

INTRODUCCIÓN A LA ALIMENTACIÓN Y RACIONAMIENTO ANIMAL

Francisco Caravaca Rodríguez

1.- Introducción
Definición
Importancia de la alimentación
¿Cómo afecta la alimentación a los resultados finales?
¿Cómo obtener mayores beneficios?
Breve reseña de los temas a tratar
2.- Los alimentos
2.1. Composición química
2.2. Clasificación de los alimentos
2.3. Valor nutritivo de los alimentos. Unidades de valoración.
2.4. Tablas de alimentos
3.- El animal
3.1. Fisiología de la digestión
3.2. Necesidades nutricionales de los animales
4.- Racionamiento Práctico

1.- INTRODUCCIÓN

Definición de alimentación animal

Cuando se aborda una nueva disciplina es conveniente comenzar con algunas definiciones más o menos teóricas pero que nos pueden ser útiles a la hora de centrar los conceptos que se van a utilizar a continuación.

Alimentación Animal: Rama de la zootecnia que se ocupa del estudio de todos los aspectos encaminados a proporcionar la cantidad de sustancias nutritivas (alimentos) adecuadas para procurar un estado óptimo de los animales domésticos. Para ello se va a estudiar:

- Valoración de las necesidades de los animales
- Valoración del contenido de nutrientes de los alimentos
- Racionamiento o forma de aportar la cantidad de alimentos necesarios para cubrir de forma óptima las necesidades de dichos animales.

La nutrición es la ciencia que estudia el conjunto de procesos mediante los cuales el organismo utiliza los distintos componentes (nutrientes) de los alimentos para el desarrollo y mantenimiento de las estructuras corporales y la regulación de procesos metabólicos.

Importancia de la alimentación del ganado

¿Cómo afecta la alimentación (en pesetas) a los resultados finales de la explotación del ganado?

En cualquier actividad económica, (industria, comercio, agricultura) el margen de beneficio, es decir, lo que ganamos, se calcula hallando la diferencia entre lo que hemos vendido al final (carne, huevos, leche, automóviles, tejidos, etc) o ingresos, y lo que nos ha costado fabricar estos productos o gastos.

En una explotación ganadera los productos finales que vamos a obtener para la venta son los que nos van a reportar los ingresos. Una vez que la explotación está establecida, es decir, existen todas las instalaciones y maquinarias y además tenemos los animales en producción, lo que más dinero nos va a costar es dar de comer a nuestro ganado. Se han realizado numerosos estudios que demuestran que la alimentación constituye entre el 60-70% de los gastos totales de la explotación, es decir, de cada 100 pts que gastemos, 60-70 pts se van a dedicar a la compra de comida para los animales. Además, la tarea de alimentar el ganado va a ser una de las cuestiones de manejo que más tiempo va a requerir: entre el 30 y el 50% de la jornada laboral, es decir, entre tres y cuatro horas al día o más se van a dedicar a temas de alimentación. El reparto de los alimentos, la preparación de los mismos, la gestión y la compra, son tareas cotidianas que requieren bastantes horas.

El objetivo de cualquier negocio es ganar la mayor cantidad de dinero, y para ello será necesario gastar lo imprescindible y vender más al mejor precio posible. Cuanto mejor sea la calidad del producto a vender, mayores probabilidades de incrementar nuestros beneficios y si esta producción nos resulta económica, negocio redondo.

Donde se pretende llegar, tras este montón de obviedades, es a la conclusión de que la alimentación y el manejo alimentario de nuestros animales es el factor clave del éxito empresarial del ganadero. Esto, que resulta tan evidente, a menudo parece no haber tenido eco en el sector ganadero de nuestro país, debido, sobre todo, al distanciamiento secular entre los profesionales de pie de obra, nos referimos a los ganaderos, y los avances en el conocimiento de la producción animal. El precio pagado por ello se está viendo reflejado en la actualidad. Miles de explotaciones ganaderas, las más débiles, desaparecen cada año y se espera que sólo subsistan aquellas realmente competitivas. Esta realidad es aún más palpable en el caso de la ganadería de rumiantes (vacas, cabras y ovejas) y cuanto más extensivos son los sistemas de explotación. En el caso de los monogástricos, aves y cerdos, la modernización observada en los últimos treinta años, nos lleva a niveles de tecnificación comparables a cualquier país desarrollado.

Retomando la cuestión inicial, veamos un par de ejemplos en cómo la alimentación puede influir sobre el beneficio de la explotación. En el caso de una explotación de vacuno o caprino de leche se ha comprobado cómo la alimentación influye sobre la cantidad de leche producida y sobre la calidad de la misma. Un racionamiento acorde a las distintas fases productivas asegura una máxima producción y un contenido de grasa y proteína que garantizan la calidad de ésta. Por lo general, la buena planificación alimentaria conlleva un ahorro en el capítulo de mayores gastos. La figura 2 nos muestra unas cifras resultado de observaciones realizadas en algunas ganaderías que han corregido los sistemas tradicionales de alimentar a su ganado.

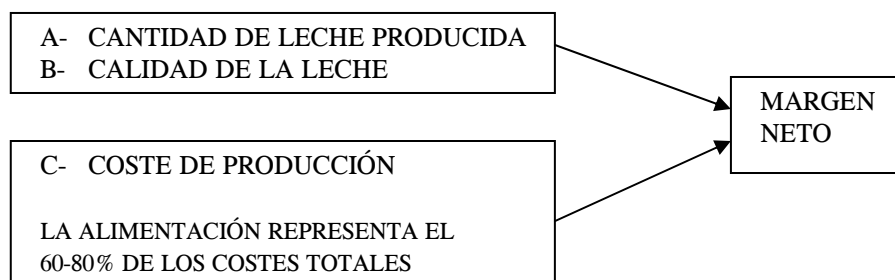


Figura nº 1 ¿Cómo afecta la alimentación a los resultados finales de la explotación de vacuno lechero?

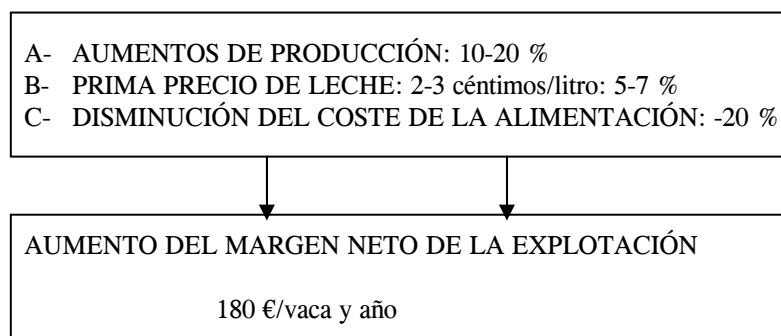


Figura nº 2 Ejemplo numérico de cómo puede aumentar el beneficio de la explotación mediante un correcto manejo alimentario del rebaño.

