

ZOOTECNIA

BASES DE PRODUCCION ANIMAL

TOMO III

ALIMENTOS Y
RACIONAMIENTO

CARLOS BUXTADE
— COORDINADOR Y DIRECTOR —

ZOOTECNIA
BASES DE PRODUCCION ANIMAL

TOMO III

ALIMENTOS Y RACIONAMIENTO

This One



B1ET-A76-GG93

copyrighted material

COORDINADOR Y DIRECTOR
Carlos BUxadé CARBÓ
Dr. Ingeniero Agrónomo. ETSIA (Madrid)
Dr. Diplomlandwirt. Univ. Agronómica (Kiel)
Máster DCM. IEM. Madrid
Máster DF. IEM. Madrid
Catedrático Área Producción Animal. ETSIA. UPM

TOMO III

ALIMENTOS Y

RACIONAMIENTO

Con la participación de 29 autores



Ediciones Mundi-Prensa
Madrid • Barcelona • México
1995

Grupo Mundi-Prensa

- **Mundi-Prensa Libros, s. a.**
Castelló, 37 - 28001 Madrid
Tel. 431 33 99 - Fax: 575 39 98
- **Aedos, S. A., Librería y Editorial**
Consell de Cent, 391 - 08009 Barcelona
Tel. 488 34 92 - Fax: 487 76 59
- **Mundi-Prensa México, S. A. de C. V.**
Río Pánuco, 141 - Col. Cuauhtémoc
06500 México, D. F.
Tel. 533 56 58 - Fax: 514 67 99

© 1995, Carlos Buxadé Carbó
© 1995, Ediciones Mundi-Prensa
Depósito legal: M. 22.178-1995
ISBN: 84-7114-565-0

No se permite la reproducción total o parcial de este libro ni el almacenamiento en un sistema informático ni la transmisión de cualquier forma o cualquier medio, electrónico, mecánico, fotocopia, registro u otros medios sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

IMPRESO EN ESPAÑA - PRINTED IN SPAIN

Imprime: Neografis, S. L. - Santiago Estévez, 8 - 28019 Madrid

INDICE

<u>Prólogo</u>	13
<u>Capítulo I:</u> Alimentos, conceptos generales y clasificaciones	15
<u>Capítulo II:</u> Balance de alimentos de la ganadería española	27
<u>Capítulo III:</u> Alimentos energéticos	43
<u>Capítulo IV:</u> Alimentos proteicos	59
<u>Capítulo V:</u> Pastos y forrajes verdes	87
<u>Capítulo VI:</u> Forrajes conservados: henos	99
<u>Capítulo VII:</u> Forrajes conservados: ensilados	115
<u>Capítulo VIII:</u> Subproductos en alimentación animal	131
<u>Capítulo IX:</u> Aditivos, suplementos y correctores en alimentación animal	147
<u>Capítulo X:</u> Fabricación de piensos	161
<u>Capítulo XI:</u> Introducción a las recomendaciones en racionamiento animal	177
<u>Capítulo XII:</u> Recomendaciones en alimentación y racionamiento en vacuno de leche	189
<u>Capítulo XIII:</u> Recomendaciones para la alimentación y racionamiento del ganado vacuno extensivo	205
<u>Capítulo XIV:</u> Recomendaciones para la alimentación y racionamiento de terneros de cebo	219
<u>Capítulo XV:</u> Recomendaciones en alimentación y racionamiento en ovinos de leche y carne	231
<u>Capítulo XVI:</u> Recomendaciones en alimentación y racionamiento en caprino de leche y carne	247
<u>Capítulo XVII:</u> Recomendaciones en alimentación y racionamiento en ganado porcino	265

Capítulo XVIII: Recomendaciones en alimentación y racionamiento en aves de puesta	283
Capítulo XIX: Recomendaciones en alimentación y racionamiento en avicultura de carne	303
Capítulo XX: Recomendaciones en alimentación y racionamiento en conejos	317
Capítulo XXI: Recomendaciones en alimentación y racionamiento en équidos	333
Capítulo XXII: Recomendaciones en alimentación y racionamiento en otras especies	347
Conclusiones al Tomo III	365

Prólogo

En el ámbito definido por la *Zootecnia*, entendida como ciencia, las *producciones animales*, consideradas como un conjunto de conocimientos biológicos, técnicas de producción y sistemas de explotación, aplicados con la intención primera de obtener, a través de una adecuada gestión, que incluya el máximo respeto al medio ambiente y a los seres vivos implicados, la mayor cantidad de productos útiles al hombre, de la mejor calidad y con una relación coste/calidad adecuada a la realidad de los mercados, constituyen una parte muy importante, fundamental, de la mencionada ciencia.

Nosotros, a través de la presente colección dedicada a plasmar *las bases de la producción animal*, pretendemos poner al alcance de todas las personas interesadas en el estudio de la ganadería, pero muy especialmente al de los alumnos de las Escuelas de Ingeniería Técnica Agrícola, de las Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros Agrónomos y de las Facultades de Veterinaria, una información actualizada sobre aspectos realmente clave de lo que tantas veces hemos denominado «la ganadería del siglo XXI».

Este tercer tomo, que confiamos tenga la misma excelente acogida que los dos primeros, está dedicado a plasmar los «grandes conceptos» de los alimentos y del racionamiento complementando el Tomo II, dedicado a la reproducción y a la alimentación.

Como ya se indicó en el prólogo de los Tomos I y II, desde el momento en que afrontamos el reto de llevar a buen puerto la mencionada colección ha sido nuestra intención más sincera el contar, a lo largo de los 210 capítulos y 4.000 páginas previstos, con el mayor número posible de profesionales, muchos de ellos vinculados, especialmente en su aspecto docente y/o investigador, con el mundo pecuario, con total independencia de titulaciones y/o ubicaciones. A pesar de nuestros esfuerzos y por razones varias, cuya exposición se saldría de los límites que nos hemos marcado para el presente prólogo, no estarán, salvo que cambien mucho las circunstancias finalmente, «todos los que son», aunque «si son todos los que están».

No sería justo concluir el prólogo de este tercer tomo sin agradecer muy sincera-

mente a don Antonio Callejo, y muy especialmente a doña María Amparo García Moreno, el enorme esfuerzo y el tiempo dedicado a establecer la estructura final de los 22 capítulos que contiene el presente Tomo III.

También deseo tener un agradecido recuerdo para los autores de los distintos capítulos, todos ellos buenos amigos y excelentes profesionales, el tiempo y el esfuerzo que han invertido al hacerme el honor de redactar los capítulos que les he pedido; a Mundi-Prensa Libros, S. A., a doña Maribel Hernández, doña Isabel Hernández y a don José M.^a Hernández la confianza que, una vez más, sin límites ni cortapisas, han depositado en mi persona y la ayuda que me han brindado desde el mismo instante en que iniciamos todos juntos esta aventura.

Confío en poder estar escribiendo, dentro de unas pocas semanas, el prólogo del próximo tomo. ¡Hasta pronto!

Carlos Buxadé Carbó
Mayo 1995

CAPÍTULO I

ALIMENTOS, CONCEPTOS GENERALES Y CLASIFICACIONES

EMILIANO SANZ PAREJO

INDICE

- 0. Introducción
 - 1. Concepto de alimento. Su evolución
 - 2. Clasificación de los alimentos
 - 3. Resumen y principales conclusiones
- Principales fuentes consultadas

0. Introducción

El alimento es la forma en que contribuye el medio al desarrollo de los seres vivos que en él habitan. A medida que la evolución permitió el traslado de unos medios a otros, el alimento fue reemplazado por los **alimentos**; este afianzamiento en el progreso evolutivo vino de la mano de la **heterotrofia**, en que unas formas de vida servían de alimento a otras. Para ello se hizo necesaria la adaptación a estas conductas, a las formas y características de los alimentos, estableciéndose una reciprocidad subsistencial entre depredador y depredado. La concatenación de este proceso, en los seres vivos, dio lugar a la pirámide trófica (figura 1), cuya base la constituyen los elementos y las formas unicelulares de vida, y sobre ella se ubican otras formas de vida más autótrofas, como son las plantas verdes.

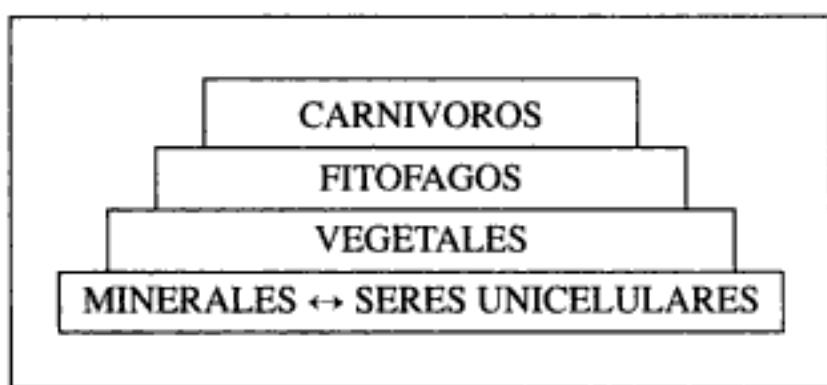


FIGURA 1.1
Pirámide trófica. Interdependencia del ecosistema terrestre.

La mayoría de las especies zootécnicas, que hoy explota el hombre, se encontraba en el tercer piso de la pirámide, es decir, se alimentaba de plantas verdes. Su domesticación ha supuesto que, durante mucho tiempo, se le tuviera que facilitar recursos naturales que suplieran a los de sus propios hábitats. A medida que la complejidad y el conocimiento han aumentado, se han ido introduciendo cambios importantes en la naturaleza de esta **explotación**; quizá, entre los que han mar-

cado un hito en esta trayectoria, sea el reconocimiento de que lo que necesitan los animales son nutrientes. A partir de aquí comienza la carrera para encontrar sustancias alternativas que puedan proveer de dichos nutrientes, con los que satisfacer las necesidades de los animales, para el logro de las producciones deseadas.

Por esta razón, se hace imprescindible la catalogación de todas aquellas sustancias que puedan aportar nutrientes; su identificación, características más destacables y composición en principios nutritivos, son los datos mínimos exigibles a dichos catálogos.

El concepto de alimento ha pasado por distintas etapas, algunas de las cuales se abordarán en este capítulo; también se expondrán los criterios que persiguen las clasificaciones de los alimentos para su catalogación, así como ejemplos de ellas.

1. Concepto de alimento. Su evolución

El alimento parte de un concepto abstracto, que podía asociarse al de caldo de cultivo, o **sopa oceánica** (Oparin, 1920), como origen de la vida, donde se encuentran las sustancias necesarias para el desarrollo de la misma; y pasa, hoy, por un fin concreto, en el caso de la producción animal, como es la elaboración de un producto que contiene todos los principios nutritivos que necesita el animal, para obtener de él una producción. Para lograr esto último es necesario valerse de los alimentos.

Los alimentos son, en principio, las formas naturales bajo las cuales los seres vivos toman los principios nutritivos que necesitan. Estos principios nutritivos, que van a servir para la síntesis de otras sustancias integrantes del ser que las elabora, pueden ser muy elementales, como en el caso de los seres autótrofos, o tan complejos como las sustancias finales que resultarán a partir de ellos, en el caso de los heterótrofos. La disponibilidad con que se encuentran los nutrientes en los alimentos crea una adaptación específica, en los seres que los consumen (especialmente en los heterótrofos), hacia las formas consumidas. Ello conduce al distanciamiento y/o escalonamiento de los prototipos que forman la pirámide trófica, que, por otro lado, representa el flujo de nutrientes en la biomasa terrestre, ya que este recorrido tiene también un sentido de retorno, basado en la degradación.

La interacción **disponibilidad y grado de aprovechamiento**, entre la forma consumida y el consumidor, da lugar a una utilización parcial de los alimentos por parte del consumidor. Esto conduce a pensar que la optimización de dicha utilización está relacionada con la adecuación alimento-consumidor, o viceversa, por lo cual no todos los alimentos son aptos para un determinado tipo de animal, ni todos los animales están capacitados para consumir un determinado alimento.

Los alimentos están constituidos por nutrientes, tal como se han descrito en el capítulo 9 del Tomo II de esta obra; estos nutrientes potenciales cumplirán sus objetivos si el consumidor es capaz de utilizarlos. En estas condiciones, lo no utilizable imprime un carácter a los alimentos:

- a) A nivel digestivo, por la proporción en que se encuentran, diluye la concentración de lo digestible.
- b) Por la dificultad que establecen en la disponibilidad y/o aprovechamiento de otros nutrientes, pueden denominárselos antinutrientes.
- c) Por el bloqueo irreversible de algunas rutas metabólicas, pueden ser tóxicos.

Tal como se ha comentado, sería difícil encontrar algún alimento que satisfiera completamente las necesidades de un animal, lo que obliga a diversificar el consumo de alimentos; el conjunto de alimentos que proporcionan los nutrientes para cubrir dichas necesidades, a lo largo de un día, recibe el nombre de **ración** o **dieta**.

La palabra ración viene de la cantidad de alimentos asignada, por comida o día, a la soldada en tiempos de contienda. De aquí que fuera una cantidad muy justa, de supervivencia, lo que derivó en boca del pueblo como sinónimo de escasez o situación de penuria, **estado de racionamiento**.

En el sentido zootécnico, la complementación de la alimentación de los animales de renta, relativamente reciente, ha tenido también un comienzo parecido; como ayuda a unos recursos escasos o para obtener unos rendimientos productivos, proporcionándoles unas cantidades muy limitadas. La amplitud o generosidad de dichas cantidades ha ido en paralelo con la evolución del concepto de ganadería, hasta convertirla en una **industria** de transformación de los alimentos en productos animales. Esto, también, cambia el concepto de **ración**: como la **cantidad de alimentos ofrecidos al animal para optimizar el proceso de producción**.

El vocablo dieta viene de régimen, en sentido de terapia: regulación de la cantidad o calidad de los alimentos como medida de salud o bienestar (Larousse, 1988). Sin embargo, la literatura especializada de habla inglesa la ha empleado y emplea, en el mismo sentido que en la española el de ración. De ahí que se haya generalizado su uso como tal.

En el camino emprendido, de vuelta al origen, al sustituir los alimentos por el alimento elaborado (piensos compuestos integrales, etc.) más adecuado a cada producción, está reemplazándose el término **alimentos** por el de **materias primas** y el de **ración** por el de **formulación**.

2. Clasificación de los alimentos

Teniendo en cuenta que la mayoría de los alimentos destinados a los animales son de origen vegetal, y siendo la fibra bruta (FB) uno de los nutrientes que mayor obstáculo pone a su aprovechamiento y, también, al de los demás nutrientes, una primera clasificación (Besse, 1971) atendía a la concentración de nutrientes factibles de ser aprovechados. Así se dividían los alimentos en:

- a) *Alimentos groseros*, los que tienen un contenido en FB superior al 15% respecto a su materia seca; esto conlleva una baja relación de nutrientes digestibles respecto a su masa total. Pueden ser secos y húmedos o suculentos.
- b) *Alimentos concentrados*, sus contenidos tanto en agua como en FB han de ser menores al 15 %, respecto a su materia seca, lo que implica que contengan una elevada proporción de nutrientes utilizables por el animal.

Esta clasificación es muy pobre, dado que no tiene mayor interés que el de dividir los alimentos en groseros y concentrados, términos que se usan frecuentemente.

Otras clasificaciones de alimentos tienen como principal objetivo agruparlos por características parecidas para su posterior catalogación. Estos catálogos vienen en forma de tablas, que, por lo general, informan del contenido en principios nutritivos de los alimentos, así como de su valor nutritivo, expresado en energía y proteína **utilizable** por una determinada especie o producción animal, que ha podido predecirse por un **sistema**. Existen numerosas instituciones que han elaborado estos sistemas, los cuales tienen como objetivos:

- a) Valorar las necesidades nutritivas de los animales, para determinadas producciones, y
- b) Predecir el valor nutritivo que tienen los alimentos para satisfacerlas.

Los sistemas más conocidos en nuestro país son, a través de sus tablas, el NRC (U.S.A.) y el INRA (francés). Ambas son unas excelentes tablas, si bien, desde la identificación y de la amplitud, tanto en número de productos como en área geográfica de producción u obtención, las del NRC son más extensas, las del INRA están más actualizada con el conocimiento.

La clasificación permite, además de una fácil localización, la caracterización por cualidades comunes, sustituciones de algunos alimentos por otros, del mismo grupo, por razones económicas, de existencias, o de otra índole; siempre que se reajuste la ración o formulación a las exigencias de la producción deseada.

La previa identificación de los alimentos para evitar repeticiones de los nombres o denominar al mismo alimento con varios nombres y su valoración, por su composición química, así como establecer entre qué límites varía es la meta de casi todos los Sistemas de Valoración. Esta tarea no parece fácil, ya que encuentran serias dificultades, como pueden ser:

- a) La de imponer un solo nombre a un producto, por los hábitos locales adquiridos.
- b) En la obtención de subproductos, al emplear técnicas diferentes, dan lugar a materias primas que difícilmente encuadran en la misma denominación.

- c) La variabilidad en la composición química de los alimentos, dentro de la misma denominación, dificulta el empleo continuado, así como su incorporación a raciones o formulaciones por catálogo.

Lo expuesto pone bien de manifiesto la complejidad que la confección de un catálogo comporta.

CUADRO 1.1
Clasificación de los alimentos por el NRC.

Código	Clase	Definición y ejemplos
1	Forrajes y alimentos groseros secos	Aquellos productos que, desecados, contienen más de 18% de FB. Además de los forrajes se incluyen productos tales como cáscara de avena, harina de alfalfa, pulpa desecada de remolacha.
2	Pastos, plantas extensivas y forrajes consumidos frescos	Alimentos no cosechados, pueden entrar segados y consumidos <i>in situ</i> , pasto verde o seco como planta, tal cual.
3	Ensilados	Gramíneas (maíz), leguminosas, hierbas en general.
4	Alimentos energéticos o básicos	Productos con menos del 20% de PB y menos del 18% de FB: granos de cereales subproductos de molinería, frutas, frutos secos y raíces.
5	Suplementos proteicos	Productos que contienen más del 20% de PB: de origen animal y vegetal.
6	Suplementos minerales	
7	Suplementos vitamínicos	
8	Aditivos	Antibióticos, colorantes, edulcorantes, saborizantes, hormonas y medicamentos.

Fuente: Crampton y Harris, 1974.

Tanto la clasificación del NRC como del INRA, así como todas aquellas que sirven de base a unas tablas de valoración de los alimentos, se hacen atendiendo al nutriente que imprime mayor característica al producto. La clasificación del NRC (1965) (cuadro 1.1) es general para todos los alimentos, independientemente de quien los consume. De esta forma cada alimento queda identificado universalmente con un número de seis dígitos, que empieza por el del código o grupo al que pertenece, seguido de otros dígitos que guardan relación con el origen del producto, así como el de su propia identidad. Consta de ocho grupos, los tres primeros dedicados a los productos vegetales. Los cinco restantes son grupos muy específicos: energético, proteico, mineral, vitamínico y aditivos.

CUADRO 1.2
Clasificación de los alimentos utilizables por los rumiantes

Grupos	Alimentos
Forrajes verdes	Praderas permanentes, gramíneas forrajeras, cereales (planta entera), leguminosas forrajeras, otras leguminosas y otras especies.
Forrajes ensilados	Ensilados de hierba de pradera permanente, ens. de gramíneas, ens. de cereales, ens. de leguminosas, ens. diversos.
Forrajes secos	Henos de praderas permanentes, h. de gramíneas, h. de leguminosas, forrajes deshidratados y aglomerados.
Raíces, tubérculos y subproductos	Raíces, tubérculos y subproductos.
Cereales y subproductos	Cereales y subproductos.
Granos y subproductos	Granos y subproductos.
Subproductos de frutas y verduras	
Materias primas de origen animal	

Fuente: Tablas INRA (Andrieu *et al.*, 1990).

El INRA considera dos clasificaciones, una para las tablas de rumiantes (cuadro 1.2) y otra para las de monogástricos (cuadro 1.3). Este aspecto indica que la clasificación pretende, entre otros fines, la ordenación de las tablas según afinidad de los alimentos para unos objetivos muy concretos. Es decir, no es la ordenación de los alimentos desde los alimentos, sino desde los fines que deben cumplir.

Otra posibilidad de clasificación, de las muchas que se pueden dar, es atendiendo exclusivamente al origen de los alimentos (cuadro 1.4); esta forma da pie a la máxima proyección que puede tener un alimento, según el consumidor. Mantiene el reminisciente prejuicio hacia las cosas según su origen; no obstante, es fácil de asimilar y relacionar con la problemática de la alimentación animal cotidiana. Debido a sus escasas pretensiones, es la más extendida; sirve, además, de sinopsis a los capítulos que vienen a continuación, referentes a alimentos. Consta de tres grupos y diez subgrupos; en el de concentrados de origen vegetal, la división **mixtos** reúne a los alimentos que cumplen con las características de energéticos y proteicos, conjuntamente, como consecuencia del uso que se está dando, últimamente, a las semillas de oleaginosas directamente en la alimentación animal. De cualquier forma, no hay que olvidar que este tipo de clasificaciones sólo pretende facilitar una exposición, ya que si se ahonda en su esencia sería muy difícil lograr una que no desprendiera ambigüedad.

CUADRO 1.3

Clasificación de los alimentos utilizables por los monogástricos

Grupos	Alimentos
Cereales principales	Avena, trigo blando, maíz, cebada 2c, cebada 6c, sorgo bajo en taninos, sorgo alto en taninos.
Cereales secundarios	Avena desnuda, av. descorticada, av. copos, trigo duro, mijo, cebada desnuda, arroz cáscara, alforfón, centeno inv. y triticale francés.
Subproductos de cereales	Sub. del trigo duro, sub. del trigo blando, del maíz, de la cebada de maltería, del arroz.
Ensilado de cereales	Maíz: mazorca y ápice de tallos, mazorca con espatas, mazorca desnuda, grano sólo, planta entera.
Materias glucídicas y frutos	Almidón de maíz, plátano inmaduro ensilado, garrofa (fruto y germen), castaña, bellota, malanga, melaza, manzana, azúcar.
Grasas, raíces y tubérculos	Grasa animal, grasa de aves, aceite vegetal, grasa de cerdo, sebo. Remolacha entera, pulpa de remolacha, achira, zanahoria, achicoria, mandioca, nabo, batata, patata y derivados.
Otros subproductos industriales	Pulpas desh. de cítricos, de café, de uva, de tomate; pipos de uva, de tomate; vinazas.
Materias primas de origen vegetal	Cascarilla de cacao, de colza y de soja; colza (distintos estados vegetativos), coles, harinas de hierba y gramíneas, alfalfa deshidratadas y vainas de soja.
Leguminosas grano y oleaginosas	Colza grano, habas, judía tostada, lenteja, altramuz blanco dulce, guisantes, soja grano, proteína de soja.
Tortas	Cacahuete 50, colza decorticada, torta de colza (de diferentes extracciones), algodón, palmiste, soja 44, 48 y 50, girasol 34.
Organismos unicelulares y algas	Spirulina, chlorella, scenedesmus, levadura de cerveza, lev. de destilería, lev. forrajera, lev. láctica, proteína forrajera, pruteen ICI.
Materias primas de origen animal	Harinas y concentrados de pescados (especificados por la concentración de grasa y/o proteína), h. de chicharrón, h. de plumas, h. de sangre, h. de carne (especificada según concentración de grasa y/o proteína), h. de hueso, h. de gallinaza, subproductos de matadero de aves, sub. de incubación.
Productos lácteos	Leches enteras y derivados de la industria láctea, tanto líquidos como deshidratados.
Aminoácidos	DL-metionina, L-lisina ClH, metionina hidroxianáloga (MHA).
Fuentes minerales	Una larga lista de productos, tanto de origen petroquímico como orgánico, clasificados por su aportación mayoritaria.

Fuente: Tablas INRA (Bourdon *et al.*, 1984).

CUADRO 1.4
Clasificación de los alimentos según su origen

De origen vegetal	
<i>Concentrados</i>	
Energéticos	Cereales grano (avena, cebada, maíz, sorgo, trigo...).
Proteicos	Leguminosas grano (altramujes, habas, veza, yeros...).
Mixtos	Semilla de cardo, cártamo, colza, soja, girasol, lino.
<i>Forrajes</i>	
	Praderas naturales.
	Praderas sembradas: temporales y permanentes (monofitas y polifitas).
	Cultivos forrajeros: temporales y permanentes.
<i>Subproductos</i>	
	De cosechas: producidos en la propia explotación (paja, rastrojos, granzas, desperdicios, hojas, frutos desbrozados, restos de poda...) o en las industrias (restos y desperdicios de la industria conservera: hojas, vainas...).
	De procesos industriales:
	Extracción (melazas, pulpas...).
	Molinería (salvados, medias, cascarillas...).
	Fermentación (levaduras, orujos, bagazos...).
	Otros (gluten feed, g. meal, harinas de germen...).
De origen animal	
<i>Concentrados energéticos</i>	Aceites y grasas animales.
<i>Concentrados proteicos</i>	
	Productos de pescados (harinas y solubles).
	Productos de mataderos (harinas de carne, h. de sangre, h. de plumas...).
	Productos lácteos (leches enteras y derivados de la industria láctea).
<i>Subproductos de granjas</i>	Excretas de aves, de cerdos...
De otros orígenes	
<i>Microbiano</i>	Proteínas microbianas...
<i>Marino</i>	Concentrados proteicos de algas, minerales...
<i>Petroquímico</i>	Minerales (fosfatos, carbonatos...).
<i>Sintéticos</i>	Aminoácidos, vitaminas, urea...

3. Resumen y primeras conclusiones

Este capítulo, a modo de introducción del Tomo III, trata de concienciar al lector con los alimentos: *como meros vehículos de los nutrientes*. Tales nutrientes son los mismos que necesita un cerdo, una vaca o un hombre, la cantidad de cada uno de ellos variará, según las necesidades que se pretendan cubrir. El matiz que distingue a un alimento de otro son las sustancias que acompañan a los nutrientes o las formas que adopten éstos, que les imprimirá un carácter más o menos utilizable por el animal que los ingiere. En función de la cantidad y calidad del material no utilizable, y utilizable, los alimentos se clasifican o agrupan por cualidades comunes; ello hace agilizar su uso y permitir sustituciones coherentes entre algunos miembros del mismo grupo o clase.

Se dan clasificaciones vigentes en sistemas de alimentación tan conocidos como el NRC o el INRA, y, otra, atendiendo al origen de los alimentos. Dicha clasificación presenta una sinopsis de lo que se trata en los capítulos siguientes.

Principales fuentes consultadas

- BESSE, J. (1971). *La Alimentación del Ganado*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- CRAMPTON, E. W. y HARRIS, L. E. (1974). *Nutrición animal aplicada*. Ed. Acribia,S.A.Zaragoza.
- HERNÁNDEZ, J. E. (1975). *Principios básicos de Ecología*. Ser.: Monografías de la E.T.S.I.A. de la U.P. de Madrid.
- INRA. (1985). *Alimentación de los animales monogástricos*. De. Mundi-Prensa. Madrid.
- INRA. (1990). *Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos*. De. Mundi-Prensa. Madrid.
- NRC. (1988). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. De. National Academy Press. Washington, D.C.

Hidden page

CAPÍTULO II

BALANCE DE ALIMENTOS

DE LA GANADERIA

ESPAÑOLA

FELIPE CALAHORRA FERNÁNDEZ

INDICE

0. Introducción
 1. Desarrollo de la ganadería en España
 2. Aprovechamientos del suelo para alimentación animal
 - 2.1. Recursos vegetales utilizados fundamentalmente en alimentación animal
 - 2.2. Subproductos aprovechables por el ganado
 - 2.3. Recursos pastables
 3. Productos de piensos compuestos
 - 3.1. Evolución y destino de la producción de piensos compuestos
 - 3.2. Dependencia exterior de materias primas
 4. Balance actual de alimentos para el ganado
 5. Resumen y primeras conclusiones
- Principales fuentes consultadas

0. Introducción

La utilización de alimentos para el ganado depende de la evolución de las producciones animales y éstas, a su vez, están condicionadas por los hábitos de consumo de la población humana con respecto a los alimentos de origen animal. Por otro lado, el empleo de los distintos tipos de alimentos depende de diversos factores que están interrelacionados entre sí:

- a) Sistema de producción del ganado, que implica necesidades nutritivas distintas según la especie explotada y la fase de producción.
- b) Precio de los diferentes productos.
- c) Medidas de política agraria que incentivan o desincentivan ciertas producciones y
- d) Otros factores entre los que se pueden incluir las características técnicas del cultivo, climatología, etc.

Todos estos factores han actuado a lo largo de los últimos años configurando la estructura actual del abastecimiento de materias primas para la alimentación del ganado, por lo que en este capítulo estudiamos en primer lugar la evolución de la ganadería española y de los recursos empleados en su alimentación antes de describir la situación actual y establecer las perspectivas futuras.

1. Desarrollo de la ganadería en España

A partir de la segunda mitad del presente siglo ha tenido lugar en nuestro país una transformación importante en las estructuras productivas agrarias. Se ha pasado de una agricultura tradicional, caracterizada por un elevado grado de autoconsumo, que abarcaba desde la obtención de sus propios medios de producción (fertilizantes, semillas, alimentos para el ganado, etc.) hasta la transformación y comercialización de los productos obtenidos, a una agricultura de tipo capitalista, en la que la producción se destina fundamentalmente al mercado, pero que exige

una mayor dependencia de factores de producción obtenidos fuera de la propia explotación. Este proceso de cambio ha sido denominado por muchos autores como "crisis de la agricultura tradicional".

La causa determinante de este proceso fue el incremento en el nivel de renta que tuvo lugar en España a finales de la década de los años 50, principios de la década de los 60. Este incremento de la renta tuvo varios efectos que incidieron de forma determinante en la modificación de las estructuras agrarias:

- a) Variación cual-cuantitativa en la demanda de alimentos. Los productos que constituyan la base de la alimentación de la población española (pan, patatas, pastas, legumbres, etc.) son sustituidos por productos de origen animal, de mayor calidad nutritiva. Esta mayor demanda de productos ganaderos va a determinar un proceso de intensificación de nuestra ganadería, sobre todo de aquellas especies de ciclo corto (aves y porcino).
- b) Exodus rural. El desarrollo económico determinó un trasvase importante de mano de obra del sector primario a otros sectores, lo que originó importantes migraciones interiores, cuyas consecuencias más notables fueron: envejecimiento de la población activa agraria, escasez de mano de obra necesaria para las producciones agrarias, abandono de cultivos, etc.
- c) Mecanización. El mayor desarrollo económico propició, a su vez, la mecanización de las labores agrícolas y ganaderas, lo que también incidió en el proceso de migración al producirse excedentes de mano de obra en el campo.

Como consecuencia de todo ello tiene lugar una diversificación en los sistemas de producción ganadera, dando lugar a una estructura dual. Por un lado, nos encontramos con explotaciones ganaderas ligadas a la tierra, que se corresponden fundamentalmente con la ganadería rumiante y, por otro, con empresas capitalizadas, en las que se rompe el binomio agricultura-ganadería, cuya producción está basada en la utilización de piensos concentrados en grandes cantidades, que afecta a las especies avícola y porcina.

