

## CARTILLA TÉCNICA N°3

### INTERPRETACIÓN DE UN ANALISIS DE ALIMENTOS PARA RUMIANTES

#### 1- Algunas preguntas básicas que debemos saber responder.

¿Qué es un alimento?

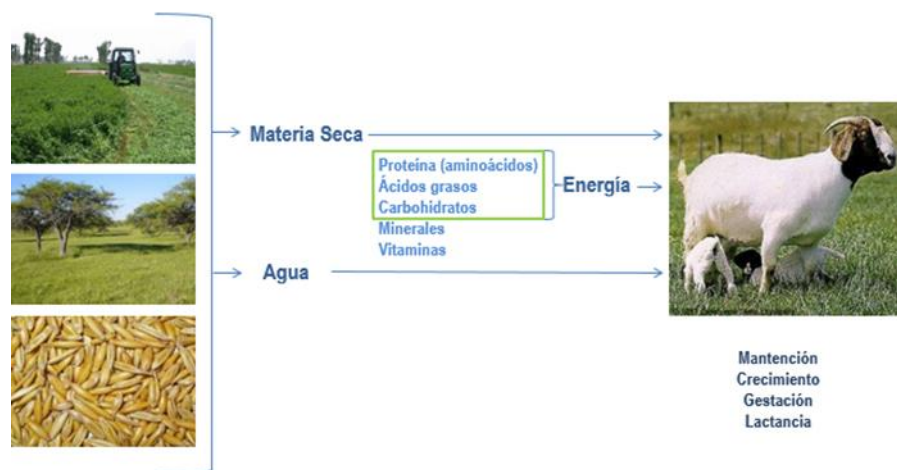
*Cualquier sustancia de origen animal, vegetal o mineral, que contenga uno o varios NUTRIENTES, y que puede ser ingerida y aprovechada por el ser vivo para sus funciones vitales.*

¿Qué es un nutriente?

*Cualquier elemento compuesto químico presente en la dieta, que permite la reproducción, el crecimiento, la lactancia o la mantención de los procesos vitales del organismo animal, en forma normal.*

¿Cuál es la composición de un alimento?

*Los alimentos están constituidos por cantidades variables de AGUA y MATERIA SECA (MS). En la materia seca están contenidos los principales nutrientes: CARBOHIDRATOS, PROTEÍNAS, LÍPIDOS (GRASAS), MINERALES Y VITAMINAS (Figura 1).*



**Figura 1.** Composición de los alimentos.

Solamente a partir de la oxidación de los carbohidratos, grasas y proteínas, el organismo animal obtiene la ENERGÍA para realizar sus diferentes procesos vitales.

¿Qué es el Valor nutritivo de un alimento?

*Concepto que combina información sobre el contenido y disponibilidad de nutrientes de un alimento, junto a consideraciones sobre niveles de consumo, sazón (sabor) y efectos sobre la salud del animal y la calidad de los productos derivados del mismo.*

## 2- Como clasificamos a los alimentos?

Tradicionalmente los alimentos los clasificamos de acuerdo con su contenido de fibra, la que corresponde principalmente a la celulosa que forma parte de la pared celular de los vegetales. Cuando este contenido de fibra es igual o superior a un 18%, hablamos de ALIMENTOS FIBROSOS O VOLUMINOSOS. A su vez, cuando el contenido de fibra es inferior a este valor umbral, hablamos de alimentos concentrados, los que a su vez pueden ser de tipo ENERGÉTICOS (cuando el porcentaje de proteína cruda es igual o inferior al 20%), o CONCENTRADOS DE TIPO PROTEICO, cuando dicho porcentaje excede el 20%). Un ejemplo de esta clasificación se muestra en la Figura 2.



**Figura 2.** Clasificación de los alimentos para animales



En la clasificación anterior, también podemos incluir a los SUPLEMENTOS<sup>1</sup> MINERALES Y VITAMÍNICOS, los cuales aportan minerales y vitaminas, respectivamente y contribuyen a obtener una ración más balanceada en estos nutrientes. Finalmente algunos alimentos son clasificados como ADITIVOS, entendiendo a estos, como sustancias que en rigor no aportan nutrientes, pero que estimulan y/o mejoran la utilización de los mismos.