En el caso de una explotación intensiva de cebo de porcino las mejoras a realizar pueden ser menos palpables debido, como se ha comentado anteriormente, a que el grado de tecnificación de estas explotaciones es muy alto. Pero es evidente que nos interesa alcanzar los mejores índices de transformación para conseguir la mayor cantidad de carne con el menor consumo de pienso, y obtener las canales de calidad que el mercado demanda. Otra vez se pone de manifiesto la importancia de la alimentación.

¿Cómo podemos alcanzar los objetivos anteriores?

Como profesionales de la producción animal debemos tener un conocimiento lo más amplio posible del sistema de producción en el que se está trabajando. El animal y el medio de explotación van a ser los pilares de nuestro proceso productivo. Cuanto más conozcamos de los mismos, mayores garantías de éxito en nuestro trabajo. Técnicas de reproducción, alimentación, sanidad e higiene, manejo, control ambiental, genética, etc. son algunos de los aspectos que deben ser conocidos para lograr el objetivo inicial.

En el caso concreto de la alimentación los factores que van a intervenir (figura 3) son:

- a) Por un lado el animal.
- b) Los alimentos que vamos a dar.
- c) Cómo mezclamos los alimentos, el tipo de dieta y cómo los vamos a distribuir, en definitiva, el manejo alimentario.

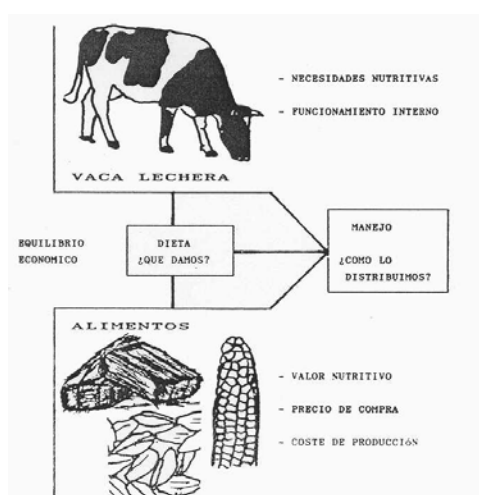


Figura 3. ¿Cómo podremos alcanzar los objetivos anteriores?

a) Es necesario conocer de qué forma funciona el animal a la hora de transformar un tipo de alimento, como piensos o forrajes, en productos de mayor valor añadido como carne, leche o huevos. Para ello debemos comprender los mecanismos fisiológicos que van a intervenir desde que el animal ingiere el alimento hasta que se produce la leche, el huevo o el músculo (carne).

Dentro de estos mecanismos fisiológicos, existen dos aspectos que nos van a interesar de una manera especial. El primero de ellos es el de las necesidades nutritivas del animal, es decir, qué tipo de alimentos y qué cantidad de ellos va a necesitar el ganado para poder mantenerse sano y producir en condiciones óptimas. El segundo de ellos es el funcionamiento interno en lo referente a la digestión de los alimentos, es decir, qué ocurre con esos alimentos desde que son ingeridos por el animal hasta que se transforman en leche, carne o huevos.

b) Los alimentos van a ser el segundo factor a tener en cuenta, fundamentales para cubrir las necesidades nutritivas de los animales. Estos son los que proporcionan los componentes para la producción, las materias primas que se van a transformar dentro del animal para obtener el producto deseado. Además van a ser la fuente de energía que va a permitir el funcionamiento del animal. De ellos nos van a interesar:

- su valor nutritivo, es decir, su riqueza energética y proteica, y
- su precio de compra o coste de producción.

c) Qué dieta vamos a dar y cómo vamos a manejar esta dieta. Como en cualquier sistema de producción, una fábrica por ejemplo, es necesario elegir cuidadosamente todos los elementos que van a formar parte de la cadena de montaje, cómo se van a ensamblar y cuál va a ser la frecuencia en que se van a ir introduciendo para que la producción sea continua. La mezcla de los alimentos va a componer la dieta del animal. De ésta nos interesa que sea equilibrada (contenga todos los nutrientes necesarios) y económica. También interesa el modo de distribución de esta dieta a lo largo del día y del periodo productivo que va a ser lo que se denomina manejo alimenticio. Con una buena dieta y con un buen manejo podremos conseguir una buena alimentación del ganado.

Temas a tratar

■ Estudio del animal

a) Qué sucede con los alimentos que come el animal y cómo podemos ayudar a que los utilice mejor. Es imprescindible conocer la anatomía y la fisiología del aparato digestivo. Cómo consumen los alimentos, cuáles son los procesos digestivos y las diferencias alimentarias entre monogástricos y rumiantes.

b) Cuáles son las necesidades o requerimientos nutricionales de los animales durante las distintas fases y procesos productivos en cuanto a energía, proteína, minerales, vitaminas, fibras y agua. La capacidad de ingestión y los factores que intervienen en la misma, que en la práctica nos confirmará si la dieta diseñada puede ser o no ingerida.

c) El conocimiento de los principales trastornos metabólicos de origen alimentario y los debidos a carencias.

■ Estudio de los alimentos

a) De los alimentos nos interesa conocer su composición en cuanto a nutrientes básicos: proteínas, energía, minerales, fibra y vitaminas. La calidad de los mismos en función de los componentes anteriores, las clasificaciones que de ellos puedan hacerse con el fin de distinguirlos y utilizarlos de forma adecuada.

b) Cuándo se podrán sustituir unos por otros, cuales tiene similares valores nutritivos, por qué se utilizan unos u otros, la mejor forma de complementarlos, cuánto debemos pagar por los mismos.

c) El control de la calidad de los mismos, mediante el análisis y la interpretación de los resultados va a constituir una herramienta muy útil en el manejo de la alimentación.

■ Estudio del animal en relación a los alimentos

Por último lo que queda es diseñar las raciones para los animales de nuestra explotación. Para ello debemos conocer de qué alimentos disponemos y cuales podemos adquirir a lo largo del año. Debemos hacer una planificación temporal de la alimentación y diseñar las dietas para cada grupo de animales. En la actualidad existen herramientas como algunos programas de ordenador que facilitan enormemente la gestión de la alimentación y el cálculo de las dietas.

2.- LOS ALIMENTOS

Alimento es toda sustancia que contribuye a asegurar en todas sus manifestaciones (producción y reproducción) la vida del animal que la consume.

Los alimentos desde el punto de vista ganadero son todas aquellas sustancias que el hombre pone a disposición de los animales directa o indirectamente para que consumiéndolas puedan mantener con normalidad sus funciones vitales, alcancen su desarrollo corporal propio de la especie y den las producciones útiles que se pretenden obtener.