De este modo, los censos de las diferentes especies ganaderas sufren una evolución distinta (figura 2.1). Mientras que las especies intensificadas incrementan los censos de forma continuada, sobre todo a partir de la mitad de los años 60, los censos de rumiantes experimentan una tendencia contraria, con una regresión acusada en los pequeños rumiantes, y un crecimiento muy moderado en los censos de ganado vacuno.

A partir de finales de la década de los años 70, principios de los 80, se modifica esta tendencia, ya que se incrementan los efectivos de ganado ovino y caprino, mientras que los censos de ponederas se estabilizan o descienden ligeramente, debido a una saturación del mercado tanto de huevos como de carne de pollo. Sin embargo, el ganado porcino mantiene su crecimiento por la diversidad de productos que se pueden obtener de él.

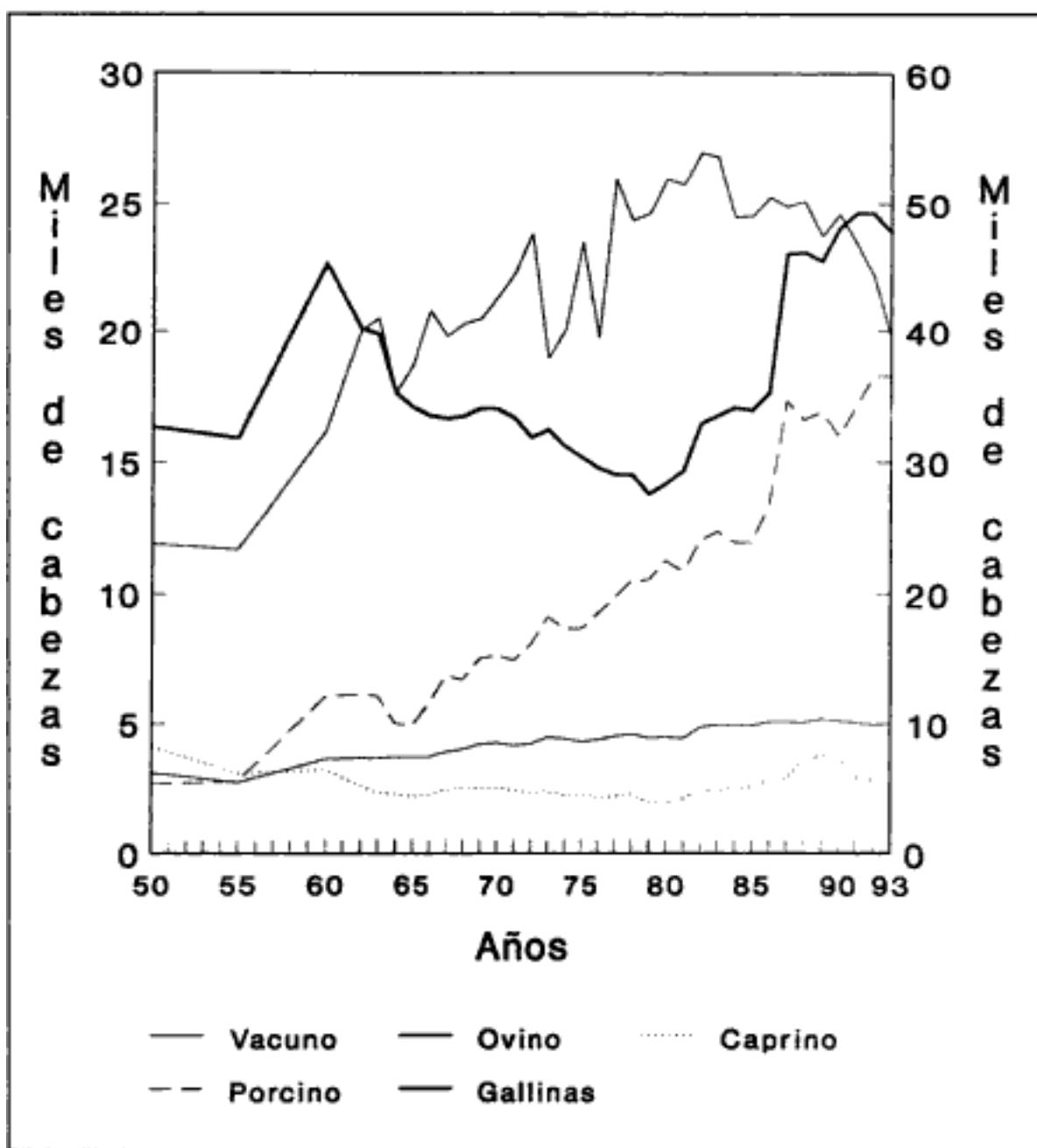


FIGURA 2.1

Evolución de los censos de ganado en España (Anuario de Estadística Agraria del M.A.P.A.).

La evolución de las distintas producciones ganaderas corrobora estos hechos. Durante el período 1960-93 las producciones que más han aumentado han sido la carne de ave (6.400%) y de cerdo (670%), mientras que la de vacuno lo ha hecho en un 200% y la de ovino en un 100%. A partir de 1980 se produce una ralentización en su crecimiento, siendo menor en el ganado porcino y más acusado en las producciones avícolas, con un aumento de tan sólo el 8% en carne e incluso un descenso en huevos.

El diferente desarrollo de los sistemas de producción ganadera han condicionado la utilización de distintos tipos de alimentos para el ganado, dependiendo de sus exigencias nutritivas (energía y proteína, fundamentalmente), así como de la eficiencia en la transformación de estos productos.

Las especies más intensificadas necesitan más energía que los rumiantes y, dentro de éstos, los productores de leche más que los que se explotan en régimen extensivo. De este modo, los alimentos con más contenido en energía (cereales, tortas de oleaginosas) se utilizan especialmente en la alimentación de aves, ganado porcino y vacuno de leche. Las zonas forrajeras se destinan principalmente a alimentación de ganado vacuno lechero y los pastos menos productivos y los subproductos fibrosos son utilizados por los animales extensivos.

Igualmente, los animales con mayor nivel de producción (aves, cerdo y vacuno lechero) requieren más proteína. Además, los monogástricos tienen necesidades específicas en aminoácidos esenciales, que deben ser cubiertas por la ración; por este motivo, a los cereales se les complementa con torta de oleaginosas. Estas se utilizan también como complemento en la alimentación de vacuno lechero y rumiantes de cebo intensivo. Los rumiantes extensivos cubren sus necesidades proteicas con forrajes y nitrógeno no proteico.

Los productos más utilizados son el maíz, por su alto contenido en energía, y la torta de soja, por su aporte en aminoácidos esenciales, aunque cuando las necesidades en energía y proteína son menores se pueden sustituir por cebada y girasol.

2. Aprovechamientos de la tierra para alimentación animal

La superficie territorial que es susceptible de proporcionar alimentos para el ganado se puede clasificar, en función de su principal aprovechamiento, en:

- a) Superficies que se cultivan expresamente para obtener recursos para alimentación animal.
- b) Cultivos cuyo principal objetivo es la obtención de productos destinados a otros fines, pero que en su elaboración se obtienen productos de gran interés en alimentación animal por su capacidad de aportar elementos nutritivos.
- c) Superficies que no se cultivan, pero que pueden ser aprovechadas como pastos por el ganado.

En virtud de esta clasificación podemos agrupar los recursos vegetales empleados en alimentación animal en tres grandes bloques.

2.1. Recursos vegetales utilizados fundamentalmente en alimentación animal

En este grupo incluimos los cereales-pienso, leguminosas-grano, cultivos forrajeros y prados naturales que admiten la posibilidad de ser cosechados.

En la figura 2.2 se representa la evolución que han tenido los distintos cultivos desde 1950 hasta la actualidad. Lo más destacable es el aumento de la superficie destinada a cereales-pienso, que se ha incrementado en un 71%, y, sobre todo, de cultivos forrajeros (123%). Por el contrario, la de leguminosas-grano ha sufrido un descenso apreciable (76%), mientras que los prados naturales lo han hecho ligeramente.

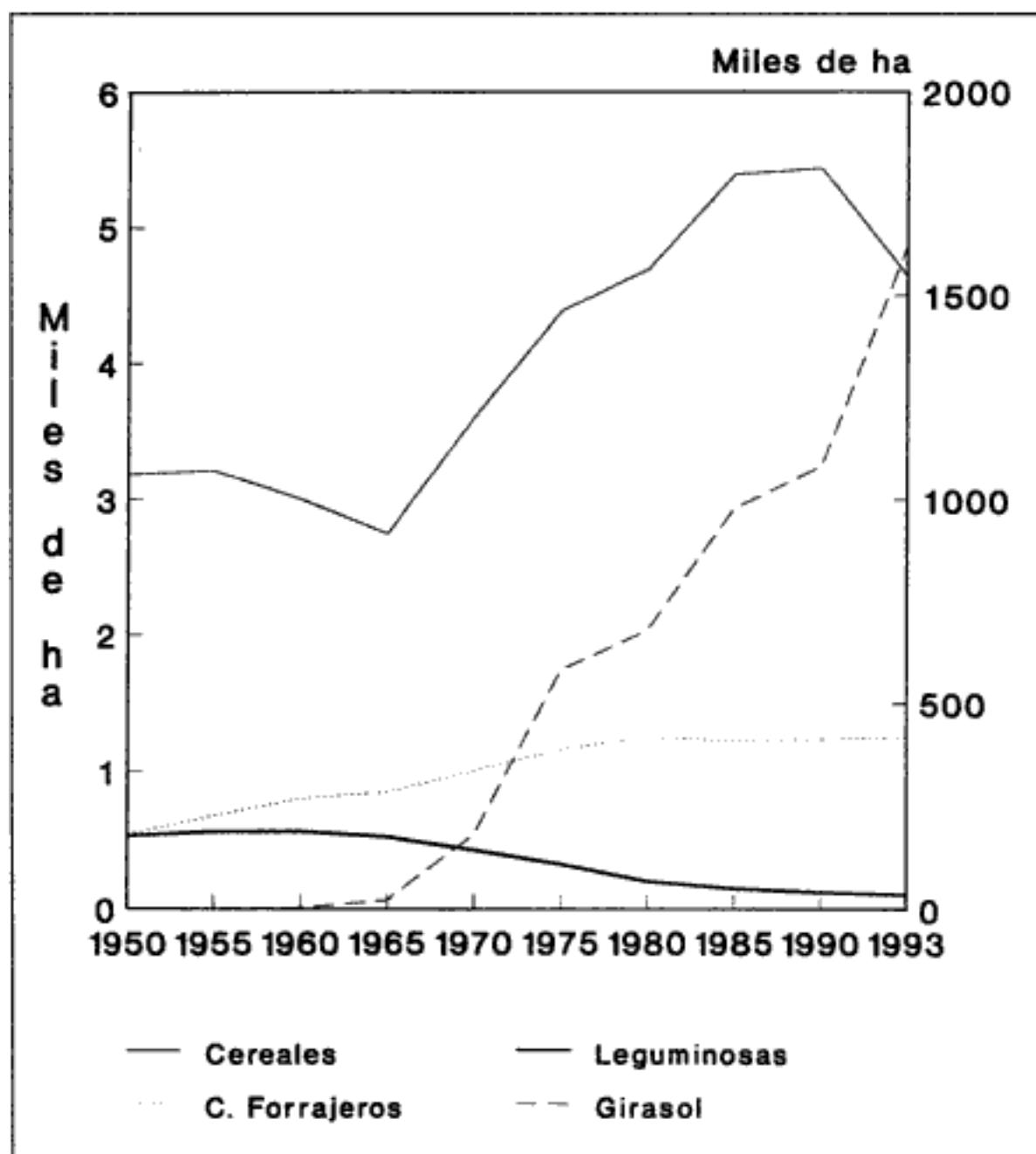


FIGURA 2.2

Evolución de la superficie cultivada (Anuarios de Estadística Agraria. M.A.P.A.).

Nota: Los datos de cada año corresponden a la media de tres años.

Dentro del capítulo de los cereales-pienso, la cebada ocupa el primer lugar, siendo, además, la que más se ha incrementado (180%). Le sigue en importancia el maíz, cuyo aumento ha sido del 35,6%; por el contrario, la avena y el centeno han disminuido considerablemente.

A pesar del incremento global de la superficie de cereales-pienso, hasta mediados de los años 60 no comienza a aumentar. Este hecho está motivado por la política triguera llevada a cabo en el período 1937-67, basada en un sistema de precios remuneradores para los productores, que determinó un incremento espectacular en la superficie cultivada de este cereal, cuyo destino principal era la panificación, ya que el objetivo de esta política era proporcionar alimentos para la población, sobre todo después de la guerra civil y el bloqueo que tuvo lugar hasta finales de la década de los 50. Esta expansión del cultivo del cereal tuvo lugar a expensas de roturaciones de pastos y terrenos dedicados al cultivo de cereales-pienso, teniendo además un efecto negativo sobre el precio de éstos, que desincentivó, a su vez, la producción ganadera. En 1967, con la reordenación de la política cerealista, se favorecieron más los cereales-pienso, comenzó a aumentar notablemente la superficie dedicada a ellos.

Posteriormente, con la crisis económica de 1973, el precio de los cereales y materias proteicas, que importábamos regularmente, se incrementó notablemente, por lo que se adoptaron medidas de fomento de producciones nacionales, siendo la más importante el establecimiento de precios de garantía para la producción de cereales-pienso, leguminosas y oleaginosas. Estas medidas contribuyeron a la expansión de determinadas producciones, especialmente la cebada y, en menor medida, el maíz; la primera, por adaptarse muy bien a las características de nuestras zonas de secano y, la segunda, por constituir una materia prima fundamental en la fabricación de piensos compuestos, sobre todo para aves. Sin embargo, las leguminosas-pienso (habas, guisantes, veza, yeros, altramuz, etc.) no han respondido a estas medidas, disminuyendo su participación en el mapa de cultivos destinados a la ganadería.

La superficie de cultivos forrajeros se ha duplicado, habiéndose incrementado de forma continuada a lo largo del período considerado. Esta producción también ha sido objeto de apoyo por parte de la Administración mediante subvenciones a las semillas y fertilizantes, con el fin de disminuir el consumo de piensos compuestos en las especies rumiantes.

Los principales cultivos forrajeros son los cereales de invierno y el maíz, dentro de las gramíneas, y la alfalfa y la veza en las leguminosas. La superficie de alfalfa puede ser cosechada o pastada directamente. De la producción cosechada la mayor parte se henifica o se consume en verde, aunque también puede ensilarse o deshidratarse formando gránulos.

La evolución de la producción de estas especies se refleja en la figura 2.3, apreciándose las mismas tendencias señaladas en la superficie de cultivo, aunque destaca la mayor participación del maíz con respecto a la cebada en la producción total de cereales-pienso, debido a sus mayores rendimientos al tratarse de un cultivo de regadío.

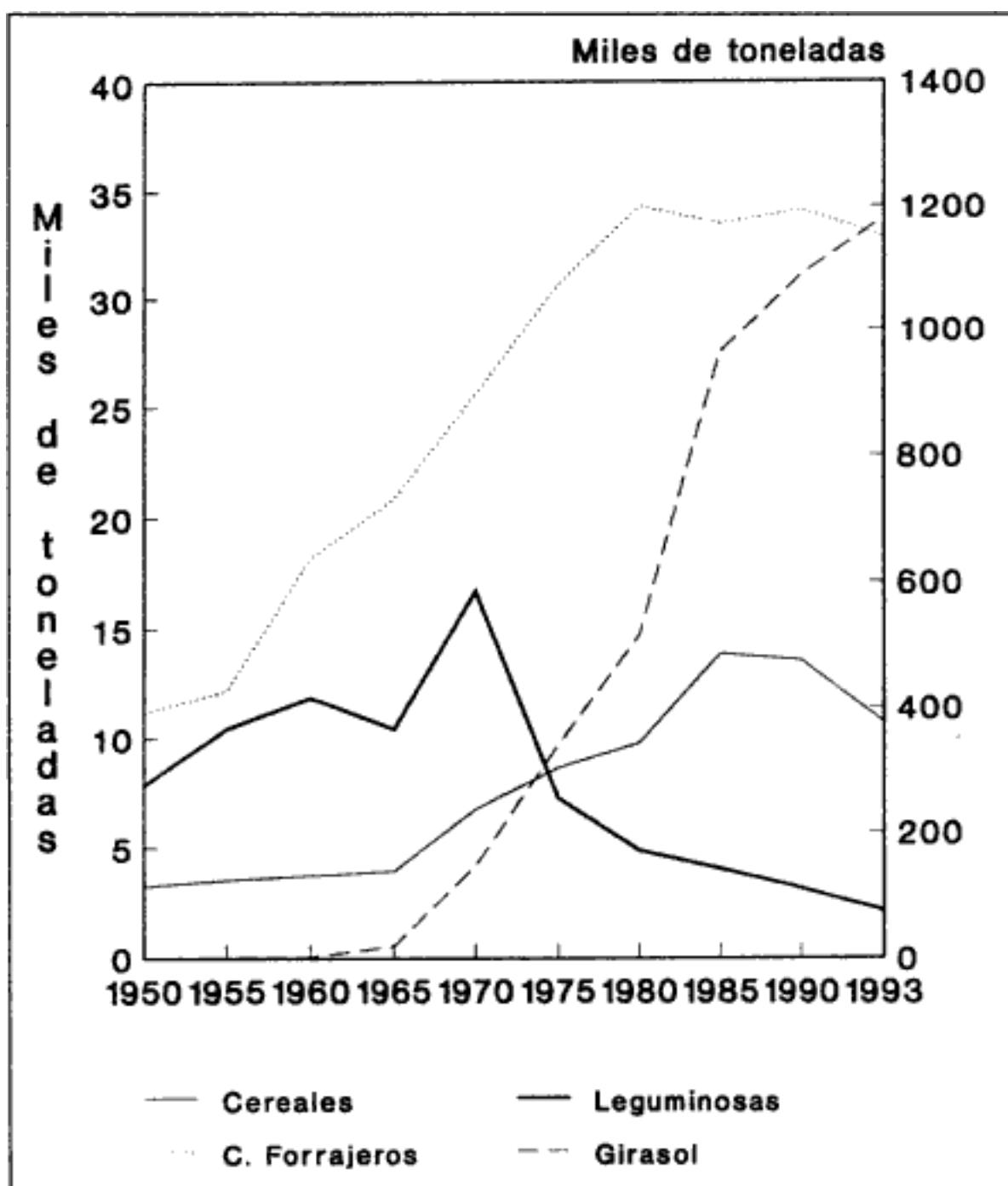


FIGURA 2.3

Evolución de la producción de alimentos vegetales (Anuarios de Estadística Agraria. M.A.P.A.).
Nota: Los datos de cada año corresponden a la media de tres años.

2.2. Subproductos aprovechables por el ganado

Dentro de este grupo diferenciamos entre subproductos procedentes de procesos industriales y subproductos que quedan después de la recolección de determi-

nados cultivos. Entre los primeros destacan los derivados de la obtención de aceite (tortas y harinas de oleaginosas), aunque también pueden aprovecharse residuos de las industrias vinícolas, azucareras (pulpa y melazas de remolacha), cerveceras (bagazo de cerveza), etc., y entre los segundos se incluyen los rastrojos, aunque a éstos nos referiremos en el siguiente apartado.

El cultivo de plantas oleaginosas se fomentó a partir de 1971, con el fin de completar el abastecimiento nacional de aceites vegetales más baratos que el de oliva. Además, como hemos señalado en el apartado anterior, el cultivo de oleaginosas fue estimulado con el objeto de obtener recursos para la alimentación animal.

De todas ellas la más utilizada es la soja, aunque su cultivo nunca ha tenido importancia en nuestro país, lo que no ha impedido que en determinados años haya aumentado de forma notable la superficie sembrada y la producción. Por el contrario, el girasol ha alcanzado una participación relevante en la distribución del total de tierras de cultivo, habiéndose incrementado espectacularmente tanto la superficie como la producción (figuras 2.2 y 2.3), pues la mayor parte de la Península dispone de clima apto para su cultivo, a lo que ha ayudado, en los últimos años, las medidas favorables emanadas de la Política Agrícola Comunitaria y la sequía, que ha determinado que haya sustituido a otros cultivos, por su menor coste y mayor resistencia a la falta de agua.

2.3. Recursos pastables

Incluimos aquí los procedentes de zonas no cultivadas, como pastizales, barbechos, zonas de montaña, erial a pastos, etc., y los que quedan después de la siega y recolección que son aprovechables por el ganado, sobre todo por los pequeños rumiantes.

Normalmente, estas superficies no son suficientes de cubrir totalmente las necesidades nutritivas del ganado, pero, en determinadas ocasiones y con condiciones climáticas favorables, pueden constituir un aporte importante.

Los montes son tradicionalmente lugares de pastoreo de la ganadería extensiva. Dentro del terreno forestal se puede utilizar para pastoreo el monte leñoso cubierto de matorral o maleza y el monte abierto, que comprende dehesas de pasto y arbolado con encinas, alcornoques, etc. y en el que se pueden realizar aprovechamientos de montanera. En los últimos años las superficies de pastizales y monte abierto están disminuyendo, siendo sustituidas por matorral, debido a la crisis de la producción extensiva.

Los rastrojos ocupan un lugar importante en número de hectáreas pastables por los rumiantes, pudiendo obtenerse espigas, vainas, granos de cereales y leguminosas, así como hierbas espontáneas que han podido desarrollarse, de tal forma que se puede estimar que más del 50% del alimento que recoge el animal en el campo corresponde a restos de cosecha.

Los cultivos leñosos también proporcionan alimentos utilizables por el ganado. En el viñedo se pueden aprovechar las uvas que quedan y las hojas y partes tiernas de los sarmientos. En el olivar se pueden aprovechar las ramas resultantes de la poda. Su interés radica en la importancia que tienen estos cultivos en nuestro país, sobre todo en las zonas de secano.

3. Producción de piensos compuestos

El proceso de intensificación de la ganadería española trajo consigo una mayor demanda de factor capital, en el que se incluye tanto la tecnología precisa para realizar el proceso productivo como las estirpes genéticas y los recursos alimenticios. Las mayores necesidades nutritivas de las especies intensificadas debían satisfacerse fundamentalmente con alimentos concentrados, lo que supuso un estímulo para la aparición y desarrollo de las fábricas de piensos. Estas se constituyeron, a su vez, en motor de la producción ganadera, estableciéndose una estrecha interrelación entre ambos sectores.

Por un lado, la producción ganadera necesita mayores necesidades de capital y, por otro, la fábrica de piensos compuestos necesita garantizar la salida de su producción, por lo que se establecen relaciones contractuales entre el ganadero y la industria, cuya forma más característica es la integración vertical, mediante la cual la fábrica de piensos suministra al ganadero todos los recursos que necesita (piensos, medicamentos, asistencia técnica, etc.), y éste se compromete a ceder toda su producción a la industria, que se encarga de su transformación. De esta forma se genera una correspondencia biunívoca en el sentido de que el mayor desarrollo ganadero estimula la aparición de las fábricas de piensos, y éstas, a su vez, estimulan la producción ganadera para poder vender toda su producción.

3.1. Evolución y destino de la producción de piensos compuestos

Como se puede observar en la figura 2.4, la producción de piensos comenzó a adquirir importancia a partir de mediados de la década de los años 60. En 1957 se habían fabricado en nuestro país cerca de 200.000 toneladas, llegando a los 2 millones en 1965. A partir de este momento el crecimiento es continuado hasta llegar a un máximo en 1982, para luego descender. El motivo de esta estabilización es la saturación del mercado de ciertos productos, originándose excesos de oferta y, por consiguiente, caídas en los precios, lo que conduce, en último extremo, a una disminución en los censos y, por consiguiente, en los requerimientos de alimentos.

Actualmente la producción de piensos está cifrada en casi 15 millones de toneladas en 1991, aunque se estima que la producción real es, al menos, un 20% superior a la reflejada en las estadísticas oficiales, debido a la existencia de gran cantidad de fabricantes clandestinos y al incremento progresivo de la fabricación en las propias granjas, la mayor parte también de forma fraudulenta.

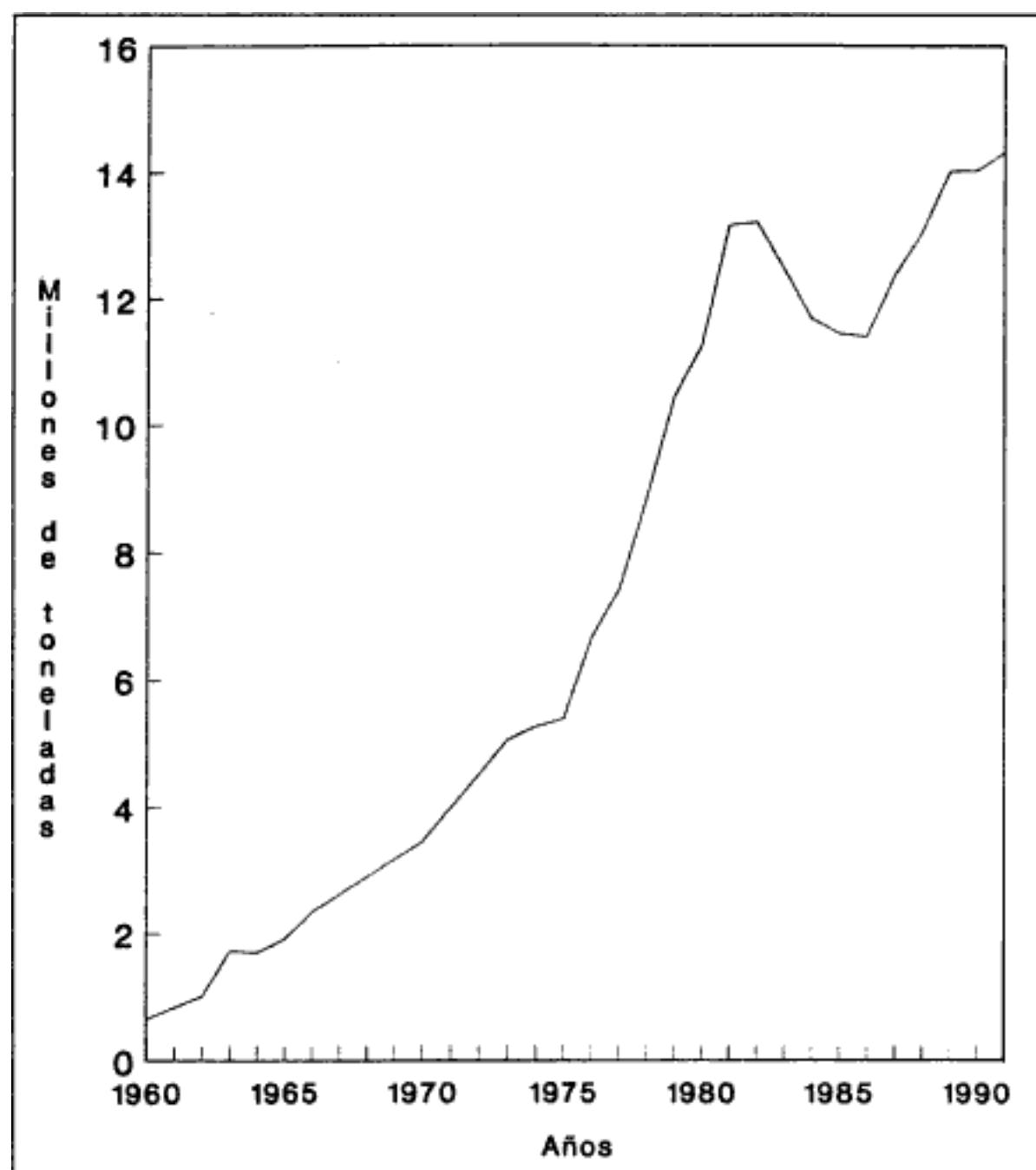


FIGURA 2.4

Evolución de la producción de piensos compuestos (Anuario de Estadística Agraria. M.A.P.A.)

En el cuadro 2.1 se muestra la evolución del destino de la producción de piensos por especies. En un principio la práctica totalidad de la producción se destinaba a la avicultura; con el tiempo esta preponderancia disminuyó en favor de la producción de otros tipos de piensos destinados a otras especies, sobre todo mezclas para el sector porcino. En los últimos años la evolución más positiva la presenta el vacuno, apreciándose regresión en las especies tradicionalmente intensivas.

CUADRO 2.1

Destino de la producción industrial de piensos compuestos en España

Destino de la producción	Años			
	1980	1991	Toneladas	%
Bovino	1.845.095	16,5	3.207.246	22,3
Ovino y caprino	416.343	3,7	631.016	4,5
Porcino	4.483.628	39,9	5.532.984	38,6
Aves	3.864.315	34,4	4.320.570	30,2
Otras especies	529.999	4,7	583.034	4,1
Subtotal	11.139.380	99,2	14.235.125	99,7
Correctores	30.945	0,3	39.725	0,3
Otros productos	61.754	0,5		
TOTAL	11.232.079	100,0	14.314.575	100,0

Fuente: Anuario de Estadística Agraria. M.A.P.A. Estimaciones propias.

3.2. Dependencia exterior de materias primas

A pesar del incremento de las superficies sembradas y de las producciones de cereales-pienso y de oleaginosas, nuestro país ha sido tradicionalmente deficitario en alimentos energéticos y proteicos para el ganado, lo que nos ha obligado a recurrir a las importaciones para cubrir nuestra demanda interior. Estas importaciones se basaban fundamentalmente en maíz y soja, dando lugar a un saldo negativo en nuestra balanza comercial agraria. Por este motivo se dice que nuestro modelo de desarrollo ganadero es dependiente y desequilibrado.

CUADRO 2.2

Importaciones españolas de materias primas para alimentación animal

Materias primas	1991	1992	1993
CEREALES	3.195.358	2.836.869	2.125.968
Maíz	1.444.918	1.440.178	1.413.178
OLEAGINOSAS	3.747.234	3.479.479	3.487.507
Haba de soja	2.353.222	2.128.851	2.000.904
Tortas de harina de soja	1.303.479	1.215.780	1.405.055
OTRAS	1.840.861	1.684.664	1.521.106
Gluten de maíz	551.036	460.910	270.773
Mandioca	967.727	864.410	1.007.053

Fuente: SENPA (de Memoria CESFAC, 1993).

Esta situación se ha mantenido hasta la actualidad, como se refleja en el cuadro 2.2. Las importaciones de soja, bien en forma de haba o de torta, superan los tres millones de toneladas, mientras que las de maíz se aproximan al millón y medio de toneladas. En valor monetario, las importaciones de estos productos en 1993 supusieron un saldo negativo de aproximadamente 165.000 millones de pesetas, habiéndose incrementado con respecto a los años anteriores, ocupando el haba de soja la primera partida deficitaria y la torta de soja y el maíz la tercera y cuarta, respectivamente. No obstante, desde hace algunos años hay que destacar la participación en nuestro comercio importador de otros productos sustitutivos de los cereales, como la mandioca, gluten de maíz, torta de germen de maíz, heces de cervecería y pulpa de agrios, que, debido a su precio más bajo, están entrando a formar parte en cantidades crecientes en la composición de los piensos compuestos, en detrimento de los cereales, como lo demuestra el hecho de que éstos han pasado de participar en un 68% en la composición de los piensos industriales en 1986 a un 38% en 1992.

4. Balance actual de productos destinados a alimentación animal

En el cuadro 2.3 recogemos el balance de aprovisionamiento de los principales grupos de alimentos para el ganado, excluyendo los forrajeros. Se confirma la mayor participación de los cereales, seguidos de las oleaginosas. Dentro de los cereales, la cebada significa más del 50% del consumo animal, seguida del maíz (28%) y el trigo blando (11,5%).

