta 3.2 puntos menos de proteína y 5.7 puntos más de FB. Siguiendo el mismo razonamiento, la peor alfalfa deshidratada americana tiene 0.02 Mcal/kg más que la mejor de las europeas, con un punto menos de proteína y 7.9 puntos más de FAD. Por lo tanto, las raciones que formule un técnico con alfalfas de tablas americanas en vez de europeas, sobre el papel resultarán más atractivas, pero resultarán de menor eficacia energética.

Lo único que sí está claro, es que el nivel energético tiene relación directa con el proteico y con el mineral. Curiosamente, da la impresión de que existen menos diferencias en función del origen entre macro y microminerales que entre valores energéticos, aunque sí es cierto que los datos que figuran en las tablas son promedios y que, en la mayoría de los casos en que se publican, las desviaciones típicas llegan a ser importantes.

Si la alfalfa es el forraje de mayor utilización en nuestro

Tabla 9. Heno de alfalfa

	MS	Valoración energética				Valoración proteica							Poder Azoe
		EB	ED	EM	ENL	PB	MND	PDIA	PDIN	PDIE	RUP	PB*	
Ud/SS	%	Mcal/Kg	Mcal/kg	Mcal/kg	Mcal/kg	%	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	%Pb	%PB	ULL
INRA	85 85	4,39 4,42	2,51 2,12	2,01 1,67	1,16 0,93	18,1 15,8	135 107	51 45	116 101	95 83			0,97 1,1
NRC	90 90		2,91 2,43	2,49 2	1,50 1,23	23 15					28 28		
CIHEAM	85,9 85,9		2,58 2,01	2,05 1,59	1,19 0,87	18,2 17,1	137 111	52 49	117 110	96 93			
FEDNA	91,4			1,94	1,08	17,1			111	94	23	26	
Feedstuffs	90 88		2,68 2,2		1,34 1,08	18 13					18 35		

* PB soluble

	Fibra					Azc	Alm	Digestibilidad					
	FB	FAD	FND	Lignina	Celulosa			dPB	dMO	dFB	dEB	dMS	TDN
Ud/SS	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
INRA	33,8 41,7	40,1 48,3				4 2		75 68	61 51	46 43	57 48		
NRC	20,5 29	28 37	38 50	5 10	22 28								66 55
CIHEAM	23,3 33							75,2 65	64,4 49,3			60,1	
FEDNA	28,3	38,3	50,4	10,8		3,2	2,8	68					
Feedstuffs	29 38	35 45	47 59										61 50

	EE	Grasa verdadera	Materias minerales								
			Cnzs	Ca	P	P*	Cl	Mg	K	Na	S
Ud/SS	%	%EE	%	%	%	%	%	%	%	%	%
INRA			9,9 8,3	1,4 1,3	0,25 0,2						
NRC	4 2		10,2 8,9	1,8 1,25	0,35 0,22		0,34 0,35	0,26 0,31	2,21 1,53	0,22 0,11	0,33 0,27
CIHEAM			13,3 9,8								
FEDNA	2,6	50	11,9	1,82	0,3	0,24	0,51	0,26	2,2	0,1	0,24
Feedstuffs	2,2 1,3		8 8	1,41 1,18	0,24 0,19				2,4 1,5		0,29 0,25

* P disponible

Tabla 10. Alfalfa deshidratada

	MS	Valoración energética				Valoración proteica						
		EB	ED	EM	ENL	PB	MND	PDIA	PDIN	PDIE	RUP	Pb*
Ud/SS	%	Mcal/Kg	Mcal/kg	Mcal/kg	Mcal/kg	%	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	%Pb	%PB
INRA	91 91	4,36 4,4	2,45 2,24	1,95 1,78	1,22 1,1	18 15	123 97	56 47	114 95	95 83		
NRC	93 90		2,95 2,6	2,53 2,18	1,52 1,33	23,9 17,3					59 59	
FEDNA	91,2			2,09	1,31	18,3			122	110	59	20
Feedstuffs	92		2,68		1,34	19					59	
R.D. Allen	93,1 93,1					21,5 16,1						

