

## APLICACIÓN INFORMÁTICA EXCEL RACIONAMIENTO ALIMENTARIO DE OVINO

Sigue el mismo procedimiento que el resto de aplicaciones del **grup de remugants**.

Hay tres tablas de ingredientes: forrajes, concentrados y minerales y vitaminas. Todas tienen la misma estructura, con el objetivo de facilitar la programación de los cálculos. En la tabla de forrajes, están los aprovechamientos clásicos, es decir, verde, ensilado y heno o seco, también hay algunos ingredientes propios del bosque donde se puede pastar. El usuario puede reducir cada tabla a sus ingredientes más usuales, lo que facilitará la selección y, también, puede cambiar la secuencia y, en lugar de verde, ensilado y seco, puede poner primero los secos, por ejemplo.

Como ya es usual en nuestras aplicaciones, mantenemos las denominaciones francesas: UFL, UFV, UEL, UEB y UEM.

El procedimiento para el cálculo de una ración a través del EXCEL es el siguiente:

I\_Necesidades

II\_Plantear Ración

III\_Resultado Ración

En el cálculo de necesidades sólo se han de cumplimentar las **casillas en azul**, que son las entradas de datos y, obviamente, seleccionar el tipo de animal y el sistema de manejo. Hay una serie de casillas que no salen a la vista, donde se han formulado todas las ecuaciones, y que están protegidas para no estropear los cálculos. En el caso del ovino, el cálculo de las necesidades no genera los valores de los oligominerales ya que estos se expresan en función de la cantidad de materia seca ingerida y, por ello, los valores van al planteamiento de la ración, automáticamente.

El cálculo de necesidades en ovino - **Ovejas secas e inicio gestación, Reconstitución ovejas, Ovejas con corderos 50-150 g/día, Carnero/morueco, Ovejas en gestación (6ª semana antes del parto - parto), Ovejas nodrizas 1-14 semanas después del parto, Ovejas ordeñadas, y Crecimiento y engorde de corderos, este con cuatro modalidades, machos engorde alto, hembras engorde alto, machos engorde moderado y hembras engorde moderado**- se ha hecho siguiendo el capítulo 6, *Alimentation des ovins* del libro del INRA, *Alimentation des bovins, ovins et caprins; Besoins des animaux-Valeurs des aliments*, del año 2007.

En dicho capítulo hay pocas fórmulas y, en cambio, muchas tablas de necesidades. Para poder resumir en unas pocas fórmulas y, al mismo tiempo, hacer los cálculos más prácticos, se han trasladado todas las tablas, y de cada una de ellas se han analizado las posibles regresiones entre las variables objetivo y los factores de producción empleados. De este modo, se han obtenido las ecuaciones de cálculo. En la mayoría de ellas, los resultados son prácticamente idénticos al de las tablas, ya que tienen una  $R^2$  entre 0,9 y 1, excepto en un par de ellas, a saber:

**Crecimiento y engorde de corderos** donde la capacidad de ingestión se expresa en función de las semanas posparto, del incremento de peso de los corderos en sus primeros 10 días y del consumo de leche, y esta ecuación tiene una  $R^2 = 0,75$ . También, dentro de este apartado de engorde, la tasa de sustitución para las ovejas dentro de las tres primeras semanas después del parto, se calcula en función de la ingestión a partir de la cuarta semana, y INRA ofrece una tabla de un coeficiente de corrección a la tasa de sustitución  $S_g$ , y que una vez hecha la regresión entre este coeficiente y las variables ingestión MS total y MS de concentrado, con una  $R^2 = 0,73$ ,

se ha optado por sustraer la media del coeficiente de corrección, para todos los casos, la tasa de sustitución entre 4 y 6 semanas, por lo que:  $Sg_{(1-3)} = 9,8 * Sg_{(4-6)} - 0,15018$

Cualquier usuario nos puede consultar el procedimiento

## RESUM DEL CAPÍTULO 6 ALIMENTATION DES OVINS

### NECESIDADES OVEJAS ORDEÑADAS

Manejo en conjunto, grandes rebaños.

Alimentación varía durante el año = f (Estado fisiológico, disponibilidades alimentos)

Estabuladas parte del año, alimentación a base de forrajes conservados.

Diferentes formas de pasto: prados naturales o artificiales, trashumancia, hojas árboles.

