

I. TABLA DE CONTENIDO NUTRICIONAL DE PASTURAS Y FORRAJES DEL URUGUAY

Guillermo Pigurina¹
María Methol²

1. INTRODUCCIÓN

Las pasturas y otros tipos de forrajes en especial las de clima templado, muestran gran variación en calidad en sus distintas etapas de crecimiento y en las diferentes fracciones de la planta (hoja, tallo, fruto fundamentalmente). Las diferencias en calidad se deben además a variaciones en las condiciones ambientales (suelo, clima, fertilizaciones), al material genético, al manejo, y en caso de los forrajes conservados al tipo y tiempo de almacenamiento. En todos los alimentos concentrados y suplementos (expellers, afrechillos, harinas, etc.), las características del proceso industrial que los originan definen en gran medida su calidad.

Por lo anterior, se deduce que es posible que la composición química de los alimentos disponibles en el Uruguay, sea diferente de la información correspondiente a categorías de alimentos iguales o similares que aparecen publicadas en tablas extranjeras, las que debido a la falta de información local han sido y son consultadas habitualmente.

Desde otro punto de vista y hasta el momento la información sobre composición química y valor nutritivo de los alimentos en Uruguay se encuentra incompleta, dispersa y fraccionada. Este trabajo pretende contribuir a la unificación de criterios técnicos de análisis y evaluación y a aumentar el conocimiento sobre el valor nutricional de los alimentos disponibles en el Uruguay.

2. ORIGEN DE LA INFORMACIÓN

El Laboratorio de Nutrición Animal del INIA La Estanzuela normalmente determina el valor nutritivo de más de **2.000** muestras al año. A partir del año 1989 se creó una base de datos con las muestras analizadas, que permite ordenar la información en forma de «cuadro», que está a disposición de productores y técnicos.

En todos los casos se presenta el número de muestras analizadas, el valor promedio, el máximo, el mínimo y el desvío estándar de ese valor.

3. DESCRIPCIÓN DE ANÁLISIS REALIZADOS

Se incluyen los resultados de los siguientes análisis de laboratorio: contenido de materia seca (% MS), contenido de cenizas



Figura 1.

¹ Ing. Agr., M. Sc., Programa Nacional Bovinos para Carne, INIA Tacuarembó (hasta 30/09/01).

² Ing. Agr., Nutrición Animal, INIA La Estanzuela (hasta 31/12/91).

(% cenizas), contenido de proteína cruda (% PC), coeficiente de digestibilidad «in vitro» de la materia orgánica (% DMO). Los principios de cada uno de esos indicadores se explican brevemente a continuación.

3.1. Materia Seca (% MS)

Expresa el contenido de materia seca de un alimento, y se obtiene secando la muestra en una estufa de aire forzado a 60 °C hasta peso constante, para eliminar el contenido de agua.

3.2. Cenizas (%)

Es equivalente a contenido (cantidad) de minerales. Se obtiene por incineración de la muestra a 550 °C en una mufla u horno durante 3 horas (2). Puede incluir contaminación con tierra si se toma mal la muestra.

3.3. Materia Orgánica (MO %)

El contenido de materia orgánica resulta de restar el contenido de cenizas totales al contenido de materia seca.

$$\text{MO \%} = \text{MS \%} - \text{Ceniza \%}$$

3.4. Proteína Cruda (PC %)

Se obtiene a partir del contenido de nitrógeno total de un alimento multiplicado por el factor 6,25, porque las proteínas en promedio tienen 16% de nitrógeno. El factor 6,25 surge de la relación 100/16. El valor de PC incluye la proteína verdadera y otros compuestos nitrogenados no proteicos obtenidos por el método Kjeldahl (2).

3.5. Digestibilidad de la Materia Orgánica (DMO %)

Representa el porcentaje de un alimento consumido que no es eliminado y por tanto queda disponible dentro del animal para cumplir con las funciones de mantenimiento, producción y reproducción. Es un buen estimador de la energía disponible de un alimento. Se obtiene incubando «in vitro» la mues-

tra en líquido ruminal a 37 °C, seguido de una digestión ácida con pepsina.

Los valores de Energía fueron estimados a partir del % DMO, a través de la adaptación de las ecuaciones utilizadas en las tablas del National Research Council (NRC, 1989; 1988) (14) (15) y/o de la fibra detergente ácida (Capítulo III).