Entre el girasol y la soja (sobre todo ésta) absorben más del 90% de las tortas destinadas al consumo animal, y el 71% de las semillas. De las leguminosas-grano,

CUADRO 2.3

Balance de aprovisionamiento de materias primas utilizadas en alimentación ganadera en 1992

Producto	Producción utilizable	Importaciones	Exportaciones	Variación de stocks	Utilización interior total	Alimentación animal
Cereales	18.776,4	3.587,2	2.003,4	1.307,3	18.872,9	12.670,1
Leguminosas grano	214,8	468,9	4,3	0,0	679,4	394,9
Patata	5.067,4	623,0	157,2	0,0	5.533,2	675,0
Frutas y hortalizas	18.177,8	1.954,7	5.907,7	-23,0	14.247,8	240,3
Semillas y frutos oleaginosos	4.458,4	2.660,1	148,0	-67,5	7.038,0	616,7
Tortas	2.477,4	2.067,2	30,2	0,0	4.514,4	4.449,4
Grasas animales	417,6	305,4	6,6	100,8	615,6	135,0

Fuente: Boletín Mensual de Estadística. M.A.P.A. (Junio, 1994).

las más utilizadas son los guisantes y las habas, debiendo importarse prácticamente toda la cantidad consumida por el ganado. También se pueden citar ciertos subproductos, pero que por su escasa participación no hemos recogido, como pueden ser lactorremplazantes, arroz partido, orujo de aceituna, etc.

5. Resumen y primeras conclusiones

El cambio en los sistemas de producción ganadera ha influido notablemente en el aprovisionamiento de materias primas para el ganado. La intensificación de la producción ha supuesto una gran dependencia exterior, sobre todo, en maíz y soja, que todavía se mantiene en la actualidad.

Las disponibilidades de alimentos para el ganado en los próximos años están determinadas por los siguientes hechos fundamentales, con independencia de otros factores coyunturales:

- a) Efectos de la Reforma de la Política Agrícola Común (PAC). Con respecto a los cereales, las medidas adoptadas persiguen un doble objetivo: a) reducir progresivamente el precio con el fin de incrementar su consumo interior en detrimento de los productos sustitutivos que son importados en su mayoría, y b) controlar la producción a través de retiradas obligatorias de tierras de cultivo, y de esta forma reducir excedentes.
- b) Posibilidad de utilizar en mayor medida otros recursos producidos en nuestro país como alternativa a los tradicionalmente empleados, como leguminosas-pienso, cebada, girasol, subproductos, etc., lo que depende, a su vez, del desarrollo de técnicas que permitan incrementar su valor nutritivo o eliminar sus factores antinutritivos y tóxicos con un bajo coste.

Principales fuentes consultadas

- BLAS, C., GONZÁLEZ, G y ARGAMENTERÍA, A. (1987). *Nutrición y alimentación del ganado*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- CAMILLERI, A. (1984). *La agricultura española ante la C.E.E.* Ed. Instituto de Estudios Económicos. Madrid.
- CESFAC. (1994). Memoria 1991. Ed. Confederación Española de Fabricantes de Alimentos Compuestos para Animales. Madrid.
- GARCÍA AZCÁRATE, T. (1993). *Reforma de la PAC y consumo de cereales en la alimentación animal comunitaria*. Mundo Ganadero, pp. 25-27.
- M.A.P.A. (1994). *La agricultura, la pesca y la alimentación españolas en 1993*. Ed. S.G.T. Madrid.
- M.A.P.A. (1994). *La nueva Política Agraria Común*. Ed. S.G.T. Madrid.
- ROUCO, P. F. y ROUCO, A. (1992). *La industria de piensos compuestos. Situación actual y perspectivas*. XXVII Reunión Científica de la S.I.N.A. Valencia.

Hidden page

CAPÍTULO III

ALIMENTOS ENERGETICOS

**TERESA CASTRO MADRIGAL
TERESA MANSO ALONSO**

INDICE

0. Introducción
 1. Granos de cereales
 - 1.1. Cebada
 - 1.2. Maíz
 - 1.3. Avena
 - 1.4. Trigo
 - 1.5. Sorgo
 2. Subproductos de los cereales
 - 2.1. Subproductos del maíz
 - 2.2. Subproductos del trigo
 - 2.3. Subproductos del arroz
 3. Pulpas de remolacha y de cítricos
 4. Melazas
 5. Raíces y tubérculos
 6. Grasas
 - 6.1. Grasas animales
 - 6.2. Grasas vegetales
 - 6.3. Subproductos industriales
 - 6.4. Grasas protegidas
 7. Resumen y primeras conclusiones
- Principales fuentes consultadas

0. Introducción

Los alimentos clasificados como energéticos proporcionan cantidades considerables de energía disponible (digestible, metabolizable o neta) por unidad de materia seca y se incorporan a las raciones con el fin de aumentar el consumo de energía o la densidad energética de la ración.

La energía que suministran estos alimentos procede fundamentalmente de carbohidratos fácilmente disponibles, azúcares y/o almidones, o de grasas y aceites.

Como alimentos energéticos se incluyen los granos de cereales y muchos de sus subproductos, las pulpas de remolacha y de cítricos, las raíces y los tubérculos, las melazas y las grasas. También se incluyen en este grupo las semillas oleaginosas, que poseen un alto contenido en aceite.

Generalmente, la industria extrae su aceite para consumo humano y la harina extractada se emplea como materia prima (concentrados proteicos) para la alimentación animal. Sin embargo, en los últimos años, debido a los excedentes de aceites en el mercado internacional y a los bajos precios de éstos, ha cobrado interés la utilización de algunas de estas semillas en su forma integral, es decir, sin extraer el aceite.

1. Granos de cereales

Los cereales son, en la actualidad, el componente energético mayoritario de las raciones comúnmente empleadas en las distintas especies zootécnicas. Sus niveles de inclusión en las raciones para monogástricos pueden ser del orden de un 50 a un 80%, dependiendo de la especie y tipo de producción. Generalmente, los cereales representan una menor proporción de la ración total de los rumiantes, incluyéndose también en proporciones variables según el tipo y nivel de producción, si bien constituyen el componente más importante del alimento concentrado.

En el cuadro 3.1 se muestran valores promedio de la composición química de algunos granos de cereales. A pesar de la composición relativamente constante que

CUADRO 3.1
Composición química de algunos granos de cereales (g/kg MS)

	MS	MO	PB	EE	FB	FND	P	Ca	Almidón
Cebada 2 carreras	869	974	121	22	50	191	4,0	0,7	587
Cebada 6 carreras	865	953	122	18	63	223	3,0	0,6	570
Maíz	860	985	101	47	27	130	3,5	0,3	720
Avena	874	970	111	67	135	336	4,0	10	440
Trigo	860	983	114	37	25	107	3,2	0,3	700
Sorgo	862	973	125	20	27	139	3,8	0,7	670

Fuentes: INRA, 1985, 1988.

se aprecia, en ocasiones estos valores pueden verse sensiblemente alterados, en función de factores como fertilización del suelo, variedad, clima, precipitaciones, insectos y enfermedades, etc.

Contienen cantidades relativamente bajas de proteína, aunque existen algunas variedades de trigo que pueden alcanzar valores de hasta 220 g/kg MS. La mayoría de los compuestos nitrogenados se encuentran en forma de proteínas. Sin embargo, las proteínas de los cereales no están bien equilibradas en cuanto a su contenido en aminoácidos, siendo deficientes en algunos de los aminoácidos esenciales, particularmente en lisina, metionina y triptófano.

El contenido en grasa es muy variable entre los distintos cereales. Sus aceites son ricos en ácidos grasos no saturados, siendo los más importantes el oleico y linoleico. Debido a ello, tienden a enranciarse con facilidad y favorecen la formación de grasas corporales blandas.

Los granos de cereales son, esencialmente, concentrados de carbohidratos, cuyo componente fundamental de la materia seca es el almidón, localizado en el endospermo.

Todos los cereales son pobres en calcio. El contenido en fósforo es más alto, pero una gran parte se encuentra en forma de fitatos con un grado de utilización relativamente bajo. Los granos de cereales son deficientes en vitamina D y tan sólo el maíz amarillo dispone de β-caroteno (precursor de la vitamina A). Todos los granos proporcionan vitamina E en cantidades satisfactorias. En general, los granos de cereales son bastante apetecibles para el ganado y altamente digestibles.

En el cuadro 3.2 se presentan los valores energéticos de algunos granos de cereales para las distintas especies zootécnicas.

Como se puede observar, la cascarilla actúa reduciendo proporcionalmente el valor energético. De forma que los granos vestidos (cebada y avena) presentan un menor valor energético que otros cereales, como el maíz, que no poseen cubierta.

CUADRO 3.2
Valor energético de algunos granos de cereales (kcal/kg de MS)

	Rumiantes		Monogástricos		
	UFL	UFC	ED Cerdos	ED Conejos	EM Aves
Cebada 2 carreras	1	1	3.512	3.488	3.244
Cebada 6 carreras	0,97	0,96	3.360	3.430	3.134
Maíz	1,10	1,11	3.953	3.791	3.779
Avena	0,90	0,86	3.174	3.236	2.930
Sorgo	1,01	1,01	3.721	3.721	3.651
Trigo	1,03	1,04	3.849	3.570	3.483

Fuente: INRA, 1985, 1988.

1.1. Cebada

La cebada es actualmente el cereal más importante en cuanto a producción interna en España y en cuanto al volumen consumido en alimentación animal.

Con respecto a la forma en que se agrupan los granos a lo largo de la espiga, se distinguen, fundamentalmente, las cebadas de dos y de seis carreras, que presentan diferencias en su composición.

La cebada presenta un valor nutritivo, en cuanto a contenido en proteína, fibra y energía utilizable, intermedio entre el maíz y la avena. También se caracteriza por su carencia de xantofilas. Su contenido en aminoácidos limitantes es similar a la del trigo y avena, diferenciándose del maíz y sorgo por un mayor contenido en lisina y triptófano.

Este cereal es básico para la alimentación porcina. A pesar de que su contenido en energía es inferior al de otros cereales, su bajo contenido en grasas insaturadas favorece la consistencia del tocino y produce canales muy adecuadas a las necesidades del mercado. Constituye un buen ingrediente concentrado para las raciones de los rumiantes.

Se puede utilizar en piensos para aves de recria y ponedoras. Sin embargo, su empleo para pollos de carne está limitado por su bajo contenido en energía y por la presencia de β glucanos. Estas sustancias producen un aumento en la viscosidad del contenido intestinal y una disminución en la absorción de los nutrientes de la ración. Por esta razón una práctica cada vez más frecuente en países del norte de Europa consiste en la adición de β glucanasas a los piensos para aves con alto nivel de cebada. Debido a su mayor contenido en fibra, la cebada, junto con la avena, son los dos cereales que más se utilizan en las dietas para conejos.

1.2. Maíz

El maíz ocupa en España el segundo lugar entre los cereales, en cuanto a volumen de consumo para la alimentación del ganado.

Presenta una composición bastante uniforme. Posee un alto valor energético como consecuencia de que contiene cantidades apreciables de almidón y grasa, y poca fibra. El aceite del maíz contiene gran cantidad de ácidos grasos insaturados, especialmente de ácido linoleico.

Si se almacena con un alto contenido en humedad, acompañado de falta de aeration y altas temperaturas, es frecuente comprobar la presencia de toxinas fúngicas.

El maíz es un ingrediente básico en la fabricación de piensos para avicultura. Es uno de los cereales más apetitosos para las aves y el más energético de todos ellos. El maíz amarillo resulta interesante por su alto contenido en xantofilas y carotenos, responsables del color amarillo de las yemas de los huevos, tarsos, picos y piel de las aves. Además, posee un alto contenido en ácido linoleico, nutriente esencial del que depende directamente la calidad y tamaño del huevo.

El alto contenido en ácidos grasos insaturados puede provocar la aparición de canales con grasa blanda, por lo que se recomienda limitar su uso en piensos de terminación.

1.3. Avena

Presenta una composición muy variable. Es el cereal que tiene la proteína de mayor calidad, aunque con un relativamente bajo contenido en aminoácidos esenciales. Como el maíz, posee un elevado porcentaje de grasas insaturadas, pero con un menor contenido en ácido linoleico.

Debido a su alto contenido en fibra y escasa concentración energética, es poco recomendable incluirlo en las raciones de alta energía para aves. Sin embargo, se utiliza para suplementar como grano entero en los piensos de aves reproductoras pesadas restringidas. Tradicionalmente es el grano que más se ha empleado para la alimentación de los caballos.

1.4. Trigo

El trigo, por sus características nutritivas semejantes al maíz, y debidamente suplementado con los nutrientes de que carece, puede sustituir a este cereal, en gran medida, en la elaboración de raciones.

Su alto contenido en almidón y azúcares y su baja proporción de fibra le confieren un alto valor energético. El contenido en proteína es muy variable (pueden encontrarse trigos desde un 6 a un 22% de proteína bruta, según sea trigo blando o duro) y, al igual que el maíz, es deficiente en lisina.

Debido al porcentaje de humedad del grano cuando se recolecta en nuestro país (10-12%), no presenta los problemas en cuanto a almacenamiento y contaminaciones fúngicas que presenta el maíz.

El trigo es un grano muy apetecible, pero si se muele finamente resulta poco apetecible, ya que forma una masa pastosa en la boca, pudiendo producir trastornos digestivos. Cuando se granula, su efecto es altamente positivo al favorecer la consistencia del gránulo.

Se puede emplear, debidamente suplementado, tanto en las raciones para cerdos como para aves. El suministro de trigo para los rumiantes requiere tomar ciertas precauciones, ya que, debido a la rápida degradación del almidón en el rumen, aumenta el riesgo de acidosis.

1.5. Sorgo

Es un grano muy pequeño, de cáscara dura e indigestible. Su composición es similar a la del maíz, pero con más proteína, menos grasa y un menor contenido energético (92-95% del valor del maíz).

Existen variedades amargas que contienen taninos condensados, lo que hace disminuir la apetecibilidad del pienso, así como la digestibilidad de la proteína y de la energía. Por otra parte, al contener menos ácido linoleico que el maíz, no es tan adecuado para aves ponedoras. Puede suministrarse entero al ovino, cerdos y aves, pero molido para el ganado vacuno.

2. Subproductos de los cereales

Las industrias que procesan los granos de cereales producen una serie de subproductos que son utilizados para la alimentación animal. De todos los cereales que se procesan, presentaremos únicamente los subproductos de aquellos cereales que por su volumen de utilización son más importantes: maíz, trigo y arroz.

2.1. Subproductos del maíz

El maíz es procesado fundamentalmente por tres tipos de industrias: industrias para la obtención de almidón (refinación por vía húmeda), industrias de semolina (molturación por vía seca) e industrias de fermentación para la obtención de alcohol etílico (destilación). Cada una de estas industrias produce ingredientes que son utilizados para la alimentación de los animales.

En el proceso de obtención de almidón se obtienen: *Corn Gluten Feed (CGF)*, *Corn Gluten Meal (CGM)* y *Turtó de Germen de Maíz (TGM)*.

El *Corn Gluten Feed (CGF)* comprende las porciones fibrosas del grano o salvado, gluten, almidón y materias minerales. En ocasiones contiene también el germen de maíz, lo que le da un color oscuro. En general, se puede considerar que contiene niveles medios de proteína y energía. Es el más fibroso de los subproductos que se obtiene por vía húmeda. Su alto contenido en hemicelulosa y el bajo conte-

nido en lignina indican que los componentes de la pared celular son muy bien digeridos por los rumiantes y razonablemente bien por los cerdos. En un principio, el CGF se introdujo en raciones para ganado vacuno, en función de su contenido en fibra. Actualmente también es frecuente su inclusión en raciones porcinas.

El *Corn Gluten Meal (CGM)* está formado por proteínas (gluten) junto con pequeñas cantidades de almidón y la fracción fibrosa no aislada en el proceso primario de separación. Posee un alto contenido en energía y proteína, pero con los mismos desequilibrios en aminoácidos que la proteína del maíz. El alto contenido en xantofilas de este subproducto hace que resulte muy interesante como fuente de pigmentantes en la formulación de piensos para avicultura. Asimismo, por su alto contenido en proteína no degradable en el rumen, resulta interesante para rumiantes de altas necesidades nutritivas (ganado ovino y vacuno en crecimiento y animales de alta producción lechera).

El *Turtó de Germen de Maíz (TGM)* está constituido por el germen una vez que se le ha extraído el aceite, generalmente por presión, dejando un contenido en grasa considerable. Puede considerarse un ingrediente con un contenido medio en energía y proteína.

El segundo tipo de industrias que procesan el maíz son las que efectúan un procesamiento en seco para la obtención de sémola. Además de sémola, se obtienen dos subproductos: la *harina zootécnica* y la *harina flor*, que generalmente juntas se emplean en la industria de la alimentación animal.

La *harina zootécnica* la componen la fracción del almidón harinoso, el salvado y puede contener el germen, ya sea integral o extractado, lo que supone un gran enriquecimiento del producto. La *harina flor* está formada fundamentalmente por el almidón harinoso. De todos los subproductos del maíz, estas harinas son las que presentan el contenido en proteína más bajo.

Por último, en el proceso de destilación del maíz se obtienen como subproducto *los granos secos de destilería con solubles (DDGS)*, que proceden de la fermentación del grano de maíz para la obtención de alcohol y se obtienen por deshidratación de los residuos del destilado. Su composición es muy variable, dependiendo del proceso de obtención. Poseen un contenido medio en energía y proteína y destaca su alto contenido en vitaminas y fósforo.

2.2. Subproductos del trigo

En el proceso de fabricación de harina se obtienen cuatro subproductos, constituidos por fracciones del endospermo (almidón) y de tegumentos en distinta proporción. De mayor a menor contenido en tegumentos se denominan: *salvado, tercerilla, harinilla y harinas bajas*.

En la práctica se pueden encontrar una gran variedad de productos y denominaciones en función de la industria harinera de que provengan. También es frecuente

que algunas fábricas reúnan todas la fracciones en un subproducto único. Por estos motivos es necesario un exhaustivo control de calidad de este tipo de materias primas.

El *salvado de trigo* es un alimento muy apetecible, de composición relativamente variable en función de la calidad del trigo de que proceda. Se pueden considerar unos contenidos medios en fibra bruta y proteína de un 11% y un 15%, respectivamente. Contiene poco calcio, pero cantidades considerables de fósforo y vitaminas del grupo B. Las *tercerillas, harinas y harinas bajas* presentan un contenido en proteína similar, y el contenido en fibra va disminuyendo en las sucesivas cribas.

La utilización de estos productos la determina, en gran medida, su contenido en fibra. El *salvado de trigo* es un ingrediente de bajo contenido en energía para emplearse en avicultura. Sin embargo, resulta muy adecuado para cerdas madres, pollitas de recria, rumiantes adultos y especialmente conejos.

2.3. Subproductos del arroz

En la industria de fabricación de arroz blanco para consumo humano se obtienen, además, la *cascarilla, el salvado y el germen de arroz*, subproductos que se emplean en alimentación animal.

La *cascarilla de arroz* contiene un alto porcentaje de fibra y sílice, lo que determina su bajo valor nutritivo. El *salvado de arroz*, también conocido como cilindro de arroz, contiene un alto porcentaje de grasa y fibra. Es menos apetecible que el salvado de trigo y puede enranciarse con facilidad. Por último, el *germen de arroz* tiene una disponibilidad muy baja en el mercado, en ocasiones se mezcla con el salvado, ofreciéndose como ingrediente único.

3. Pulpas de remolacha y de cítricos

La *pulpa de remolacha* es un subproducto del proceso de obtención del azúcar y la de *cítricos* se obtiene como subproducto en la elaboración de zumos.

La *pulpa de remolacha* se caracteriza por contener cantidades considerables de fibra altamente digestible, muy poco lignificada, y menores cantidades de azúcares y pectina. La *pulpa de cítricos* contiene menor cantidad de esta fibra, pero presenta mayor proporción de azúcares y pectina. Ambas poseen un alto contenido en calcio, pero son muy deficientes en fósforo.

Los hidratos de carbono que contienen la *pulpa de remolacha* y la *pulpa de cítricos* son altamente digestibles para los rumiantes, monogástricos herbívoros (conejos y équidos) y cerdos, pero no para las aves. Resultan alimentos muy apetecibles y constituyen un excelente ingrediente para las dietas del ganado vacuno de leche, aunque debe limitarse su empleo en las últimas semanas del período seco.

4. Melazas

Son subproductos de las industrias azucareras de remolacha (*melaza de remolacha*) y de caña de azúcar (*melaza de caña de azúcar*).

La *melaza de remolacha* es un líquido viscoso, de color casi negro y de olor desagradable. Su composición en azúcares corresponde casi en su totalidad a sacarosa. La de *caña de azúcar* presenta olor agradable y su composición en azúcares viene determinado por azúcares invertidos (mas del 30%) y sacarosa. Constituyen una buena fuente de energía, pero son muy pobres en proteína, aunque su principal inconveniente lo constituye su excesivo contenido en electrolitos (sodio, potasio y cloro).

Mejoran el sabor y la palatabilidad de las raciones a las que se incorporan. APLICADAS a dosis bajas, favorecen la granulación de las harinas. Sin embargo, a dosis altas deterioran el gránulo. Son unos productos que se manejan con dificultad y requieren una tecnología apropiada para su utilización.

5. Raíces y tubérculos

Estos alimentos se caracterizan por su alto contenido en humedad (70-90%) y azúcares, sacarosa en las raíces y almidón en los tubérculos. Por el contrario, presentan un bajo contenido en proteína.

La *mandioca* es la raíz de una planta originaria de áreas tropicales. Se importa a Europa de Tailandia e Indonesia, principalmente. Su característica más relevante es su alto contenido en almidón (alrededor del 60 a 75%), que determina su aporte energético. Es pobre en proteínas (2-3%), materias grasas (0,8%) y fibra (4%). Contiene un compuesto cianogénico, que se encuentra en mayor proporción en la cubierta que en la pulpa. Sin embargo, en la actualidad, los tratamientos a que se someten las raíces (pelado, lavado, secado y granulación) eliminan casi totalmente el glucósido. Otra limitación a su empleo es que la harina de esta raíz es un material muy pulverulento. Es, por tanto, poco palatable y difícil de manejar. Cuando se usa en forma de harina se recomienda no incluirlo en cantidades superiores al 4-5%.

La *patata dulce* es un tubérculo que se importa de China y su presencia en el mercado español es relativamente reciente. Es similar a la mandioca en cuanto a composición y problemas de utilización.

6. Grasas

Las grasas están compuestas fundamentalmente por triglicéridos, que son ésteres de ácidos grasos y glicerol. Los ácidos grasos de los triglicéridos pueden ser insaturados o saturados según contengan o no dobles enlaces en su molécula.

De forma general, los tipos de grasas que se pueden encontrar en el mercado nacional se clasifican, según su origen y naturaleza, en: grasas animales, grasas vegetales, subproductos industriales y grasas protegidas.

Las principales ventajas que presenta la inclusión de grasas en las raciones de los animales podemos resumirlas en los siguientes apartados:

- Constituyen una materia prima de alta densidad energética. Aportan 2,5 veces más energía que los hidratos de carbono o las proteínas.
- Proporcionan los ácidos grasos esenciales linoleico, linolénico y araquidónico. El ácido linoleico es fundamental, ya que puede sustituir a los otros dos ácidos grasos y cubrir totalmente las necesidades de los animales.
- Mejoran la absorción de otros nutrientes liposolubles, como vitaminas, pigmentos, etc., y disminuyen la velocidad de tránsito digestivo, aumentando la eficiencia de utilización del resto de los componentes del alimento.
- Al incluirlo en las fórmulas, mejoran la palatabilidad, disminuyen la formación de polvo y facilitan la manipulación del pienso y el granulado.
- Debido a la gran cantidad de energía que aportan por unidad de materia seca, resultan muy adecuadas para incluirlas en raciones de ganado vacuno lechero, particularmente al comienzo de la lactación, y raciones de ponedoras.

Además de las razones que justifican el empleo de grasas en alimentación animal, hay que tener en cuenta que también presentan los siguientes inconvenientes:

- La inclusión de grasas a dosis elevadas en raciones para rumiantes presenta ciertas limitaciones, ya que interfieren en la digestión de otros nutrientes. Disminuyen la digestibilidad de la fibra debido al efecto inhibitorio sobre la población celulolítica y a la cobertura física de la fibra por las partículas de grasa. Además, pueden formar jabones insolubles de calcio y magnesio, provocando deficiencias de estos minerales.
- Altos niveles de grasas muy insaturadas originan canales de mala calidad con grasa blanda, que pueden llegar a chorrear durante el almacenamiento.
- La incorporación de grasa en cantidades elevadas dificulta el proceso de fabricación de los piensos compuestos y requiere disponer de maquinaria adecuada.

6.1. Grasas animales

Proceden de la extracción por fusión en autoclave de los residuos de matadero, animales de desecho y animales muertos. Según su origen, reciben distintas denominaciones: *sebo* (grasa de rumiantes), *manteaca* (grasa de cerdo) y *grasa de aves*.

Los *sebos*, debido al alto nivel de saturación de sus ácidos grasos, tienen un punto de fusión y estabilidad elevado en relación con otras grasas. La *grasa de aves* es la más insaturada y la que presenta el contenido en ácido linoleico más alto.

6.2. Grasas vegetales

Dentro de las grasas de origen vegetal se encuentran los *aceites vegetales* y las *semillas enteras de oleaginosas*.

Los *aceites vegetales* se obtienen por doble extracción, expeller y solvente, de las semillas oleaginosas. Los de mayor producción son el aceite de soja, girasol, colza, maíz, cártamo, algodón, coco y palma. Se caracterizan por presentar un alto nivel de insaturación, especialmente los de soja, girasol y maíz.

En aves ponedoras, la utilización de aceites vegetales es muy apropiado, debido a su alto contenido en energía metabolizable y ácido linoleico. Para rumiantes se aconseja administrarlo de forma protegida por el alto grado de insaturación que presentan.

La inclusión de grasa a las raciones en forma de *semillas enteras de oleaginosas* resulta muy ventajoso, ya que, además de aportar al concentrado gran cantidad de grasa, supone un suministro adicional de proteína no degradable en el rumen. Se caracterizan por poseer una cubierta coriácea que hace que la grasa que aportan tampoco sufra degradación en el rumen.

La semilla que más se emplea en ganado vacuno lechero es la de *algodón*. En ocasiones se han señalado problemas relacionados con su contenido en gosipol, pero a las dosis que normalmente se emplean (de 1 a 3 kg por vaca y día) no suelen presentarse problemas.

Otras semillas, como la de *soja*, *colza*, *girasol* y *linaza*, presentan el inconveniente de su contenido en principios antinutritivos, que obliga a un tratamiento previo por calor. La *semilla de girasol* presenta importantes problemas tecnológicos para su utilización, debido a su alto contenido en grasa.

6.3. Subproductos industriales

De los subproductos industriales, las *oleínas animales* y *vegetales* o sus mezclas son las más importantes. Se obtienen en el proceso de refinación de los aceites y grasas comestibles, tal y como se presenta en la figura 3.1. Las oleínas resultantes tienen una composición en ácidos grasos similar a la del aceite de origen.

La mayor parte de las oleínas que se producen son de soja y de girasol. Su contenido en energía metabolizable depende, en gran medida, del proceso de elaboración y dado su elevado porcentaje de insaturación deben utilizarse de la misma forma que los aceites vegetales, destacándose como fuentes importantes de ácido linoleico y linolénico.

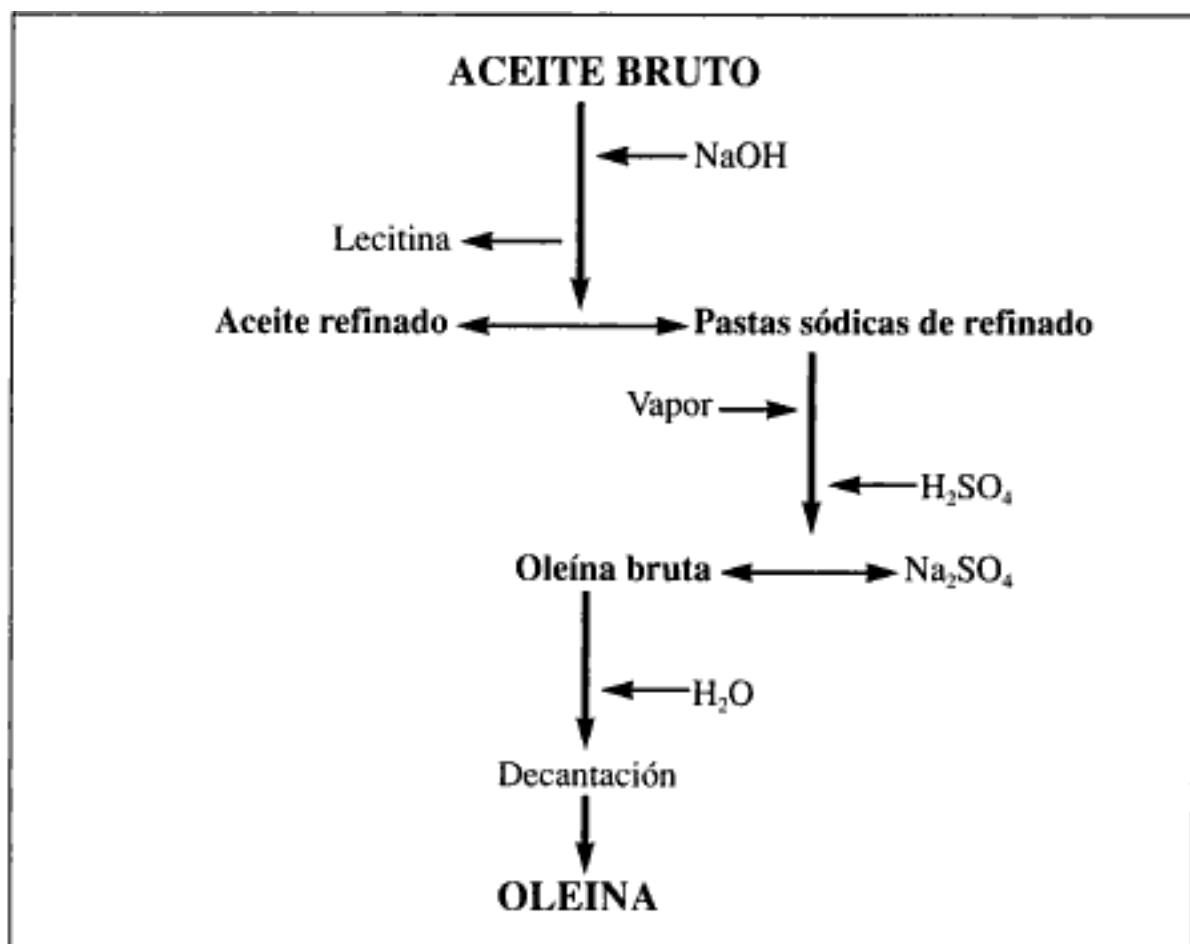


FIGURA 3.1

Proceso de refinado de los aceites (Rial, 1990).