### 3- Que información nos entrega un análisis de alimentos?

En los análisis rutinarios que son realizados en LABORATORIOS ESPECIALIZADOS a los distintas fuentes de alimentos para ganado (análisis bromatológicos), aparecen ciertos variables que son de alta importancia para estimar el aporte de nutrientes que potencialmente tienen los diferentes alimentos y que ayudan a la estimación de su valor nutritivo, además de ser una información muy importante al momento de formular raciones. Los más importantes se detallan a continuación.

**Materia Seca (MS):** es el residuo que queda luego de secar la muestra a 105°C hasta peso constante (eliminación total del agua). La MS es la suma de la **Materia Orgánica (MO)** (carbohidratos, proteínas, lípidos y vitaminas) y de la **Materia Inorgánica** (minerales) del alimento. Al ser el contenido de agua de los alimentos muy variable, normalmente se expresa la concentración de los diferentes nutrientes en base a materia seca, lo cual reduce notoriamente la variación individual en la composición de los alimentos. El complemento del porcentaje de MS de un alimento indica su contenido de humedad.

**Cenizas (CEN):** es el residuo que queda luego de incinerar completamente la muestra a 550°C. Las cenizas representan la cantidad total de minerales del alimento (Materia Inorgánica), y posee poco valor práctico en la formulación de raciones, excepto en aquellos casos en que su valor es anormalmente alto, lo cual puede indicar contaminación de la muestra con barro, arena, sal, o piedrecillas. Existe una fracción de las cenizas que son muy insoluble en ácidos fuertes (ácido clorhídrico), siendo esta principalmente sílice. En general se recomienda efectuar un análisis de minerales en forma más precisa, determinando los contenidos de calcio, fósforo, y sodio, entre los más importantes.

**Proteína Bruta (PB):** es un estimador indirecto del contenido de proteína de la muestra. Estrictamente expresa el contenido de nitrógeno del alimento multiplicado por el factor **6,25** ya que en promedio se asume que las proteínas poseen 16% de nitrógeno. La PB representa los compuestos nitrogenados totales del alimento y engloba tanto a las proteínas verdaderas (cadenas de aminoácidos unidos por enlaces peptídicos) como a los compuestos nitrogenados que no son proteína verdadera (**NNP: Nitrógeno No Proteico**). Por esta razón, fuentes de NNP como la urea que contiene 46% de nitrógeno, posee un equivalente proteico de aproximadamente 287% de PB.

**Extracto Etéreo (EE):** es la fracción del alimento que es extraída con éter y está constituida principalmente por lípidos (grasas y aceites) aunque puede incluir cantidades variables de otros compuestos solubles en éter como ceras, pigmentos, ácidos orgánicos y alcoholes. Los lípidos son utilizados como fuente de energía por el rumiante pero **no** por los microorganismos del rumen ya que éstos son incapaces de fermentarlos. Un exceso de lípidos en la dieta puede reducir la actividad microbiana por toxicidad para la flora bacteriana ruminal. Las grasas protegidas o inertes en el rumen evitan en gran medida este problema.

**Fibra Bruta (FB):** es un estimador impreciso del contenido de fibra del alimento. Es el residuo orgánico que queda luego de tratar el alimento con un ácido y un álcali y está compuesto por cantidades variables de celulosa, hemicelulosa y lignina. Es un método antiguo que cuantifica la fibra y se utilizaba para clasificar a los carbohidratos en digeribles y no digeribles. La fibra bruta evalúa casi todo el contenido de celulosa y sólo una porción de la lignina.

---

<sup>1</sup> El término SUPLEMENTO también se puede definir como cualquier alimento o mezcla de alimentos que es destinada a complementar una ración. Como RACIÓN se entiende a la cantidad total de alimentos que consume un animal diariamente (ej. pastura + suplemento).

**Extracto no nitrogenado (ENN):** Se determina por diferencia.  $ENN = 100 - (\text{cenizas} + \text{proteína bruta} + \text{grasas} + \text{fibra bruta} + \text{agua})$ . Estima, pero de forma imprecisa, los carbohidratos solubles de los contenidos celulares.