2.1. Composición química de los alimentos

Los alimentos en general, salvo los alimentos minerales y el agua, son compuestos orgánicos cuya base es la combinación de cuatro elementos principales: carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, con otros elementos que se encuentran en menor proporción P, S, Cl, Ca, Na, Mg, K. Además existen otros elementos que figuran en cantidades mínimas pero no menos indispensables para el metabolismo nutricional: Fe, Mn, Co, etc. Todos estos elementos aparecen agrupados en combinaciones químicas que dan la naturaleza fundamental a los alimentos. Podemos distinguir dos grandes tipos de compuestos que forman los alimentos: aquellos compuestos minerales y aquellos compuestos orgánicos que son la mayoría.

Compuestos Minerales

Agua.

El agua es el elemento fundamental para el desarrollo de la vida. Forma aproximadamente el 60% de la materia viva animal y el 75% de la materia viva vegetal. Por tanto es el componente estructural básico de la materia viva, ya que la mayor proporción de contenido celular es agua.

No aporta ningún elemento nutritivo como tal en cuanto a energía o proteína pero va a estar presente en todos los alimentos. Siempre se va a tener muy en cuenta el contenido en agua de un alimento, para su conservación y para la determinación de su valor nutritivo. Además es un criterio que se va a utilizar para la clasificación de los alimentos.

El agua es imprescindible para todos los procesos y reacciones químicas que se realizan dentro de la célula así como componente estructural de las mismas, para la eliminación de sustancias de desecho y para la regulación de la temperatura.

Minerales

Fundamentalmente se presentan en forma de sales tanto orgánicas como inorgánicas y representan una fracción que va desde el 1,5 al 5% de la composición química de los alimentos que se utilizan normalmente. Todo lo que sea un porcentaje mayor de esta cifra significará una pérdida del valor nutritivo. Los animales los utilizan básicamente como componentes principales de los tejidos de sostén (huesos) y como electrolitos del metabolismo celular.

Compuestos orgánicos.

Los animales como organismos heterótrofos que son necesitan ingerir materia orgánica de la que obtendrán energía y proteína. Existen una serie de compuestos orgánicos que en mayor o menor proporción están presentes en los alimentos. Entre ellos podemos destacar los siguientes:

- Hidratos de Carbono o Glúcidos
- Lípidos
- Proteínas
- Vitaminas

1. Hidratos de Carbono.

Su verdadero nombre es el de glúcidos, pero se utiliza la nomenclatura anterior por tradición. Son combinaciones de tres elementos: C, H y O. Cuando forman estructuras complejas la hidrólisis de los mismos da lugar a azúcares simples.

Constituyen la mayor parte de la materia orgánica de la tierra y son el componente estructural de los vegetales, actúan como almacenes de energía, combustibles e intermediarios metabólicos.

Básicamente se van a distinguir los hidratos de carbono solubles que son los monosacáridos o azúcares simples y los polisacáridos como el almidón, que es el almacén de glucosa de los vegetales. Otros hidratos de carbono denominados insolubles engloban a la celulosa y la hemicelulosa que son componentes estructurales de los tejidos vegetales.

2. Lípidos o Grasas

Son sustancias insolubles en agua y solubles en disolventes no polares (éter o alcoholes). Están formados también por C, H y O, como los glúcidos, pero en distinta combinación. Son sustancias de reserva energética, pero de una capacidad de acúmulo de energía tres veces superior a los glúcidos. Además tienen una función estructural al depositarse entre los diferentes tejidos y órganos.

3. Proteínas y materias nitrogenadas.

Las proteínas son los componentes plásticos de los tejidos animales. Forman los músculos y las faneras (piel, pelo, lana, pezuñas, cuernos, etc.) de los mismos y son un componente importante de algunos alimentos. Están formadas por largas cadenas de elementos más simples, los aminoácidos. Estos se agrupan en número y combinaciones muy diversas para formar todas las proteínas existentes en la naturaleza y hay una decena de ellos denominados esenciales que son imprescindibles para la síntesis de proteína. El mayor porcentaje de la fracción nitrogenada de los alimentos lo forman las proteínas (60-90% del N total procede de las proteínas).

4. Vitaminas.

Son un grupo de sustancias orgánicas de estructura muy compleja y naturaleza muy diversa, cuya característica común es la de ser requeridas en cantidades muy pequeñas y resultar imprescindibles para el correcto funcionamiento del metabolismo nutricional. Las vamos a clasificar en dos grandes grupos:

- Vitaminas hidrosolubles: ácido ascórbico o vitamina C y el complejo vitamínico B, que contiene hasta nueve tipos distintos.

- Vitaminas liposolubles: A, D, E y K

2.2. Clasificación de los alimentos

Aunque cada animal utiliza de forma distinta los diferentes tipos de alimentos, para todos y en general, se puede hacer una clasificación básica de los alimentos fundamentada en el contenido de nutrientes por unidad de peso, a modo de densidad nutritiva, muy relacionada con la composición química (contenido en FB y agua, sobre todo) y según qué fracción de nutrientes predomine sobre otros.

1. Dependiendo de la cantidad de nutrientes por kg de producto fresco, muy relacionado con la cantidad de agua y su contenido en fibra, los alimentos se pueden clasificar en los siguientes tipos:

A. Alimentos de volumen o groseros

Se denominan alimentos de volumen ya que ocupan mucho volumen y tienen relativamente poco valor nutritivo. Se les conoce también como alimentos bastos o groseros. Podemos distinguir en este grupo los alimentos fibrosos y los alimentos succulentos.

A.1. Alimentos fibrosos con alto contenido en fibra que sólo puede ser aprovechada por los rumiantes.

Podemos destacar aquí los forrajes de los cuales entran a formar parte todas las partes fibrosas de las plantas que son aprovechables por los rumiantes y otros herbívoros. Dependiendo de su tipo de conservación tenemos:

* Forrajes verdes: todas las partes verdes y fibrosas de las plantas que son muy apetecibles por los animales. Tienen un alto contenido en humedad y en sus estados más tiernos pueden llegar a tener muy bajos contenidos de FB, que los incluiría dentro de los alimentos groseros succulentos.

* Ensilados: son forrajes verdes conservados mediante un proceso de acidificación láctica. Este proceso permite el almacenamiento de grandes cantidades de alimento sobrante en épocas de producción para ser utilizadas a posteriori en épocas de escasez. Existe una pérdida de valor nutritivo en el paso de forraje verde a forraje ensilado. También tienen un alto contenido en humedad aunque menos que el forraje verde.

* Henos: Se trata de otro sistema de conservación de alimentos, consistente en la siega de forrajes verdes, desecación al sol y posterior almacenamiento en forma de pacas. Es un sistema fácil de conservación aunque las pérdidas de valor nutritivo son mayores respecto de los procesos anteriores.