6.4. Grasas protegidas

La grasa adicionada de forma libre a las raciones de rumiantes ejerce un efecto negativo sobre la fermentación ruminal; por este motivo, han surgido las llamadas grasas "by-pass", natural o artificialmente protegidas, caracterizadas por su capacidad de pasar prácticamente inalteradas por el retículo-rumen.

Las grasas se pueden proteger por medio de proteína y formaldehido o en forma de jabones insolubles. Otra forma de suministrar grasa protegida es mediante el empleo de semillas oleaginosas que se han descrito en el apartado sobre las grasas vegetales.

El proceso de protección de la grasa *con proteína y formaldehido* consiste en la encapsulación de pequeñas gotitas de aceites con una fina capa de proteína tratada con formaldehido. Las proteínas formoladas pasan sin ser alteradas por el pH 6-7 del rumen, pero al llegar al abomaso, la acidez del medio produce la ruptura del formaldehido, dejando libres las proteínas, que a su vez liberan los lípidos. El empleo de grasas protegidas está especialmente indicado para suplementar las raciones de los rumiantes de alta producción láctea.

Las grasas en forma de jabones son sales de ácidos grasos. Son resistentes a la hidrólisis ruminal y resultan hidrolizados y digeridos en el abomaso e intestino.

La adición de grasas en forma de jabones de calcio en las raciones para rumiantes presenta las mismas ventajas que la grasa protegida con proteína formaldehido, ya que no interviene en las fermentaciones ruminales y es fácil de mezclar con el resto de los ingredientes del concentrado. Sin embargo, parece más interesante por ser más económico este tratamiento.

7. Resumen y primeras conclusiones

En el presente capítulo se ha pretendido ofrecer una visión general y práctica de las principales materias primas que se emplean en alimentación animal como fuentes de energía.

Dada la limitación de extensión impuesta, solamente se tratan las materias primas de uso más frecuente, resaltando las características nutritivas que resulta imprescindible conocer para el racionamiento práctico de las distintas especies zootécnicas.

Los alimentos energéticos los hemos agrupado en: cereales, subproductos de los cereales, pulpas de remolacha y de cítricos, raíces y tubérculos, melazas y grasas. Dentro de cada grupo se han incluido únicamente las materias primas más representativas, resaltando las características nutritivas más sobresalientes, indicando las ventajas e inconvenientes de cada uno de ellos, y, por último, se da alguna norma sobre la utilización práctica en las raciones de las distintas especies.

Principales fuentes consultadas

- CAJA, G., CASALS, R., TORRE, C. (1990). Empleo de grasas en la alimentación del vacuno lechero. *Bovis*, 34, 31-39.
- CHILLARD, Y., OLLIER, A. (1994). Alimentation lipidique et métabolisme du tissu adipeux chez les ruminants. Comparaison avec le porc et les rongeurs. *INRA Prod. Anim.*, 7, 293-308.
- CHURCH, D. C. (1987). *Alimentos y alimentación del ganado*. Hemisferio Sur. Montevideo.
- DE BLAS, C., GONZÁLEZ, G. y ARGAMENTERIA, A. (1987). Concentrados. En: *Nutrición y alimentación del ganado*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- DE BLAS, C., MATEOS, G. G. y REBOLLAR, P. G. (1994). *Normas FEDNA para la formulación de piensos compuestos*. 1. Valor nutritivo de los concentrados de proteína vegetal.
- FEDNA (1990). *VI Curso de Especialización. Materias primas alternativas para la alimentación animal*.

- FRAGA, M. J. y PÉREZ, P. (1987). Utilización de grasas en la alimentación. *Bovis*, 16, 45-55.
- INRA (1988). *Alimentation des bovins, ovins et caprins*. Ed. R. Jarrige. INRA, 147, rue de l'Université, 75.007 París.
- INRA (1984). *L' Alimentation des animaux monogastriques: porc, lapin, volailles*.
- MCDONALD, P., EDWARDS, R. y GREENHALGH, J. F. D. (1988). Cereal grains and cereal by-products. En: *Animal Nutrition*. Fourth edition. Longman Scientific and Technical Harlow
- RIAL, E. (1990). Tecnología de fabricación y control de calidad de materias primas líquidas: Grasas y melazas. *VI Curso de Especialización. Materias primas alternativas para la alimentación animal*, FEDNA. Madrid

Hidden page

CAPÍTULO IV

ALIMENTOS PROTEICOS

CARLOS CASTRILLO GONZÁLEZ

INDICE

0. Introducción
 1. Suplementos de origen vegetal
 - 1.1. Tortas y harinas de semillas de oleaginosas
 - 1.2. Leguminosas grano
 - 1.3. Subproductos de cereales
 - 1.4. Harina y concentrados de alfalfa
 2. Suplementos de origen animal
 - 2.1. Harina de pescado
 - 2.2. Harinas de carne
 - 2.3. Derivados lácteos
 - 2.4. Excretas de aves
 3. Proteínas unicelulares
 4. Aminoácidos sintéticos
 5. Nitrógeno no proteico
 6. Resumen y primeras conclusiones
- Principales fuentes consultadas

0. Introducción

Los cereales y los forrajes, principales constituyentes de la dieta de los monogástricos y de los rumiantes, respectivamente, no aportan proteína suficiente para cubrir las necesidades de los animales en las fases de mayores demandas. En estos casos es necesario utilizar alimentos con mayor riqueza en proteína, denominados genéricamente suplementos proteicos.

Los problemas que plantea la alimentación nitrogenada son diferentes según se trate de animales monogástricos o rumiantes. En los primeros, el valor proteico de los alimentos viene determinado por su contenido en proteína verdadera, la proporción de aminoácidos esenciales en la fracción proteica y su digestibilidad. La elección de los suplementos idóneos para los monogástricos vendrá determinada por su contenido en aquellos aminoácidos que son más deficitarios o limitantes en los cereales, al constituir éstos la mayor parte de la dieta. En las dietas convencionales, el primer aminoácido limitante es generalmente la lisina, seguido de la treonina y/o triptófano, en el caso de los cerdos, y de la metionina (o metionina más cistina), en el caso de las aves. La figura 4.1 muestra los requerimientos en lisina y metionina de broilers de primera edad, expresados en proporción de la proteína. Las necesidades así expresadas son extrapolables a los cerdos de primera edad. En la misma figura se presenta también la proporción que dichos aminoácidos guardan en la proteína de distintos cereales y suplementos proteicos. Como vemos, los cereales son claramente deficientes en lisina y en menor medida en metionina, en tanto que algunos de los suplementos proteicos son ricos en uno o ambos aminoácidos, viniendo dado su valor por su capacidad de complementación.

La digestibilidad de los aminoácidos, que determina su disponibilidad para los animales, es un factor que adquiere especial significación en los suplementos proteicos, porque gran parte de ellos son obtenidos mediante procesos que llevan el tratamiento térmico de la materia prima original, el cual puede afectar negativamente a la digestibilidad de los aminoácidos, fundamentalmente de la lisina, o incluso provocar su destrucción, como ocurre con los azufrados. En el cuadro 4.1 se puede observar el efecto del tratamiento térmico y su duración, sobre el contenido

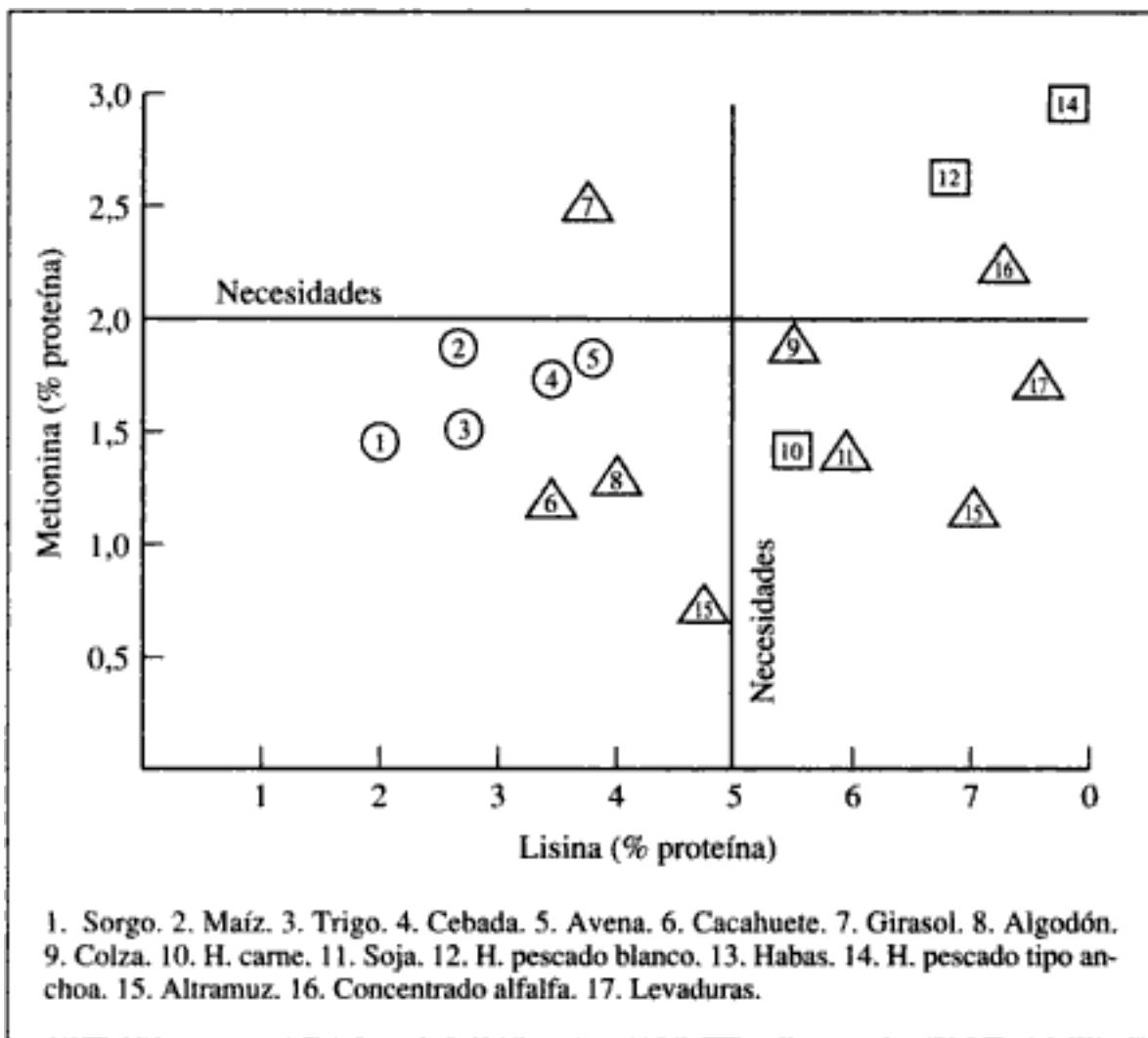


FIGURA 4.1

Contenidos en lisina y metionina de cereales y suplementos proteicos, comparados con las necesidades de broilers de primera edad (E. L. Miller, 1976).

en lisina disponible y otros aminoácidos esenciales de la harina de pescado, y sobre la digestibilidad de la proteína cuando es administrada a cerdos.

En los rumiantes, si bien las necesidades metabólicas del hospedador son similares a las de los monogástricos, la mayor parte de los aminoácidos que llegan al duodeno son aportados por los microorganismos del rumen, y éstos pueden utilizar nitrógeno no proteico (NNP) para la síntesis de proteína. No obstante, en animales de elevado nivel de producción, la proteína microbiana no es suficiente para cubrir las necesidades del hospedador, siendo preciso aportar con la dieta proteína que pueda pasar el rumen sin ser degradada. Por ello, la elección de los suplementos proteicos se hace más en función de la degradabilidad de la proteína en rumen que de su composición en aminoácidos.

Aparte de las consideraciones hechas en cuanto al contenido y características de

Cuadro 4.1

Efecto del tratamiento con calor sobre la composición de la harina de pescado

	Tratamientos		
	No calentada	120° C 2 horas	120° C 4 horas
Materia seca (%)	91,1	92,0	89,3
Nitrógeno (%)	11,2	11,2	10,9
Aminoácidos (g/16 g N):			
Lisina total	7,10	6,65	5,55
Lisina disponible	6,50	4,55	2,15
Metionina + cistina	4,65	3,50	3,05
Treonina	4,20	3,65	2,70
Digestibilidad aparente del nitrógeno en cerdos (%)	76	65	51

Fuente: Pond y Maner, 1984 (tomado de Madsen y col., 1965).

la proteína de los suplementos proteicos, la utilización de éstos viene también condicionada por otros factores, como el contenido en grasa, el contenido en minerales y vitaminas y la posible presencia de elementos tóxicos, antinutritivos o indeseables.

A continuación se describirán las características y recomendaciones de utilización de los suplementos proteicos de uso convencional en España, recomendando al lector otras fuentes bibliográficas (Church, 1984; Pond y Maner, 1984; De Blas y col., 1987; Mc Donald y col., 1993) para una mayor profundización sobre los suplementos descritos y otros. Asimismo, podrán encontrar información detallada sobre la composición y valor nutritivo de los suplementos proteicos en las publicaciones periódicas que sobre la alimentación de las distintas especies editan el Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) de Francia, el National Research Council (NRC) de los Estados Unidos de América y el Agricultural Research Council (ARC) del Reino Unido.

Para su estudio, los suplementos proteicos los dividiremos en los siguientes grupos:

- a) De origen vegetal :
 - Tortas y harinas de semillas de oleaginosas.
 - Leguminosas grano.
 - Subproductos de cereales.
 - Harina y concentrados de alfalfa.

- b) De origen animal :
 - Harina de pescado.
 - Harinas de carne.
 - Derivados lácteos.
 - Excretas de aves.
- c) Proteínas unicelulares.
- d) Aminoácidos sintéticos.
- e) Nitrógeno no proteico.

En el cuadro 4.1 del Anexo figuran la composición y el valor nutritivo típicos de los suplementos proteicos a estudio, aunque, como se verá posteriormente, pueden variar en función de numerosos factores, fundamentalmente de su origen y del procesado.

1. Suplementos de origen vegetal

Son los suplementos más utilizados. De ellos más del 80% en términos de materia seca y del 85% en términos de proteína corresponden a las tortas de oleagino-

CUADRO 4.2

Utilización total en España, cantidad procedente de importación y utilización en alimentación animal de semillas y tortas de oleaginosas y granos de leguminosas (miles de tm) (Campaña 1990/91)

Oleaginosas	Soja	Girasol	Colza	Algodón
<i>Semillas</i>				
Utilización total	2298	1238	19	271
Importación	2261	12	30	16
Alimentación animal	325	1	—	48
<i>Tortas</i>				
Utilización total	3262	639	81	179
Importación	1668	18	70	2
Alimentación animal	3247	639	81	179
Leguminosas grano				
Utilización total	720	175	205	
Importación	475	164	167	
Alimentación animal	421	172	200	

Fuente: MAPA, 1991.

sas. En el cuadro 4.2 figuran los datos relativos al consumo total en España de granos y de tortas de oleaginosas y de leguminosas grano, así como la cantidad que procede de importación y la dedicada al consumo animal. La torta de soja es el suplemento proteico más utilizado en el mundo, y también en España, a pesar de que más de la mitad es importada o procede de semillas importadas. Le siguen en importancia la torta de girasol, cuya producción ha aumentado considerablemente en España, en gran parte por las medidas de subvenciones de la Política Agraria Comunitaria (PAC), habiéndose pasado de 670.000 de tm en 1980 a 1.312.000 de tm en 1991. Estudiaremos también las tortas de algodón y las de colza, que les siguen en importancia. A pesar de que la PAC ha favorecido también el cultivo de leguminosas grano, la superficie cultivada en España ha descendido en la última década de 513 a 319 ha, y su contribución actual a la alimentación animal es escasa, correspondiendo la mayor parte a las habas y a los guisantes. Trataremos también de los altramueses, más por el interés científico despertado en los últimos años que por su importancia comercial.

1.1. Tortas de oleaginosas

Son el residuo o subproducto resultante de la obtención del aceite de las semillas de oleaginosas mediante métodos mecánicos de presión, la aplicación de solventes o una combinación de ambos. Los procesos mecánicos ofrecen un menor rendimiento en la extracción de aceite que los solventes, resultando en el primer caso una torta con un contenido en grasa de hasta un 6%, mientras que la obtenida con solventes tiene generalmente menos del 2%. Actualmente, los métodos más utilizados son la extracción con solventes y el mixto.

El proceso mecánico lleva siempre consigo la aplicación de temperaturas altas, lo cual es beneficioso para inactivar los factores antinutritivos de la semilla, pero, si son demasiado elevadas o se prolonga el tiempo de actuación, se pueden desencadenar reacciones de Maillard entre los aminoácidos y los hidratos de carbono, provocando un descenso en la digestibilidad, sobre todo de la lisina, la arginina, la histidina y el triptófano. Una reacción similar puede ocurrir entre el gossipol de la semilla de algodón y la lisina. Las tortas de oleaginosas se comercializan con un contenido en proteína bruta (PB) próximo al 40% (cuadro 4.1, Anexo). La mayor parte (95%) se encuentra en forma de proteína verdadera, de digestibilidad generalmente elevada (75-90%) y valor biológico superior al de la proteína de los cereales, aunque generalmente inferior a las proteínas de origen animal. Su valor energético es elevado, aunque variable dependiendo del proceso de extracción (mayor valor energético de las tortas extraídas por extrusión) y de la cantidad de cascarilla que incorpora o grado de decorticación. En el cuadro 4.1 del Anexo puede apreciarse el efecto del tipo de extracción y la decorticación sobre el valor nutritivo de las tortas de oleaginosas. Las tortas tienen un bajo contenido en calcio y, aunque el de fósforo es elevado, su disponibilidad es baja. Las concentraciones en vitaminas del grupo B, carotenos y vitamina E son también escasas.

*1.1.1. Soja (*Glicine max*)*

La semilla de soja contiene un 15-20% de aceite, normalmente extraída mediante solventes. Durante el proceso de extracción la torta es tostada, inactivándose distintos factores antinutritivos termolábiles (inhibidores de proteasas, hemoaglutininas o lectinas y goitrógenos), por lo que se incrementa la disponibilidad de los aminoácidos para los monogástricos. Un tostado excesivo puede afectar negativamente a la digestibilidad de los aminoácidos y, por consiguiente, al valor biológico de la proteína. Por otra parte, el calor no inactiva ni destruye otros factores o componentes antinutritivos, como la glicinina y la β -conglicina, que, por su carácter antigénico, pueden causar reacciones alérgicas y problemas de diarrea en los cerdos tras el destete (Bruggink, 1993). Se comercializan dos tipos de torta de soja, con 44 y con 48% de PB, que se diferencian fundamentalmente en el nivel de inclusión de cascarilla, más elevado en la primera, por lo que es mayor su contenido en fibra bruta (FB) y menor su valor energético. Es la torta de oleaginosas que mejor complementa a los cereales, sobre todo al maíz, por su elevado contenido en lisina, aunque es deficiente en metionina. La digestibilidad de los aminoácidos esenciales determinada en cerdos y ratas es muy elevada (86-89%). Convenientemente suplementada, la torta de soja puede incluirse en cualquier proporción en piensos compuestos. No obstante, es pobre en cinc y en fósforo disponible, así como en vitaminas del complejo B y vitamina K, por lo que si no es convenientemente suplementada puede dar lugar al nacimiento de camadas débiles, a una baja producción de leche en cerdas y a problemas motores en cerdos en crecimiento. En aves se ha asociado con polluelos débiles y baja incubabilidad. Se han observado también problemas de dermatitis en la almohadilla plantar en pollos alimentados con niveles altos de soja, proceso que ha sido relacionado con la elevada concentración de potasio, que provoca un incremento en la humedad de la cama y con un exceso de carbohidratos complejos que llegan sin ser digeridos a intestino grueso, coadyuvando a la proliferación bacteriana en la cama. Es la fuente de proteína más utilizada para los rumiantes, siendo su degradabilidad media en rumen del 60-65%, aunque muy variable dependiendo del tratamiento sufrido.

Se comercializan también dos productos derivados de la soja con un elevado contenido en proteína: el concentrado de soja, con un 70% de proteína, que puede ser utilizado para la formulación de lactorreemplazantes y piensos de iniciación, y el aislado de soja, con un 90% de proteína, más soluble que el anterior y carente prácticamente de carbohidratos, utilizado también en la formulación de lactorreemplazantes (Bruggink, 1993).

La semilla de soja puede ser utilizada entera. Se comercializa en forma de harina, con el nombre de harina de soja integral o "full-fat meal", siendo una buena fuente tanto de proteína como de energía (cuadro 4.1 del Anexo). Su uso por los monogástricos exige un tratamiento previo de tostado para inactivar los factores antinutricionales, aunque en ponedoras y cerdos adultos no se han observado efectos negativos en los rendimientos con niveles de inclusión de un 20% de soja cruda. Como ocurre con la torta, una sobrecocción puede afectar negativamente al valor

biológico de la proteína. En cerdos puede determinar un descenso de ácidos grasos saturados y monoinsaturados y un incremento en poliinsaturados en la grasa subcutánea, sin afectar a la calidad de la canal. Se utiliza bastante en rumiantes, para los que no es necesario su tratamiento porque los factores antinutricionales son inactivados por la flora microbiana del rumen. No obstante, el tratamiento con calor hace a la proteína menos degradable por los microorganismos del rumen, permitiendo una mayor llegada de aminoácidos a duodeno. Por otra parte, su elevado contenido en ácidos grasos poliinsaturados puede ejercer un efecto negativo sobre los microorganismos del rumen, habiéndose observado reducciones en la producción de leche en vacuno, fundamentalmente cuando la semilla ha sido sometida a procesos que favorecen la rápida liberación del aceite en el rumen, tales como la extrusión o el molido fino (Kempen y Jansman, 1994).

1.1.2. Girasol (*Helianthus annuus*)

Es la semilla de oleaginosas de mayor producción en Europa, donde se localiza el 50% de la producción mundial. La torta resulta de la extracción del aceite de las pipas, que tienen un contenido medio del 30% de aceite y 17% de proteína. La cáscara representa entre el 25 y 30% de la semilla. Se comercializan tres tipos de tortas de girasol: integral, con un contenido en proteína del orden del 35% y un 25% de FB; decorticada, con un contenido en PB que puede superar el 45%, y entre un 12 y un 18% de FB, dependiendo del proceso de extracción, y semidecorticada, con características intermedias. El contenido en lisina de la proteína es casi la mitad que el de la soja, siendo, sin embargo, una mejor fuente de aminoácidos azufrados, por lo que de la mezcla de ambas tortas resulta una proteína de excelente calidad. Es un alimento apetecible, carente de compuestos tóxicos de relevancia, y no se enrancia por el almacenamiento, debido a su elevado contenido en a-tocoferoles, que actúan como antioxidantes.

La harina integral tiene su uso restringido a los rumiantes y conejos por su elevado contenido en fibra, en tanto que la decorticada puede ser utilizada en las aves adultas y en los cerdos a partir de los 35-50 kg de peso, siendo, no obstante, recomendable no sobrepasar un 5-10% en los piensos, debido a su naturaleza fibrosa y al mal aspecto que origina su color oscuro. La degradabilidad en rumen de la torta de girasol es generalmente muy elevada (75-80%), por lo que contribuye escasamente al aporte de aminoácidos en duodeno, no siendo recomendable su uso en animales de elevados requerimientos proteicos.

La semilla cruda parcialmente decorticada (14% de fibra bruta) se ha utilizado en forma de harina en dietas de broilers hasta niveles del 50% sin apreciarse descenso en el crecimiento, y tampoco parece afectar a la calidad del huevo a niveles elevados de inclusión. En dietas para cerdos se han obtenido también buenos resultados sustituyendo hasta un 50% de maíz/soja en la dieta, sobre todo cuando es suplementada con lisina, aunque por su riqueza en ácidos grasos insaturados puede afectar a la consistencia de la grasa de la canal, no siendo aconsejable, por ello, su-

perar un 10% de la dieta de animales en fase de acabado (Wahlstrom, 1990). Este mismo autor recomienda niveles del 15 y del 25% para cerdos jóvenes y cerdas reproductoras, respectivamente. La semilla cruda de girasol se ha utilizado en dietas de vacas lecheras sin repercusiones negativas ni en la producción ni en las características organolépticas de la mantequilla.

1.1.3. Algodón (*Gossypium spp.*)

La torta de algodón tiene un contenido en PB próximo al 40%, que varía con la forma de procesado (cuadro 4.1 del Anexo), siendo elevado su contenido en FB (10-15%). El primer aminoácido limitante de la proteína es la lisina (aproximadamente 2/3 del de la torta de soja), siendo también bajo el contenido en aminoácidos azufrados y treonina. El contenido en Ca es muy bajo, presentando una relación Ca/P desequilibrada (1/6). Su apetecibilidad para cerdos y aves es baja por su textura seca y pulverulenta, siendo bien aceptada por los rumiantes, aunque utilizada en vacas lecheras puede originar mantequilla dura y con manchas sebáceas. Aparte de los inconvenientes citados, la mayor limitación para el uso de la torta de algodón deriva de su contenido en gossipol, pigmento de color amarillo que se encuentra formando complejos o libre. En esta última forma es tóxico, sobre todo en animales jóvenes, provocando una progresiva emaciación y problemas respiratorios que pueden llevar a la muerte. En aves produce una coloración verde oliva de la yema, que se potencia con el almacenamiento. La presencia de ácidos grasos cicloprenoides en la torta de algodón junto con gossipol libre puede causar también una coloración rosada de la clara de huevo. El contenido en gossipol libre varía con la variedad de la semilla y con el procesado, siendo mayor en las tortas obtenidas con solventes. Las tortas más recomendables son las obtenidas por procesado mixto, ya que en las obtenidas por extrusión, a pesar de que el contenido en gossipol es bajo, una parte considerable de la lisina se vuelve indigestible al formar complejos con carbohidratos y el propio gossipol. Por las razones expuestas, no es recomendable el uso de torta de girasol en aves y cerdos de primera edad, pudiéndose introducir a niveles de hasta un 10% en fases avanzadas del crecimiento y en proporciones ligeramente superiores en cerdas gestantes y lactantes. En rumiantes se utiliza tanto la torta como la semilla entera, siendo ambas una buena fuente de proteína no degradable para los rumiantes, por ser su degradabilidad más baja que la de las tortas de soja y girasol (del orden del 60%).

1.1.4. Colza

Pertenece a la familia de las crucíferas, siendo las especies más cultivadas la *Brassica napus* y la *B. campestris*. Crece en climas fríos, por lo que se adapta bien a las condiciones europeas, estando su cultivo favorecido por la PAC. La semilla contiene un 40-50% de grasa, que es eliminada por procesos mecánicos, con solventes o ambos. La torta contiene del orden de 35-45 % de PB y un 12-14 % de FB. Mediante decorticación se obtiene un producto con un 5-6% de FB. Es más pobre

en lisina y más rica en aminoácidos azufrados que la soja, y la disponibilidad de los aminoácidos está muy influenciada por el tipo de procesado, siendo las obtenidas por solventes o mediante el proceso combinado de superior calidad que las obtenidas mecánicamente. Su contenido en P y la relación Ca/P es más adecuada que en el resto de las tortas de oleaginosas.

Las harinas obtenidas de las variedades tradicionales pueden contener hasta un 8% de glucosinolatos, que dan lugar a compuestos bociógenos, los cuales ejercen efectos negativos sobre el crecimiento en todas las especies, sobre el peso al nacimiento de las camadas en cerdos y sobre la producción de huevos en las aves, cuando la incorporación de la torta en el pienso supera el 10%. En la carne de las aves y en los huevos puede originar un sabor indeseable a pescado por acumulación de trimetilamina, debido a la reducción de la síntesis de trimetilamina oxidasa por la acción de la sinapina contenida en la semilla. Tiene también niveles elevados de ácido erúcico y taninos, que le confieren una baja palatabilidad. Por todo ello, no es recomendable su inclusión en la dieta a niveles superiores al 5% en cerdos y aves jóvenes, y del 10% en el acabado y en animales adultos. Actualmente existen en el mercado harinas procedentes de variedades seleccionadas para un bajo contenido en glucosinolatos (tipo cero) y en glucosinolatos y ácido erúcico (doble cero), denominadas harina de cánola, para diferenciarlas de las anteriores. Correctamente suplementadas pueden sustituir íntegramente a la torta de soja en la alimentación de cerdas reproductoras durante la pregestación, la gestación y la lactación, sin menoscabo de su rendimiento. No ocurre lo mismo en cerdos en crecimiento, en los que la sustitución de un 50% de la torta de soja por harina de cánola se traduce en un incremento en el índice de transformación. Desgraciadamente, las variedades doble cero se han desarrollado a partir de la *B. campestris*, que no puede competir con la *B. napus* en las condiciones europeas.

1.2. Leguminosas grano

Las semillas de leguminosa tienen un elevado contenido en proteína (22-32% las habas, 20-30% los guisantes y 30-45% los altramueses) y un bajo contenido en lípidos, salvo en el caso de los altramueses, en los que pueden llegar a constituir un 10% de la materia seca. El contenido en FB varía entre el 5 y el 15%, siendo el altramuz el que presenta los valores mas altos (cuadro 4.1 del Anexo). Son también fuentes ricas en vitaminas del complejo B, especialmente de tiamina, niacina y riboflavina. La proteína es rica en lisina (entre el 6 y el 7% en las habas y en el guisante, y 4-5% en los altramueses), pero deficitaria en aminoácidos azufrados, que, por otra parte, presentan una baja digestibilidad, incluso inferior al 50% en el caso de las habas (Wiseman y Cole, 1988).

Las leguminosas grano contienen factores antinutritivos que interfieren la digestibilidad de los nutrientes, así como compuestos tóxicos o indeseables, responsables de los bajos rendimientos que a veces se obtienen cuando se emplean como suplementos proteicos en dietas para monogástricos (Huisman y Tolman, 1992; Brenes y Brenes, 1993; Bruggink, 1993). Entre estos factores se incluyen los tani-

CUADRO 4.3

Factores antinutritivos más comunes en los granos de leguminosas, sensibilidad a la temperatura y efecto que producen.

Factor antinutritivo	Fuente	Sensibilidad temperatura	Efecto
Inhibidores proteasas (antitripsina y antiquimotripsinas)	Soja, habas, guisantes.	Termolábiles.	Reducción digestibilidad. Incremento producción enzimas pancreáticos.
Lectinas o fitohemoaglutininas	Soja, habas, guisantes.	Termolábiles.	Daño mucosa intestinal. Pérdida proteína endógena.
Taninos	Habas, guisantes.	Termoestables.	Reducen digestibilidad carbohidratos y proteínas.
Alcaloides	Altramuz.	Termoestables.	Tóxico. Reducción digestibilidad.
Proteínas antigénicas	Soja, guisantes.	Termoestables a temperaturas que no provocan desnaturización de proteínas.	Incremento secrección endógena de proteínas. Diarrreas.
Vicina y convicina	Habas.	Termoestables.	Descenso producción, peso e incubabilidad de los huevos. Reducción tamaño camadas en cerdas.
α -galactósidos	Semillas leguminosas.	Termoestables.	Flatulencia. Diarrreas.

nos, inhibidores de las proteasas, hemoaglutininas o lectinas, compuestos antigenicos, glucósidos productores de favismo, oligosacáridos no digestibles y alcaloides (cuadro 4.3).