Pueden recibir complementos según las épocas y la disponibilidad forrajera.

Primeras semanas lactación: fase lactancia y ordeño; por tanto, a las necesidades de ordeño hay que añadir las del crecimiento de los corderos que lleven, y lógicamente las de mantenimiento.

Se debe estimar la producción de leche:

Tras el 1er mes de lactancia, las necesidades en energía y en proteína se calculan sumando las propias de producción y las de mantenimiento.

La composición de la leche varía, y mucho, a lo largo de la lactación y según las razas:

Leche estándar  $PI_e = PI \times [(0,0071 \times tg) + (0,0043 \times tp) + 0,2224]$

tg y tp en g/l (es decir en ‰), tasas de grasa y de proteína, respectivamente.

**Necesidades UFL** = mantenimiento + producción =  $(0,033 \times Pv^{0,75}) + (0,71 \times PI_e)$

**Necesidades PDI** = mantenimiento + producción =  $(2,5 \times Pv^{0,75}) + [(PI \times tp)/0,58]$

**Capacidad de ingestión CI** = f(Pv, Nivel producción) =  $(0,9 \times PI_e) + 0,024 \times Pv$

**Tasa de sustitución global Sg** = f(VEF) =  $3,35 - (2,3 \times VEF)$

VEF valor de replción (**encombremet**) del forraje o del conjunto de forrajes

### NECESIDADES OVEJAS LACTANTES, 14 SEMANAS LACTACIÓN

Necesidades producción = f (Velocidad crecimiento corderos entre 10 y 30 días después del inicio de la lactancia).

Las ovejas nodrizas en buen estado al parto, sí pueden tirar de reservas energéticas, sin embargo, las necesidades proteicas sí deben satisfacerse sin recurrir a las reservas.

1 litro del 6% de grasa y 5% de proteína  $\equiv$  0,61 UFL y 86 g PDI

Movilización reservas: oveja de 70 kg y condición corporal entre 3,5 y 4 puede movilizar en seis semanas 0,68 UFL/día, lo que representa  $0,68/0,61 = 1,1$  litros, por lo tanto, hará falta:

$$1,1 * 86 = 95 \text{ g PDI/día}$$

Durante las tres primeras semanas lactación: la variación de la **Sg** = f (VEF, **Sg**, y coeficiente corrector).

---

#### RACIONAMIENTO INVIERNO

Corderos ya destetados. Comienza ordeño. La producción de leche es tan dispar que racionar según necesidades individuales no aporta nada. Nivel colectivo. Táctica alimentaria. Integración ovejas según paridad -primíparas, múltiparas - y nivel de producción **PI<sub>e</sub>** (leche estándar)

**Táctica 1:** formular raciones para el 110% necesidades medias según peso vivo y producción medias del rebaño

**Táctica 2:** si hay control lechero, necesidades sobre la media.

Cuanta más información y buen manejo mejor planificación del racionamiento.

---

#### RACIONAMIENTO PARA EL CRECIMIENTO Y ENGORDE DE CORDEROS

Aquí no se habla de necesidades sino de aportaciones recomendadas o recomendables. En cuanto a la energía y la proteína se distinguen dos tipos de **potencial de crecimiento, alto y moderado**, y las aportaciones son diferentes según sean machos o hembras. Para el Ca y el P las aportaciones recomendadas se calculan para el conjunto. Las aportaciones son función del peso vivo y del incremento de peso vivo en g/día.

PROCEDIMIENTO A SEGUIR EN LA APLICACIÓN

CÁLCULO DE NECESIDADES

La hoja I\_Necesidades tiene la siguiente estructura:

Cálculo de necesidades: iniciar introducción de datos		
Elegir tipo de animal		
Ovejas en gestación (6ª semana antes del parto - parto)		
Peso vivo	50	Valores normales entre 40 y 90
CC	3	Valores normales entre 2 y 4,5
Semanas antes parto	3	De 6 a 1 semana antes parto
Meses gestación	5	Se consideran dos periodos: 3 primeros meses y 2 últimos. Valores de 1 a 5
Peso feto	6	Entre 4 y 11 kg
Número corderos feto	1	1 a 3
Hembras alto		
		Ovejas en gestación (6ª semana antes del parto - parto)
I <sub>nota</sub>	0,08	
Necesidades o recomendaciones UFL	0,89	
Necesidades o recomendaciones PDI	105,23	
Cl	1,32	
Nec Ca	5,52	
Nec P	3,34	
Mg (g)	0,53	
K (g)	5,45	
Na (g)	1,05	
S (g)		
Cl (g)	1,55	
Fe (mg)		
Co (mg)		
Cu (mg)		
Mn (mg)		
Zn (mg)		
I (mg)		
Se (mg)		
Vit A (UI)/kg MST	3300,00	
Vit D (UI)/kg MST	500,00	
Vit E (UI)/kg MST	15,00	
Datos complementarios para el racionamiento		
Límite tolerancia cálculo (%)	10	
M <sub>S</sub> forrajera % mínimo	50	