* Subproductos fibrosos: son alimentos que se obtienen de los residuos derivados de otras actividades principales. Entre ellos caben destacar todas las pajas (tanto de cereales como de leguminosas), los orujos de aceituna y de uva, los ramones de olivo y encina u otros frutales, la gallinaza, etc.

A.2. Alimentos groseros succulentos con alto contenido en humedad (más del 80%) pero bajo contenido en fibra.

Básicamente se engloban dentro de este grupo raíces y tubérculos (nabo, remolacha, zanahoria, etc.) y gramíneas y leguminosas en estados vegetativos muy tempranos y siempre que se consuman en fresco. Se trata de alimentos de muy alto valor nutritivo si descontamos el agua que contienen; tienen una cantidad de energía similar a los alimentos concentrados si la referimos a materia seca. Su contenido en MS es bajo (<10%) y su contenido en FB también es menos del 15%. Se incluyen dentro del grupo de los alimentos de volumen pues los animales necesitan ingerir gran cantidad de dichos alimentos para saciar su apetito.

B. Alimentos concentrados

Se denominan así porque tienen gran cantidad de elementos nutritivos en relación a su peso. Aquí se incluyen todos los granos de cereales y sus harinas (maíz, cebada, trigo, avena, sorgo, centeno, etc.), los granos de leguminosas, las tortas o harinas de oleaginosas y los propios granos de oleaginosas (soja, girasol, etc.) y todos los piensos compuestos. Son prácticamente los mismos alimentos que por lo general consumen los humanos pero transformados para su uso en ganadería.

Estos alimentos se utilizan de forma común en el racionamiento de animales monogástricos (cerdos, gallinas, etc.) y para complementar las dietas forrajeras de rumiantes altamente productores (ovejas, cabras y vacas, normalmente de leche). Tienen un bajo contenido en humedad y se conservan bastante bien. En comparación con los alimentos groseros tienen muy bajo contenido en fibra.

2. Atendiendo a su contenido general de nutrientes, y a qué tipo de nutriente predomina en los mismos (lo que está muy ligado a la composición nutritiva) se pueden clasificar en:

A. Alimentos energéticos: la cantidad de energía que aportan estos alimentos es comparativamente mayor que la cantidad de proteína.

B. Alimentos proteicos: la fracción de proteína predomina sobre la fracción energética

C. Alimentos equilibrados: generalmente son piensos compuestos destinados a la producción. Por regla general son mezclas de concentrados que han sido diseñadas para que el animal no necesite de otros alimentos ya que satisfacen todos los requerimientos de éstos. En rumiantes esta definición no sería del todo correcta, ya que además necesitan una base forrajera.

D. Alimentos minerales y correctores. No contienen energía o proteína pero aportan los minerales necesarios para equilibrar los minerales en las distintas dietas del ganado. Se pueden incluir aquí otros productos que contienen vitaminas o aminoácidos esenciales que permiten corregir las deficiencias que de éstos nutrientes puedan existir en las raciones. Por lo general se suelen comercializar conjuntamente este tipo de productos en forma de los conocidos correctores minerovitamínicos (CMV), de elevado precio, que se incluyen en las raciones en proporciones muy bajas.

A la hora de clasificar cualquier alimento sería necesario utilizar esta doble clasificación. Así hablaríamos de concentrados energéticos con un alto contenido de almidón e hidratos de carbono solubles (vgr., los granos de cereales); concentrados proteicos, con alto contenido en proteína asimilable por los animales como los granos de leguminosas (habas, veza), los granos de oleaginosas (soja, colza) y sus derivados (harina de soja, torta de algodón); henos proteicos (heno de alfalfa, heno de bersim); subproductos energéticos como la pulpa de remolacha; etc.

2.3. Valor nutritivo de un alimento. Unidades de valoración

Tras estudiar la composición química de los alimentos (azúcares, almidón, proteínas, minerales, fibra, etc.) estamos en disposición de hablar de valor nutritivo. El valor nutritivo de un alimento viene dado por la cantidad de componentes nutritivos que contiene dicho alimento y de la disponibilidad de éstos para ser digeridos y asimilados por el animal. En otras palabras, cuanto más y mejores principios nutritivos tenga un alimento mejor calidad tendrá y mayores producciones se obtendrán. El valor nutritivo está asociado a la especie que lo consume y al estado fisiológico y edad.

Por ejemplo un grano de cereal como es la cebada tiene mayor valor nutritivo para un cerdo que para una gallina, y a su vez tendrá mayor valor nutritivo para una gallina que para una vaca. Como vemos es un mismo alimento que tendrá distinto valor nutritivo según la especie que lo utilice, porque va a depender de cómo va a aprovechar el alimento el animal en cuestión. Además habrá variaciones en el aprovechamiento de un alimento dentro de una misma especie, según la edad, el sexo y el estado fisiológico. Así un ternero destetado aprovecha mejor un kg de cebada que una vaca; una cerda en gestación, por ejemplo, aprovecha más ese kg de cebada que esa misma cerda vacía.

Para comparar la riqueza nutritiva es interesante separar la fracción de agua que contiene el alimento, puesto que aunque el agua es el nutriente más importante, es fácil de suministrar en forma líquida y no aporta ningún otro elemento de los que nos interesan. A partir de aquí será más fácil comparar las cantidades y calidades de los demás nutrientes que contienen los distintos tipos de alimentos.

Para todos los alimentos, en general, debemos de tener en cuenta el precio de interés, es decir, el precio que debería de tener en función de la calidad nutritiva y de su análisis químico y en relación con las características de la dieta (complementación) y otros alimentos disponibles en el mercado.

Unidades de Valoración

Cuanto mayor sea la fracción de carbohidratos o grasa que tenga un alimento diremos que ese alimento es más energético, pero ¿cómo se medirá la energía de un alimento?.

En el Sistema Internacional de unidades de medida, la unidad para medir la energía es el Julio, pero resulta demasiado pequeña y se suele usar un múltiplo como el megajulio. Tradicionalmente en nutrición se ha utilizado como unidad de energía la caloría o un múltiplo de la misma como es la kilocaloría. Cada país tiene un sistema distinto de valoración nutritiva y cada uno adopta la unidad de forma arbitraria. Además dependiendo de la especie, se va a utilizar una u otra unidad.

Ejemplo

País	Sistema	Unidad	Rumiantes
Reino Unido	ARC	MgJ	MgJ
USA	NRC	Kcal	Kcal
Francia	INRA	Kcal	UFL-UFC
España	-	Kcal	UF

Nosotros vamos a describir brevemente el sistema INRA de Francia en el que se utiliza para la valoración energética de alimentos para monogástricos la Kcal y para rumiantes la Unidad Forrajera Leche (UFL) o Carne (UFC).