Las habas pueden constituir hasta un 20% de la dieta de cerdos en crecimiento y engorde, siendo poco utilizadas en aves debido a su bajo contenido en aminoácidos azufrados. Las variedades pardas son las menos recomendables por su mayor contenido en taninos. Los guisantes son las semillas de leguminosa de mayor contenido en almidón (en torno al 50%), siendo elevado su valor energético. Pueden constituir hasta un 30% de la dieta de cerdos en crecimiento y acabado, aunque los resultados obtenidos son dispares. No es recomendable su uso en las aves durante el período de iniciación, pero se puede introducir sin problemas en pollos mayores y reproductoras, a niveles de hasta el 20%. Debido al carácter termolábil de los factores antiproteasa y de las lectinas, es recomendable el tratamiento térmico tanto de las habas como de los guisantes. Asimismo, es necesaria su suplementación con

mitionina o fuentes ricas en aminoácidos azufrados. Los altramuces amargos no se utilizan en la alimentación de los monogástricos por su elevado contenido en alcaloides. No obstante, las variedades dulces (*L. albus*, *L. luteus* y *L. angustifolius*) son bien aceptadas por las aves, tanto jóvenes como adultas, aunque su uso se ve limitado por el alto contenido en FB. En cerdos se han utilizado en sustitución de hasta un 50% de la proteína de soja o pescado sin efectos negativos en los rendimientos. No obstante, incluso las variedades dulces pueden contener una cantidad suficiente de alcaloides como para reducir la palatabilidad e ingestión voluntaria. Por otra parte, pueden provocar fermentaciones anómalas en intestino grueso, en cerdos, por su elevado contenido en α-galactósidos.

Las semillas de leguminosas se caracterizan por una elevada degradabilidad en el rumen, generalmente superior al 80%, por lo que no constituyen una fuente de elección para animales de elevados requerimientos. Pueden ser tratadas por calor para aumentar su resistencia a la degradación, habiéndose obtenido buenos resultados con la extrusión y el autoclavado, aunque si el tratamiento térmico es excesivo puede afectar negativamente a la digestibilidad intestinal de la proteína no degradada en rumen.

1.3. Subproductos de cereales

Entre ellos incluimos los subproductos derivados del procesado del maíz para la obtención de almidones y glucosa, los subproductos de la fabricación de cerveza y los residuos de destilería, cuya composición típica figura en el cuadro 4.1 del Anexo.

1.3.1. Subproductos del procesado del maíz

En el proceso de obtención de almidón y glucosa del maíz se producen dos subproductos que son utilizados como suplementos proteicos en la alimentación animal: el “gluten meal” y el “gluten feed”.

El “gluten meal” es el residuo resultante después de la separación del almidón, el germen y las cubiertas del grano. Puede incluir parte del germen y de extractos solubles de la fermentación. Se comercializa con un 40 y un 60% de PB. Su contenido en fósforo es alto, pero de muy baja disponibilidad. La proteína es deficiente en lisina y triptófano, lo que limita su uso en las dietas para cerdos, en las que el nivel de inclusión no suele sobrepasar el 5%. Tiene un elevado contenido en xantofílias, por lo que puede entrar a formar parte, en proporciones altas, de dietas para broilers cuando se desea una buena pigmentación.

El “gluten feed” tiene los mismos ingredientes que el gluten meal, diluidos con el salvado, resultando un producto con un 21-23% de PB, de baja calidad por las razones anteriormente expuestas. Sólo se utiliza en el engorde de cerdos a niveles de inclusión no superiores al 5%, aunque puede constituir la mayor parte de la dieta en cerdas gestantes. Es empleado también en rumiantes, fundamentalmente en el cebo de terneros, debido a la moderada degradabilidad de la proteína en el rumen (65-70%).

1.3.2. Subproductos de cervecería

Es el residuo del malteado de la cebada durante el proceso de fabricación de la cerveza, pudiendo incluir una pequeña proporción de lúpulo. El producido en España se comercializa en fresco con el nombre de bagazo de cervecería (25-30% de MS, aproximadamente), pudiéndose encontrar en el mercado también producto seco importado con el nombre de DBG (dry brewers' grains). Es un producto con muy baja densidad, dado que durante el proceso son extraídos la mayor parte de los azúcares solubles. Tiene un contenido en FB del 15-20% y del orden de un 25% de PB de baja calidad para monogástricos por la pobreza en lisina y por su baja digestibilidad (Holden y Zimmerman, 1991). A pesar de que contiene un 6-10% de grasa, el valor energético para monogástricos es muy bajo (en torno a 8,5 MJ EM/kg MS), por lo que no se incluye en dietas de cerdos y de aves de primera edad. En cerdos en crecimiento y acabado se pueden alcanzar niveles de inclusión del 15% sin repercusiones negativas en el ritmo de crecimiento, aunque aumenta el índice de transformación, y en cerdas gestantes se puede incluir hasta niveles del 40%. El bagazo de cervecería constituye una fuente de proteína para los rumiantes muy apreciada por su baja degradabilidad, incluyéndose en la alimentación de las vacas lecheras, en fresco o ensilado, a razón de 6 a 8 kg diarios.

1.3.3. DDG (dry distillers' grains) y DDGS (dry distillers' grains con solubles)

Subproductos de la industria de obtención de alcoholes y licores del maíz y otros granos de cereales. Aunque la proporción de grano original puede variar, una mezcla tipo es 75% maíz, 12% arroz y 13% cebada malteada. El proceso incluye el molido, cocido, hidrólisis enzimática del almidón a azúcares simples, y la adición de levaduras para promover su fermentación. Una vez obtenido el alcohol, se separan los solubles y partículas más finas, y el residuo constituye los DDG. Los DDGS contienen el residuo grosero y distintas proporciones de solubles y partículas finas. Contienen un 26-36% de PB y cantidades muy variables de FB (5-13%) y grasa (5-10%). La proteína está bastante desequilibrada por su bajo contenido en lisina, treonina y triptófano, aunque tanto la lisina como el triptófano son bien utilizados por los cerdos en crecimiento. Son fuentes ricas en vitaminas del complejo B, fósforo y oligoelementos. Convenientemente suplementados con una fuente de lisina, pueden constituir hasta un 5% en las dietas de iniciación, un 20% de las dietas para cerdos en crecimiento/acabado y un 40% en cerdas gestantes. También se utilizan para rumiantes, fundamentalmente terneros y vacas lecheras, siendo la degradabilidad de la proteína ligeramente superior a la del bagazo de cervecería.

1.4. Harina y derivados de la alfalfa

La alfalfa (*Medicago sativa*) es una leguminosa con un elevado contenido en proteína (16-22%) que puede ser comercializada en forma de harina, procedente del secado al sol o de la deshidratación de la alfalfa verde. Preparados especiales de

hoja de alfalfa pueden llegar a contenidos en PB del 50%. Tiene un alto contenido en vitaminas A y D, y en Ca, elevada disponibilidad del fósforo y alto valor pigmentante. Se suele presentar en forma de gránulos, lo cual presenta el inconveniente de posibles adulteraciones por inclusión de paja, gallinaza, urea, etc. Su utilización en monogástricos viene limitada por su alto contenido en fibra bruta (25-30%) y, por consiguiente, bajo valor energético (8-8,8 MJ EM/kg MS en cerdos). Por otra parte, tiene un elevado contenido en saponinas, que provocan un rechazo en los cerdos por su sabor amargo, acentuado por los procesos de caramelización que ocurren durante el deshidratado. Ello implica que a niveles de inclusión por encima del 5-10% pueda verse afectado negativamente el ritmo de crecimiento. No obstante, puede constituir una importante proporción de la dieta en cerdas gestantes, siendo práctica común la inclusión de un 15-20%. También puede ser utilizada como fuente de proteína en dietas para conejos. En rumiantes la alfalfa se suele utilizar en verde o henificada, constituyendo uno de los forrajes de mayor valor proteico. Tradicionalmente no se ha utilizado la harina de alfalfa por no ser competitivo su precio, aunque en la actualidad, debido a las primas de la CE, es utilizada incluso en dietas de ovino.

Los concentrados proteicos de alfalfa (CPA), preparados mediante prensado para la obtención del jugo y posterior coagulación de la proteína, contienen un 45-55% de PB, menos de un 3% de fibra, en torno a 13,5 MJ EM/kg MS para cerdos, y pequeñas cantidades de saponinas. Los resultados de la literatura muestran que el CPA puede sustituir a la soja en dietas a base de maíz a lo largo de todo el período de crecimiento de los cerdos (entre 9 y 95 kg) sin efecto adverso en las ganancias. Para cerdos en crecimiento el primer aminoácido limitante del CPA es la metionina, seguido de la isoleucina y la lisina.

El jugo de alfalfa, con un 9-10% de sólidos y un 2-4% de PB (1,5-3,5% de proteína verdadera), también puede ser utilizado en el engorde/acabado de los cerdos hasta niveles de sustitución del 50% de los suplementos proteicos convencionales sin mermas en los rendimientos, aunque puede dar lugar a una depreciación de las canales. En cerdos jóvenes su utilización es más problemática, porque el elevado contenido en agua limita su ingestión. La composición del jugo varía rápidamente por degradación enzimática y microbiana, aumentando el nitrógeno no proteico a expensas de la proteína verdadera, por lo que ha de ser utilizado inmediatamente o conservado con metasulfito sódico y HCl hasta pH 3. Si, además, se calienta a 85° C unos segundos, puede conservarse varias semanas sin pérdidas elevadas de proteína.

2. Suplementos de origen animal

2.1. Harina de pescado

La harina de pescado tiene generalmente dos procedencias:

- Pescado capturado expresamente para la fabricación de harina.
- Residuos de industrias conserveras.

La primera de las procedencias es la más abundante a nivel mundial, aunque la mayor parte de la comercializada en España pertenece a la segunda procedencia. Según el tipo de pescado utilizado, se pueden distinguir entre harinas de bajo contenido en aceite, denominadas de "pescado blanco", y harinas de alto contenido en aceite, generalmente procedentes del procesado de peces de la familia del arenque. El procesado incluye la cocción de la materia prima en húmedo o seco, el prensado para la eliminación de parte del aceite, el secado y el molido. Para una buena conservación y evitar riesgos de enmohecimiento y enranciamiento, la humedad del producto final no debe sobrepasar el 15% ni el contenido en aceite el 9%. Un sobrecalentamiento durante el procesado puede afectar negativamente a la disponibilidad de los aminoácidos (cuadro 4.1). El contenido en proteína bruta suele estar comprendido entre un 60 y un 70%, aunque, al igual que el contenido en grasa y cenizas, puede variar considerablemente con el origen (cuadro 4.4). Es una excelente fuente de aminoácidos, con una elevada concentración en lisina, metionina y triptófano, por lo que es un buen complemento de la proteína de los cereales y en particular del maíz. La digestibilidad de la proteína es, en general, muy alta (> 0,90), aunque puede descender si el procesado no es correcto. Es también una fuente rica en vitaminas B₁₂, riboflavina, pantoténico, niacina y en Ca, P, Na, Mg, K, Fe, Cu, Zn y Mn. Se utiliza a niveles de hasta el 15% en animales jóvenes en crecimiento, pero no es recomendable superar un 5-10% en gallinas y cerdos de engorde, por el riesgo de transmisión de colores, sabores y olores no deseables, tanto en la carne de cerdos y aves, como en los huevos, sobre todo si el contenido en aceite es elevado y la conservación no es adecuada. Se recomienda que la proporción de aceite de pescado en el pienso de broilers, cerdos y aves no sobrepase el 0,75%. Su utilización en dietas de conejos es muy escasa. Uno de los mayores problemas de este suplemento es su gran variabilidad, no sólo por el distinto origen de la materia prima,

CUADRO 4.4
Composición (% MF) de harinas de pescado de dos orígenes

	Harina de pescado blanco	Harina de pescado tipo arenque
Humedad	10	10
Proteína bruta	65	70
Grasas	4	10
Calcio	8,0	2,0
Fósforo	4,8	1,9
Aminoácidos (g/16 g N):		
Lisina	6,9	7,7
Metionina + cistina	3,5	3,8
Treonina	3,9	4,3
Triptófano	0,9	31,2

Fuente: Pike y Tatterson, 1980.

sino también porque muchos proveedores mezclan harinas de distintas procedencias. Por otra parte, las condiciones de almacenamiento pueden afectar negativamente a la calidad del producto. Entre los problemas asociados al uso de harinas de pescado incorrectamente procesadas, se han descrito fallos de incubabilidad del huevo, lesiones (ulceraciones) en molleja y vómito negro por intoxicación en aves.

Es una fuente de excelente calidad para los rumiantes con elevadas necesidades en proteína, debido a su baja degradabilidad (30-40%). Incluso para un mismo nivel de aporte de aminoácidos a duodeno, la harina de pescado se ha mostrado superior a la harina de soja, tal vez por su mejor equilibrio aminoacídico.

2.2. Subproductos de matadero

2.2.1. Harinas de carne

Obtenidas por calentamiento, desecación y molienda de residuos de matadero y de industrias cárnicas, teóricamente no deben incluir pelos, plumas, pezuñas, sangre ni contenido intestinal. Cuando el contenido en fósforo supera el 4,4%, se considera como harina de carne y huesos. La composición de las harinas de carne es muy variable (cuadro 4.5), pudiendo variar su contenido en PB entre un 45 y un 65%, en cenizas entre un 20 y 40% y en grasa entre un 3 y un 16%, en función de la cantidad de hueso incluido y el grado de desengrasamiento. Es una excelente fuente de Ca (7-10%) y P (3-8%) y una fuente aceptable de oligoelementos y de vitaminas del complejo B. El contenido en lisina de la proteína es generalmente elevado y bajo el de metionina y triptófano, por lo que no es un complemento ideal para dietas que incluyan altos niveles de maíz. No obstante, la composición aminoacídica y su disponibilidad pueden variar mucho en función del grado de dilución de la proteína muscular (de elevada calidad), con tendones, huesos y los compo-

CUADRO 4.5

Composición (%MF) de harinas de carne nacionales. Valores medios por proveedores (año 1992)

Proveedor	Número muestras	PB	GB	Cenizas	P	Ca
A	37	53,4	12,1	27,0	4,91	8,75
B	40	54,1	13,7	23,8	3,99	7,64
C	28	46,7	16,0	27,2	3,99	8,16
D	51	47,9	17,3	23,0	5,58	7,50
E	8	50,9	8,0	26,2	2,85	6,77
Media	164	50,6	14,6	25,0	3,90	7,89

Fuente: De Paz Sánchez, 1993.

nentes que anteriormente hemos indicado que no deben ser incluidos en las harinas, pero que de hecho lo son en alguna medida. Así, la proteína del hueso tiene un 83% de colágeno, carente de triptófano, existiendo también colágeno en tendones, piel, cartílago y conectivo, por lo que más del 50% de la proteína de la harina de carne puede ser colágeno. Las pezuñas, pelo y cuernos están constituidos fundamentalmente por queratina, prácticamente indigestible, pudiéndose detectar su inclusión en las harinas por el contenido en cistina, que es inferior al 1% en la proteína muscular, nulo en el colágeno y muy elevado (3-13%) en la queratina. Si el contenido en sangre es elevado, también la isoleucina puede ser limitante. Además del origen, el procesado también puede afectar a la disponibilidad de los aminoácidos. Un calentamiento excesivo determina un descenso en la digestibilidad de la lisina y una destrucción de aminoácidos azufrados.

Las harinas de carne pueden estar contaminadas con salmonelas y colis, y si el procesado y almacenamiento no es el adecuado, la grasa puede enranciarse, provocando un rechazo del pienso por parte de los animales. Por todas las razones comentadas, su uso en las dietas de monogástricos es muy limitado, no recomendándose niveles de inclusión superiores al 5-8%. En rumiantes también es escaso su uso, a pesar de que la degradabilidad suele ser inferior al 50%.

También se comercializan harinas de carne procedente exclusivamente de mataderos de aves, comprendiendo cuellos, patas, cáscara de huevos e intestinos, con un contenido en PB próximo al 60% y en grasa del orden del 15-20%. Es, generalmente, una proteína de elevada calidad, aunque ésta puede verse afectada negativamente si contiene plumas.

2.2.2. Harina de sangre

Procede del secado y molido de sangre de mataderos, caracterizándose por un elevado contenido en PB (80-85%) y en aminoácidos esenciales, particularmente en lisina y aminoácidos azufrados, siendo muy pobre en isoleucina. La digestibilidad de la proteína es muy variable, dependiendo del proceso de secado. Si éste no es adecuado, desciende también su apetecibilidad y no es recomendable su introducción en los piensos. La tecnología actual permite obtener harinas de sangre con una elevada disponibilidad de aminoácidos. No obstante, no es recomendable superar niveles de inclusión del 5-8% para evitar riesgos de diarrea. Es la fuente de proteína de menor degradabilidad en rumen, pero su utilización en la alimentación de rumiantes es muy escasa.

2.2.3. Harina de plumas

La harina de plumas tiene un 84-87% de PB. En estado natural su valor nutritivo es prácticamente nulo, debido a su elevado contenido en queratina, indigestible. Tiene un elevado contenido en cistina y treonina, y bajo en metionina, lisina y triptófano. Es una buena fuente de Zn y Fe. Para poder ser utilizada debe ser hidro-

lizada, mediante cocción al vapor a elevadas presiones o con ácido clorhídrico a pH 6 durante 20-24 horas. Así procesada la digestibilidad de los aminoácidos es elevada (80-90%), aunque puede haber pérdidas importantes de aminoácidos azufraados. Por su desequilibrio aminoacídico no se recomiendan niveles de inclusión superiores al 3-5% en las dietas de monogástricos.

2.3. Derivados lácteos

Los dos derivados lácteos más utilizados en la alimentación animal son la leche descremada y el suero. Trataremos sólo del primero, ya que el segundo, residuo resultante de la fabricación de quesos o de la floculación de proteínas en la industria lechera, puede considerarse más un alimento energético que proteico, dado que está constituido fundamentalmente por lactosa (70-74 % de la materia seca), aunque incluye un 12-13% de proteína, pequeñas cantidades de grasa y hasta un 10% de cenizas.

La leche descremada es el residuo resultante del desnatado de la leche por centrifugación, por lo que su contenido en grasa es inferior al 1%, carece prácticamente de vitaminas liposolubles y su valor energético es aproximadamente la mitad del de la leche entera. Contiene un 33-37% de PB, de elevada digestibilidad (95%) y valor biológico (superior al 80%), pudiendo variar en función del procedimiento de obtención (McDonald y col., 1993). Su contenido en oligoelementos es también elevado, aunque el Fe y el Cu podrían llegar a ser deficientes en dietas que incluyan una elevada proporción de leche descremada.

Es un componente indispensable en la fabricación de lactorreemplazantes y, en dosis bajas, de piensos de arranque de lechones. También puede ser incluido en concentrados para mamíferos de cualquier edad, incluso como única fuente de proteína complementaria de los cereales. No obstante, su incorporación viene limitada por el precio, y cuando se incorpora a niveles elevados en piensos granulados puede conferir una excesiva dureza al gránulo. Se puede utilizar en forma líquida para cerdos de cualquier edad, incluso *ad libitum*, aunque existen riesgos de aparición de diarreas debido a una baja actividad lactasa de los individuos adultos. Las aves carecen de lactasa, pero la leche descremada se puede incluir a niveles de hasta un 10-15%, ya que la lactosa puede ser fermentada a ácido láctico por la flora intestinal. Su contenido en cistina es, por otra parte, bajo en relación a las necesidades de las aves.

2.4. Excretas de aves

Las excretas de aves pueden proceder de gallinas en batería (gallinaza) o de broilers (yacifa). En el segundo caso las excretas están mezcladas con el material utilizado como cama (paja, virutas, salvados, etc.). Contienen generalmente entre un 20 y un 35% de PB, pero más del 50% corresponde a nitrógeno no proteico, en su mayor parte ácido úrico, lo cual limita su utilización por los monogástricos. El

contenido en cenizas es muy elevado, sobre todo en la gallinaza, donde puede llegar al 30% de la MS. Debido a que están constituidas fundamentalmente por la digesta indigestible y, en el caso de los broilers, también por productos de la cama muy fibrosos, el contenido energético es muy bajo. En el cuadro 4.6 figura la composición media y el valor energético para los rumiantes de la gallinaza y de la yacaja.

CUADRO 4.6

Composición (% MS) y valor energético para el ovino de las excretas de ponedoras en batería (gallinaza) y de broilers (yacaja)

	Gallinaza		Yacaja	
	Media	e.s.	Media	e.s.
Materia seca (% MF)	89,7	7,7	84,7	4,2
Proteína bruta	28,0	3,2	31,3	2,9
Proteína verdadera	11,3	1,4	16,7	2,4
Fibra bruta	12,7	1,7	16,8	1,9
Cenizas	28,0	1,5	15,0	3,2
Calcio	8,8	1,5	2,4	0,9
Fósforo	2,5	0,6	1,8	0,4
ED (MJ/kg MS)	8,0	0,7	10,2	—

Fuente: Bhattacharya y Taylor, 1975.

Su utilización se restringe casi de forma exclusiva a los rumiantes, aunque puede ser rentable su inclusión en dietas de cerdos a niveles de hasta un 10%, y superiores en el caso de las cerdas gestantes. En rumiantes puede constituir una buena fuente de nitrógeno no proteico para los microorganismos del rumen. Se ha incluido sin problemas a niveles de hasta el 40% en terneros y ovejas, aunque tanto el índice de transformación como las ganancias en peso descienden a medida que aumenta la proporción de excretas en la dieta. Tienen el riesgo de ser vehículo de organismos patógenos, fundamentalmente salmonelas, siendo recomendable su utilización previo ensilado o tratamiento con calor. Pueden vehicular también fármacos o pesticidas, por lo que deben suprimirse de la dieta 3-4 semanas antes del sacrificio de los animales.

3. Proteína unicelular

La producción de proteína alimentaria a partir de microorganismos unicelulares ofrece la ventaja de no ser dependiente del factor clima/suelo. Los microorganismos más utilizados han sido bacterias y levaduras, aunque también se han desarrollado cultivos de algas y hongos. Estos cultivos pueden tener un elevado

rendimiento, llegándose a duplicar la biomasa en tres o cuatro horas. Como sustrato energético se utilizan residuos industriales o derivados de éstos (alkanos, metano, metanol, etc.). A partir de *Pseudomonas methylotropha* cultivada en continuo en medio de metanol y amoníaco se ha obtenido un producto, comercializado con el nombre de Pruteen, con un 72-82% de PB, de la cual aproximadamente un 15% corresponde a ácidos nucleicos. No obstante, la digestibilidad de la proteína en cerdos es elevada (85-90%) y también su valor biológico (70-80%), debido a su adecuado equilibrio aminoacídico (cuadro 4.7). Las levaduras, generalmente del género *Saccharomyces* y *Candida*, presentan un menor contenido en proteína bruta (46-53%), aunque también es inferior la proporción de ácidos nucleicos (en torno a un 10%). El valor biológico de la proteína de levaduras es inferior al de bacterias por su bajo contenido en metionina (cuadro 4.7). Ambas fuentes de proteína podrían constituir, convenientemente suplementadas con metionina en el caso de las levaduras, la totalidad o la mayor parte del suplemento en dietas de cereales para monogástricos, pero su calidad y valor nutritivo es muy variable, dependiendo del tipo de microorganismo cultivado y del sustrato utilizado, no recomendándose su inclusión a niveles por encima del 20% de la ración en cerdos y del 15% en aves. En éstas son mejor aceptadas las bacterias que las levaduras (INRA, 1985).

En Finlandia se ha desarrollado industrialmente la producción de microhongos, *Paecilomyces variottii*, en cultivo continuo sobre efluentes de la industria papelera, comercializándose un producto denominado Pekilo, con un contenido en PB próximo al 55% y un contenido en fibra ligeramente superior al de los productos anteriores. En experimentos en los que ha sustituido total o parcialmente a leche des-

CUADRO 4.7
Composición de distintas fuentes de proteína unicelular

Constituyente (%)	Proteína bacteriana (<i>Pseudomonas methylotropha</i>)	Levaduras
MS	89-96	92-94
PB	73-82	46-53
EE	2,6-7,9	0,3-2,4
FB	0,4-0,5	1,0-6,7
Cenizas	6,6-11,1	5,7-11,6
ELN	2,1-8,2	23,0-33,2
Aminoácidos (g/16 g nitrógeno):		
Lisina	4,8-4,9	4,2-4,5
Metionina	1,5-1,9	0,9-1,1
Treonina	3,2-3,4	1,6-3,0
Triptófano	0,7	0,8

Fuente: Pond y Maner, 1984.

cremada o a harina de pescado, se ha mostrado como un suplemento de excelente calidad en dietas de cerdos.

Las algas son potencialmente una fuente muy interesante de proteína, por su capacidad fotosintética y de descontaminación de aguas residuales. No obstante, aunque su composición no difiere grandemente de las otras fuentes de proteína unicelular, tanto su valor energético como el valor biológico de la proteína es inferior. Su uso puede verse también restringido por su sabor amargo, en el caso de las algas verdes (géneros *Scendemus* y *Clorella*), y por el alto contenido en metales que pueden resultar tóxicos, en el caso de las algas producidas en aguas residuales. Por todo ello, no se recomienda sobrepasar un 10% de inclusión en las dietas de cerdos.

4. Aminoácidos sintéticos

Tanto la lisina, como la metionina, triptófano y treonina, aminoácidos generalmente más limitantes en las dietas formuladas con cereales, pueden ser producidos industrialmente y añadidos a las dietas para corregir deficiencias. Casi todos los aminoácidos producidos en la naturaleza se encuentran como isómeros L, forma en la que, por consiguiente, son ingeridos por los animales. Sin embargo, mientras que la síntesis mediante procesos de fermentación industrial rinde L-aminoácidos, la síntesis química rinde mezclas racémicas (50% D y 50% L). La metionina y el triptófano pueden ser utilizados por los mamíferos en ambas formas, en tanto que la lisina y la treonina sólo pueden ser utilizados en forma L. La mayor parte de la lisina que se comercializa ha sido obtenida por fermentación, presentándose, por consiguiente, en forma L, como clorhidrato, siendo su disponibilidad teórica próxima al 95%. La metionina se comercializa como DL-metionina y como metionina hidroxianáloga. Los resultados de la bibliografía no son concluyentes en cuanto al valor relativo de ambas fuentes. La DL-metionina se presenta en forma de sal cálcica, con un 98% de pureza, y se considera que es utilizada por los animales con la misma eficiencia que la L metionina, aunque en pruebas con cerdos de primera edad existe constancia de su peor utilización. El triptófano comercializado es obtenido, generalmente, por fermentación, correspondiendo, por consiguiente, a la forma L. La forma D también puede ser utilizada por los animales, aunque con menor eficiencia (60-70%). La treonina se comercializa en forma L, obtenida mediante procesos de fermentación, por las razones expuestas al hablar de la lisina.

Si bien los aminoácidos sintéticos pueden ser utilizados con una eficiencia próxima a 1 cuando se emplea la forma anomérica adecuada, su absorción es más rápida que la de los aminoácidos administrados en forma de proteína, por lo que si se administran en cantidades elevadas o la pauta de administración de la dieta es discontinua, puede sobrepasarse la capacidad metabólica del organismo, causando una menor eficiencia de utilización (Bach Knudsen y Jørgensen, 1986).

5. Nitrógeno no proteico

Aunque existe cierta evidencia que indica que el nitrógeno no proteico (NNP) puede ser incorporado en la proteína tisular, su utilización es muy limitada y no se puede considerar que tenga un valor proteico para los monogástricos. En los rumiantes, sin embargo, puede ser utilizado como fuente de nitrógeno para los microorganismos del rumen. Se han utilizado varios compuestos que incluyen las sales amónicas de ácidos orgánicos e inorgánicos, amidas, tiourea, urea y biuret. Aunque pruebas *in vitro* han puesto de manifiesto que los primeros son eficientemente utilizados, sólo la urea y en menor medida el biuret se utilizan *in vivo*. La urea tiene un 46,6% de nitrógeno, y su incorporación a la dieta depende del déficit en nitrógeno degradable del resto de los componentes, en relación a la energía disponible por los microorganismos del rumen, teniendo en cuenta que los microorganismos no pueden utilizar más de 1,35 g de N/MJ de EM administrada con la dieta, siendo el exceso absorbido en forma de amoníaco. Por otra parte, hay que tener en cuenta que la liberación de amoníaco a partir de la urea es muy rápida, por lo que si la administración de la dieta se hace en una sola comida puede producirse una desincronización entre la disponibilidad en energía y nitrógeno por los microorganismos del rumen, que origina la no utilización del amoníaco liberado y su posterior absorción. Una elevada absorción de amoníaco puede resultar tóxica para el animal si se supera su capacidad de detoxificación a través de la síntesis de urea y su eliminación por orina. Es por ello aconsejable no superar un nivel de amoníaco en la dieta del 1,5% o del 3% en el concentrado, siendo aconsejable también que no supere 1/3 del total de nitrógeno aportado, para evitar riesgos. Para una óptima utilización del NNP es preciso la adición a la dieta de sulfato sódico, hasta alcanzar una relación S/N de 1/14. Además de su administración directa en el pienso, la urea puede ofrecerse en forma de bloques, constituidos con minerales, vitaminas, melazas y almidón, que se dejan a libre disposición, o en forma líquida, junto con melazas, minerales y vitaminas, a razón de 50-60 g/kg, que se dejan también a libre disposición en recipientes con una bola flotante que puede ser lamida por el animal.

El biuret tiene un 40,8% de nitrógeno, y ofrece la ventaja de una más lenta degradación, pero el período de adaptación de los animales a esta fuente de nitrógeno es más largo, su eficiencia de utilización menor y es más caro, por lo que su utilización es muy escasa.

6. Resumen y primeras conclusiones

A lo largo del presente capítulo se ha pretendido hacer un análisis de los principales alimentos proteicos. Para ello se han considerado cinco "grandes grupos":

- a) Suplementos de origen animal.
- b) Suplementos de origen vegetal.

- c) Proteínas unicelulares.
- d) Aminoácidos sintéticos.
- e) Nitrógeno no proteico.

En cada uno de los grupos mencionados se han estudiado los alimentos más relevantes, analizándose el contenido y características de la proteína de los mismos, así como las recomendaciones de su utilización.

Esperemos haya quedado claro que los problemas que plantea la alimentación nitrogenada son diferentes cuando nos referimos a monogástricos, que cuando se habla de rumiantes.

Debe tenerse en cuenta que la utilización de alimentos con una elevada "riqueza proteica" viene motivada por el hecho de que los cereales y forrajes, principales constituyentes de la dieta de los monogástricos y de los rumiantes, respectivamente, no aportan, en las "fases críticas", proteína suficiente.

Desde estas perspectivas globales hemos desarrollado nuestro estudio.