3.6. Fibra insoluble en Detergente Ácido (FDA)

Es la fracción de la pared celular del forraje que es más comúnmente incluida en los resultados de laboratorio. Incluye celulosa, lignina y sílice.

3.7. Fibra insoluble en Detergente Neutro (FDN)

La FDN es la porción de la muestra de forraje que es insoluble en un detergente neutro (pH 7,0). Está básicamente compuesta por celulosa, hemicelulosa, lignina y sílice, y se la nombra comúnmente como «fracción pared celular».

4. ENERGÍA

La energía de un alimento puede considerarse como el combustible que el animal utiliza, para lograr los productos derivados de ese alimento. Al igual que todo proceso transformador, el mismo consume energía, por lo cual no es 100% eficiente. Hay fugas de energía en el proceso de digestión y metabolización de los alimentos para transformarlos en «productos» orgánicos del animal. La energía total de un alimento es la suma de los valores energéticos de sus constituyentes, por tanto variará de acuerdo con su composición química.

La energía total se mide en una bomba calorimétrica donde el alimento es quemado totalmente. La energía liberada en forma de calor se denomina calor de combustión», o más frecuentemente energía bruta (EB) y se expresa normalmente en megacalorías* por kilo de materia seca.

* 1 Mcal = 10⁶ calorías.

La EB de un alimento, menos la energía perdida por las heces se denomina energía digestible (ED). Si a la ED se le resta la energía perdida en forma de orina y gases, tenemos la energía metabolizable (EM).

La EM es la porción de energía de un alimento que puede ser usada por el animal.

Si a la EM se descuentan las pérdidas de energía en forma de calor, se obtiene el valor

de energía neta (EN). La Energía Neta (EN) es la parte de energía del alimento que el animal usa para mantenimiento (ENm), engorde (ENg) y producción de leche (ENl). La eficiencia de utilización del alimento para «mantenimiento» es similar que para lactación, y éstas son mayores que para ganancia de peso corporal (Figura 2).