1 UFL = 1730 Kcal

En el sistema francés para rumiantes se toma el kg de cebada como la unidad de referencia y el resto de los alimentos se valoran en comparación con ésta. Una UFL es la cantidad de energía que aporta un kg de cebada para producir leche.

Valoración Proteica.

La proteína se mide por gramos de proteína por kg de alimento. Se distinguen dos tipos de proteína, la proteína bruta (PB) que es la que se obtiene por análisis químico y la proteína digestible, que es aquella fracción de proteína del alimento que el animal utiliza. En valoración de monogástricos se utiliza el % de PB por kg de alimento, mientras en rumiantes se utilizará distintos tipos de proteína digestible.

De estas proteínas nos va a interesar el grado de aprovechamiento que de ellas hagan los animales y la cantidad de aminoácidos y el tipo que de éstos contenga. En rumiantes, el contenido en aminoácidos de las proteínas no nos interesa mucho, pues estas proteínas se transforman en otras de mayor calidad en los procesos que se realizan en la panza. Sin embargo, en monogástricos, existen una serie de aminoácidos que denominamos esenciales, que deben necesariamente estar presentes en la proteína que el animal consuma.

2.4. Tablas de valoración de alimentos

Pero vamos a estudiar más detalladamente y uno por uno, los grupos de alimentos y los alimentos más importantes dentro de cada grupo. Para ello vamos a aprender a usar las tablas de valor nutritivo de los alimentos y a interpretarlas de forma correcta. Las tablas de alimentos, como se conocen comúnmente, son unos cuadros donde podemos encontrar los nombres de los alimentos y una serie de valores numéricos que nos indican su valor nutritivo (energía, proteína, fibra, minerales, etc) que vendrán expresados en distintas unidades. Existen varios tipos de tablas dependiendo del país donde han sido elaboradas y entre las más utilizadas destacan tres, de tres países diferentes. Las tablas americanas o tablas NRC que utilizan como unidades de energía las Megacalorías (Mgcal) y de proteína los gramos por kilo de Proteína Digestible (PD). Las tablas inglesas o del ARC, utilizan como unidades de energía y proteína el Megajulio (Mgjul) y los gramos por kg de Proteína Digestible (PD) por kg de alimento o Materias Nitrogenadas Digestibles (MND).

Nosotros, en los ejemplos de cálculo de raciones, vamos a utilizar las tablas elaboradas en Francia por el INRA. Los alimentos vienen valorados en kcal en el caso de la energía para monogástricos, aunque para rumiantes se utiliza la Unidad Forrajera Leche. La proteína se medirá en proteína bruta y en gramos por kg de alimento de Proteína Digestible en el Intestino (PDI) en función de la Energía del alimento (PDIE) y en función del Nitrógeno del alimento (PDIN) en el caso de los rumiantes.

Conocer el valor nutritivo de un alimento es uno de los aspectos más complicados del racionamiento animal, si no es el más difícil de solucionar. Para conocer el valor nutritivo real de los alimentos que estamos utilizando en nuestra explotación la mejor forma de averiguarlo es mediante un análisis químico de nuestros productos. El análisis químico es conveniente hacerlo cuando tenemos una partida grande de alimento que vamos a utilizar durante todo el año o bien cuando compramos un producto regularmente y del cual no sabemos con certeza su composición.

Entonces se toma una muestra de alimento (de 0,5 a 1 kg) que se sacará tomando un puñado de varias zonas del almacén o silo donde esté almacenado. Es conveniente recoger muestra de las distintas partes ya que de esta forma la fiabilidad del análisis será mayor. Así, por ejemplo, si queremos analizar una partida de heno que tenemos almacenada y vamos a empezar a utilizar y cogemos una muestra de una paca que está en el suelo de la parte exterior del henil donde habrá más humedad y probablemente le haya llovido, el análisis dará como

resultado que el heno es de muy mala calidad. Si por el contrario, elegimos varias muestras de varias pacas del heno, podremos obtener una media de las características nutritiva de dicho heno.

Insistimos en que analizar los alimentos de la explotación pueden evitar sorpresas desagradables ocasionadas por alimentos que no tienen el valor nutritivo que se espera. La diferencia entre un silo malo y un silo bueno a la hora de calcular una ración puede reflejarse en una fuerte caída de la producción de leche. Igual puede suceder con una soja con menos proteína que la que se cree o con un pienso de producción que no esté equilibrado en energía y en proteína.

Cuando utilizamos alimentos en la ración de los que disponemos de muy poca cantidad o bien debemos de gustarlos muy rápidamente y no merece la pena hacer un análisis, el uso de las tablas es aconsejable. También hay alimentos que para conocer su valor nutritivo podemos considerar el valor de las tablas, sobre todo los concentrados (granos de cereal, tortas de soja, etc) que se utilizan muy frecuentemente en la alimentación de todo tipo de animales y cuya composición variará muy poco. No obstante un análisis nos puede sacar siempre de dudas.

Las tablas de valor nutritivo de los alimentos son una buena herramienta para cuando no se tiene ningún otro tipo de información de la composición de nuestros alimentos. Los datos que aparecen en dichas tablas son las medias de los análisis de muchos alimentos y como tales medias habrá que considerarlas. La otra cuestión que conviene recordar es que dichas tablas están elaboradas en otros países y por tanto las condiciones de los alimentos forrajeros, principalmente, pueden variar bastante. No obstante, más vale tener un dato que no tener ningún tipo de referencia.

También es necesario ser bastante prudente a la hora de escoger qué alimentos de las tablas se corresponden a los que tenemos en la explotación. La variación del valor nutritivo de un forraje que sea de primer corte o del tercer o cuarto corte es bastante. También influye el estado de crecimiento de la planta, si está en floración o no, etc. Muchas de las tablas recogen este tipo de variaciones y es por ello que debemos conocer las características de nuestros alimentos para poder compararlos con los de las tablas.

El manejo de las tablas es bien sencillo, aunque al principio los datos parecen ser demasiados. Para buscar un alimento determinado se puede buscar según categoría (forrajes verdes, praderas, henos, silos, concentrados, etc) y también por orden alfabético. Una vez hemos localizado el nombre del alimento en la columna de la izquierda, los valores de dicho alimento nos vendrán dados siguiendo la línea hacia la derecha a la misma altura del nombre del alimento. El primer valor que encontramos suele ser el de Materia Seca, seguido del valor energético y el valor proteico; por último solemos encontrar los valores de calcio y fósforo. En las tablas vienen indicadas las unidades que se utilizan (tanto por ciento, gramos por kilo...) y si están referidos dichos valores a kilogramos de materia seca o de producto natural. Dependiendo del tipo de tablas, vendrán otros valores de valor lastre del alimento, densidad energética, nutrientes totales, componentes orgánicos, etc. En cualquier caso, lo único que debemos tener en cuenta es qué unidades hemos utilizado para valorar las necesidades del animal y elegir entre los valores de la tabla solamente aquellos que se corresponden con estas unidades. El resto de los valores, aun siendo interesantes, no serán útiles para nuestros propósitos.