Principales fuentes consultadas

- AFRC (1993). *Energy and protein requirements of ruminants*. CAB International, Wallingford, UK.
- BACH KNUDSEN, K. E. y JØRGENSEN, H. (1986). Use of synthetic amino acids in pig and poultry diets. En: *Recent advances in animal nutrition*, pp 215-225. W. Haresign y D.J.A. Cole eds. Butterworths.
- BATTACHARYA, A. N. y TAYLOR, J. R. (1975). Recycling animal waste as a feedstuff: A review. *J. Anim. Sci.*, 41, 1438-1457.
- BRENES, A. y BRENES, J. (1993). Tratamientos tecnológicos de los granos de leguminosas: Influencia sobre su valor nutritivo. En: *Influencia del procesado sobre el valor nutritivo de materias primas y piensos terminados*. IX Curso de especialización en Tecnología y Nutrición, pp. 199-232. Expoaviga.
- BRUGGINK, J. H. B. (1993). Utilización de concentrados de proteína de soja en dietas de animales jóvenes. En: *Influencia del procesado sobre el valor nutritivo de materias primas y piensos terminados*. IX Curso de especialización en Tecnología y Nutrición, pp. 175-196. Expoaviga.
- CHURCH, D. C. (1984). *Livestock feeds and feeding*. O & B Books, Inc.
- DE BLAS, C., GONZÁLEZ, G. y ARGAMENTERÍA, A. (1987). *Nutrición y alimentación del ganado*. Ediciones Mundi-Prensa.
- DE PAZ SÁNCHEZ, F. (1993). Procesado y calidad de las harinas de carne. Carnes desengrasadas y carnes ricas en grasa. En: *Influencia del procesado sobre el valor nutritivo de materias primas y piensos terminados*. IX Curso de especialización en Tecnología y Nutrición, pp. 265-294. Expoaviga.
- HOLDEN, P. J. y ZIMMERMAN, D. R. Utilization of cereal grain by-products in feeding swine.

- En: *Swine nutrition*, pp. 585-593. E. R. Miller, D. E. Ullrey y A. J. Lewis eds. Butterworth-Heinemann.
- HUISMAN, J. y TOLMAN, G. H. (1992). Antinutritional factors in the plant proteins of diets for non-ruminants. En: *Recent advances in animal nutrition*, pp. 3-31. Butterworths.
- INRA (1985). *Alimentación de los animales monogástricos. Cerdos, conejos, aves*. Mundi-Prensa.
- INRA (1990). *Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos*. R. Jarrige, ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- KEMPEN van, G. J. M. y JANSMAN, A. J. M. (1994). The use of EC produced oilseeds in animal feeds. En: *Recent advances in animal nutrition*, pp. 31-56. Nottingham University Press.
- M.A.P.A. (1991). *Anuario de Estadística Agraria*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- MCDONALD, P., EDWARDS, R. A. y GREENHAGH, J. F. D. (1993). *Nutrición animal*. 4^a ed. Acribia. España.
- MILLER, E. L. (1976). Amino acid availability from plant proteins; plant protease inhibitors, effects of heat treatment of proteins. En: *From plant to animal protein*, pp. 47-53. T. M. Sutherland, J. R. McWilliam y R. A. Leng eds. University of New England Publishing Unit, Armindale.
- NRC (1988). *Nutrient requirement of swine*. Ninth ed. National Academy Press.
- NRC (1989). *Nutrient requirements of dairy cattle*. Sixth ed. National Academy Press.
- NRC (1994). *Nutrient requirements of poultry*. Ninth ed. National Academy Press.
- PIKE, I. H. y TATTERSON, I. N. (1980). The utilization of fish by-products and waste in animal feeding. En: *By-products and waste in animal feeding*, pp. 85-90. Ørskov ed. Occ. Publ. nº 3. BSAP.
- POND, W. G. y MANER, J. H. (1984). *Swine production and nutrition*. AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.
- WAHLSTROM, R. C. (1990). Sunflower seeds. En: *Non-traditional feed sources for use in swine production*, pp. 473-480. P. A. Thacker y R. N. Kirkwood eds. Butterworths.
- WISEMAN, J. y COLE, D. J. A. (1988). European legumes in diets for non-ruminants. En: *Recent advances in animal nutrition*, pp. 13-37. Butterworths.

Anexo

CUADRO 4.1

Composición y valor energético de los suplementos proteicos (en porcentaje de la materia seca)

	MS	PB	(1)	(2)	FB	EE	Cen-	Lis-	g/16 g nitrógeno			EM (MJ/kg MS)																
									ras	na	Met.	Cst.	Trene	Tipe.	C ₄	P	(3)	Cerdos	Aves	Rumian-	tes							
Suplementos de origen vegetal																												
<i>Oleaginosas</i>																												
Semilla de soja	89	41,5	(85)		6,7	18,8	5,5	6,4	1,4	1,7	3,9	1,3	0,27	0,64	(0,12)	18,5	17,9	15,1										
Torta de soja:																												
Extrac. mecánica	90	47,7			6,6	5,3	6,7																					
Solvente 44%	90	49,0	(87)	(61)	8,1	1,2	6,8	6,6	1,2	1,5	3,9	1,5	0,33	0,73	(0,27)	15,1	10,5	13,0										
Solvente 48%	90	53,9	(88)		3,8	1,0	6,5	6,4	1,5	1,4	3,9	1,4	0,39	0,69	(0,22)	15,9	11,3	14,3										
Torta de girasol:																												
Integral	90	35,6	(88)	(77)	26,7	1,2	6,9	4,3	2,1	2,1	4,5	1,9	0,23	0,93	(0,14)	9,3	7,2	11,9										
Decorridada	93	48,9			12,6	3,1	8,1	3,7	2,2	1,8	3,6	1,3	0,45	1,00	(0,16)	11,7	10,4	10,2										
Torta de algodón:																												
Extrac. mecánica	93	39,6	(70)	(57)	15,4	5,5	6,6	4,1	1,5	2,0	3,2	1,4	0,22			12,1	12,6											
Solvente	92	45,3			11,7	2,0	7,1	4,1	1,2	1,4	2,9	1,2	0,18	1,1	(0,10)	11,7	8,9	11,0										
Torta de colza (cánola):																												
Mecánica	89	36,4	(80)		12,5	10	7,3	5,6	2,2	2,7	4,4	1,2	0,84	1,18	(0,21)	14,6	9,9	11,9										
Solvente	89	39,6	(79)	(71)	13,1	2,0	7,9	5,6	2,2	2,8	4,5	1,2	0,84	1,23	(0,22)	13,2	7,4	12,1										
Decorridada	89	46,6	(90)		6,5	3,0	8,0	5,5	2,4	2,7	4,5	1,2				12,0												
<i>Leguminosas grano</i>																												
Habas	87	30,7	(81)	(86)	8,4	1,1	3,9	6,3	0,8	1,2	3,6	0,0	0,16	0,62	(0,19)	15,1	13,2	13,1										
Guisante	89	26,1	(85)	(76)	6,2	1,2	3,3	6,6	1,2	0,9	4,0	0,9	0,13	0,46	(0,15)	14,9	11,9	14,3										
Altramuz	87	41,0	(86)	(78)	12,3	11,0	3,9	4,7	0,8	1,5	3,6	0,8	0,21	0,50	(0,09)	16,3	12,2	14,2										

(Continuación)

	MS	PB	(1)	(2)	FB	EE	Cenizas	g/16 g nitrógeno			EM (MJ/kg MS)							
								Lisina	Met.	Cist.	Treon	Tript.	C ₃	P	(3)	Cerdos	Aves	Ruminantes
Suplementos de origen vegetal																		
Subproductos de cereales																		
Gluten feed	91	25,6	(80)	(69)	7,5	3,0	7,5	2,8	1,6	1,8	3,4	0,6	0,20	0,99	(0,23)	12,4	8,1	13,6
Gluten meal:																		
40% PB	91	46,3	(90)		4,2	2,5	3,1	1,9	2,5	1,6	3,4	0,5	0,14	0,44	(0,13)	17,8		
60% PB	90	68,0	(96)	(27)	2,0	2,0	1,8	1,7	2,9	1,7	3,7	0,5	0,10	0,49	(0,12)	16,7	17,3	14,7
Bagazo de cervecería	92	27,5	(73)	(45)	16,6	6,7	4,8	3,5	2,3	1,5	3,9	1,3	0,32	0,52		8,6	9,5	10,4
DDG	94	29,6	(50)		12,8	9,8	2,4	2,8	1,4	0,9	1,8	0,7	0,11	0,43	(0,42)		8,8	14,1
DDGS	93	29,5	(43)		9,8	9,7	4,8	2,8	2,2	1,5	3,4	0,7	0,18	0,77	(0,42)	15,3	11,2	14,5
Suplementos de origen animal																		
Harina de pescado (anchova)	92	71,2	(90)	(45)	1,1	4,5	16,1	7,7	3,0	0,9	4,2	1,2	4,10	2,64		11,3	11,7	12,9
Harina de carne (55% PB)	93	59,8	(80)		2,5	9,4	26,9	5,6	1,3	1,2	3,2	0,7	8,89	4,40	(3,20)	10,9	13,4	8,7
Harina de sangre	93	92,5	(76)		1,1	1,3	5,8	8,7	1,2	1,2	4,2	1,2	0,44	0,32		10,5	15,4	10,4
Harina de plumas	93	91,3	(75)	(34)	1,5	3,1	2,0	0,6	3,8	4,3	0,6	0,32	0,67		10,0	10,6	13,0	
Leche descremada deshidratada	94	35,4	(95)		0,2	1,2	7,7	7,6	2,7	1,4	4,7	1,3	1,36	1,09		15,9		

Fuente: INRA, 1990; INRA, 1985; NRC, 1988; NRC, 1989; NRC, 1994; AFRC, 1993.

(1) Digestibilidad aparente de la proteína en cerdos.

(2) Degradabilidad de la proteína en rumen considerando un ritmo fraccional de paso de 0,05 h⁻¹.

(3) Fósforo disponible.

MS, materia seca; PB, proteína bruta; FB, fibra bruta; EE, extracto etéreo; EM, energía metabolizable.

Hidden page

CAPÍTULO V

PASTOS Y FORRAJES VERDES

IGNACIO DELGADO ENGUITA

INDICE

- 0. Introducción
 - 1. Producción de pastos y forrajes
 - 1.1. Prados naturales y pastizales
 - 1.2. Praderas de siembra
 - 1.3. Cultivos forrajeros anuales
 - 1.4. Especies anuales de autorresiembra
 - 1.5. Arbustos forrajeros
 - 1.6. Estacionalidad: integración de cultivos en una alternativa
 - 2. Calidad de los pastos y forrajes
 - 2.1. Valor nutritivo
 - 2.2. Ingestión voluntaria
 - 3. Resumen y primeras conclusiones
- Principales fuentes consultadas

0. Introducción

No existe acuerdo entre los diferentes especialistas agrarios sobre la nomenclatura a utilizar para denominar el "lugar" donde se produce la hierba o el forraje que consume el ganado. El mismo tipo de pradera o cultivo forrajero adquiere nombres diferentes según el autor. Por ello, iniciaremos este capítulo con una homogeneización de las definiciones.

Se entiende por **prado** y **pradera** el lugar donde pasta el ganado. Puede ser **natural** cuando no hay ninguna intervención del hombre; **natural cultivada**, si se interviene en el manejo mediante abonados, riegos, siegas u otros, y de **siembra** o **artificial**, cuando se utilizan semillas mejoradas o ajena a la composición botánica existente. Cuando se siembra una sola especie se designa con el nombre de **monofita** y si se siembran varias, **polifita**. Las praderas tienen una duración superior a un año, por lo que se las conoce con el nombre de **permanentes, de larga duración, estables o temporales**, en función de la interpretación que se dé a su duración. Por **pasto** se entiende el producto de una pradera que se consume *in situ*, aunque también se conoce así a las praderas de montaña que se explotan temporalmente (**pastos de puerto**). La pradera, cuando se localiza en zonas donde la escasez de lluvias da lugar a un crecimiento ralo del pasto, se denomina **pastizal**.

Se entiende por **cultivo forrajero** el que se realiza para procurar alimentos para el ganado, que pueden ser consumidos a diente, segados y distribuidos en pesebre o conservados en forma de heno o silo. Tienen una duración inferior a un año y el producto que se obtiene se denomina **forraje**. Algunas praderas, descritas en el párrafo anterior, aceptan el doble aprovechamiento como pasto y forraje, y entonces se llaman **mixtas**.

La importancia de la producción de pastos y forrajes en España queda reflejada en el cuadro 5.1. En él se aprecia que 1.330.400 ha se dedican a prados naturales, 1.252.059 ha a praderas de siembra y cultivos forrajeros y 5.107.100 ha a pastizales. No se incluyen en estas cifras 12.368.900 ha de monte abierto, erial a pastos y espartizales que son susceptibles de pastoreo, así como las superficies ocupadas por barbechos y restos de cosechas que también se aprovechan.

1. Producción de pastos y forrajes

El ganado dispone de diversas fuentes para la provisión de pastos y forrajes, combinando las cuales puede llegar a cubrir sus necesidades durante todo el año. Estos recursos se distribuyen en cinco apartados:

CUADRO 5.1

Superficie ocupada por praderas y cultivos forrajeros en España en 1991

Cultivos	Superficie (ha)				Total	
	Cosechada		Pastada solamente			
	Secano	Regadio	Secano	Regadio		
Prados naturales			1.135.500	194.900	1.330.400	
Pastizales			5.107.100		5.107.100	
TOTAL PRADOS Y PASTIZALES			6.242.600	194.900	6.437.500	
GRAMINEAS						
Cereales de invierno para forraje	249.261	18.536			267.797	
Maíz forrajero	81.562	31.375			112.937	
Sorgo forrajero	6.063	3.770			9.833	
Ballico	40.728	15.260	425	150	56.563	
Otras gramíneas	2.455	2.588	2.240	428	7.711	
LEGUMINOSAS						
Alfalfa	67.924	215.848	9.492		293.264	
Trébol	7.332	3.843	13.697	626	25.498	
Esparceta	31.157	1.915	6.464	210	39.746	
Zulla	4.853	12	350	50	5.265	
Veza para forraje	92.842	11.797			104.639	
Otras leguminosas	12.084	1.484			13.568	
RAICES Y TUBERCULOS						
Nabo forrajero	46.843	3.724			50.567	
Remolacha forrajera	7.886	4.909			12.795	
Zanahoria forrajera	56	266			322	
Pataca, chirivía y otros	91	141			232	
PRADERAS POLIFITAS	164.598	39.934	15.794	11.997	232.323	
FORRAJERAS VARIAS						
Col forrajera	8.759	3.687			12.446	
Calabaza forrajera	1.371	645			2.016	
Cardo y otros	3.974	563			4.537	
TOTAL ha SEMBRADAS	829.839	360.297	48.462	13.461	1.252.059	

Fuente: Anuario Estadístico del M.A.P.A. Elaboración propia.

1.1. Prados naturales y pastizales

El prado natural está formado por una cubierta vegetal espontánea, constituida fundamentalmente por especies perennes, y estable con el medio (suelo y clima). El hombre lo ha modelado mediante la incorporación de semillas procedentes de las barreduras de heniles, la aportación de abonos orgánicos y el control de la maleza no deseable con el pisoteo y el pastoreo. La producción del prado es estacional, similar a la que se describe en la figura 5.1. La máxima producción se alcanza en primavera, pudiendo permitir un corte para forraje; la producción de verano y otoño está condicionada al régimen de lluvias y a la posibilidad de riegos eventuales. Los rendimientos estarán en función de los cuidados culturales que se apliquen; el abonado mejora considerablemente el rendimiento de las praderas y la alternancia siega-pastoreo facilita la estabilidad de los componentes de la pradera.

El pastizal está formado mayoritariamente por especies espontáneas anuales, dado que la escasez de lluvias, sobre todo en verano, dificulta la persistencia de las perennes. La producción del pastizal es, asimismo, estacional, aunque la curva de producción descrita en la figura 5.1 puede rozar el eje de abscisas en los meses de verano y dividirse en dos tramos, uno en primavera y otro en otoño-invierno. El aprovechamiento se efectúa a diente; en años lluviosos puede practicarse eventualmente un corte para siega. Sus escasos rendimientos disuaden de la realización de cuidados culturales, aunque la aplicación de abonado fosfórico mejora notablemente los resultados, sobre todo en zonas con suelos de pH ácido.

1.2. Praderas de siembra

Las especies que constituyen las praderas de siembra se caracterizan por su duración, superior a un año y porque su período de crecimiento se desarrolla principalmente entre primavera y otoño, período normal de explotación de las praderas de siembra (figura 5.1).

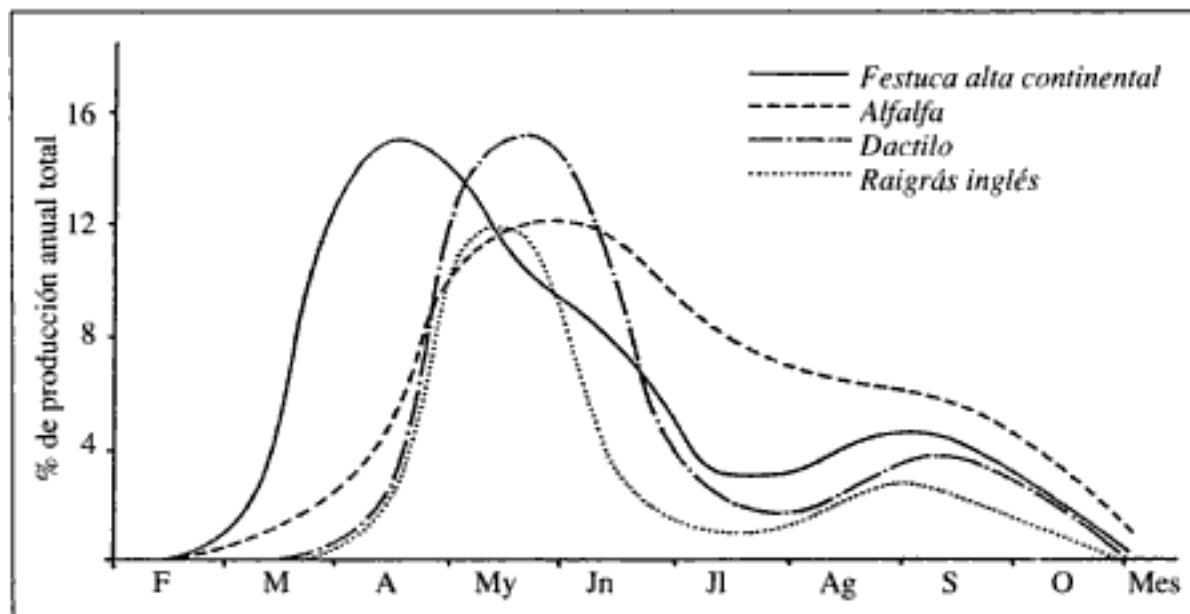


FIGURA 5.1

Producción estacional de las principales especies pratenses. Elaboración propia.

Las especies utilizadas habitualmente pertenecen a dos familias: gramíneas y leguminosas. De ellas destaca un grupo de especies que se caracteriza por su capacidad productiva y valor nutritivo, por lo que han sido las más estudiadas y mejoradas, disponiéndose actualmente de gran número de variedades comerciales. Aquéllas son: el raigrás inglés (*Lolium perenne* L.), el raigrás italiano (*Lolium multiflorum* Lam. var. *italicum*), el raigrás híbrido (*Lolium X hybridum* Hausskn.), la festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb.), el festulolium (*Festulolium* spp.), la festuca pratense (*Festuca pratensis* Huds.), el dactilo (*Dactylis glomerata* L.) y el fleo (*Phleum pratense* L.), entre las gramíneas, y la alfalfa (*Medicago sativa* L.), el trébol blanco (*Trifolium repens* L.) y el trébol violeta (*Trifolium pratense* L.), entre las leguminosas. Para conocer sus características culturales se deberá recurrir a los libros especializados.

Otro grupo de especies, menos productivas, pero más adaptadas a suelos pobres o climas adversos, son de interés para zonas determinadas. Entre las gramíneas destacan los bromos (*Bromus* spp), la cola de zorra (*Alopecurus pratensis* L.), el falaris (*Phalaris tuberosa* L.) y los agropiros (*Agropyron* spp.); entre las leguminosas se encuentran el loto (*Lotus corniculatus* L.), la esparceta (*Onobrychis viciaefolia* Scop.) y la zulla (*Hedysarum coronarium* L.).

En la constitución de las praderas pueden entrar una o varias de estas especies. La siembra con una sola especie se realiza cuando quieren explotarse al máximo las cualidades de la misma, obtener su máxima productividad y simplificar el manejo, ya que sólo deben tenerse en cuenta los cuidados peculiares a dicha especie; es el caso del alfalfa. Por el contrario, cuando se pretende conjugar las cualidades de dos o más especies, se recurre a la mezcla.

Actualmente se recomienda utilizar en las mezclas no más de cuatro especies, para no complicar el manejo, e incluir en ella, a partes iguales, gramíneas y leguminosas. Se pretende con ello:

- Aumentar la apetecibilidad del pasto.
- Promediar la diferente aportación de glúcidos, proteínas y sales minerales que realizan gramíneas y leguminosas.
- Un reparto más equilibrado de la producción a lo largo del año.
- Mejorar la exploración del suelo, debido a que gramíneas y leguminosas tienen diferente desarrollo radicular.
- Las leguminosas incorporan nitrógeno atmosférico, lo que economiza las aportaciones externas de abono nitrogenado.

1.3. Cultivos forrajeros anuales

Tienen por finalidad cubrir las necesidades alimenticias del ganado en los períodos en que se produce parada en el crecimiento de las praderas o utilizarse para proveer forraje conservado en forma de heno o silo.

La permanencia de estos cultivos en el campo es siempre inferior a un año y, en

algunos casos, el período que transcurre entre la siembra y el aprovechamiento no es superior a dos meses. Adoptan el nombre de la estación en la que se cosechan: **de invierno** (aunque su aprovechamiento se alarga a la primavera) y **de verano**.

Los cultivos forrajeros de invierno más importantes son los cereales, el nabo forrajero (*Brassica rapa* L.), la veza común (*Vicia sativa* L.) y el raigrás westerwold (*Lolium multiflorum* Lam. var. *westerwoldicum*) (cuadro 5.1).

Los cereales se utilizan todos: avena, cebada, centeno, trigo y triticale. Pueden aprovecharse de tres formas diferentes:

- a) Un pastoreo invernal antes del encañado y luego destinarse para grano.
- b) Pastoreos sucesivos a lo largo de la campaña hasta el agotamiento de la planta.
- c) Siega de la planta espigada con el grano en estado lechoso o pastoso y consumo en verde, heno o silo.

El cultivo forrajero de verano más importante es el maíz, aunque para pastoreo se utiliza el pasto del Sudán (*Sorghum sudanense* Stapf.) y sus híbridos con el sorgo.

1.4. Especies anuales de autorresiembra

Lo componen un grupo de leguminosas anuales, pero que se constituyen en permanentes debido a que se resiembran todos los años. La resiembra se produce mediante la producción de abundantes semillas duras, que no germinan el año en que se han formado, o bien enterrando ellas mismas las semillas. Entre las primeras se encuentran diferentes especies del género *Medicago* (*M. truncatula*, *M. polymorpha*, etc.) y, entre las segundas, el trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum* L.).

Tienen su período de crecimiento entre otoño y primavera. Para perpetuar la pradera es preciso favorecer la producción de semilla, evitando el pastoreo uno o dos meses en primavera, durante la fructificación, y facilitar el enterrado de las semillas, en el caso de medicagos, con una labor de cultivador que se realizará durante el verano, una vez pastoreadas las partes secas de la planta. Se puede incluir en este grupo al *Lolium rigidum*, gramínea anual que presenta un ciclo de crecimiento similar a las leguminosas y que produce gran cantidad de semilla dehiscente; con ello se dispone de una gramínea, productiva y de calidad, que puede constituir mezclas de praderas con las leguminosas.

1.5. Arbustos forrajeros

Son un grupo especies leñosas de porte arbustivo y hoja generalmente perenne que, por su tolerancia a la sequía y, a veces, a la salinidad, se establecen en lugares donde es difícil la implantación de cultivos herbáceos. Se aprovechan mediante el ramoneo, que se puede efectuar una o dos veces al año, y se utilizan para cubrir períodos de necesidades del ganado, cuando no hay otros recursos pastables.

Existen centenares de especies que son investigadas para estos usos. En España, las más utilizadas por su capacidad productiva y apetecibilidad son *Atriplex numularia* Lindl. y *Atriplex halimus* L., en las zonas frías y calizas; *Medicago arbo-*

rea L. en las zonas templadas y calizas y *Chamaecytisus palmensis* Kunkel, en las zonas cálidas y ácidas.

1.6. Estacionalidad: integración de cultivos en una alternativa

La producción de pastos, al igual que la de forrajes, es estacional. Un solo cultivo no puede cubrir las necesidades del ganado de todo el año, por lo que hay que recurrir a una alternativa, en la que praderas y cultivos forrajeros se sucedan para completar el calendario anual. La elección de una u otros dependerá de las características del medio donde se ubica la explotación y de las necesidades alimenticias de los animales. En suelos productivos y con disponibilidad de agua se elegirán las especies más productivas. El pH del suelo, la posibilidad de heladas y su intensidad son también factores a tener en cuenta en la elección de especies. Si se dispone de recursos baratos, como pastos naturales, barbechos o subproductos, las praderas y cultivos forrajeros se utilizarán para cubrir los períodos de escasez.

Las figuras 5.2 y 5.3 presentan dos modelos de alternativas completas. El primero, diseñado para zonas de regadío o con lluvias frecuentes, muestra una explotación dividida en tres partes iguales, ocupadas cada una de ellas por: pradera permanente, raigrás italiano y nabo forrajero. El ganado irá altermando el aprovechamiento de los cultivos con el fin de cubrir las necesidades de pastoreo de todo el año. El segundo modelo, adecuado para secanos con suelos calizos, divide la explotación en cuatro partes, ocupadas cada una de ellas con: cereales, alfalfa de secano, praderas de autorresiembra y arbustos forrajeros. En ella los arbustos forrajeros se utilizan como comodín para completar el calendario anual de pastoreo del ganado.

FIGURA 5.2

Calendario de aprovechamientos de una alternativa forrajera en zonas de regadío

Cultivo	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pradera de siembra												
Raigrás italiano												
Nabo forrajero												

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 5.3

Calendario de aprovechamientos de una alternativa forrajera en zonas de secano

Cultivo	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Cereal forrajero												
Medicagos anuales + <i>Lolium rigidum</i>												
Alfalfa de secano												
Arbusto forrajero. <i>Atriplex halimus</i>												

Fuente: Elaboración propia.

2. Calidad de los pastos y forrajes

La calidad del pasto o forraje viene dada por su capacidad para cubrir las necesidades de mantenimiento y de producción de los animales. En su evaluación habrán de tenerse en cuenta el valor nutritivo del alimento, la cantidad que ingiere voluntariamente y la adecuación de los nutrientes a las necesidades del animal.

2.1. Valor nutritivo

El valor nutritivo de un pasto o forraje es un concepto ambiguo, que puede definirse como la combinación de diferentes factores:

- a) La composición química de la especie vegetal utilizada.
- b) El estado fisiológico en que se encuentre la planta.
- c) La composición florística de la mezcla.
- d) La influencia del medio sobre la composición química.

Los componentes esenciales de la dieta son la energía y las materias nitrogenadas, las cuales se encuentran en el pasto o forraje en cantidades variables. El limitante de la producción animal será el que se aporte en cantidades insuficientes. Gramíneas y leguminosas proporcionan cantidades diferentes de ambos componentes, así como de sales minerales. Las gramíneas son más ricas en energía, potasio y manganeso, y las leguminosas lo son en materias nitrogenadas, calcio, magnesio, cobre y colbalto. El fósforo lo aportan ambas en cantidades similares. Dentro de la planta, los elementos nutritivos se distribuyen en diferente proporción, según se localicen en las hojas o en el tallo. Las hojas contienen mayor proporción de materias nitrogenadas que el tallo y menor proporción de carbohidratos estructurales y de sustancias indigestibles. La proporción de hojas y tallos modificará, por tanto, la composición química de la planta. Dicha relación depende de la estructura de la especie y del estado fisiológico en que se encuentre. En general, las gramíneas perennes muestran una estructura hojosa compuesta de hojas y tallos formados por hojas y presentan un único ciclo reproductivo en primavera con emisión de tallos lignificados y espigas; por el contrario, las leguminosas tienen tallos, hojas e inflorescencias en todos los ciclos productivos, aunque en el trébol blanco los tallos no se aprecien, al ser rastreros.

El estado fisiológico de la planta modifica notablemente la proporción de elementos nutritivos. A medida que la planta envejece, sufre cambios en su composición química, los cuales se acentúan en la fase reproductiva, debido a los cambios morfológicos que sufre la planta y al trasvase de elementos nutritivos para la formación de la semilla. En esta fase, la proporción de los tallos sobre las hojas se incrementa considerablemente; los tallos, además, se lignifican y las hojas inician la senescencia. Todo ello conlleva una progresiva reducción de la proporción de proteínas, lípidos y minerales y un incremento de la proporción de carbohidratos totales. La producción de materia seca, por otra parte, se incrementa considerablemente en los primeros estados de la reproducción.

Otro aspecto a tener en cuenta en este proceso es la digestibilidad de la hierba. El pasto o forraje que ingiere el animal no lo aprovecha en su totalidad. Su indigestibilidad aumenta con el envejecimiento de la planta, tanto en el estado hojoso como durante el proceso que transcurre desde el inicio de floración o espigado hasta la formación de las semillas. Una medida del valor nutritivo la proporciona la estimación del alimento ingerido (I) por el animal y no excretado (E). Se representa por el coeficiente de digestibilidad, el cual se calcula mediante la fórmula $(I-E)/I \times 100$.

El cuadro 5.2 es un ejemplo de lo expuesto sobre la evolución de los componentes esenciales y del coeficiente de digestibilidad, así como de la producción de materia seca en el primer ciclo reproductivo de una especie. En él se aprecia cómo a medida que las plantas crecen, se incrementa la producción de materia seca y descienden los contenidos en energía y proteína y el coeficiente de digestibilidad. En la práctica, se busca el punto de equilibrio, en el que se logre la máxima producción de materia seca posible junto con un nivel de calidad aceptable. El óptimo del binomio de producción-calidad se viene estableciendo en gramíneas y leguminosas, con las plantas iniciando el espigado o la floración. Cuando las praderas de siembra la compongan una mezcla de especies, debe buscarse la máxima homogeneidad en las variedades en cuanto a precocidad, con el fin de aprovecharlas con niveles similares de calidad.

CUADRO 5.2

Valor nutritivo del raigrás italiano y de la alfalfa en diferentes estados fisiológicos del primer ciclo de crecimiento

Estado fisiológico	Producción de MS (1)	UFL (2)	MNT (3)	DMO (4)
RAIGRAS ITALIANO				
Hojoso	2,0 - 2,5	0,87	167	75,8
Espiga a 10 cm	3,5 - 4,5	0,91	204	76,8
Inicio de espigado	5 - 6	0,87	188	72,6
Espigado	6 - 7	0,83	123	72,6
Floración	6 - 7	0,78	90	69,6
ALFALFA				
Hojoso	1,5 - 2,0	0,73	223	66,0
Botón verde	2,0 - 2,5	0,76	218	67,0
Inicio de floración	2,5 - 3,5	0,75	207	66,1
Plena floración	4 - 5	0,72	187	62,7

(1) MS = Datos experimentales propios en toneladas de materia seca/ha.

(2) UFL = Energía neta en lactación por kilogramo de materia seca.

(3) MNT = Materias nitrogenadas totales en gramos por kilogramo de materia seca.

(4) DMO = Digestibilidad de la materia orgánica en porcentaje.

Fuente: Alibés y Tisserand, 1990.