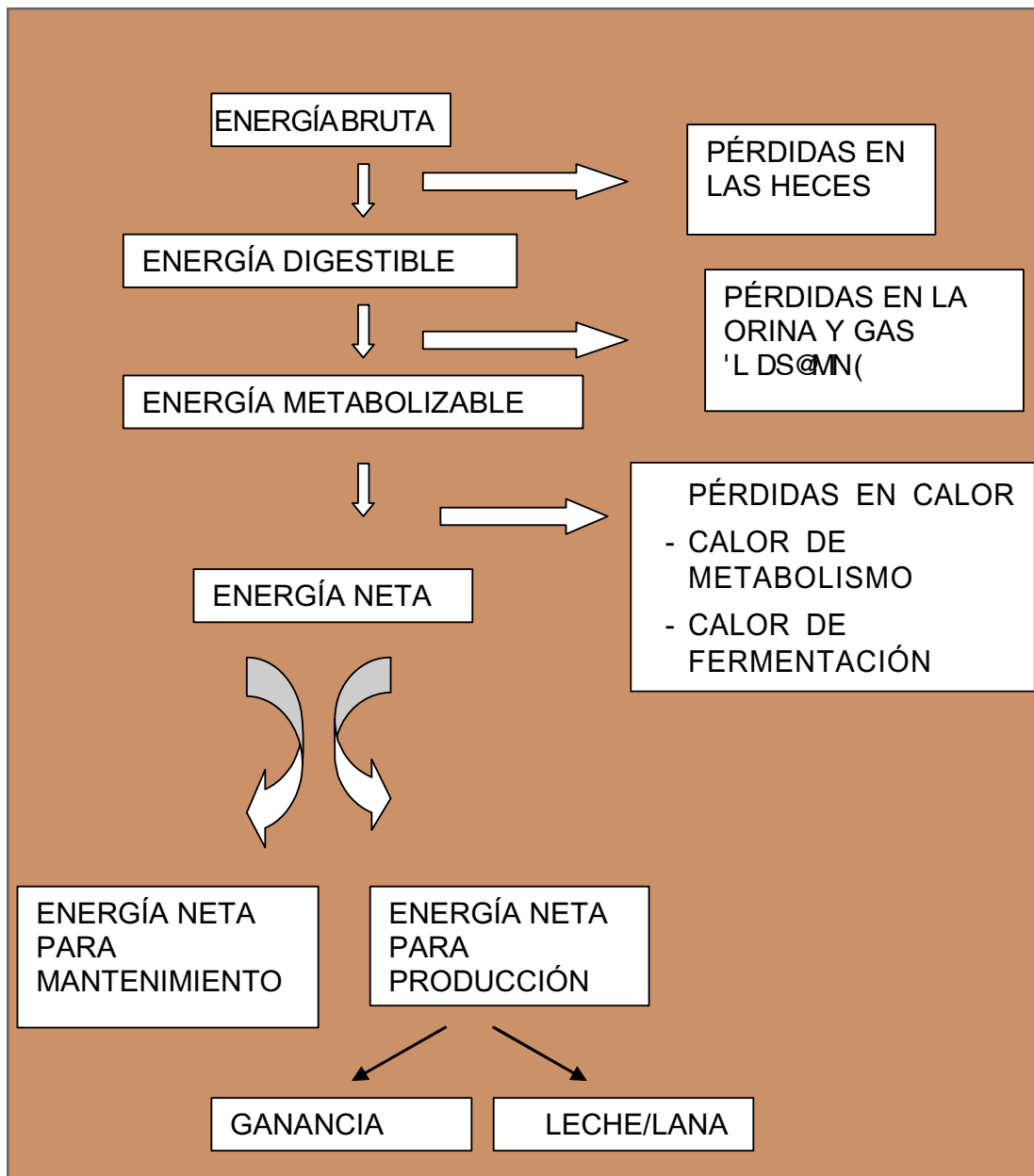


Figura 2. Esquema de partición de la energía, incluyendo sus pérdidas y resultados.

Existen tablas de requerimientos basadas en estudios con animales en grandes cámaras calorimétricas (o «calorímetros»), donde se determinan las pérdidas de energía que ocurren en las distintas etapas de la digestión y absorción, mediante pruebas metabólicas. Estos requerimientos de energía de los animales se pueden expresar como necesidad en términos de ED, EM o EN.

De esta forma, la disponibilidad de energía de un alimento puede expresarse como la cantidad de EN que aporta por quilo (kg) de MS para cubrir las necesidades de ENm, ENg o de ENI de los animales. Estos requerimientos de energía pueden ser cubiertos o no por un alimento dado, de acuerdo a la concentración energética de ese alimento y de la capacidad de consumo del animal.



Figura 3.

Existen varias relaciones matemáticas que expresan el contenido de energía de un alimento, basadas en diferentes componentes de la materia seca total (Capítulo III). La tendencia en otros países es utilizar los componentes de la Pared Celular por el Método de análisis de los Detergentes por su correlación con el valor nutritivo de determinado de alimento y su consumo. Para el Cuadro que se presenta en esta publicación se utilizaron ecuaciones basadas en la DMO porque es un excelente estimador del contenido de energía de los forrajes.

Los valores de energía utilizados en el trabajo que origina la presente publicación surgen de las siguientes ecuaciones:

$$ENI \text{ (Mcal/kg MS)} = -0,12 + 0,0245 \times (\% \text{ DMO} \times \% \text{ MO}/100) \text{ [1]}$$

donde:

DMO sustituye a NDT en la ecuación presentada en (12), dado que el % NDT surge de la suma de las distintas fracciones que componen los alimentos (excepto las cenizas), multiplicados por el coeficiente digestibilidad de cada una. El % DMO se obtiene del conjunto de estas fracciones y no por separado como el caso del % NDT y dado que el % de grasa de los forrajes es bajo, pueden considerarse expresiones equivalentes. Para expresar el % DMO en MS, se debe multiplicar por el % MO (10).

Asumiendo que la eficiencia de utilización de la EM para lactación es del 60%, entonces $EM \times 0,60 = ENI$, por tanto:

$$EM = ENI/0,60 \text{ . [2]}$$

La ENm y ENg se obtienen a través de ecuaciones establecidas en (8):

$$ENm = (1,37X \text{ EM}) - (0,138 \times \text{EM}^2) + (0,0105 \times \text{EM}^3) - 1,12 \text{ [3]}$$

$$ENg = (1,42 \times \text{EM}) - (0,174 \times \text{EM}^2) + (0,0122 \times \text{EM}^3) - 1,65 \text{ [4]}$$



Figura 4.