Pasos a seguir:

- 1) Poner a cero las entradas de datos pulsando **Cálculo de necesidades: iniciar introducción de datos**.
- 2) Desplegar el menú **tipo de animal** o estado fisiológico.
- 3) Introducir los datos en las casillas en azul, siguiendo las indicaciones de los valores normales, que se indican en las casillas de la derecha, a modo de guía
- 4) Para el caso de **Crecimiento y engorde de corderos** se activa el menú del potencial de crecimiento o de engorde: **machos moderado, hembras moderado, machos alto y hembras alto**.

5) Al final se introducirán el límite de tolerancia para el cálculo de las aportaciones y el % mínimo de forrajes en la ración (un límite que en muchos casos no rige en los cálculos, ya que se priorizan las iteraciones haciendo intervenir la tasa de sustitución y la capacidad de ingestión).

PLANTEAR LA RACIÓN

Esta hoja la explicaremos en tres partes del mismo.

Selección de ingredientes, límites de incorporación y precio							
Iniciar cálculos kg fresco a 0	Límites		Cálculos			Precio Ingrediente	
	kg mín	kg máx	kg fresco	kg MS	% fresco ración	€/kg fresco	
Bromo espiga a 10 cm (verde)	0,00	100,00	1,95	0,31	48,93	0,01	
Raigrás italiano antes espigado, ensilado prehenificado (Cataluña)	0,00	5,00	1,92	0,64	48,24	0,01	
---	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	
---	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	
---	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	
Cebada grano (FB < 5%)	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,01	
Soja torta 46	0,00	10,00	0,11	0,10	2,81	0,01	
---	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	
---	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	
---	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	
---	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	
---	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	
---	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	
---	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	
---	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	
---	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	
---	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	
Fosfato bicálcico	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,29	
Carbonato cálcico	0,00	5,00	0,00	0,00	0,01	0,07	
Bicarbonato sódico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	
--	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	
--	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	
--	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	

Aquí tenemos que seleccionar los ingredientes, los límites de incorporación en kg, mínimo y máximo, y el precio de cada ingrediente.

Los pasos a seguir:

- 1) Iniciar los cálculos pulsando **Iniciar cálculos kg fresco a 0**, el resultado de esta acción debe dar unos resultados similares al de la parte explicada en las columnas centrales, todo a cero excepto la primera.
- 2) En cada fila de ingredientes se debe seleccionar el que queramos, hay espacio para seis forrajes y para doce concentrados y el resto para minerales. Una vez seleccionado un ingrediente pondremos en las casillas azules la cantidad mínima y la máxima. Si en el mínimo y en el máximo hay cero, aunque seleccionemos un ingrediente, lógicamente, no tendrá efectos en los cálculos. A efectos de cálculos, es importante que en la primera fila de ingredientes (forrajes) se haya seleccionado uno.

3) En la columna de precios, para cada ingrediente seleccionado deberá poner el precio o el coste de producción. El racionamiento es un cálculo que permite que la ración, en conjunto, cumpla con las necesidades y con la capacidad de ingestión y, al mismo tiempo, sea al mínimo coste. En la parte baja de la hoja sale el siguiente cuadro, enlazado con la hoja el I-Necesidades y con casillas de cálculo del presente, ya que es una programación no lineal:

Parámetros	Mínimo	Máximo	Valor	Valor/kg MS o %	En algunos ingredientes de la ración no constan los nutrientes ...	% cubierto sobre necesidades
MSI (kg/día)	0,00	999,00	1,05			
%MS ración	0,00	999,00	26,45			
UEM	0,92	1,32	1,32	1,25		
UFL	0,93	0,93	0,93	0,88		
PDIN	94,71	115,76	114,95	109,03		109,23%
PDIE	94,71	115,76	94,71	89,83		90,00%
Ca (g)	4,97	6,07	4,97	4,71		90,00%
P (g)	3,01	3,68	3,33	3,16		99,75%
Mg (g)	0,48	0,58	0,83	0,79	Mg	156,59%
K (g)	4,91	6,00	9,13	8,66	K	167,59%
Na (g)	0,95	1,16	0,25	0,24	Na	24,13%
S (g)	1,90	2,32	0,62	0,59	S	
Cl (g)	1,40	1,71	0,00	0,00	Cl	
Fe (mg)			82,16	77,92	Fe	
Co (mg)	0,28	0,35	0,05	0,05	Co	
Cu (mg)	9,49	11,60	5,11	4,85	Cu	
Mn (mg)	47,44	57,99	48,59	46,08	Mn	
Zn (mg)	47,44	57,99	13,77	13,06	Zn	
I (mg)	0,47	0,58	0,00	0,00	Yodo	
Se (mg)	0,09	0,12	0,02	0,02	Se	
Vit A (UI)	3.131,24	3.827,07	30.117,10	28.566,29	Vit A	
Vit D (UI)	474,43	579,86	138,19	131,07	Vit D	
Vit E (UI)	14,23	17,40	9,46	8,97	Vit E	
Midó % MS			0,00	0,00	Almidón % MS	
LYS (% PDIE)			6,91	6,91		
MET (% PDIE)			1,98	1,98		
MNT_PB (g)			181,89	172,53		
PDIA (bypass) (g)			44,09	41,82		
dMO			0,74	0,74		
MOD_TDN (g)			699,67	663,64		
EE (g)			40,43	38,35		
FB (g)			262,87	249,34		
NDF (g)			529,74	502,46		
ADF (g)			323,35	306,70		
Celulosa (g)			84,25	79,92	Celulosa	
Lignina (g)			34,78	32,99		
Cenizas (g)			113,08	107,26		
Mo (g)	0,09	0,12	0,22	0,21	Mo	10,54 Máximo tolerable

Las principales casillas de los cálculos son las siguientes:

**UEM**, capacidad de ingestión en unidades de repleción *encombrement* ovino. Mínimo y máximo: entre el 70% de la capacidad de ingestión y la capacidad calculada, respectivamente. En la casilla valor, la cual según cada iteración va cambiando, la fórmula aplicada es la siguiente:

**Cantidad total de forrajes x valor UEM + Cantidad total de concentrados x Sg x valor UEM**

Esto significa que se trata de una ecuación móvil, es decir, que cambian las cantidades forrajeras y las de concentrados y, a la vez, la tasa de sustitución.

**Energía:** Según la selección que se haya hecho del tipo de animal o de sistema sale **UFL** o **UFV**, esta detrás para el caso de corderos en engorde. La restricción de la energía es una **igualdad**, es decir, no hay nivel de tolerancia. Por tanto, el valor de la energía es también móvil, y será igual al valor calculado en la hoja **I\_Necesidades** más la depresión de la digestibilidad, la cual es función de las mismas necesidades calculadas y del tanto por uno de MS proveniente de los concentrados.

**Proteína:** Ya sabemos que las necesidades se expresan en g PDI y las aportaciones en PDIN y PDIE, para las que los valores mínimos y máximos serán iguales a las necesidades con la tolerancia que hayamos convenido en el cálculo (5%, 10% , normalmente).

En cuanto al **Calcio** y el **Fósforo**, se sigue el mismo criterio que en la proteína: necesidades con la tolerancia establecida.

El resto de minerales y vitaminas se han calculado en función de la cantidad de MS de la ración que con iteraciones va recalculándose.