Los factores medioambientales pueden contribuir a alterar la composición química de las plantas. Una misma variedad sembrada en lugares diferentes puede tener diferente composición química. Así se conoce que las altas temperaturas aumentan la lignificación de las plantas y, por tanto, reducen su digestibilidad; las temperaturas suaves y la alta luminosidad favorecen la producción de carbohidratos solubles; el abonado nitrogenado mejora el contenido en materias nitrogenadas de la planta; sin embargo, no se ha apreciado que el riego afecte a la composición química. La presencia de plagas y enfermedades también suele afectar al valor nutritivo, por las lesiones producidas a la planta.

2.2. Ingestión voluntaria

La cantidad de alimento que puede ingerir voluntariamente un animal, expresada en gramos de materia seca/kg^{0.75}, es un factor importante de la calidad, sobre todo cuando se refiere a pastos y forrajes, ya que constituyen la ración base de los rumiantes. Cuantos más nutrientes ingiera el animal por encima de sus necesidades de mantenimiento, mayores serán las producciones que se obtengan. La naturaleza del alimento, sin embargo, puede limitar la ingestión.

Diferentes razones de tipo cualitativo y cuantitativo pueden afectar el nivel de ingestión del pasto o forraje. Entre las primeras se encuentra la digestibilidad, la especie y variedad utilizadas, la estación del año en que se aprovecha, los aportes de abono nitrogenado, la alternancia siega-pastoreo y la especie animal y su estado fisiológico. Entre las segundas, la cantidad de hierba ofertada, la carga de ganado en pastoreo, la frecuencia e intensidad del pastoreo y la suplementación con concentrados.

Como constatación de lo expuesto se ha observado que, cuando la cantidad de hierba ofertada no es limitante, la ingestión por el ganado es mayor cuanto más digestible sea la hierba; la misma hierba, consumida en verano u otoño es peor digerida que en primavera. Muchas especies que se muestran bien adaptadas a un medio específico, que son productivas y que tienen una buena composición química, son, sin embargo, mal aceptadas e incluso rechazadas por el animal por causas diferentes, tales como la presencia de repelentes, su dureza, la existencia de aristas foliares cortantes, etc. El manejo de la pradera mediante abonados y siegas, que mantienen un crecimiento activo de las plantas y eliminan las partes muertas o enfermas, contribuye a la apetecibilidad de la hierba. La especie animal, su edad y estado fisiológico también influyen en el consumo y en el grado de aceptación del pasto; el orden de selectividad del ganado de menor a mayor es el siguiente: caballar, bovino, ovino, caprino y cérvidos, aunque estos dos últimos hacen una mejor utilización del matorral. La cantidad de hierba ofertada, su altura y densidad del pasto son factores cuantitativos que inciden en la ingestión; el número y tamaño de los bocados, así como el tiempo de pastoreo necesario para lograr la misma ingestión, dependerán de la cantidad ofertada, pudiendo llegar a ser un factor limitante de la ingestión. La carga, la frecuencia y la intensidad del pastoreo incidirán tanto sobre la cantidad de hierba ofertada como sobre la calidad de la misma; en función

de estos parámetros, el animal tendrá la posibilidad o no de seleccionar la hierba y de consumir hierba joven más digestible o bien tendrá que aprovechar las partes inferiores de la planta, de menor valor nutritivo y con hojas muertas o enfermas. Finalmente, la aportación de concentrados a animales en pastoreo produce el efecto de sustitución de un alimento por otro, ocasionando cambios en la ingestión, además de otros efectos, como cambios en la composición de la dieta y económicos.

3. Resumen y primeras conclusiones

Las fuentes de provisión de pastos y forrajes se han clasificado en cinco apartados, en función de que en su producción no intervengan siembras ni laboreos (prados naturales y pastizales); se realicen y el cultivo tenga una duración plurianual (praderas de siembra), anual, pero con la posibilidad de autorresiembra, o menor de un año (cultivos forrajeros); se trate de arbustos forrajeros.

Ninguno de ellos permite el aprovechamiento continuado durante todo el año, por lo que se recurrirá a una alternativa de cultivos, con el fin de completar el calendario anual de aprovechamientos.

La calidad del pasto o forraje está condicionada principalmente por las especies utilizadas y por el estado fisiológico en que se aprovechen. Conviene conocer, por ello, la composición química de cada especie y su evolución durante el crecimiento. La combinación óptima de calidad y producción de materia seca se obtendrá con las plantas en inicio de espigado o de floración.

Un factor importante que depende de la calidad es la ingestión voluntaria de alimentos. La ingestión voluntaria se encuentra supeditada fundamentalmente a la digestibilidad del alimento, a la apetecibilidad de la especie vegetal, a la cantidad de hierba ofertada y a la especie animal que la aprovecha.

Principales fuentes consultadas

- ALIBÉS, X. y TISSERAND, J. L. (1990). *Tableaux de la valeur alimentaire pour les ruminants des fourrages et sous-produits d'origine méditerranéenne*. Options Méditerranéennes, Serie B, Etudes et Recherches n° 4, CIHEAM. Zaragoza.
- DUTHIL, J. (1990). *Producción de forrajes*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- HOLMES, W. (1980). *Grass, its production and utilization*. British Grassland Society Publish. Londres (Inglaterra).
- HYCKA, M. (1993). *Praderas artificiales, su cultivo y utilización*. M.A.P.A. Madrid.
- JAMES, B. J. F. (1974). *Utilización intensiva de pasturas*. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires (Argentina).
- MUSLERA, E. y RATERA, C. (1984). *Praderas y forrajes. Producción y aprovechamiento*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- REMON, J. (1985). *Prados y forrajes*. Ed. Aedos, Barcelona.
- SEMPLE, A. T. (1974). *Avances en pasturas cultivadas y naturales*. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires (Argentina).

CAPÍTULO VI

FORRAJES CONSERVADOS:

HENOS

ANTONIO CALLEJO RAMOS

INDICE

0. Introducción
 1. Henificación natural
 - 1.1. Siega
 - 1.2. Factores que inciden en la velocidad de desecación
 - 1.3. Pérdidas durante la henificación
 - 1.4. Acondicionadores de forraje
 - 1.5. Empacado, carga y almacenamiento
 2. Henificación forzada
 3. Deshidratación artificial
 4. Resumen y primeras conclusiones
- Principales fuentes consultadas

0. Introducción

Existe una general coincidencia en afirmar que, aunque el pastoreo directo es la forma más económica y sana de alimentar al ganado, se hace preciso conservar la hierba y los forrajes verdes por diversas razones:

- a) La producción de forrajes es estacional, generándose un excedente en primavera y, según la pluviometría de cada año, en otoño.
- b) Para los animales resulta beneficioso recibir alimentos secos (henos) en épocas en que la hierba joven es demasiado acuosa. Y, por el contrario, el disponer de un alimento con mayor contenido en agua (ensilado) será un complemento equilibrado en los períodos en los que domina la alimentación seca.
- c) Conservar el primer corte cuando en la época en que se produce resulta desaconsejable sacar el ganado a pastar.
- d) Los diversos procedimientos de recogida y conservación nos permiten esperar a hacer la recolección en el estado vegetativo óptimo.

En el momento de su recolección, el contenido en agua de los forrajes verdes es muy elevado (75-80%). Debido a ello, continúan respirando y consumiendo sustancias elaboradas, lo que ocasiona fuertes pérdidas de valor alimenticio, al tiempo que se calientan y producen fermentaciones que reducen su calidad.

Una vez segados, los forrajes van perdiendo humedad, y la actividad respiratoria y el riesgo de fermentaciones disminuyen hasta llegar a un punto (35-40% de humedad) en que aquellos procesos tienden a estabilizarse.

En consecuencia, se presenta la necesidad de reducir en forma rápida el contenido de humedad de los forrajes verdes para poder conservarlos con las menores pérdidas posibles. En esta condición se basan los procedimientos de conservación mediante **henificación** (natural o forzada) y de **deshidratación industrial**.

Otra posibilidad de conservación consiste en mantener los forrajes en atmósfera pobre en oxígeno y estimular el desarrollo de fermentaciones lácticas que lleven la masa forrajera a un pH tan bajo que inhiba fermentaciones posteriores. El **ensilado**

es la técnica que ha permitido desarrollar este método de conservación y al que estará dedicado el siguiente capítulo de este libro.

De forma general, puede señalarse que en las zonas con un número elevado de días con temperatura alta y atmósfera seca, el henificado será el procedimiento aconsejable. Asimismo, es el mejor método para conservar especies de ensilado difícil (alfalfa, veza, zulla, tréboles, etc.). En zonas frías y húmedas, y para la conservación de gramíneas (pratenses o de gran cultivo) y del girasol, el ensilado es el procedimiento ideal.

1. Henificación natural

Como hemos señalado anteriormente, la henificación es un proceso de conservación cuyo objetivo es eliminar rápidamente el agua de constitución de la planta hasta alcanzar un nivel limitante para las actividades vegetal y microbiana.

Los forrajes, una vez segados, son extendidos al sol sobre el terreno para proceder a su secado. La velocidad del proceso de secado depende de las condiciones atmosféricas (temperatura, Hr y presencia de brisa o de viento), que, a su vez, son variables con las épocas del año y con las horas del día. La desecación natural de los forrajes verdes se produce en forma efectiva a partir de temperaturas de 15°C, con humedad relativa (Hr) no superior al 70% (figura 6.1).

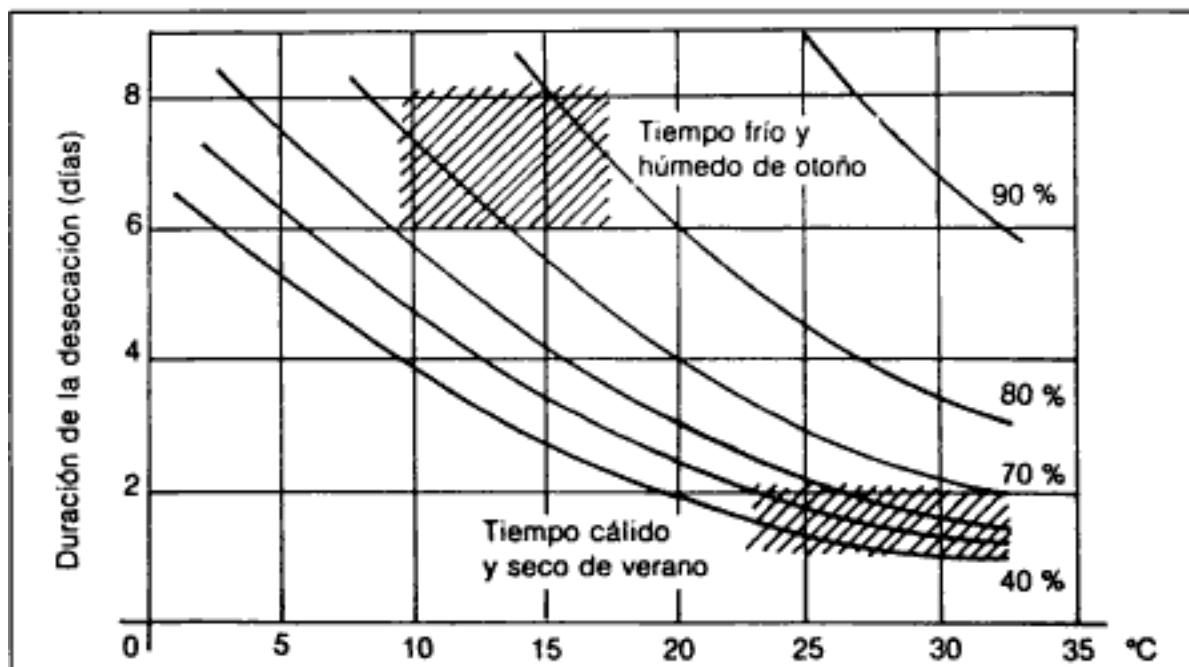


FIGURA 6.1

Desección natural de los forrajes verdes (Segler, 1966, tomado de Urbano, 1989).

El proceso de henificación natural de los forrajes verdes no es más que una serie de actuaciones mediante las cuales, después de segado el forraje, se extiende y volteá durante el día para que pierda humedad y se recoge o hilera durante la no-

che para que la absorción de la humedad ambiental sea lo más pequeña posible (figura 6.2).

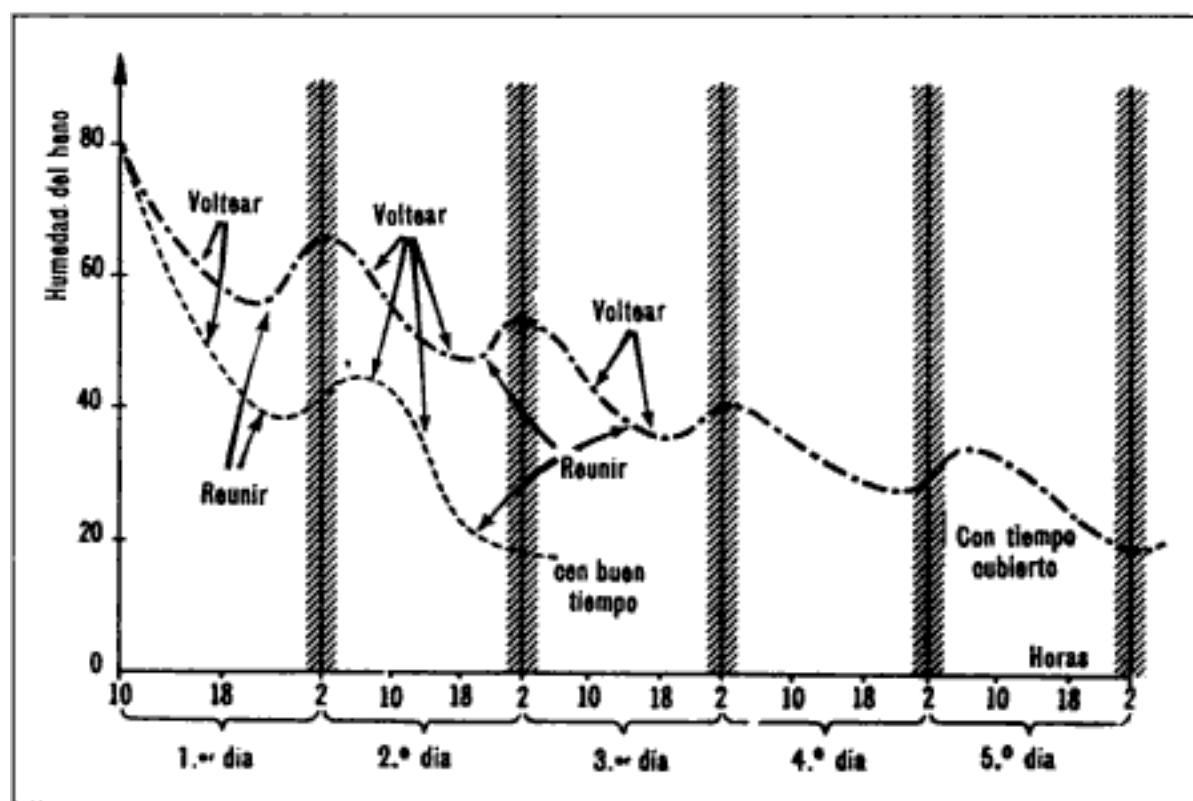


FIGURA 6.2
La henificación (según Segler, tomado de Urbano, 1989).

La obtención de un heno de calidad depende principalmente de tres factores:

- Estado de madurez de las plantas en el momento de la siega.
- Método de siega, secado y recolección.
- Climatología en el momento de la conservación.

En las praderas polifitas, al no madurar todas las especies al mismo tiempo, habrá que adoptar una solución de compromiso respecto al momento de la siega. El más adecuado es cuando la mayoría de las plantas empiezan a florecer. Las condiciones meteorológicas impiden, en ocasiones, la realización de esas labores oportunamente, o perjudican durante el proceso de conservación por lluvias inoportunas.

1.1. Siega

Para realizar el trabajo de siega existen básicamente dos tipos de segadoras: *alternativas* o *barras guadañadoras* y *rotativas*. La *barra segadora* (figura 6.3) realiza un

corte limpio de la planta, lo que facilita un rebrote rápido, pero es más lenta y frágil que los otros tipos de segadoras. Es ideal para la siega de alfalfa, pero tiene problemas en la siega de cultivos forrajeros muy densos, como veza-avena o praderas encamadas.

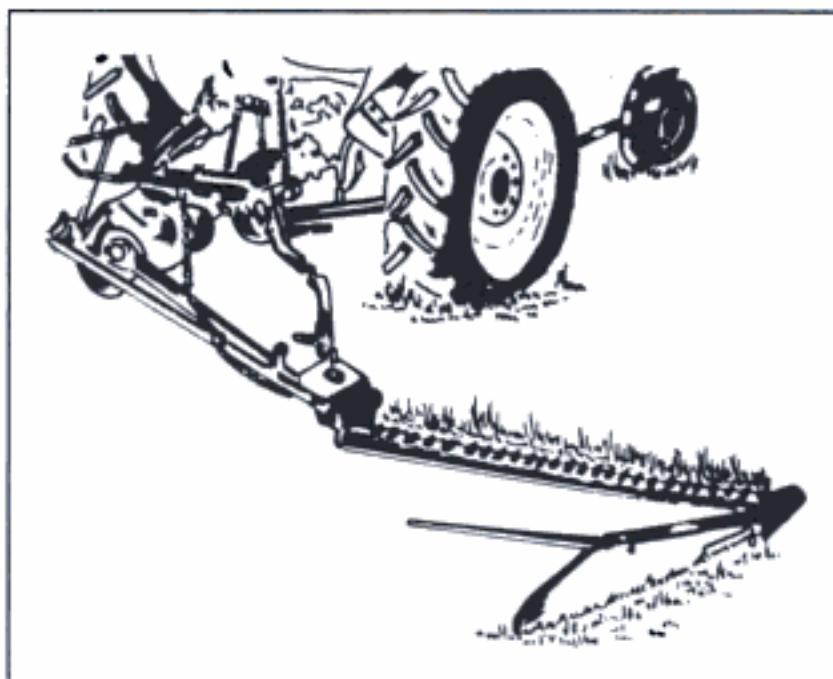


FIGURA 6.3

Barra segadora en posición de trabajo (Márquez, 1987).

Las *segadoras rotativas* (figura 6.4) producen el corte por impacto sobre el tallo de varias cuchillas que giran a gran velocidad. Producen más daños en la planta, desgarros, y los fragmentos más pequeños pueden desaparecer entre el rastrojo de la pradera, perdiéndose como tal cosecha. Son máquinas de mayor rendimiento y más fácil mantenimiento que las barras segadoras. Aunque necesitan más potencia de tractor, son muy versátiles y pueden aplicarse a toda clase de praderas y cultivos forrajeros.

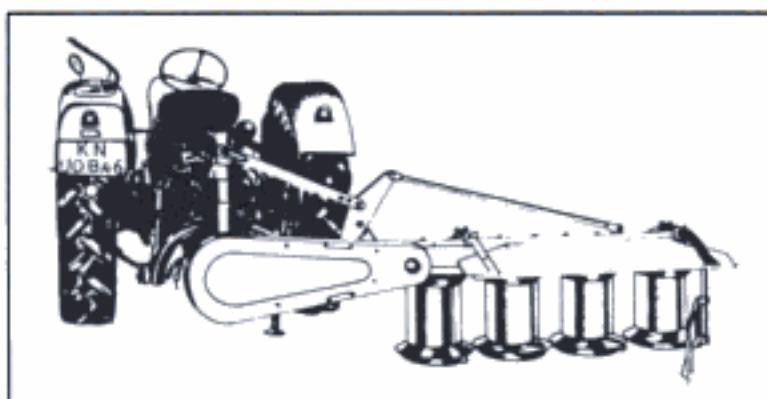


FIGURA 6.4

Segadora de cuatro tambores rotativos en posición de trabajo (Márquez, 1987).

En lo que respecta a la altura de corte, conviene hacerla a 5 cm del suelo. De esta forma se facilita el secado del forraje, ya que habrá una circulación del aire más libre a través de la masa forrajera segada.

1.2. Factores que inciden en la velocidad de desecación

Las condiciones climáticas no son los únicos factores. En efecto:

1. La planta no pierde agua a una velocidad constante. Inicialmente, hay una rápida pérdida en forma de vapor de agua a través de los estomas de las hojas. Estos se cierran totalmente antes de que se pierda un tercio de la cantidad inicial de agua, por lo que éste ha de pasar a través de la epidermis, que ofrece una resistencia diez veces superior al movimiento del agua.
2. Las leguminosas, en general, tardan en secarse más tiempo que las gramíneas por: 1) un mayor contenido inicial en agua y 2) por un mayor porcentaje de tallos.
3. También existen diferencias entre especies. La velocidad de secado de la festuca elevada es cuatro veces más alta que la del ray-grass inglés, debido a la mayor relación hojas/tallo y a la disposición de los estomas.
4. El empleo de medios mecánicos (acondicionadores) para romper los tallos incrementa la velocidad de secado. Más adelante hablaremos de ellos.

1.3. Pérdidas durante la henificación

Son inevitables, aunque hay que procurar que sean mínimas. Estas pérdidas obedecen a alguna de las siguientes causas:

- a) *Pérdidas de valor alimenticio* por caída de un buen número de hojas. No es demasiado importante cuando el forraje se recoge con elevada humedad, pero las pérdidas irán en aumento a medida que éste se va secando. Se recomienda dar el último hilerado con una humedad no inferior al 35-40%. La sensibilidad a la pérdida de hojas es mayor en las leguminosas que en las gramíneas y aumenta considerablemente a medida que avanza el proceso de secado (cuadro 6.1).

CUADRO 6.1

Disminución del valor alimenticio que implica la henificación en regiones de clima seco y soleado, supuestas unas condiciones sin lluvia y con pocas pérdidas de hojas

	Gramíneas	Leguminosas
Digestibilidad materia orgánica (MOD)	-2	-3
Materias nitrogenadas digestibles (MND) (g/kg MS)	-5	-15
Materia seca ingerida (en % sobre verde)	-8	-7

Fuente: Demarquilly y Alibés, 1977, citado por Muslera y Ratera, 1989.

- b) *Pérdidas de peso* por respiración celular de la masa forrajera. Normalmente, hay que esperar a que la humedad del heno sea menor del 40% para que sean poco significativas.
- c) *Fraccionamiento de las proteínas* y aparición de diferentes compuestos nitrogenados. La pérdida de nitrógeno total es poco significativa, a menos que se produzca alguna lluvia durante la henificación.
- d) *Pérdidas de provitamina A* (20-25%) por oxidación del caroteno, por la elevación de la temperatura y por la acción química de la radiación solar.
- e) *Pérdidas de elementos minerales* (Ca, K, P, nitrógeno nítrico, etc.) y de azúcares solubles por lavado de los jugos celulares si durante la henificación se produce alguna lluvia.
- f) *Pérdidas por fermentaciones microbianas y enmohecimientos*. Suelen ser pequeñas durante la henificación en el campo, pero pueden tener importancia en los heniles cuando el heno se almacena con elevada humedad. Estos henos se calientan y se tornan de color pardo por caramelización de los azúcares, pudiendo alcanzar en ocasiones temperaturas de 50-55°C o superiores, e inician la combustión interna de la paca. Sin llegar a este extremo, el empacar hierba húmeda reduce la digestibilidad del forraje y se desarrollan microorganismos, principalmente hongos, en ocasiones tóxicos para el ganado y que, en cualquier caso, hacen que éste rechace el heno.

En definitiva, el henificado supone una variación más o menos importante de la composición química del forraje, ya que todas las pérdidas tienen como consecuencia una disminución de los hidratos de carbono, de los compuestos nitrogenados y de los carotenos, es decir, un aumento del porcentaje relativo de los componentes de la pared celular y, por tanto, a su vez, una disminución del coeficiente de digestibilidad, de la eficacia de utilización de la energía metabolizable y del consumo voluntario de materia seca (cuadro 6.2).

CUADRO 6.2

Disminución del valor alimenticio que implica la henificación en condiciones europeas y de la España húmeda

	Gramíneas		Leguminosas		
	Heno ventilado	Henificado en campo		Heno ventilado	Henificado en el campo
		Buen tiempo	Al menos una lluvia		
Digestibilidad mat. orgánica (MOD)	-5	-3,5	-8	-4	-0,8
Unidades forrajeras (UF/kg MS)	-0,1	-0,07	-0,16	-0,08	-0,16
Materias nitrogenadas digestibles (MND) (g/kg MS)	-10	-10	-20	-20	-40
Cantidades ingeridas (en % sobre ingestión en verde)	-15	-20	-25	-10	-25

Fuente: Demarquilly y Alibés, citado por Muslera y Ratera, 1989.

En principio, puede señalarse que cuanto más rápida y cuidadosamente se realicen las distintas operaciones, menores serán las pérdidas que se produzcan. Como normas para evaluar *de visu* la calidad de un heno, podemos dar las siguientes:

Heno de buena calidad	Heno de mala calidad
- Color verdoso	- Descolorido (amarillento)
- Olor agradable	- Olor a moho o inodoro
- Alto porcentaje de hojas	- Zonas de color pardo
- Tallos flexibles	- Tallos duros y pocas hojas
- Muy pocas impurezas	- Mucho polvo, musgo y plantas perjudiciales

Para reducir las pérdidas, era práctica muy antigua aplicar entre el 1 y el 3%, en peso, de sal común. La sal actúa como bacteriostático, impide el desarrollo de los mohos y aumenta la apetecibilidad del heno para el ganado. Actualmente suele utilizarse poco.

1.3. Acondicionadores de forraje

Los acondicionadores de forraje son máquinas destinadas a romper los tallos de las plantas para facilitar y acelerar su pérdida de humedad. Al mismo tiempo airean el forraje, provocan un aumento de volumen y reducen el tiempo necesario para la henificación alrededor de un 20% (figura 6.5).

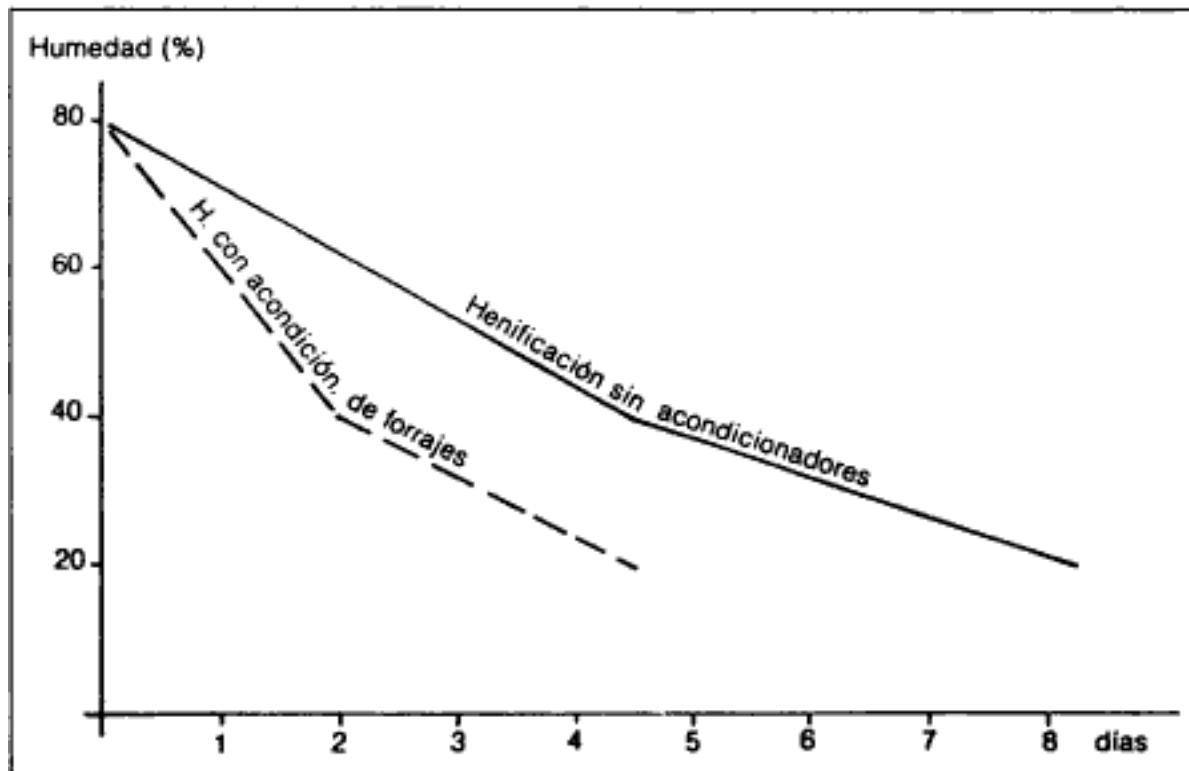


FIGURA 6.5
Tiempo necesario para la henificación (Duthil, 1989).

El acondicionado se hace mediante el paso del forraje entre rodillos, que efectúan su laminado y aplastamiento (rodillos lisos) o lacerado y rotura (rodillos dentados o acanalados) (figura 6.6).

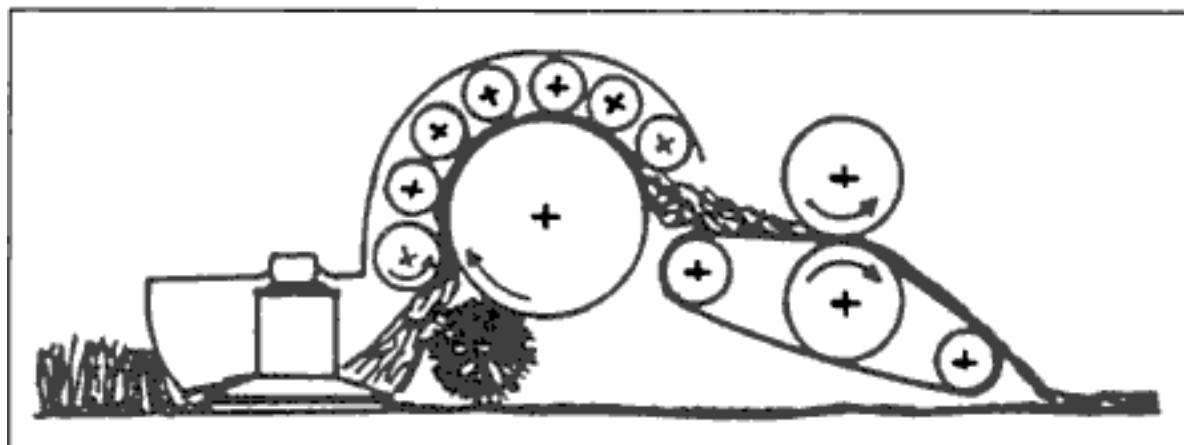


FIGURA 6.6

Esquema de una máquina segadora-acondicionadora (Piccarolo, 1991).

1.5. Empacado, carga y almacenamiento

El empacado se realiza con la máquina denominada empacadora, que también se emplea para recoger la paja del cereal tras la cosecha. Actualmente se hacen pacas de muy distintas formas y tamaño:

- a) Pacas de forma y tamaño tradicional (prismáticas)

* de alta presión:	200-250 kg/m ³	25-30 kg/ud
* de media presión:	150-200 kg/m ³	20-25 kg/ud
* de baja presión:	100 kg/m ³	15-20 kg/ud
- b) Pacas cilíndricas o rotopacas, de compresión media (100-200 kg/m³) y tamaño y peso variables (300-kg/ud).
- c) Pacas prismáticas de gran tamaño (1,2 × 1,2 × 2,4 m, 600 kg; 2,1 × 2,44 × 2,44 m, 1.000 kg).