Todos los datos están expresados en “base materia seca”; es decir, referidos al contenido de MS de cada alimento y no al alimento tal cual es consumido u ofrecido.

5. CLASIFICACIÓN DE LOS ALIMENTOS

Convencionalmente, los alimentos se clasifican en ocho grupos:

- 1) Forrajes secos y fibrosos.
- 2) Pasturas, campo natural y forrajes frescos.
- 3) Ensilajes.
- 4) Alimentos energéticos.
- 5) Suplementos proteicos.
- 6) Suplementos minerales.
- 7) Suplementos vitamínicos.
- 8) Aditivos.

Los alimentos con más de 18% de Fibra Cruda o 35% de Pared Celular son forrajes secos o fibrosos (pajas, henos); con menos de 20% de Proteína Cruda y menos de 18% de Fibra Cruda o menos de 35% de Pared Celular son energéticos (granos de maíz, sorgo), y aquellos con 20% o más de Proteína Cruda son proteicos (harina de soja, harina de carne, expeller de girasol).

6. FORMULACIÓN DE RACIONES

No es propósito de este trabajo profundizar en este tema, sino ofrecer una guía muy general para la formulación de raciones. Partiendo de la base que interesa ofrecer una dieta económica, nutritiva y adecuada a los requerimientos del animal, se deben tener en cuenta una serie de pasos al formular una ración o dieta balanceada. Los requerimientos del animal o grupo de animales para los distintos procesos de producción, se obtienen de tablas internacionales (NRC, ARC, USA-Canadian, etcétera). Se deben definir los requerimientos en base al tamaño del animal, peso vivo y a la ganancia de peso o producción de leche esperados. También

deben considerarse los distintos estados fisiológicos de hembras en gestación o lactancia. Dado que la información de estas tablas fue determinada para animales estabulados, los requerimientos totales para animales en pastoreo deben aumentarse (entre 10 y 50% según las características de la pastura y del potrero). El uso de tablas de requerimientos de animales debe ser criterioso, teniendo en cuenta que son sólo guías generales. Las situaciones particulares deben manejarse con cautela, dejando lugar para realizar correcciones y ajustes.

La formulación de una ración o dieta comienza por la elección de una fuente de energía o dieta base, tal como una pastura, heno o ensilaje. Luego se determinan los nutrientes que aporta esa dieta base y se comparan con los requerimientos del animal. Anualmente se determina la composición y cantidad de suplementos que serán ofrecidos además de la dieta base (pastura, heno o ensilaje) para compensar por los nutrientes faltantes. La formulación más sencilla es cuando se utilizan uno o dos componentes para la ración. El grado de complicación aumenta al considerar varios componentes y su precio relativo. Existen métodos matemáticos simples e incluso programas para microcomputadoras que permiten resolver matrices con múltiples componentes, y formular raciones a mínimo costo con mayor rapidez.



Figura 5.

7. CONSIDERACIONES FINALES Y USOS DE LA TABLA

La composición de los alimentos, especialmente pasturas en crecimiento y otros forrajes, no es constante. Las muestras individuales diferirán en mayor o menor medida con los valores presentados en esta tabla. Las diferencias podrán deberse a la variedad, técnicas de muestreo, momento de corte, factores climáticos, suelo o tiempo de almacenamiento. En lo posible, se deberían hacer y usar análisis de los alimentos que se están utilizando. Como esto no siempre es posible, la información en forma de tabla es una alternativa razonable.

Cuando se usa información de tablas, debe entenderse que existe variación en la

composición de los alimentos, y por lo tanto los valores deben usarse sólo como guía. Los componentes orgánicos (por ejemplo proteína cruda), pueden variar en $\pm 15\%$, los componentes inorgánicos en $\pm 30\%$ y los valores de energía en $\pm 10\%$.

También debe tenerse presente que esta información proviene de análisis químicos y/o biológicos, representando los valores absolutos que el alimento contiene, y no necesariamente los que el animal utiliza. Existen factores de comportamiento animal y del desarrollo y crecimiento de las pasturas que afectan la utilización en el momento de consumirlas.

Debe considerarse siempre que los valores de la tabla son una guía.