Y, por último, la otra parte de la hoja es la siguiente:

Hoja no protegida, solo deben entrar valores en las celdas azules, para los alimentos que se seleccionen

Kg fresco total	3,99	26,45 %MS
Kg forraje fresco total	3,87	
Kg concentrado fresco total	0,11	1,35 UE/kg MSF
Aportaciones totales UE	1,29	
Depresión digestibilidad ración (UFL)	0,04	Limite tolerancia cálculo (%) 10
Kg MS total	1,05	MS forrajera % mínimo 50
Kg MS total forraje	0,96	
Kg MS total concentrado	0,10	
% MS forraje a la ración	90,69	
% MS concentrado a la ración	9,31	
Relación UFL/UEB forraje	0,63	
Tasa de sustitución global	0,19	
Producción de leche		
UFL/kg MS	0,88	g Ca/kg MS 4,71
g PDIN/kg MS	109,03	g P/kg MS 3,16
g PDIE/kg MS	89,83	% Grasa 3,83
<b>VALOR FUNCIÓN OBJETIVO €/ración</b>	0,040	Ver Ración
<b>COSTE PARTE FORRAJERA</b>	0,039	
<b>COSTE PARTE CONCENTRADA</b>	0,001	
Auxiliar cálculo Sg		
Coeficiente de digestibilidad	Coeficiente de conversión	Coeficiente de producción (g/kg MS)
0,547758014		0,188751615
		0,582785359
		0,238484328
		0,547758014

ATENCIÓN: UNA VEZ SELECCIONADOS LOS INGREDIENTES, SUS LÍMITES Y EL PRECIO DE CADA UNO DE ELLOS, SE DEBE ASEGURAR QUE LA HOJA DE CÁLCULO TENGA EL SOLVER ACTIVADO

Aquí hay una serie de casillas, todas de cálculo, de las que destacan las siguientes:

**Depresión de la digestibilidad ración:** función del nivel de concentrado en la ración y de las necesidades calculadas.

**Tasa de sustitución global:** en este caso, a diferencia de las vacas de leche y, también, del engorde de terneros, no hay una fórmula específica sino que a través de diferentes tablas se calcula su valor, dinámico, obviamente y, por este motivo, hemos añadido una serie de casillas donde se calcula la Sg para cada tipo de animal o sistema de engorde. Los valores de estas casillas se trasladan a la tasa de sustitución global según sea la selección hecha.

**Valor función objetivo €/ración:** es la que finalmente se ha de cumplir. Que el coste total, una vez satisfechas las necesidades, sea mínimo.

