

2) COMPOSICION Y ANALISIS DE ALIMENTOS

Michel A. Wattiaux
Instituto Babcock

INTRODUCCION

Los alimentos para las vacas lecheras pueden incluir tallos, hojas, semillas y raíces de varias plantas. Las vacas también se pueden alimentar de subproductos industriales (harinas de semillas oleaginosas, melaza, granos cervecedores, subproductos de molino etc.). Además, las vacas necesitan minerales y vitaminas para responder a sus requisitos nutricionales. Los alimentos para vacas frecuentemente se clasifican de la siguiente manera:

- Forrajes;
- Concentrados;
- Suplemento proteicos;
- Minerales y vitaminas.

Aunque es arbitraria, esta clasificación se basa en el valor del alimento como un suministro de nutrientes específicos. Los nutrientes son las sustancias químicas necesarias para la salud, mantenimiento, crecimiento y producción del animal. Los nutrientes que se encuentran en los alimentos y que los animales requieren se pueden clasificar así:

- Agua;
- Energía (lípidos, carbohidratos, proteínas);
- Proteína (compuestos nitrogenados);
- Vitaminas;
- Minerales.

Los forrajes también pueden contener sustancias que no tienen valor nutritivo (Figura 1). Algunos componentes tienen estructuras complejas (compuestos fenólicos) que son indigestibles y que pueden interferir con la digestión de

algunos nutrientes (como por ejemplo con la de lignina y tanino). Además, algunas plantas contienen toxinas que son dañinas para la salud del animal.

COMPOSICION DE LOS ALIMENTOS

Agua (H₂O) y materia seca

Cuando se coloca una muestra de alimento en un horno a una temperatura de 105°C por 24 horas, el agua se evapora y el alimento seco que queda se llama *materia seca*. Los alimentos contienen diferentes cantidades de agua. En sus etapas inmaduras las plantas contienen 70-80% de agua (es decir 20-30% de materia seca). Sin embargo, las semillas no contienen más de 8 a 10% agua (y 90 a 92% materia seca).

La materia seca del alimento contiene todos los nutrientes (excepto agua) requeridos por la vaca. La cantidad de agua en los alimentos es por lo general de poca importancia. Las vacas controlan su consumo de agua, aparte de la materia seca, y deben tener acceso a agua limpia todo el día (las vacas toman de 4 a 5 Kg de agua por cada kilo de materia seca). La composición nutricional de los alimentos generalmente se expresa como porcentaje de materia seca (%MS) en lugar del porcentaje del alimento fresco ("% ofrecido") dado que:

- La cantidad de agua en los alimentos varía bastante y el valor nutritivo se puede comparar más fácilmente cuando se expresa basándose en materia seca.

- La concentración de nutrientes en el alimento se puede comparar directamente a la concentración requerida en la dieta.

Materia orgánica y minerales

La materia seca en un alimento se puede dividir en materia orgánica e inorgánica. Los compuestos que contienen carbón (C), hidrógeno (H), oxígeno (O) y nitrógeno (N) se clasifican como orgánicos. Los compuestos inorgánicos o minerales son los otros elementos químicos (calcio, fósforo etc.). Cuando se coloca una muestra de alimento en un horno y se mantiene la temperatura a 550°C por 24 horas, la materia orgánica se quema y la materia que queda es la parte mineral, que se llama ceniza. En las plantas, el contenido de minerales varía entre 1 a 12%. Los forrajes normalmente contienen más minerales que las semillas o granos. Los subproductos de origen animal que contienen huesos pueden tener hasta 30% de minerales (principalmente calcio y fósforo). Los minerales frecuentemente se clasifican como macro- y micro minerales (Cuadro 1). Esta distinción se base sólo en la cantidad requerida por los animales. Algunos minerales posiblemente sean esenciales (por ejemplo bario, bromo, níquel) y otros se conocen por su efecto negativo en la digestibilidad de los alimentos (por ejemplo, silico).

Nutrientes que contienen nitrógeno

El nitrógeno se encuentra en la proteína y otros compuestos incluidos en la materia orgánica de un alimento. Las proteínas se componen de una o más cadenas de aminoácidos. Las proteínas están compuestas de aminoácidos. Hay 20 aminoácidos y el código genético del animal determina la secuencia de aminoácidos de cada proteína, y esta secuencia a su vez determina una función específica en el organismo. Algunos aminoácidos son esenciales y otros no lo son. Los aminoácidos que no son esenciales