* Pb soluble

	Fibra					Azc	Alm	Digestibilidad				
	FB	FAD	FND	Lignina	Celulosa			dPB	dMO	dFB	dEB	TDN
Ud/SS	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
INRA	26,5 32,5							68 64	60 54	40 40	56 41	
NRC	19,8 29,4	28 41	39 51	8 12	20 29							67 59
FEDNA	27,1	33,1	45	8,3		3,6	2,4	68				
Feedstuff	29	35	45									61
R.D. Allen	21,5 27,9											58 57

	EE	Grasa verdadera	Materias minerales								
			Cnzs	Ca	P	P*	Cl	Mg	K	Na	S
Ud/SS	%	%EE	%	%	%	%	%	%	%	%	%
INRA			13 11								
NRC	4,4 2,5		11 10	1,82 1,37	0,33 0,24		0,56 0,48	0,33 0,31	2,58 1,48	0,13 0,08	0,32 0,24
FEDNA	3	50	11,8	1,92	0,33	0,29	0,46	0,23	2,49	0,09	0,29
Feedstuffs	3		11	1,42	0,25				2,5		0,24
R.D. Allen	3,8 2,5		11,3 9,1	1,61 1,29	0,29 0,24			0,34 0,28	2,7 2,5	0,09 0,08	0,46 0,18

* P disponible

zas.

En la Tabla 13 (siguientes páginas) figura el algodón, con valoraciones bastante homogéneas entre autores, a excepción de la energía que oscila más de un 10 % entre valores extremos. Lo que se echa de menos en las tablas es la incorporación de referencias para los casos, por desgracia tan frecuentes, en que las malas condiciones en la cosecha o en la conservación provocan el calentamiento de la partida y el aumento en la proporción de granos estropeados, lo cual, indudablemente, conlleva una drás-

entorno, la pulpa de remolacha se lleva la palma como subproducto, tanto deshidratada como prensada y ensilada (Tablas 11 y 12).

Por la naturaleza propia de ser un subproducto, al igual que los concentrados, no debe de presentar variabilidad debida al estado vegetativo de la planta en el momento del aprovechamiento pues, en la mayoría de las ocasiones, la cosecha tendrá lugar en la madurez comercial. La posibilidad de variación dependerá, sobre todo, de diferencias en los procesos industriales y de la conservación del producto.

En el caso de la pulpa de remolacha, la adición de vinazas influirá disminuyendo la fibra y aumentando las materias nitrogenadas y minerales, en especial el potasio, más de un 600 % de promedio (ver también la Tabla 18). El rango de energías no se desvía más de un 8 % y, en el caso más desfavorable, la elección errónea de la pulpa de remolacha supondría la suplementación equivalente a 0.2 pesetas por litro de leche o una pérdida de producción de 0.5 litros. Es, por lo tanto, un buen alimento para usarlo directamente de las tablas.

El riesgo se incrementa al tratarse de pulpa prensada, aunque sólo por los niveles distintos de humedad y por la conservación; por ello, sería suficiente con analizar sustancia seca, pH y ceni-

Tabla 11. Pulpa de remolacha deshidratada

	MS	Valoración energética				Valoración proteica						
		EB	ED	EM	ENL	PB	MND	PDIA	PDIN	PDIE	RUP	Pb*
Ud/SS	%	Mcal/Kg	Mcal/kg	Mcal/kg	Mcal/kg	%	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	%Pb	%PB
INRA	88,9	4,01	3,31	2,73	1,72	9,8	53	40	63	106		
NRC	91 92		3,44 3,44	3,02 3,02	1,79 1,79	9,7 10,1					45 35	
CIHEAM	89,9		3,46	2,84	1,80	9,3	45					
FEDNA	89,7			2,88	1,75	11,3			70	118	48	23
Feedstuffs	91 92		3,26 3,39		1,67 1,74	9 10					42 32	
R.D. Allen	90,8					9,9						
D.Bath y c.	91 92				1,78 1,78	9,7 10,1						

* Pb soluble

		Fibra					Digestibilidad					
		FB	FAD	FND	Lignina	Celulosa	dPB	dMO	dFB	dEB	dMS	TDN
Ud/SS	ULL	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
INRA	1,05	20,6					54	86	77	82		
NRC		19,8 16,5	33 25	54 44	2 3	31 22						78 78
CIHEAM		26	37,2	66,5			48,1	83,4			70,1	
FEDNA		19,8	25,5	47,7	1,9		56					
Feedstuffs		23 16	30 27	50 47								74 77
R.D. Allen		23,1										68
D.Bath y c.		19,8 16,5	33 25									78 78