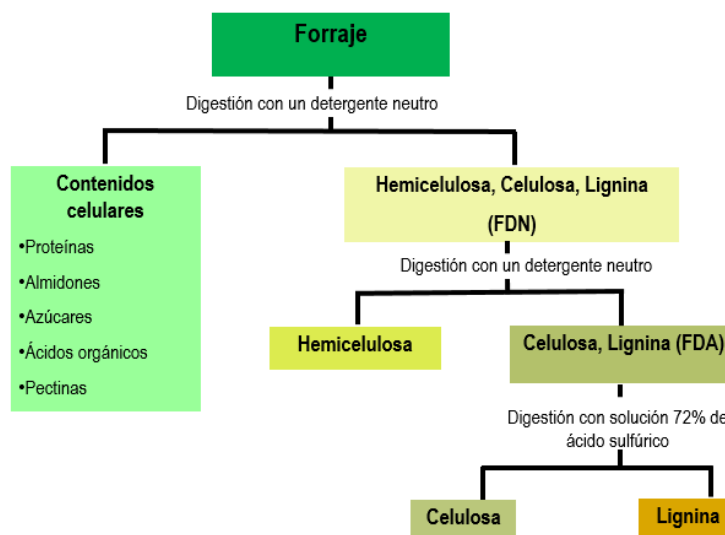
Los análisis anteriores son normalmente incluidos en el MÉTODO PROXIMAL DE WENDEE, el cual a pesar de ser muy antiguo (data de finales del siglo XIX), aún sigue siendo utilizado.

En los análisis de forrajes para rumiantes, actualmente se incluyen los componentes de la pared celular, los cuales son determinados a través del ANÁLISIS DE VAN SOEST. Este análisis es mucho más preciso para estimar los componentes fibrosos de los alimentos. Este método considera la determinación de los siguientes componentes:

**Fibra Detergente Neutro (FDN):** es la fracción del alimento que es insoluble en detergente neutro y representa a la fibra, la cual está compuesta fundamentalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina. Sinónimo de Pared Celular. La fibra contenida en la pared celular es la porción de los carbohidratos de lenta e incompleta degradación (carbohidratos estructurales), por lo cual se relaciona estrechamente con el llenado ruminal y en consecuencia se correlaciona negativamente con el consumo voluntario de alimentos<sup>2</sup>.

**Fibra Detergente Acido (FDA):** es la fracción del alimento que es insoluble en detergente ácido y representa la porción menos digestible de la fibra de la pared celular y está compuesta fundamentalmente por celulosa y lignina. El contenido de ADF se correlaciona negativamente con la digestibilidad (contenido energético) del alimento<sup>3</sup>. Al someter a este residuo a una digestión con ácido sulfúrico, se puede a su vez separar la lignina (compuesto absolutamente indigestible) de la celulosa.

Un esquema del método de análisis de van Soest, se presenta en la Figura 3.



**Figura 3.** Representación esquemática del método de van Soest, utilizado en el análisis de alimentos para rumiantes.

<sup>2</sup> Conociendo el porcentaje de FDN, se puede estimar el consumo de MS de un rumiante (CMS), expresado como porcentaje del peso vivo.  $CMS = 120 \div \%FDN$ . Por ejemplo, si un forraje tiene un porcentaje de FDN de 60%, el consumo potencial de MS será de 2% del peso vivo del rumiante.

<sup>3</sup> Si el valor de FDN de un forraje es conocido, se puede estimar la digestibilidad de la MS ( $DIG_{MS}$ , %).  $DIG_{MS} = 88,9 - 0,779 \cdot FDA$ .

En muchos análisis efectuados en alimentos para rumiantes, se puede encontrar estimaciones de la DIGESTIBILIDAD de la materia seca (o materia orgánica) y de la CONCENTRACIÓN DE ENERGÍA METABOLIZABLE contenida en la ms de los alimentos. Estas variables son determinantes para establecer una valoración del valor nutricional de los alimentos y son fundamentales para la formulación de raciones.