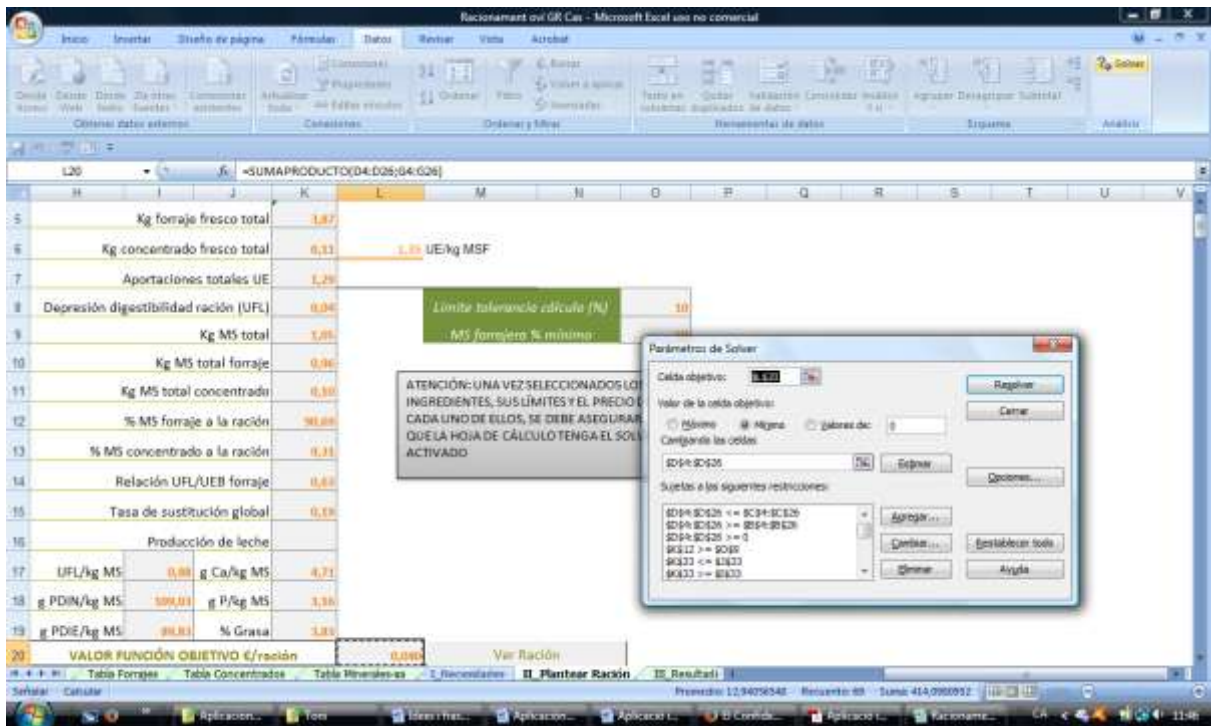
**Importante!**

Para poder realizar todos estos cálculos se deben tener activados los complementos de EXCEL, dentro de opciones, y lo que necesitamos es el SOLVER, el cual está preparado para el cálculo



establecido, y cualquier cambio que se haga cambiará resultado. Esta hoja **II\_Plantear Ración** no está protegida ya que sería imposible sacar al SOLVER.

La visión de la hoja, una vez activado el **SOLVER**, arriba a la derecha, sería la siguiente:



Encima de la hoja se sobrepone la ventana del SOLVER (parámetros de SOLVER), y la primera casilla activada es la de la función objetivo, en este caso la L20, y, evidentemente, si la cambiamos no tendrá efecto el SOLVER previamente establecido. Basta pulsar la casilla RESOLVER, y obtener iteraciones en busca de una solución.

Y, por último, si la programación obtiene la solución óptima, esta la trasladamos a la hoja:

### III\_Resultado Ración

Si no se obtiene una solución es conveniente repasar qué límites de las necesidades y de la capacidad de ingestión no se han cumplido, y así poder afinar en la selección. A menudo no se encuentra una solución al no cumplir con las restricciones de calcio y/o fósforo, sólo por el hecho de que algún ingrediente de la tabla no tenga registrado ningún valor.

Aplicación informática para el cálculo de raciones óptimas en OVINO

Explotación:		Fecha 01/12/2017	
Ovejas en gestación (6ª semana antes del parto - parto)			
Peso vivo	50,00	Número corderos feto	1,00
CC	3,00		
	200,00		
Semanas antes parto	3,00		
Meses gestación	5,00		
Peso feto	6,00		

Volver a PLANTEAR RACIÓN

INGREDIENTES	kg/día	% MF	kg/tonelada	COSTE	Aportaciones de nutrientes	
					NUTRIENTES	ANÁLISIS
Bromo espiga a 10 cm (verde)	1,950	48,93	489,34	0,02	MSI (kg/día)	1,05 Kg
Rai grás italiano antes espigado, ensilado prehenificado (Cataluña)	1,923	48,24	482,44	0,02	%MS ración	26,45 %
					MS forrajes	0,96 Kg
					UEM	1,32 UE
					UFL	0,93 UFL
					PDIN	114,95 g
Soja torta 46	0,112	2,81	28,14	0,00	PDIE	94,71 g
					Ca	4,97 g
					P	3,33 g
					Mg	0,83 g Mg
					K	9,13 g K
					Na	0,25 g Na
					S	0,62 g S
					Cl	0,00 g Cl
					Fe	82,16 mg Fe
					Co	0,05 mg Co
					Cu	5,11 mg Cu
					Mn	48,59 mg Mn
Carbonato cálcico	0,000	0,01	0,08	0,00	Zn	13,77 mg Zn
					Yodo	0,00 mg Yodo
					Se	0,02 mg Se
					Vit A	30.117,10 UI Vit A
					Vit D	138,19 UI Vit D
					Vit E	9,46 UI Vit E
					Almidón % MS	0,00 % Almidón % MS
					LYS (% PDIE)	6,91 %
					MET (% PDIE)	1,98 %
					MNT_PB	17,25 %
					PDIA (bypass)	44,09 g
					dMO	0,74 %
					MOD_TDN	699,67 g
					EE	40,43 g
					FB	262,87 g
					NDF	529,74 g
					ADF	323,35 g
					Celulosa	84,25 g Celulosa
					Lignina	34,78 g
					Cenizas	113,08 g
					Mo	0,22 g Mo
<b>TOTAL</b>	<b>3,986</b>	<b>100,000</b>	<b>1.000,000</b>	<b>0,04</b>		
	Fo %	90,69	%grasa s/MS	3,83		
	Co %	9,31				

En algunos ingredientes de la ración no constan los nutrientes ...