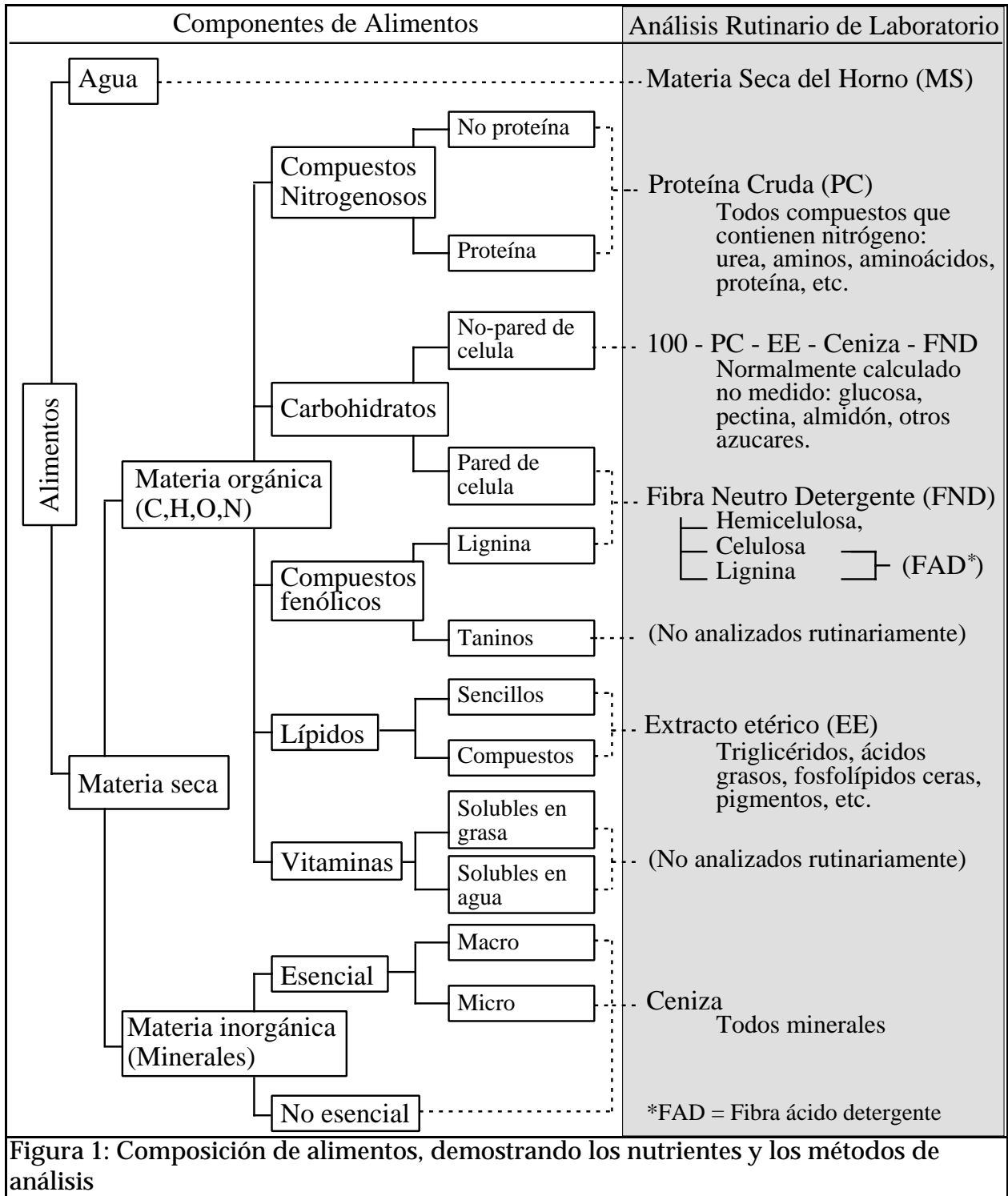
Cuadro 1: Los minerales requeridos en la dieta de animales y sus símbolos químicos.

Macro Mineral	Símbolo químico	Micro Mineral	Símbolo químico
Calcio	Ca	Yodo	I
Fósforo	P	Hierro	Fe
Magnesio	Mg	Cobre	Cu
Sodio	Na	Cobalto	Co
Potasio	K	Manganeso	Mn
Cloro	Cl	Molibdeno	Mo
Azufre	S	Zinc	Zn
		Selenio	Se

se pueden sintetizar en el cuerpo, pero los aminoácidos esenciales deben estar presentes en la dieta porque el cuerpo no los puede sintetizar.

Parte del nitrógeno en los alimentos se llama nitrógeno no-proteico (NNP) porque el nitrógeno no forma parte de la estructura de una proteína. El nitrógeno no-proteico (por ejemplo amoniaco, urea, aminos, ácidos nucleicos) no tiene valor nutritivo para los animales monogástricos. Sin embargo, en los rumiantes, el nitrógeno no-proteico puede ser utilizado por las bacterias del rumen para sintetizar aminoácidos y proteínas que son beneficiosas para la vaca.