**Digestibilidad.** Cuantifica la proporción de un componente del alimento que es digerido y absorbido en el tracto intestinal cuando es consumido. Normalmente se estima la “DIGESTIBILIDAD APARENTE”, la cual no distingue entre los componentes endógenos y exógenos (del alimento) presentes en las heces. Estas contienen componentes procedentes de materias endógenas, tales como proteínas de la sangre, enzimas digestivas, células epiteliales, mucus, sales y pigmentos biliares. Por tanto, la “digestibilidad aparente”, siempre será menor que la digestibilidad real o “verdadera”. Generalmente los análisis informan valores de la digestibilidad aparente de la materia seca y/o de la materia orgánica (obtenida por diferencia entre la MS y el % de cenizas), la cual se expresa en porcentaje.

**Energía Metabolizable (EM):** es la diferencia entre el calor de combustión del alimento ingerido y la energía perdida en heces, orina y gases de fermentación, es un muy buen indicador del aporte energético de los alimentos. Se expresa en términos de unidades de energía contenida en un kilogramo de materia seca (Mcal kg<sup>-1</sup> de MS o MJ kg<sup>-1</sup> de MS)<sup>4</sup>.

A continuación, y a modo de ejemplo, se presenta una tabla con valores de las variables antes mencionadas, para algunos alimentos de uso frecuente en la alimentación de caprinos.

TIPO DE ALIMENTO	Materia Seca (%)	EM (MJ/kg MS)	Proteína cruda (%)	Fibra cruda (%)	FDN (%)	FDA (%)	Cenizas (%)	Calcio (%)	Fósforo (%)	Sodio (%)	DgE de la proteína <sup>1</sup>
Concentrado comercial	89.51	12.38	17.76	3.42	17.72	7.08	2.41	0.075	0.078	0.006	0.795
Grano de Avena	89.81	11.46	11.52	9.96	33.38	26.40	2.72	0.035	0.055	0.009	0.717
Grano de maíz	88.10	14.02	8.14	2.21	13.46	3.51	1.46	0.030	0.270	---	0.768
Afrecho de soya	88.62	13.18	49.73	5.44	10.67	8.06	7.28	0.46	0.94	---	0.827
Heno de alfalfa	88.40	9.71	22.02	24.89	38.43	30.23	12.06	0.781	0.100	0.104	0.764
Alperujo de aceituna	90.99	3.85	5.20	47.42	66.88	49.82	6.50	0.031	0.171	0.066	0.308
Pelón de almendra	84.90	9.46	5.66	12.62	27.19	26.02	6.32	0.025	0.235	0.022	0.639
Paletas de tuna deshidratada	87.33	10.92	4.17	6.64	16.59	11.39	11.81	1.217	0.035	0.018	0.672

DgE: degradabilidad efectiva de la proteína, calculada con la Ec. 3

Observaciones: Análisis realizado según Normas Internacionales AOAC; 1996.

<sup>4</sup> Para transformar las Megacalorías (Mcal) a MegaJoules (MJ), multiplique la cifra por 4,184.