	EE	Grasa verdadera	Azc	Materias minerales								
				Cnzs	Ca	P	P*	Cl	Mg	K	Na	S
Ud/SS	%	%EE	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
INRA			7	8,8	1,3	0,1						
NRC	0,6 0,6			4,4 6,1	0,69 0,61	0,1 0,1		0,04	0,27 0,16	0,2 1,78	0,21 0,53	0,22 0,42
CIHEAM				5,8								
FEDNA	0,9	50	6,7	8,6	1,09	0,12	0,04	0,09	0,26	0,55	0,18	0,33
Feedstuffs	1 0,5			4 6	0,71 0,6	0,09 0,1				0,3 1,8		0,2 0,42
R.D. Allen	0,6			4,2	0,7	0,1			0,3	0,23	0,21	0,2
D.Bath y c.	0,6 0,6			4,4 6,1	0,75 0,61	0,11 0,11			0,3 0,14	0,23 1,78		

* P disponible

Tabla 12. Silo de pulpa de remolacha prensada

	MS	Valoración energética				Valoración proteica							EE
		EB	ED	EM	ENL	PB	MND	PDIA	PDIN	PDIE	RUP		
Ud/SS	%	Mcal/Kg	Mcal/kg	Mcal/kg	Mcal/kg	%	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	%Pb	ULL	%
INRA	22	4,01	3,31	2,73	1,72	9,8	54	28	60	84		1,05	
Feedstuffs	24		3,34		1,72	10					25		0,5

	Fibra			Digestibilidad					Materias minerales				
	FB	FAD	FND	dPB	dMO	dFB	dEB	TDN	Cnzs	Ca	P	K	S
Ud/SS	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
INRA	20,6			55	86	77	82		8,8	1,3	0,1		
Feedstuffs	16	27	47					76	6	0,6	0,1	1,8	0,42

Tabla 13. Semilla entera de algodón

	MS	Valoración energética				Valoración proteica				EE	Grasa verdadera
		ED	EM	ENL	PB	PDIN	PDIE	RUP	Pb*		
Ud/SS	%	Mcal/Kg	Mcal/kg	Mcal/kg	%	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	%Pb	%EE
NRC	92	4,23	3,83	2,23	23					20	
FEDNA	89,9		3,89	2,28	21,8	148	95	27	47,5	19,9	95
Feedstuffs	90	3,96		2,07	22					21	
D.Bath y c.	92			2,22	23					20	

* Pb soluble

	Fibra					Azc	Alm	Digestibilidad	
	FB	FAD	FND	Lignina	Celulosa			dPB	TDN
Ud/SS	%	%	%	%	%	%	%	%	%
INRA	24	34	44	10	24				96
FEDNA	28	36,7	47,6	10,8		1	4,6	80	
Feedstuffs	27	44	54						90
D.Bath y c.	24	34							96

	Materias minerales								
	Cnzs	Ca	P	P disp.	Cl	Mg	K	Na	S
Ud/SS	%	%	%	%	%	%	%	%	%
INRA	4,8	0,21	0,64			0,46	1	0,01	0,26
FEDNA	4,1	0,19	0,69	0,16	0,02	0,41	1,12	0,32	0,27
Feedstuffs	4	0,17	0,54				1,2		0,25
D.Bath y c.	3,9	0,15	0,73			0,35	1,2		

Tabla 14. Cebadilla

	MS	Valoración energética				Valoración proteica					
		EB	ED	EM	ENL	PB	MND	PDIA	PDIN	PDIE	RUP
Ud/SS	%	Mcal/Kg	Mcal/kg	Mcal/kg	Mcal/kg	%	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	%PB
INRA	20,5	5,1	3,36	2,71	1,56	30	239	156	223	189	
NRC	21		2,91	2,49	1,5	25,4					
CIHEAM	91,3		3,35	2,66	1,58	26	181				
Feedstuffs	24		3,74		1,94	27					48
R.D.Allen	93					30					

	Fibra					EE	Digestibilidad				
	FB	FAD	FND	Lignina	Celulosa		dPB	dMO	dEB	dMS	TDN
Ud/SS	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
INRA	15	20,6	52,5	4,7		8,6	80	64	66		
NRC	14,9	23	42	5	18	6,5					66
CIHEAM	16,9	28,6	68,4				70,5	65,4		57	
Feedstuffs	15	23	52			6,5					85
R.D.Allen	12,6					8					73

	Azc	Alm	Materias minerales							
			Cnzs	Ca	P	Cl	Mg	K	Na	S
Ud/SS	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
INRA	5	7	5	0,33	0,57					
NRC			4,8	0,33	0,55	0,17	0,16	0,09	0,23	0,32
CIHEAM			5,1	0,46	0,19					
Feedstuffs			5	0,3	0,6			0,1		0,34
R.D.Allen			5,2	0,32	0,71		0,2	0,09	0,28	0,32

tica disminución del nivel energético.