Por último recordar que los alimentos van a tener diferente valor nutritivo dependiendo de la especie animal que los consuma. Por tanto existirán diferentes tablas de valor nutritivo de los alimentos para monogástricos y para rumiantes, e incluso valores nutritivos para las distintas especies (cerdos, conejos, aves) y estados fisiológicos dentro de una especie (pollitos, ponedoras, pollos de carne).

3. EL ANIMAL

3.1 Fisiología de la digestión

Solamente vamos a recordar de forma sucinta los tipos de aparato digestivo y el funcionamiento del

mismo que van a tener los animales de nuestras explotaciones. Con ello podremos entender qué tipo de alimento será necesario aportar a cada uno y el por qué de los mismos. Vamos a describir brevemente cada uno de los distintos tipos.

Animales monogástricos, como el cerdo, tienen un aparato digestivo similar al de los humanos, con un solo estómago. Interesa que consuman alimentos de muy alto valor nutritivo pues son los que más van a aprovechar. Normalmente la dieta de éstos son piensos concentrados a base de cereales y harina de soja. Las aves tienen un aparato digestivo distinto, con un buche en el que almacenan y maceran el alimento y una molleja que lo tritura y fragmenta. También son piensos compuestos de cereales y harinas de soja la base de la alimentación las mismas.

Las diferencias mayores aparecen en los rumiantes. Estos son capaces de utilizar una serie de alimentos bastos o fibrosos que no pueden digerir otros animales. Para ello dispone de un aparato digestivo especializado en el que cabe destacar el rumen o panza. Los alimentos fibrosos contienen gran proporción de una sustancia formada de hidratos de carbono no solubles denominada celulosa. Esta celulosa es atacada y digerida en el rumen debido a la acción de los microorganismos que existen dentro de la panza. Como resultado de esta digestión microbiana se producen unidades nutritivas más sencillas que pueden ser asimiladas y utilizadas por el animal.

La alimentación de los rumiantes conviene que sea a base de pastos y forrajes complementados con alimentos concentrados de mayor calidad, si no se hace de esta forma, van a aparecer trastornos digestivos y problemas de bajas producciones. Algo parecido sucede con otros herbívoros como el conejo o el caballo, que sin ser rumiantes necesitan una dieta a base de alimentos fibrosos. El aprovechamiento se realiza en otra parte del tracto digestivo, concretamente en el ciego, donde ocurren procesos de degradación de la fibra similares a lo que sucede en el rumen.

3.2. Necesidades nutricionales de los animales

Las necesidades nutritivas requeridas por los animales van a ser cubiertas por los alimentos. Por tanto debería de utilizarse una nomenclatura común para designar lo que requieren los unos y lo que aportan los otros, además de las mismas unidades de valoración nutritiva. Básicamente conocemos que los animales domésticos van a tener unos requisitos en cuanto a **energía** para mantener todas sus actividades vitales y productivas, que van a obtener mediante una combustión controlada de aquellas materias orgánicas procedentes del alimento (glúcidos, lípidos y prótidos). También necesitan de **proteínas y aminoácidos** para la formación y renovación de la mayoría de los componentes plásticos del organismo así como de aquellas sustancias con estructura proteica que intervienen en el metabolismo (sobre todo las enzimas). Hablaremos de necesidades de **vitaminas**, requeridas en cantidades mínimas, pero indispensables. Los **minerales**, formadores de tejido de sostén y presentes en solución en todos los fluidos corporales y en muchas reacciones bioquímicas, son nutrientes tan necesarios como los anteriores.

No habrá de olvidarse el **agua** como un elemento indispensable de la dieta. Se tratará de unas necesidades mínimas de **fibra**, elemento básico de la dieta de los rumiantes, y que actúa como estimulador de los procesos digestivos en el tracto digestivo de los monogástricos.

Por último se hablará de unas **necesidades de ingestión** mínimas y máximas, ya que al animal hay que aportar una dieta que satisfaga su apetito y que no sobrepase su capacidad de ingestión.

Cabe destacar que de todas estas necesidades las más imprescindibles son los aportes diarios de agua, ya que un animal sin agua puede llegar a fallecer a las pocas horas o días, y a continuación la energía. Una privación de componentes energéticos afecta más rápidamente a la salud y la supervivencia de un animal que la privación de otros compuestos como proteína o minerales.

Para afrontar el racionamiento de las especies domésticas será necesario conocer lo mejor posible las necesidades que en dichos nutrientes tiene cada una de las especies referidas. De forma general las recomendaciones de dichas necesidades van a venir recogidas en unas **tablas de necesidades nutritivas** o bien serán calculadas mediante fórmulas predictivas. Tanto las unas como las otras se fundamentan en numerosos trabajos de investigación suficientemente contrastados en campo, que continuamente se someten a revisión para obtener mejores aproximaciones reales.

En racionamiento vamos a utilizar el término **recomendación** de necesidades, pues son muchas las imperfecciones que deben ser corregidas mediante más amplios estudios. Todos los sistemas de alimentación van a proponer recomendaciones en los que el margen de cumplimiento de las mismas dependerá de los criterios de cada uno de los técnicos o ganaderos que las utilicen.

Niveles de necesidades.

Se establecen dos niveles de necesidades: **mantenimiento y producción.**

Se definen como necesidades de mantenimiento a los requerimientos (de las cantidades mínimas) de nutrientes que necesita un animal a diario para mantener su actividad corporal sin producir y sin que se observe pérdida o ganancia de peso corporal. Se definen también como gastos de mantenimiento y están ligados al mantenimiento de las funciones corporales.

Se definen como necesidades de producción a los requerimientos nutritivos diarios necesarios para sintetizar los productos (músculo, grasa, leche, huevos, lana, etc.) que, o bien se exportan, o bien se almacenan. Se conocen también como gastos de producción.

En el caso de los rumiantes se va realizar una diferenciación, que no deja de ser teórica, dentro de cada tipo de necesidad. Así, para una vaca de leche hablaremos de necesidades de mantenimiento o conservación y de producción para energía, proteína, minerales, etc. Esta separación de niveles entre mantenimiento y producción se considera teórica ya que en ningún momento del proceso productivo deben existir animales en estado de conservación, es decir, el mantenimiento de dicho animal en estado de equilibrio, sin pérdida ni ganancia de peso y sin producir nada.