8. ANEXO I. RECOPIACIÓN DE RESULTADOS DE ANÁLISIS EFECTUADOS EN EL LABORATORIO NUTRICIÓN ANIMAL DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL ALBERTO BÖERGER, INIA LA ESTANZUELA AÑOS 1972-1985

Guillermo Pigurina¹
María Methol²

1. INTRODUCCIÓN

Hace muchos años que el Laboratorio de Nutrición Animal de la Estación Experimental La Estanzuela realiza análisis químicos y biológicos para determinar el valor nutritivo de alimentos. Este cúmulo de información ha sido archivada pero no fue difundida adecuadamente. En el presente trabajo se planteó la recopilación, ordenamiento y revisión de la información existente en archivos del Laboratorio de Nutrición Animal (LNA) del INIA La Estanzuela. Dicha información servirá de base para la creación de una tabla de valor nutritivo de alimentos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se clasificaron las carpetas de información de acuerdo con el tipo de análisis, la especie vegetal y el año en que se realizaron. También se rastrearon datos faltantes en tesis y otros trabajos publicados que incluyeron análisis en el Laboratorio mencionado. Se descartaron todas las carpetas y resultados con información incompleta o dudosa.

Cada resultado fue identificado según la especie vegetal, tipo de análisis, año de realización, descripción de la muestra, número de observaciones y autor del ensayo. Se confeccionó una base de datos

computarizada con agrupamiento por especie, diferenciada según la fecha de corte (mes) y se calcularon la media aritmética, el rango (valores máximo y mínimo), la desviación estándar y el coeficiente de variación para cada análisis y cada especie.

3. RESULTADOS

Los resultados se resumen en el cuadro 1 y corresponden a los análisis de laboratorio efectuados de 1972 a 1985.

111.1. Especies: se obtuvo información de 11 especies puras. Las gramíneas fueron: festuca, maíz, paspalum, raigrás, sorgo forrajero, sorgo granífero y sudangrass. Las leguminosas fueron: alfalfa, lotus, trébol blanco, trébol rojo. No se incluyeron los datos de mezclas y campo natural por carecer de información sobre las muestras.

111.2. Tipo de análisis: se recopilaron resultados de digestibilidad "in vitro" e "in vivo" de la materia orgánica (% DMO) y de proteína cruda (% PC).

111.3. Identificación y descripción de las muestras: existió una gran variación según el objetivo de los ensayos y de su inclusión en los formularios originales.

111.4. Número de observaciones: se presentan junto a cada resultado individual en el cuadro 1.

¹ Ing. Agr., M. Sc. Nutrición Animal, Programa Nacional Bovinos para Carne, INIA Tacuarembó (hasta el 30/09/01).

² Ing. Agr. Nutrición Animal, INIA La Estanzuela (hasta 31/12/91).

Cuadro 1. Resumen de valores promedio, desvío estándar, máximo y mínimo de proteína cruda (% PC) y digestibilidad de la materia orgánica (%DMO) por especie.

Especie	Análisis	n	Promedio	DE	Máximo	Mínimo
Alfalfa	% DMO	16	65,3	3,7	71,9	58,9
Festuca	% PC	48	16,4	2,3	21,7	11,1
Lotus	% PC	49	22,8	3,8	29,5	14,9
	% DMO	18	64,1	4,5	70,2	53,7
Maíz	% PC	24	5,9	2,0	9,2	1,9
	% DMO	36	67,1	7,4	83,8	55,4
Paspalum	% DMO	65	49,2	1,5	50,7	47,4
Raigrás	% PC	14	14,7	6,8	26,7	4,2
	% DMO	65	77,8	6,5	84,6	56,2
Rastrojo sorgo granífero	% PC	93	5,2	0,7	7,1	4,0
	% DMO	93	49,1	3,2	56,8	40,7
Sorgo forrajero	% PC	32	6,0	1,3	9,3	3,6
	% DMO	22	58,4	7,8	69,0	44,8
Sudangrass	% PC	16	7,9		9,4	
	% DMO	16	65,4	4,0	74,7	58,6
Trébol blanco	% PC	35	26,0	3,5	30,6	18,2
	% DMO	12	75,2	3,4	80,3	68,1
Trébol rojo	% PC	22	18,2	3,4	27,5	14,6

n = Número de observaciones

DE = Desvío estándar

4. DISCUSIÓN

La recopilación de información no brindó los resultados esperados. Si bien el número de carpetas y formularios hacía pensar en grandes volúmenes de datos, sólo menos de la mitad fue aprovechable. Las principales dificultades fueron: falta de una descripción adecuada de las muestras (sólo figuraban con un código o número), información escasa o inadecuada en los formularios, y la ausencia del nombre del autor o responsable del ensayo.