La cebadilla, o bagazo cervecero, aparece en la Tabla 14. Aunque en nuestro país se conoce como un subproducto húmedo, se ha incluido en la tabla también el producto deshidratado. El racionamiento debería de hacerse a partir del conocimiento y la valoración de la cebadilla que sale de cada industria cervecera, pues las diferencias llegan a ser notables: la máxima desviación entre valores es del 18 % en PB, del 32 % en EE, del 39 % en FAD y hasta del 63 % en FND. Sin embargo, la valoración energética no varía más del 5 % si eliminamos el dato de Feedstuffs, anormalmente elevado si tenemos en cuenta que los resultados analíticos son intermedios. Como curiosidad, decir que es el producto fibroso de los estudiados con menor contenido en cationes.

Contrasta la homogeneidad de los datos del maíz molido con una diferencia en energía neta leche que llega al 10 % , si bien la única valoración que se desmarca es la del INRA, como se puede ver en la Tabla 15. Ninguna tabla recoge el hecho de que el maíz no haya pasado por secadero, práctica demasiado habitual en algunas zonas y que puede provocar pérdidas de energía y problemas microbiológicos.

Las distintas referencias que se ofrecen de la cebada, expuestas en la Tabla 16, se han obtenido unas por origen geográfico, otras atendiendo al número de carreras, otras al nivel de fibra, pero la que realmente considero interesante a nivel práctico es la que se hace en la revista Feedstuffs, que diferencia las cebadas en función de su peso específico.

La revisión de alimentos del vacuno lechero finaliza con la torta de soja, Tabla 17, que resulta ser el alimento de menor variación entre todos los estudiados, un 3 % de diferencia en energía, lo que le convierte en un producto ideal para ser tomado de las tablas. El riesgo está en que en el campo, en ocasiones, se recogen muestras con PB bastante inferior a la tabulada.

Ciertas determinaciones muy específicas, se han separado de los cuadros anteriores, y serían consultables en las fuentes mencionadas.

Me refiero a microminerales, vitaminas, productos de fermentación de silos, ácidos grasos y aminoácidos, aunque conviene hacer unos breves comentarios sobre dichos parámetros:

Si para racionar adoptamos el criterio de prescindir del contenido en microminerales y vitaminas de los forrajes y concentrados, y sólo tener en cuenta los que se aportan con el corrector vitamínico mineral, realmente los valores de las tablas no tendrían importancia, excepto en el caso del cobre, para evitar posibles intoxicaciones por exceso, y en el estudio de ciertos casos de interacción entre minerales a

Tabla 15. Maíz molido

	MS	Valoración energética				Valoración proteica						
		EB	ED	EM	ENL	PB	MND	PDIA	PDIN	PDIE	RUP	PBsol.
Ud/SS	%	Mcal/Kg	Mcal/kg	Mcal/kg	Mcal/kg	%	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	%PB	%PB
INRA	86	4,51	3,99	3,37	2,16	10,1	70	61	82	120		
NRC	88		3,75	3,34	1,96	10					52	
FEDNA	86			3,37	1,98	8,8			71	116	55	12
	86,3			3,36	1,97	8,9			70	116	55	12
Feedstuffs	88		3,87		2,00	10					55	
R.D.Allen	88					10,1						

	Fibra					Azc	Alm	Digestibilidad			
	FB	FAD	FND	Lignina	Celulosa			dPB	dMO	dEB	TDN
Ud/SS	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
INRA	2,7	3,5	13	0,7		2	72	69	90	88	
NRC	2,6	3	9	1	2						85
FEDNA	2,7	3,1	9,1	0,9		2,3	73,6	66			
	2,9	3,5	10,4	1		2,3	73,5	66			
Feedstuffs	3	3	9								88
R.D.Allen	3,3										91