Para los monogástricos, sobre todo en cerdos y aves, esa diferenciación no va a darse y se utilizarán recomendaciones de necesidades nutritivas totales según el estado productivo de cada individuo.

Las **necesidades energéticas de mantenimiento** van a venir dadas en función del peso metabólico o peso vivo elevado a 0.75 y de la temperatura ambiental, mientras que las de producción dependerán de la aptitud del animal y la composición del producto obtenido (grasa, magro, leche, etc.) y serán, en principio, independientes del medio.

Las **necesidades de proteína y aminoácidos para la conservación** son mínimas, mientras que las de producción son bastante mayores que las anteriores.

Todas las **necesidades vendrán expresadas como cantidades a aportar diariamente** o bien como **concentración de nutrientes en el alimento**, normalmente un pienso compuesto, del que habrá de indicarse la cantidad de dicho alimento que debe ingerir al día el animal. Tanto si vienen expresadas de una u otra forma, se hará referencia a la **capacidad de ingestión** que tiene el animal del que calculamos sus necesidades.

Equilibrio entre aportes.

Cada una de las necesidades descritas anteriormente debe ser cubierta perfectamente para conseguir rendimientos óptimos. Cuando existe un desequilibrio entre aportes se produce una pérdida de los rendimientos esperados y se puede comprometer seriamente la salud del animal. En este último caso se incluye cuando el

desequilibrio se produce por exceso en la dieta de uno de los componentes.

Así, para calcular las dietas de rumiantes se prestará especial atención al equilibrio Energía-Proteína además del aporte básico de Fibra, necesarios todos ellos para el buen funcionamiento del rumen.

En cerdos y aves, aparte de la energía y la proteína, se hará especial hincapié en los aportes de aminoácidos esenciales y vitaminas, llegándose a formular piensos en base a necesidades de aminoácidos digestibles. En cualquiera de los casos anteriores los aportes de minerales serán vigilados muy cuidadosamente, así como la disponibilidad continua de agua de calidad para beber.

Resumen de los distintos tipos de necesidades y niveles de las mismas.

NECESIDADES

ENERGIA
PROTEINA Y AA
MINERALES
VITAMINAS

FIBRA

AGUA
INGESTION: Mínimas
Máximas

NIVELES DE NECESIDADES

- MANTENIMIENTO
- PRODUCCION
Tipos:
* Crecimiento
* Engorde
* Reproducción/ Gestación
* Lactación
* Huevos
* Lana
*Trabajo

Recomendaciones de necesidades

-TABLAS (para cada especie y nivel productivo)
-ECUACIONES DE PREDICCIÓN
Expresadas en:
- Cantidades aportadas diariamente
- Concentración de un componente en un alimento (consumo máximo de dicho alimento al día)

4.- RACIONAMIENTO PRÁCTICO

La alimentación no puede ser nunca una receta, es parte de la responsabilidad del ganadero; es un proceso dinámico que requiere conocimientos, observación y hacer las cosas bien. El ganadero es el que debe saber mejor que nadie cómo va su explotación, qué tipo de alimentos tiene, cómo hizo su heno, su ensilado o su pienso y cuál es el estado de sus vacas o sus cerdos.

En un principio, alimentar un animal parece una tarea sin la menor complicación. De hecho, vacas, cerdos, gallinas y restantes animales se han venido alimentando perfectamente desde hace mucho tiempo, sin la intervención del hombre. Cuando el hombre ha intervenido en la domesticación y selección de los animales, mejorando las razas y exigiéndoles producciones y rendimientos que jamás se darían de forma natural, la alimentación de éstos se va complicando.

Cuando la alimentación de los animales se realiza mediante una serie de cálculos que ajustan al máximo todos los aspectos que intervienen se utiliza el término de racionamiento animal. Se puede construir una casa sin cálculos previos, haciendo unos cimientos, pilares, vigas de tales dimensiones que puedan aguantar la estructura sin riesgo de hundimiento. El arquitecto, mediante los cálculos necesarios, consigue hacer una estructura que soporte la construcción utilizando los materiales estrictamente necesarios y ahorrando gran cantidad de dinero y trabajo.

De la misma manera, para alimentar los animales de la forma más correcta y económica, se habrán de realizar los cálculos oportunos que nos permitan tener un adecuado racionamiento.

Los aspectos que intervienen directamente en el racionamiento animal son el animal y los alimentos. Hemos visto algo de los mismos con anterioridad pero es evidente que cuanto más conozcamos de ambos aspectos mejor podremos hacer el racionamiento.

Recordemos que del animal nos interesará conocer qué cantidad de alimento necesita para vivir y producir (leche, carne, huevos, etc) y la forma en que va a utilizar estos alimentos (digestión de alimentos y metabolismo). De los alimentos nos interesará conocer su composición, su valor nutritivo y la forma en que son aprovechados por el animal al que se suministran y por supuesto el precio de los mismos.

El racionamiento se basa en resolver un algoritmo matemático que se nos suele presentar en forma de sistema de ecuaciones y cuyo objetivo es tratar de cubrir las necesidades o requerimientos nutritivos del animal con una mezcla de los alimentos que disponemos.

Figura 4. Algoritmo del racionamiento animal. Para resolver este algoritmo se ha de conocer tanto la composición nutritiva de los alimentos, como las necesidades del animal.

$$[\text{NECESIDADES DEL ANIMAL}] = [\text{VALOR NUTRITIVO DE LA DIETA}]$$

Racionamiento

Este algoritmo se resuelve de una forma relativamente sencilla con las herramientas disponibles en la actualidad, como los ordenadores y los programas de cálculo de raciones. Sin embargo son necesarios establecer una serie de principios que un buen racionamiento debe siempre de cumplir, ya referidos con anterioridad, pero sobre los que merece el esfuerzo insistir:

- La dieta debe ser equilibrada en todos sus elementos nutritivos. Energía, proteína, minerales, vitaminas deben encontrarse en las cantidades requeridas, de tal forma que no exista una falta o un exceso de los mismos.
- Este equilibrio entre nutrientes de la ración debe satisfacer las necesidades de mantenimiento y producción de los animales en cada momento productivo.

- La materia seca (MS) total de la ración diaria que se diseñe tiene que poder ser ingerida por el animal. Este punto es fundamental para las raciones de rumiantes como las cabras y vacas de leche.

- La ración debe tener suficientes vitaminas y minerales. Estos nutrientes, debido a los bajos requerimientos, suelen caer en el olvido en la mayoría de las ocasiones.

- La ración debe contener un mínimo de fibra. En el caso de los monogástricos para que exista un buen tono intestinal. En el caso de los rumiantes la fibra es indispensable para el funcionamiento de su aparato digestivo. El rumen necesita de la fibra para poder funcionar.