A pesar de la diversidad de la información utilizada, la base de datos confeccionada es

un punto de partida importante. Los datos deben usarse criteriosamente y en forma restringida. El resultado más relevante de este trabajo, surge de extraer la información útil de los archivos y en base a ella encarar los estudios futuros. A raíz de este estudio resalta la importancia que tiene la información que debe acompañar a las muestras remitidas al Laboratorio de Nutrición animal.

Para ser de utilidad, deberá ser clara, estandarizada y completa. A partir del 1° de enero de 1989 el LNA Implementó un sistema de codificación que apunta a resolver las carencias detectadas al realizar el presente trabajo.

9. ANEXO II. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS ENVIADAS AL LABORATORIO LANDWIRTSCHAFTSKAMMER RHEINLAND (REP. FED. DE ALEMANIA)

Se presentan los resultados de los análisis de muestras enviadas durante 1989-90 al Laboratorio LANDWIRTSCHAFTSKAMMER RHEINLAND, a cargo de la Agencia de Cooperación Alemana GTZ. Estas muestras se enviaron para comparar resultados y metodologías de análisis. Se destaca que dicho laboratorio realiza una rutina de análisis distinta a la del LNA del INIA La Estanzuela. Los análisis se basan en el

sistema de Análisis de Weende (ver capítulo II) y en el Hohenheimer Futtertest y son procesados en el programa computacional FADAMS*. Por este motivo pueden existir diferencias en los valores de análisis de las mismas muestras obtenidas en los laboratorios de Uruguay y Alemania. Se incluyen los valores de almidón, azúcares y minerales: calcio (Ca), fósforo (P), sodio (Na) y potasio (K), para algunas muestras.

ANEXO II. Resultados de análisis de muestras enviadas al Laboratorio LANDWIRTSCHAFTSKAMMER RHEINLAND, REP. FED. DE ALEMANIA

Descripción	MS %	Ceniza %	PC %	EE %	FC %	ENN %	Almidón %	Azúcar %	ENI Mcal/kg (±0.25)	Ca %	P %	Na %	K %
ACHICORIA <i>Cichorium intybus</i> - Ensilaje, con Trébol Rojo	-	13,1±1,7 2	9,9±1,1 2	2,8±0,6 2	29,8±3,1 2	38,4±7,9 2	-	-	1,01±0,1 2	1,30±0,1 2	0,25±0,0 2	0,24±0,1 2	2,69 2
ARROZ <i>Oryza sativa</i> - Paja - Barrido industrial	93,4 86,9	18,8 2,9	3,6 8,4	0,4 2,7	34,2 3,5	39,4 69,4	- 65,7	- -	0,65 1,79	- -	- -	- -	- -
AVENA <i>Avena sativa</i> - Ensilaje - Cáscara	- 91,2	8,6 5,2	5,0 3,9	1,7 -	40,1 27,4	39,8 -	- -	- -	0,99 0,98	0,31 -	0,10 -	0,05 -	0,99 -
CEBADA <i>Hordeum vulgare</i> - Grano	88,3±0,3 2	2,4 1	11,6±0,1 2	3,0 1	4,4±0,2 2	66,3 1	52,2	2,3	1,81±0,1 2	0,06 1	0,38 1	0,01 1	0,76±0,3 2
CITRUS - Expeller de pulpa - Pellet de pulpa	92,5 90,7	22,5 10,1	4,9 6,2	- 1,6	12,2 14,7	- 58,1	- -	- -	1,55 -	- -	- -	- -	- -
GIRASOL <i>Helianthus annuus</i> - Expeller	93,1	5,5	36,9	8,2	19,0	21,5	1,7	6,5	1,63	0,38	0,99	-	1,03
HUESOS - Harina	-	63,9	21,1	-	-	-	-	-	-	23,60	11,20	0,60	-
LINO <i>Linum usitatissimum</i> - Expeller	90,3	5,5	33,4	3,4	11,5	36,5	5,6	3,7	1,54	0,38	0,89	0,07	1,08