	EE	Grasa verdadera	Materias minerales								
			Cnzs	Ca	P	P dispo.	Cl	Mg	K	Na	S
Ud/SS	%	%EE	%	%	%	%	%	%	%	%	%
INRA	4,7		1,5	0,03	0,35						
NRC	4,3		1,6	0,03	0,29		0,05	0,14	0,37	0,03	0,12
FEDNA	4,4	90	1,5	0,02	0,31	0,06	0,06	0,14	0,41	0,01	0,15
	4,2	90	1,5	0,02	0,31	0,06	0,06	0,14	0,41	0,01	0,15
Feedstuffs	4,2		2	0,02	0,3				0,4		0,12
R.D.Allen	4		1,7	0,01	0,28			0,17	0,37	0,03	0,14

Tabla 16. Cebada molida

	MS	Valoración energética				Valoración proteica						
		EB	ED	EM	ENL	PB	MND	PDIA	PDIN	PDIE	RUP	PBsol.
Ud/SS	%	Mcal/Kg	Mcal/kg	Mcal/kg	Mcal/kg	%	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	%PB	%PB
INRA	86,9	4,43	3,72	3,12	1,97	12,1	85	30	79	102		
	86,5	4,34	3,62	3,02	1,90	12,2	86	30	80	101		
NRC	89		3,79	3,38	1,99	10,8					27	
	88		3,7	3,29	1,94	13,5						
FEDNA	90,2			3,16	1,86	12,5			84	100	18	22
	90,2			3,12	1,84	12,5			84	99	18	22
Feedstuffs	89		3,7		1,91	12					25	
	88		3,43		1,76	13						
R.D.Allen	89					12,9						
	88					11,4						

	Fibra					Azc	Alm	Digestibilidad			
	FB	FAD	FND	Lignina	Celulosa			dPB	dMO	dEB	TDN
Ud/SS	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
INRA	5	6	19,1	1,1		3	59	70	86	84	
	6,3	7,6	22,3	1,2		3	59	71	85	83	
NRC	7,1	9	21								86
	5.7	7	19	2	5						84
FEDNA	5	7	18,8	1,2		2,9	56,7	73			
	6,7	7,5	21,6	1,3		2,9	55,4	72			
Feedstuffs	6	7	24								84
	9										78
R.D.Allen	5,6										83
	6,8										83

	EE	Grasa verdadera	Materias minerales								
			Cnzs	Ca	P	P dispo.	Cl	Mg	K	Na	S
Ud/SS	%	%EE	%	%	%	%	%	%	%	%	%
INRA	2,2		2,6	0,07	0,4						
	1,85		4,7	0,06	0,3						
NRC	2		3,1	0,06	0,39		0,17	0,14	0,58	0,02	0,16
	2,1		2,6	0,05	0,38		0,18	0,15	0,47	0,03	0,17
FEDNA	2,2	70	2,4	0,07	0,4	0,14	0,16	0,14	0,57	0,02	0,17
	2	70	2.4	0.07	0.41	0.14	0.16	0.14	0.58	0.02	0.14
Feedstuffs	2,1		3	0,05	0,4				0,5		0,18
	2,3		4								
R.D.Allen	2,1		2,8	0,09	0,47			0,13	0,63	0,03	0,17
	2,5		2,8	0,07	0,45			0,14	0,64	0,02	0,17

nivel de absorción intestinal.

El interés de los datos relativos a los productos de fermentación de los ensilados, radica en la posibilidad de consultarlos cuando se está haciendo un minucioso estudio sobre la influencia de un ensilado en un determinado problema del ganado. En cualquier caso, resulta problemática la obtención analítica de dichos parámetros por la gran complejidad que implica todo el proceso desde el muestreo a la manipulación y preparación en el laboratorio de la muestra.

Por último, las tablas sobre ácidos grasos y aminoácidos resultan más bien anecdóticas, ya que su interés de cara al vacuno, por el momento, no es significativo.

SEXTA CONCLUSIÓN: interpretar con prudencia los parámetros adoptados para valorar raciones cuando se obtienen exclusivamente a través de otras tablas.