- La ración debe ser posible y económica. También demasiado obvio para ser comentado, pero a veces se olvida que cierto tipo de alimentos no está disponible o puede haber incidencias que nos impidan la utilización de alimentos con los cuales contábamos. Además debe ser de fácil manejo en cuanto al almacenamiento de los alimentos que la componen y su posterior distribución.

Cálculo manual de raciones

Racionamiento de Rumiantes.

Las dietas para rumiantes deben tener como base los alimentos fibrosos que no pueden ser utilizados por otros animales ni por los humanos. Nos referimos a todos los alimentos clasificados anteriormente como groseros o de volumen: forrajes verdes, ensilados, heno, subproductos como pajas o cascarillas y los alimentos groseros succulentos (nabos y remolachas). Estos deben constituir la mayor proporción de la materia seca de las raciones de nuestras ovejas, vacas y cabras. Dependiendo del nivel de necesidades en algunas ocasiones habrá que complementar estos alimentos con otros de mayor valor nutritivo como son los concentrados: granos de cereales y leguminosas y harinas de oleaginosas como la soja, además de los alimentos minerales.

En resumen, las raciones completas para rumiantes deben estar formadas por lo que denominamos una base forrajera más un complemento de alimentos concentrados, el caso contrario, es decir, alimentación muy concentrada con poco forraje originaría con el tiempo alteraciones ruminales con merma de los rendimientos.

Dependiendo de la cantidad disponible de forrajes podemos establecer distintas estrategias en el diseño de la ración. En el caso que el animal disponga de forrajes de sobra, el diseño de las dietas viene determinado por la cantidad de forraje que va a ser capaz de ingerir y la cantidad de alimentos concentrados que habrán de suministrarse para completar las necesidades de la producción del animal.

Para ello vamos a plantear y resolver un sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas, definidas por la capacidad de ingestión del animal y por la energía requerida. La primera de las ecuaciones establece que la capacidad de ingestión del animal determina qué cantidad de materia seca de forraje y de concentrado va ser capaz de ingerir. La segunda determina la mezcla de forraje y concentrado será necesaria para cubrir las necesidades energéticas del animal.

En el caso de que no se disponga de forraje suficiente para una distribución *ad libitum*, deberemos establecer una ración forrajera base con los forrajes y subproductos disponibles. Este va a ser el caso más frecuente de las explotaciones intensivas de rumiantes de leche en Andalucía, sobre todo de vacuno. La base forrajera estará compuesta de los forrajes, tanto frescos como conservados, de aquellos subproductos fibrosos (pajas, cascarillas, ramones) y de otros alimentos, que aún considerándolos concentrados, se incorporan a la base forrajera para facilitar el manejo. Nos referimos sobre todo a la pulpa deshidratada de remolacha y al algodón integral.

Centrándonos en dietas para vacuno de leche, como ejemplo, y en el caso de no disponer de forraje en

abundancia, la ración forrajera base se va a equilibrar con un alimento concentrado energético o proteico, en función de qué nutriente sea el deficitario. Esta ración forrajera base equilibrada deberá cubrir las necesidades de mantenimiento de la vaca lechera y, como mínimo, la mitad de las necesidades de producción de leche.

Para cubrir el resto de las necesidades se suele diseñar un pienso equilibrado de producción y se complementa a razón de 1 kg de pienso por cada 2-2.5 kg de leche, hasta llegar a la producción fijada inicialmente. Se deben aportar a las dietas correctores minerales, sobre todo que contengan calcio y fósforo.

Racionamiento de monogástricos.

Los animales monogástricos se alimentan con piensos elaborados de alimentos concentrados de alta calidad nutritiva. Así, para cerdos, se utilizan materias primas como cebada, maíz, trigo, mandioca, salvados, harinas de soja, de girasol, de algodón, de carnes (en la actualidad prohibidas) y pescados y muy diversos tipos de grasas o sebos. Todo ello se moltura adecuadamente y se le añaden correctores minerales y vitamínicos, aminoácidos sintéticos y otros tipos de sustancias denominadas aditivos alimentarios. El resultado es una mezcla compleja que suele presentarse en forma de harina o gránulo y que va a satisfacer los requerimientos nutricionales de nuestros animales.

En el caso de las aves, las raciones suelen requerir una mayor concentración energética, lo que obliga a incluir una mayor proporción de materias nobles como son el maíz y la harina de soja o de pescado. Comentar que hasta hace un pocos años las matrices de cálculo de los piensos de estas especies, incluían tan solo media docena de alimentos más los correctores. En la actualidad la tecnología utilizada en la elaboración y procesamiento de las distintas materias primas y de los piensos permite utilizar más de una veintena de componentes en la fabricación de estos piensos.

El cálculo manual de estos piensos es infrecuente pero de hacerlo se suele resolver un sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas definidas por la energía y la proteína que es requerida por kg de pienso a elaborar. Un sistema muy sencillo y tradicionalmente usado es el método del cuadrado de mezclas o de Pearson. Posteriormente han de hacerse las oportunas correcciones en minerales, aminoácidos y vitaminas.

Manejo del agua y de los correctores.

Por último indicar la importancia del agua dentro del racionamiento. Es imprescindible que al animal tenga fácil acceso y en todo momento a agua de buena calidad. Para ello es necesario que tengamos sistemas de reserva, depósitos o tanques, para el caso de algún imprevisto. La higiene del agua vendrá dada por la potabilización previa a su uso y la limpieza periódica de los bebederos.

Los correctores minerales y vitamínicos suelen ser diseñados en casas comerciales y vendidos a precios altos. Se formulan de manera que sólo hay que añadirlos directamente a la mezcla de los concentrados en una dosis preestablecida en el caso de la fabricación de piensos compuestos. Para los rumiantes pueden presentarse en forma de bloques para lamer o mezclas que se depositan en comederos para que el animal se autorregule en su ingestión.

Bibliografía

- CARAVACA, F.; ORTIZ, V. y GARCÍA R. (1993). *La alimentación de la vaca de leche. Curso práctico de racionamiento para ganaderos*. Junta de Andalucía. Sevilla.
- CARAVACA RODRÍGUEZ Y GONZALEZ REDONDO. (2006). *Sistemas de Producción Animal*. E.U.I.T.A. Sevilla.

CARAVACA, F.; CASTEL, JM. y otros. (2003). *Bases de la producción animal*. Universidad de Sevilla. Sevilla

DE BLAS, C. et al. (1987). *Nutrición y alimentación del ganado*. Mundi-Prensa. Madrid. 451 págs.

I.N.R.A. (1985). *Alimentación de los animales monogástricos. Cerdos, conejos y aves*. Mundi-Prensa. Madrid.

I.N.R.A. (1990). *Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos*. Mundi-Prensa. Madrid.

McDONALD, P. et al. (1993). *Nutrición Animal*. Ed. Acribia. Zaragoza.