ESPECIE DE ARBUSTO	Materia Seca (%)	EM (MJ/kg MS)	Proteína cruda (%)	Fibra cruda (%)	FDN (%)	FDA (%)	Cenizas (%)	Calcio (%)	Fósforo (%)	Sodio (%)	DgE de la proteína <sup>1</sup>
<i>Acacia caven</i>	90.36	6.57	15.67	24.12	54.74	41.74	8.84	1.076	0.049	0.038	0.692
<i>Atriplex canescens</i>	87.19	9.79	18.75	13.25	27.63	14.91	17.36	0.585	0.065	0.100	0.775
<i>Atriplex nummularia</i>	88.34	7.95	17.86	9.59	36.09	16.45	24.26	0.564	0.061	4.658	0.753
<i>Heliotropium stenophyllum</i>	89.97	6.23	11.01	9.22	29.09	42.13	9.82	0.921	0.036	0.857	0.727
<i>Baccaris linearis</i>	89.78	9.20	8.51	15.08	26.59	27.34	9.06	1.215	0.078	0.320	0.707
<i>Gutierrezia resinosa</i>	89.53	9.25	15.46	19.78	30.48	25.85	9.24	0.501	0.089	0.342	0.755
<i>Flourensia thurifera</i>	86.48	10.63	18.41	17.45	42.30	22.42	11.37	0.625	0.083	0.436	0.741
<i>Acacia saligna</i>	88.27	6.23	14.58	16.15	30.14	29.92	14.34	0.023	2.166	0.051	0.751
<i>Lithraea caustica</i>	90.81	5.69	6.62	23.38	47.24	35.67	4.28	0.032	0.269	0.044	0.543
<i>Colliguaja odorifera (Colliguay)</i>	85.50	10.00	18.14	9.17	22.37	21.20	4.92	0.072	0.369	0.050	0.785
<i>Kochia brevifolia</i>	86.94	7.82	23.08	15.33	36.58	17.80	25.18	0.079	0.443	6.958	0.771
<i>Adesmia microphylla</i>	88.00	8.54	14.96	18.45	38.87	25.79	6.13	0.075	0.721	0.061	0.729
<i>Ephedra breana (Pingo-pingo)</i>	87.91	8.87	14.02	26.28	41.42	34.90	8.09	0.078	0.874	0.111	0.714
<i>Bridgesia incisifolia (Rumpiato)</i>	87.96	10.59	23.67	16.67	29.52	22.25	8.51	0.081	0.586	0.202	0.784

DgE: degradabilidad efectiva de la proteína, DgE= 0,96-2,49-k - 0,041·(FDN/PC)<sup>2</sup>

Tipo de subproducto	Materia Seca (%)	EM (MJ/kg MS)	Proteína cruda (%)	Fibra cruda (%)	FDN (%)	FDA (%)	Cenizas (%)	Calcio (%)	Fósforo (%)	Sodio (%)	DgE de la proteína <sup>1</sup>	Fuente
Pulpa de cítricos	19.20	2.47	7.70	14.00	27.00	24.00	6.00	0.93	0.15	0.08	0.69	Feedstuff, 1990; FEDNA
Orujo de uva	41.50	6.82	17.60	32.50	59.10	50.50	5.80	0.70	0.15	0.05	0.70	Mohr, J, 1996; FEDNA
Coseta seca	85.57	13.05	9.02	20.61	52.30	25.10	3.86	0.76	0.08	---	0.60	Anrique, 2014.
Chalas y hojas de maíz choclero	94.10	8.37	4.70	33.00	79.30	---	0.80	---	---	---	0.14	Manterola et al., 1993
Residuo de Alcachofas tallos y hojas	20.10	7.95	5.10	18.00	50.00	35.70	7.70	0.38	0.28	---	0.43	Manterola et al., 1993; FEDNA
Residuo de lechuga milanesa	8.00	10.46	22.30	---	34.40	29.30	3.30	0.80	0.50	---	0.77	Manterola et al., 1993
Residuo de lechuga costina	11.00	10.04	12.90	11.20	32.10	27.20	5.10	---	---	---	0.73	Manterola et al., 1993
Residuo de tomate fruto	6.00	7.95	14.50	9.10	48.50	---	1.50	0.20	0.50	---	---	Manterola et al., 1993
Residuo de tomate tallos	15.00	5.86	8.50	15.40	59.50	---	0.20	---	---	---	0.55	Manterola et al., 1993
Residuo de tomate hojas	14.00	9.62	17.00	---	32-43	---	1.30	---	---	---	---	Manterola et al., 1993
Paja de poroto verde	33.00	9.00	14.00	24.00	33.90	---	6.00	1.40	0.30	---	0.74	Manterola et al., 1993

DgE: degradabilidad efectiva de la proteína, DgE= 0,96-2,49-k - 0,041·(FDN/PC)<sup>2</sup>

#### 4- REFERENCIAS

ANRIQUE, R.; X. MOLINA, M. ALFARO Y R. SALDAÑA. 2014. Composición de alimentos para el ganado bovino. 4° Ed. U. Austral de Chile. Consorcio Lechero. 91 p.

DRYDEN, G. 2008. Ciencia de la Nutrición Animal. Ed. Acribia, España. 415 p.