La inexistencia de análisis puntuales, en especial en el caso de algunos minerales, obliga a elegir exclusivamente valores promedio de las tablas, los cuales pueden hallarse muy alejados de los valores reales. Tampoco hay que despreciar la cantidad de algunos elementos que el agua de bebida puede llegar a aportar, distorsionando nuestras previsiones y, por lo tanto, obligando a considerarla como lo que es: un alimento más, y de los importantes.

SÉPTIMA CONCLUSIÓN: no definir la matriz de los parámetros a valorar sin tener previamente clara la matriz de necesidades.

Del mismo modo, también deberíamos tener definida la "matriz de consecuencias" o de relaciones causa-efecto, es decir, qué va a ocurrir a las vacas si no cubrimos con la ración las necesidades

Tabla 17. Cebada molida

	MS	Valoración energética				Valoración proteica						
		EB	ED	EM	ENL	PB	MND	PDIA	PDIN	PDIE	RUP	PBsol.
Ud/SS	%	Mcal/Kg	Mcal/kg	Mcal/kg	Mcal/kg	%	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	%PB	%PB
INRA	87,2	4,61	4,1	3,1	1,94	48,8	438	185	348	241		
NRC	89		3,7	3,29	1,94	49,9					35	
FEDNA	88			3,18	1,97	50			357	239	40	20,1
Feedstuffs	90		3,7		1,91	50					35	
R.D.Allen	89,6					49,1						

	Fibra				EE	Grasa verdadera	Azc	Alm	Digestibilidad			
	FB	FAD	FND	Lignina					dPB	dMO	dEB	TDN
Ud/SS	%	%	%	%	%	%EE	%	%	%	%	%	%
INRA	8,4	10,4	16,3	0,8	2,2		9	3	90	88	89	
NRC	7	10			1,5							84
FEDNA	6,4	8	14,2	0,3	1,9	65	8	0,6	91			
Feedstuffs	6	10	14		1,3							84
R.D.Allen	7,8				0,6							87

	Materias minerales								
	Cnzs	Ca	P	P dispo.	Cl	Mg	K	Na	S
Ud/SS	%	%	%	%	%	%	%	%	
INRA	8,3	0,34	0,7						
NRC	7,3	0,3	0,68		0,08	0,3	1,98	0,03	0,37
FEDNA	7	0,33	0,69	0,22	0,05	0,31	2,22	0,02	0,48
Feedstuffs	7	0,33	0,7				2,3		0,45
R.D.Allen	6,7	0,28	0,7			0,3	2,2	0,04	0,48

que tienen para cada uno de los parámetros valorados. Lo único que se conseguiría es trabajar más sin esperar ninguna contrapartida, ya que dispondríamos de un cálculo que no sabemos interpretar.

Y, por último, OCTAVA CONCLUSIÓN: el análisis de la ración actual de una explotación determinada, debe de explicar la situación puntual de la ganadería.

Por lo menos, el rendimiento energético. En caso contrario, es necesario volver a comenzar todo el proceso de selección de los alimentos con los que se ha calculado la ración, hasta que seamos capaces de explicar la realidad de una manera objetiva.

Las sucesivas interpretaciones a lo largo del tiempo de las raciones en una ganadería concreta, deben de explicar la evolución de la explotación: esto es lo que se denomina seguimiento.

ABREVIATURAS

Alm = Almidón
Azc = Azúcar
Ca = Calcio
Cnzs = Cenizas
dFB = digestibilidad Fibra Bruta
dMO = digestibilidad Matería Orgánica
dMS = digestibilidad Materia Seca
dPB = digestibilidad Proteína Bruta
EB = Energía Bruta
ED = Energía Digestible
EE = Extracto Etéreo o Materia Grasa
EM = Energía Metabolizable
ENL = Energía Neta Leche
FAD = Fibra Acido Detergente
FB = Fibra Bruta
FND = Fibra Neutro Detergente
K = Potasio
MND = Materias Nitrogenadas Digestibles
MS = Materia Seca
Na = Sodio
P = Fósforo
PB = Proteína Bruta
PDIA = Proteína Digestible en Intestino procedente del alimento
PDIE = Proteína Digestible en Intestino limitada por la Energía
PDIN = Proteína Digestible en Intestino limitada por el Nitrógeno
RUP = Proteína Indegradable en Rumen
S = Azufre
TDN = Total Nutrientes Digestibles
Ud/SS = Unidades/Sustancia Seca
ULL = Unidades Lastre en Lactación