Un químico danés, J.G. Kjeldahl, desarrolló un método en 1883 para determinar la cantidad de nitrógeno en un compuesto. El contenido medio de nitrógeno en las proteínas es de un 16%. Así, el porcentaje de proteína en un alimento típicamente se calcula como el porcentaje de nitrógeno multiplicado por 6.25 ($100/16 = 6.25$). Esta medida se llama proteína cruda. La palabra cruda se refiere a que no todo el nitrógeno en el alimento está en forma de proteína. Normalmente la cifra para proteína cruda da un sobrestimado del porcentaje verdadero de proteína en un alimento. La proteína cruda en forrajes va desde 5% (residuos de cosechas) hasta más de 20% (leguminosas de buena calidad). Los subproductos de origen animal normalmente son muy ricos en proteína (más de 60% de proteína cruda).



Nutrientes que contienen energía

En contraste con otros nutrientes, el contenido de energía en un alimento no se puede cuantificar por un análisis del laboratorio. La cantidad de energía en los alimentos se mide por experimentación. En el cuerpo, el carbón (C), hidrógeno (H) y

oxígeno (O) de los carbohidratos, lípidos y proteínas se puede convertir en H₂O y CO₂ con el escape de energía. La megacaloría (Mcal) típicamente se utiliza como una unidad de energía, pero el joule (J) es la unidad oficial de medida. En los alimentos para las vacas lecheras la energía se expresa como energía neta de lactancia (EN_l). Esta

unidad representa la cantidad de energía en el alimento que está a disposición para el mantenimiento del peso corporal y la producción de leche. Por ejemplo, se requiere 0.74 Mcal EN_I para producir 1kg. de leche y la energía en los alimentos varía entre 0.9 y 2.2 Mcal EN_I/kg. materia seca.

Las cantidades de lípidos y otras sustancias grasosas se determinan por un método que se llama extracción con éter. Los lípidos normalmente rinden 2.23 veces más de la energía que rinden los carbohidratos. Sin embargo, la mayor parte de energía en forrajes y muchos concentrados viene principalmente de los carbohidratos. Los alimentos para las vacas normalmente tienen menos de 5% de lípidos pero 50-80% de carbohidratos. Hay tres clases principales de carbohidratos en las plantas:

- Azúcares sencillos (glucosa, fructosa);
- Carbohidratos de almacenamiento (almidón) también se conocen como carbohidratos no-fibrosos, no-estructurales, o que no forman parte de las paredes de las células;
- Carbohidratos estructurales, que se llaman fibrosos, o de la pared de las células (celulosa y hemicelulosa).

La glucosa se encuentra en alta concentración en algunos alimentos (melaza, suero de leche). El almidón es un componente importante de los granos de cereales (trigo, cebada, maíz etc.). La celulosa y la hemicelulosa constituyen largas cadenas de unidades de glucosa. El enlace químico entre dos unidades de glucosa fácilmente se rompe en el caso del almidón, pero en la celulosa, el enlace resiste el ataque de enzimas digestivas de los mamíferos. Sin embargo, las bacterias del rumen poseen las enzimas que pueden extraer las unidades adicionales de glucosa de la celulosa y la hemicelulosa.

La celulosa y la hemicelulosa se asocian con la lignina, una sustancia fenólica que se encuentra en la pared de la célula. La fibra, o cantidad de pared de células, en un alimento tiene efectos importantes en su

valor nutritivo. En general, mientras más bajo el contenido de fibra, más alto el contenido de energía. Pero las partículas de fibra largas son necesarias en las raciones de la vaca para:

- Estimular la rumia, esencial para mantener la digestión y la salud de la vaca;
- Evitar la disminución del porcentaje de grasa en la leche.

En muchos países, el contenido de fibra cruda es la medida oficial para determinar el contenido de fibra en un alimento. Sin embargo este no es un método preciso para medir las paredes de las células. Un procedimiento más reciente es la determinación de *fibra detergente neutro (FDN)* en el laboratorio, el que ofrece un cálculo más preciso del total de fibra en el alimento. La FDN incluye celulosa, hemicelulosa y lignina. Los azúcares en la fibra sufren fermentación bacteriana en el rumen en forma lenta, pero, la materia que no se encuentra en las paredes de las células (como es el caso de los azúcares simples y algunas proteínas) son fácilmente accesibles a las bacterias ruminales.

Normalmente los carbohidratos no fibrosos (CNF) no se cuantifican por análisis, sino a base de cálculos, haciendo una resta del total de los nutrientes: Se asume que todo lo que no sea ceniza, proteína cruda, extractos de éter o FDN representa los CNF (Figura 1).

Vitaminas

El contenido de vitaminas en un alimento no se determina con regularidad, pero las vitaminas son esenciales en pequeñas cantidades para mantener la salud. Las vitaminas se clasifican como solubles en agua o hidrosolubles (9 vitaminas del complejo B y vitamina C) y solubles en grasa o liposolubles (β -caroteno, o provitamina A, vitaminas D₂, D₃, E y K). En las vacas, las vitaminas del complejo B no son esenciales porque las bacterias del rumen las pueden sintetizar.