La mayor ventaja de las pacas pequeñas tradicionales es su manejabilidad, pudiendo moverse a mano, sin necesidad de maquinaria. Su mayor inconveniente es el alto coste de realización por kilogramo de heno.

La carga de este tipo se realiza, bien a mano o mediante cargadores especiales (*alzapacas*) que se pueden acoplar a los remolques o camiones, alcanzándose un rendimiento de 4-5 tm por hora (conductor + ayudante) cuando se trata de recogida con alzapacas.

También son frecuentes los *brazos elevadores* accionados hidráulicamente, pero suele ser necesario un ayudante más, que va colocando adecuadamente las pacas en el elevador.

Hay implementos que se acoplan a la empacadora, como el *lanzador de pacas*, que dirige éstas a un remolque donde se van colocando adecuadamente¹ o no. También se acopla a la empacadora una plataforma que deja reunidas en el terreno varias pacas (ordenadas o no) que disminuye posteriormente el tiempo necesario para la carga.

Asimismo, en el mercado existen diversos tipos de *remolques autocargadores de pacas*, que pueden llegar a cargar las 150 pacas de su capacidad normal en 15-20 minutos, haciendo la descarga posterior en bloque.

El manejo en carga y descarga de las grandes pacas cilíndricas o prismáticas exige siempre el uso de cargadores especiales u horquillas o palas cargadoras acopladas al tractor, generalmente frontales.

Las pacas de heno convencionales se apilan formando montones o almires, bien al aire libre o en heniles o cobertizos. Estos deben ser lo más diáfanos posibles, con una altura mínima de 4 metros y cerrados por el lado o lados de los vientos de lluvia dominantes. La capacidad útil de estos almacenes, en cuanto a heno en pacas convencionales, es de 100 a 125 kg/m³. En almacenamiento al aire libre es aconsejable cubrir la parte superior con una lona o plástico para protegerlo de la lluvia, la cual perjudicaría la calidad del heno.

Las pacas cilíndricas ofrecen mejor protección ante la lluvia, aunque se debe evitar depositarlas en sitios húmedos.

En la figura 6.7 se exponen unos esquemas de distintas cadenas de recolección, incluyendo también algunas correspondientes al método de conservación de forrajes mediante ensilado, que será objeto de estudio en el capítulo siguiente.

2. Henificación forzada

En países con insuficiente insolación o con veranos cortos, se recurre a efectuar un primer secado en el campo y completarlo artificialmente en el henil. El transporte se efectúa cuando la humedad del forraje se ha reducido a menos del 50%, bien a granel o en pacas de baja presión.

Como la humedad es aún elevada, pueden utilizarse productos químicos (por ejemplo, ácido propiónico al 1-2%, el amoníaco anhidro y el propionato e isobutirato amónicos) para evitar la proliferación de mohos.

La henificación forzada consiste en hacer pasar a través del forraje una corriente de aire que va extrayendo progresivamente el exceso de humedad.

¹ En este caso, además del conductor, se necesita un ayudante en el remolque.

ESQUEMAS CADENAS DE RECOLECCIÓN

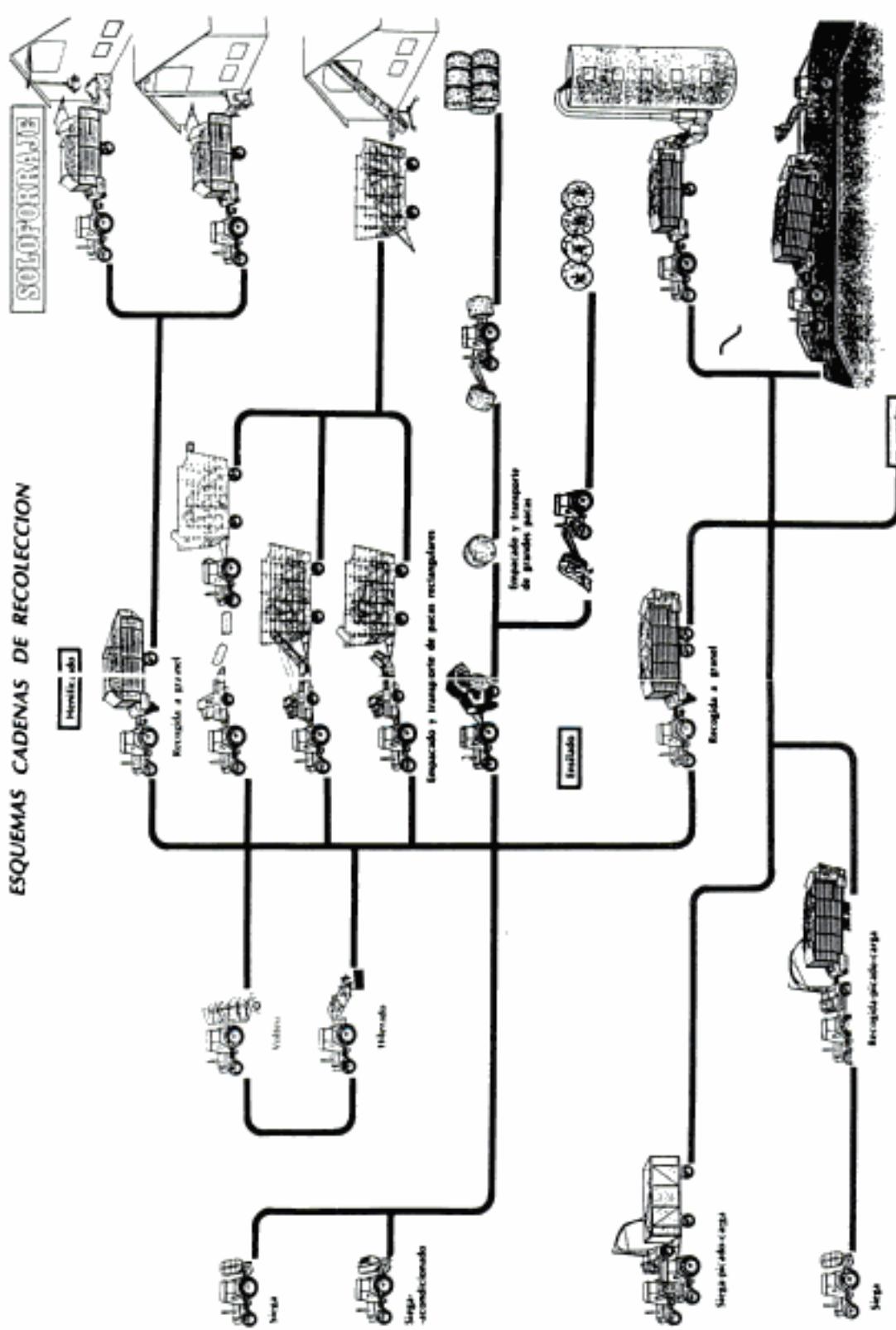


FIGURA 6.7

Esquema de cadenas de recolección de forrajes para su conservación (Márquez, 1987).

La capacidad de desecación del aire depende de su grado higrométrico (Hr) y de su temperatura (figura 6.8).

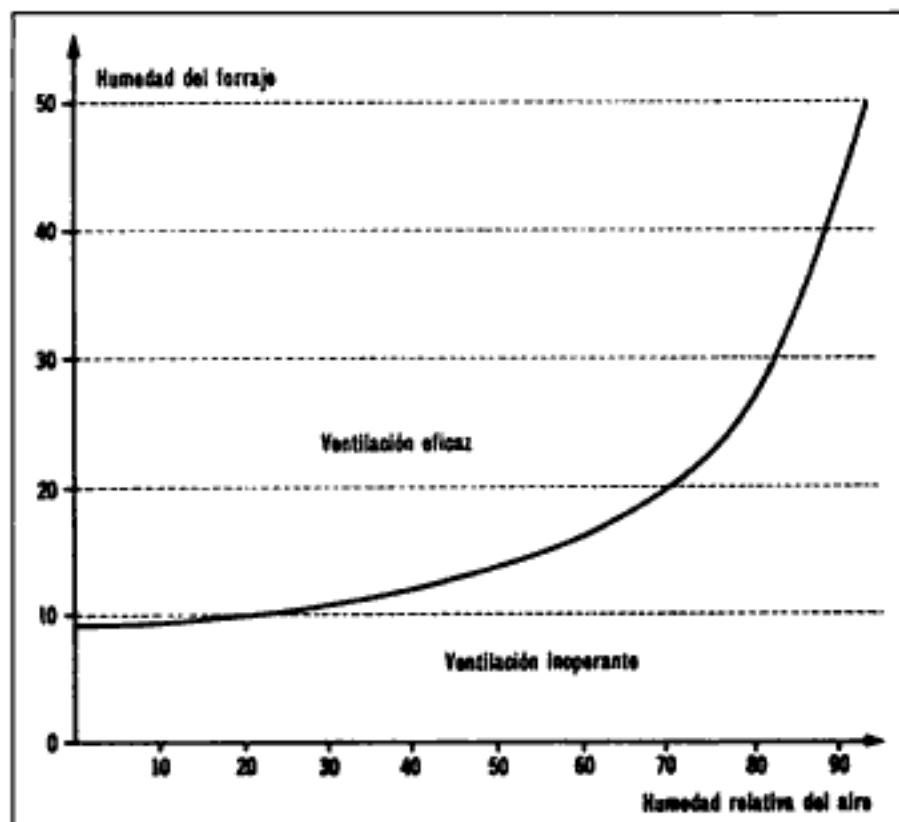


FIGURA 6.8

Eficacia de la ventilación sobre la desecación del forraje en función de la humedad de éste y la humedad del aire (Duthil, 1989).

El aire que atraviesa el forraje podrá arrastrar tanto más agua cuanto menor sea su grado higrométrico a la entrada y mayor sea su temperatura. En la práctica, cuando la humedad del forraje ha disminuido a un 20%, es preciso que el grado higrométrico del aire sea inferior al 80% (a temperatura ambiente) para que se pueda acabar la operación. En caso contrario, será necesario insuflar aire caliente.

En nuestras condiciones climáticas, la henificación forzada apenas es realizada por los agricultores. Sin embargo, con este procedimiento puede mejorarse notablemente la calidad de los henos:

- a) + valor alimenticio (12-15%).
- b) + contenido en proteína digestible (10-12%).
- c) + contenido en elementos minerales (12-14%).
- d) + contenido en caroteno (20-25%).

El sistema más elemental de secado puede consistir en un ventilador conectado a un conducto de ventilación central en forma de túnel, sobre el que se amontonan las pacas o heno a granel a desecar.

3. Deshidratación artificial

La deshidratación artificial pertenece mucho más al mundo de las industrias transformadoras con unos objetivos comerciales, que en más de un 80% son las fábricas de piensos compuestos. El coste de la instalación y del proceso es muy elevado e inasequible, por tanto, para el agricultor-ganadero.

El método más utilizado para la eliminación de agua de los forrajes es la aplicación directa de aire caliente. Dentro de este sistema el proceso puede hacerse a baja (130 a 150° C) o alta temperatura (800-1000° C), siendo este último el más empleado hoy día. La instalación más corriente (figura 6.9) consta de un gran cilindro o tambor giratorio horizontal (A) en donde se introduce el forraje, el cual se desplaza al otro extremo impulsado por el aire caliente, que va secándolo progresivamente. Al pasar entre la entrada (B) y la salida (E) se separan las partes ligeras (secas) y pesadas (húmedas). Los trozos de hojas se secan muy deprisa y salen rápidamente del tambor al ciclón recolector (E); los tallos húmedos y pesados caen a través del chorro de aire y son arrastrados por la rotación del cilindro, avanzando lentamente hasta que están lo bastante secos para pasar al ciclón. El forraje seco se separa del chorro de aire en el ciclón y pasa a través de una válvula rotativa (G), mientras que el aire húmedo es expulsado por un ventilador (F) y una chimenea (H).

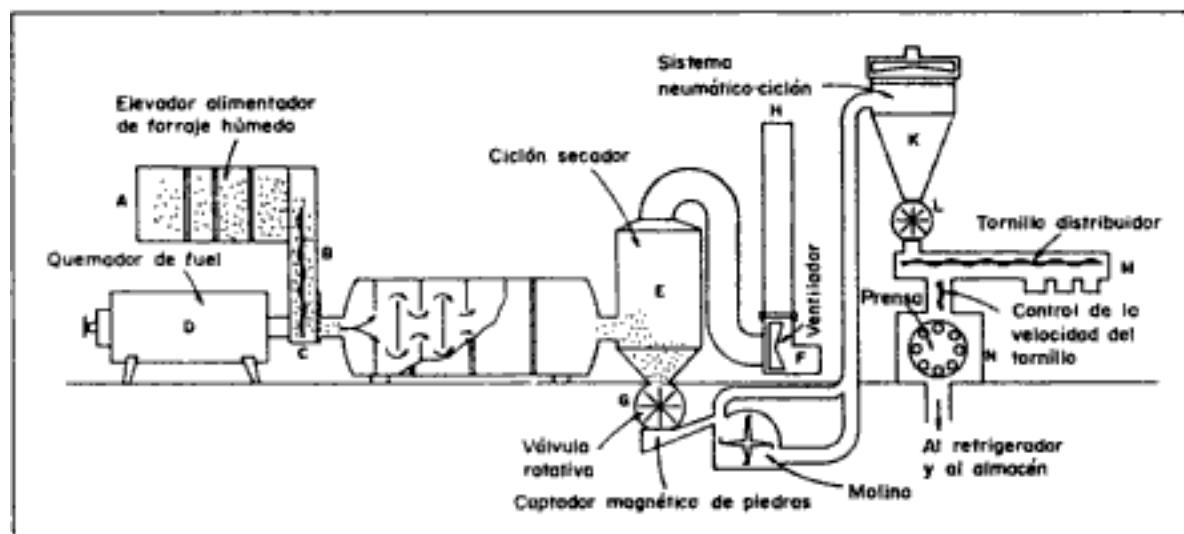


FIGURA 6.9

Esquema de una deshidratadora de forraje de un solo paso y de elevada temperatura con molino de martillos y prensa empastilladora (Raymond et al., 1977).

El forraje ya deshidratado pasa después al molino de martillos, donde es triturado en forma de harina. Este puede ser el producto final en unos casos, mientras que en otros se conduce después a una prensa granuladora (N). La presentación de una u otra forma del producto final depende del sistema de comercialización.

4. Resumen y primeras conclusiones

A lo largo de este capítulo se han expuesto los fundamentos de la henificación como método de conservación de forrajes. Básicamente consiste en provocar, por medios naturales (sol y viento) o artificiales (corriente forzada de aire, caliente o no), la pérdida de agua de la masa forrajera para que la respiración de las plantas, una vez segadas, se interrumpa lo antes posible. Ello, además, evitará riesgos de putrefacciones y enmohecimientos. Es fácil entender que la henificación sea el método más apropiado de conservación de forrajes en aquellas zonas geográficas donde las lluvias no sean frecuentes ni el ambiente excesivamente húmedo. Actualmente está disponible toda una completa gama de maquinaria que permite realizar este proceso de forma cómoda, rápida y eficaz, ocasionando pocas pérdidas de valor nutritivo (más que las inevitables).

Principales fuentes consultadas

- BLAS, C. DE, et al. (1987). *Nutrición y alimentación del ganado*. Ed. Mundi-Prensa.
- DUTHIL, J. (1989). *Producción de forrajes*. Ed. Mundi-Prensa.
- HOLMES, W. H. C. (1980). *Grass. Its production and utilization*. Blackwell Scientific Publications.
- HYCKA, M. (1993). *Praderas artificiales, su cultivo y utilización*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- MÁRQUEZ, L. (1987). *Sólo forraje*. Ed. Laboreo.
- MUSLERA, E.; RATERA, C. (1984). *Praderas y forrajes*. Ed. Mundi-Prensa.
- PICCAROLO, P. (1991). La foraggicoltura sposa il supercondizionamento. *Informatore Zootecnico*, nº 21: 39-44.
- RAYMOND, F. et al. (1977). *Forraje*. Ed. CEA.
- URBANO, P. (1989). *Tratado de fitotecnia general*. Ed. Mundi-Prensa.

Hidden page

CAPÍTULO VII

FORRAJES CONSERVADOS:

ENSILADOS

JESÚS CIRIA CIRIA

INDICE

0. Introducción
 1. Concepto de ensilado
 2. Transformaciones durante el ensilado
 - 2.1. Fase de actividad enzimática
 - 2.2. Fase de fermentación
 3. Condiciones para realizar un buen ensilado
 4. Técnica de ensilado
 - 4.1. Siega del forraje
 - 4.2. Acondicionamiento del forraje en el silo
 - 4.3. Tipos de silos
 5. Ensilado con conservantes
 - 5.1. Acidificantes
 - 5.2. Bacteriostáticos
 - 5.3. Estimulantes de la fermentación láctica
 6. Valor nutritivo de los ensilados
 - 6.1. Pérdidas durante el proceso de ensilado
 - 6.2. Digestibilidad e ingestión
 7. Resumen y primeras conclusiones
- Principales fuentes consultadas

0. Introducción

Se ha comentado en el capítulo anterior que la estacionalidad en la producción de forrajes obliga a recurrir a su siega y conservación, con el fin de cubrir el déficit en las épocas de baja o nula producción.

Todos los procesos de conservación de los forrajes conllevan pérdidas cuantitativas (disminución de la cantidad de materia seca) y cualitativas (disminución de su valor nutritivo), respecto al forraje verde. El objetivo del sistema de conservación es minimizar estas pérdidas, realizándolo al menor coste posible y de la forma más sencilla y práctica. Entre los métodos de conservación de forrajes, al alcance de cualquier explotación, se encuentran la henificación y el ensilado, siendo éste el que mejor cumple las necesidades citadas

A nivel mundial se observa un aumento en la conservación de forrajes mediante ensilado, especialmente en los países de clima húmedo, a pesar de la gran tradición de conservar mediante henificación. El riesgo climatológico y el mayor trabajo que lleva la henificación, además de las mayores pérdidas que se producen en el proceso frente al ensilado, han provocado esta evolución.

1. Concepto de ensilado

El ensilado es un método de conservación de forraje fresco (u otros alimentos), con un elevado contenido en humedad, protegido del aire, de la luz y de la humedad exterior, con un mínimo de pérdidas en materia seca y en valor nutritivo, con buena palatabilidad y sin productos tóxicos para los animales.

El ensilado representa la vía húmeda de conservación de forrajes verdes, ya que con este sistema se consigue mantener el valor nutritivo sin reducir sensiblemente su contenido en agua. Es una técnica que permite conservar el forraje en un estado físico muy parecido al que tenía en el momento de la recolección, pero su composición química está notablemente modificada por las fermentaciones que sufre.

La calidad del ensilado no depende de las condiciones climatológicas como en el henificado y su realización es posible incluso cuando estas condiciones son desfavorables. Por ello, la recolección del forraje siempre podrá efectuarse en el momento óptimo, cuando alcance su máximo valor nutritivo.

2. Transformaciones durante el ensilado

En el silo deben producirse una serie de alteraciones bioquímicas en el forraje, debidas a la actuación de enzimas producidas por la propia planta en la fase de respiración, aerobia inicialmente y anaerobia o intracelular después, y también por la actividad enzimática de las bacterias acompañantes en la segunda fase del proceso (fermentación).

2.1. Fase de actividad enzimática

El forraje, ya segado y colocado en el silo, continúa su proceso de respiración, puesto que las células están aún vivas, produciéndose reacciones que desprenden CO₂ y calor. En una primera primera fase, el consumo de oxígeno a partir del aire presente en la masa ensilada, así como la producción de CO₂, favorecen las condiciones anaerobias esenciales para el posterior desarrollo de las bacterias lácticas.

En esta fase las enzimas son las responsables de disociar los polisacáridos solubles y las proteínas en moléculas más ligeras, que serán fácilmente utilizables por los microorganismos responsables de las fermentaciones. Los productos resultantes de esta acción son: azúcares simples o monosacáridos (glucosa y fructosa sobre todo) procedentes de polisacáridos y péptidos, aminoácidos y, finalmente, amoníaco procedentes de proteínas. Los hidratos de carbono no solubles apenas son transformados.

La acción de las enzimas que degradan las proteínas (proteolíticas) se halla influenciada tanto por la temperatura como por el pH, deteniéndose cuando la temperatura supera los 55-60° C o cuando el pH desciende por debajo de 4 (esto explica el alto contenido en N soluble de algunos ensilados). La respiración desprende calor y la masa de forraje se calentará según el volumen de aire presente. Si la masa de forraje se compacta fuertemente y de modo rápido, la temperatura interior apenas alcanzará 20° C (ensilado frío). Este procedimiento se ve favorecido por la finura en el picado del forraje. Por el contrario, se alcanzan temperaturas de 40-60° C (ensilado caliente) cuando la compactación es más lenta y menos fuerte.

2.2. Fase de fermentación

Esta fase, denominada también de acidificación, comienza al finalizar la respiración, clasificándose estas fermentaciones bacterianas según el producto final más importante. Así tenemos la fermentación acética, alcohólica, butírica, láctica o pútrida cuando los productos finales son, respectivamente, el ácido acético, el alcohol etílico, el ácido butírico, el ácido láctico o sustancias pútridas, como la putrescina o cadaverina. Las fermentaciones alcohólica y láctica tienen lugar a baja temperatura y no suelen ocasionar pérdidas significativas en el valor nutritivo del forraje.

mientras que las otras fermentaciones, que tienen lugar a altas temperaturas, originan pérdidas que pueden ser elevadas.

La fermentación acética es la primera que se desarrolla a través de ciertas bacterias del grupo de las bacterias coliformes. Transforman los azúcares en ácido acético y CO₂, contribuyendo a la acidificación inicial del ensilado. Suele ser de corta duración y se detiene cuando el pH desciende de 4,5.

La fermentación láctica se desarrolla en segundo lugar en condiciones de acidez y de anaerobiosis estricta. En pocos días, las bacterias lácticas son mayoritarias en el ensilado y su actividad cesa a pH inferior a 3,5. Los lactobacilos que se desarrollan pueden ser homofermentativos (sólo producen ácido láctico) y heterofermentativos (además de ácido láctico producen ácido acético, alcohol y CO₂), necesitando en ambos casos un ambiente rico en azúcares solubles. Una vez alcanzados niveles de pH inferiores a 4, se interrumpe el proceso y se estabiliza la masa de ensilado. Este proceso dura generalmente 21 días.

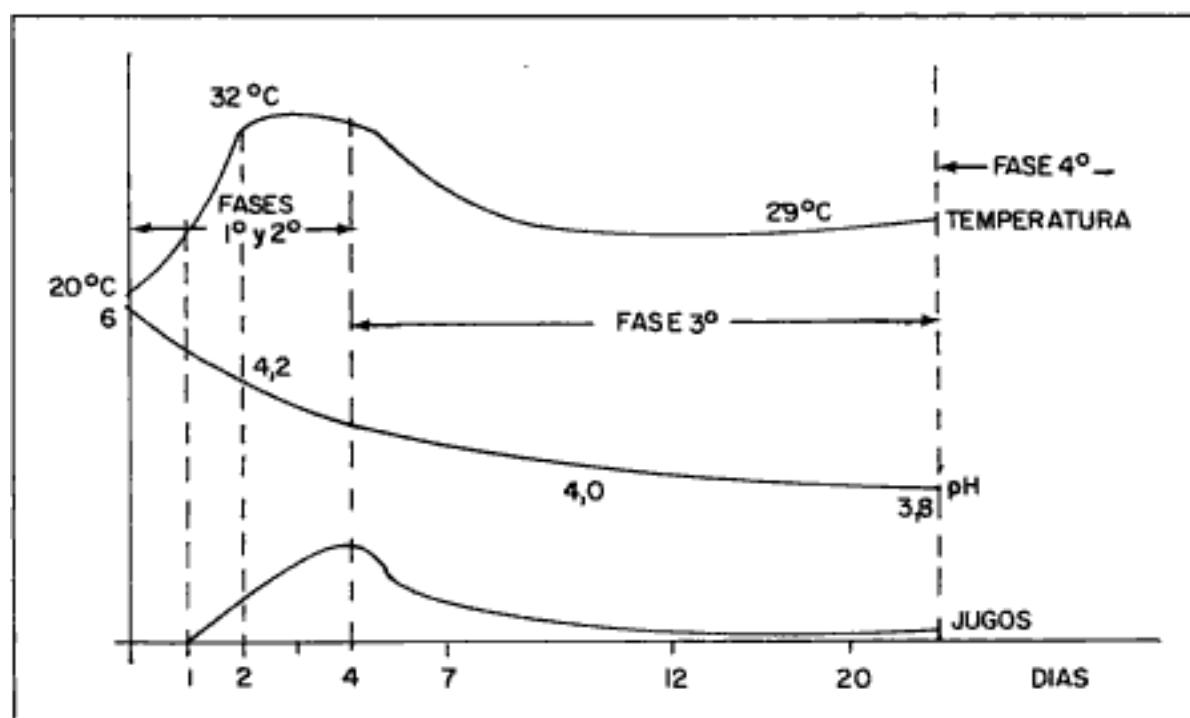


FIGURA 7.1
Fases del proceso de ensilado. (De P. Urbano, 1992.)

El pH bajo del ensilado juega un importante papel en su conservación, pues por debajo de 4 ya no se desarrollan otras fermentaciones (butírica y pútrida, que producen pérdidas de valor nutritivo). Ambas se llevan a cabo por bacterias del género *Clostridium*, que se desarrollan entre 20-40° C. Utilizan para su crecimiento azúcares y ácido láctico, originando como producto final, unas especies, el ácido butírico, y otras, ácidos orgánicos y productos de putrefacción (cadeverina, putrescina, etc.) (figuras 7.1 y 7.2).

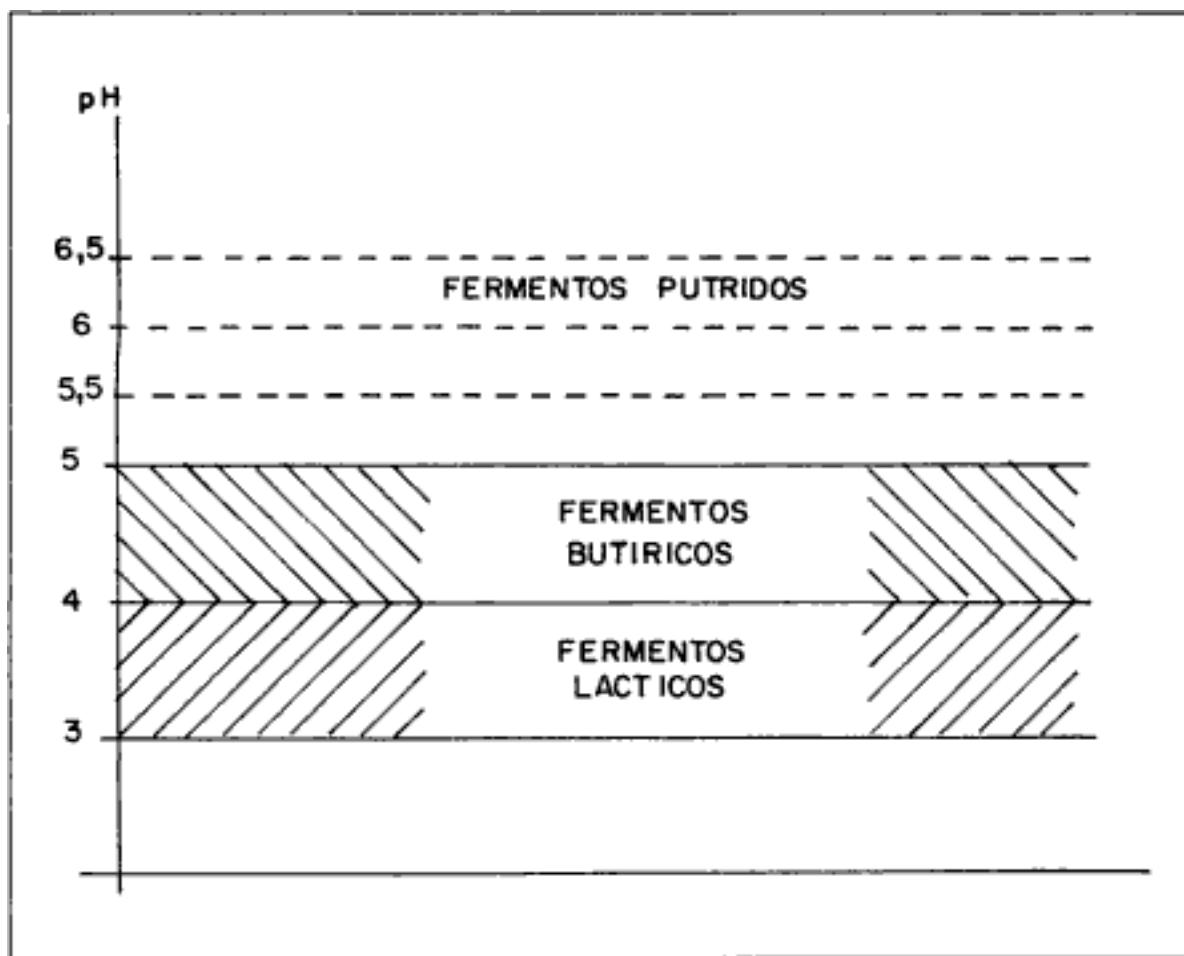


FIGURA 7.2

*Influencias de los niveles de pH en la actividad de los microorganismos de los ensilados.
(De P. Urbano, 1992.)*

3. Condiciones para realizar un buen ensilado

El proceso de ensilado tiene por objeto desencadenar en la masa de forraje una fermentación láctica, reduciendo el pH y estabilizando el producto final. Para conseguir este objetivo, tras analizar las transformaciones citadas en el apartado anterior, conviene potenciar las condiciones de anaerobiosis y favorecer las fermentaciones lácticas.

Un adecuado *picado del forraje*, que favorece la compactación, reduce el aire de la masa de silo y permite la liberación de los azúcares fermentables de una forma más rápida. Cuanto menor es la cantidad de oxígeno contenido en el silo, menores pérdidas por respiración se producen.

Es deseable un contenido en *humedad entre el 60-70%*, pues reduce el riesgo de proliferación de microorganismos responsables de la fermentación butírica. Esta condición cobra especial interés en el caso de forrajes pobres en azúcares, caso de

las leguminosas. Por esta razón, y siempre que sea posible, conviene realizar una desecación previa (o henificado parcial), aunque no parece interesante aumentar la materia seca a más del 35%, pues pueden presentarse problemas de compactación.

La presencia de un alto *contenido en hidratos de carbono solubles* es esencial para la consecución de un buen ensilado. Podría asegurarse que la calidad de un forraje para ensilar está relacionada con el contenido en hidratos de carbono solubles, lo que, a su vez, depende del estado de maduración de la planta y de la especie vegetal.

4. Técnica de ensilado

La técnica de ensilado supone una serie de procesos, que comprenden desde la siega hasta el almacenamiento del forraje, en unas condiciones anaerobias. Los procesos serán función del tipo de silo que se emplee.

4.1. Siega del forraje

En caso de ensilado directo, se realiza con una segadora picadora, que lo lanza sobre el remolque. En cuanto a la finura del picado, en principio, debería ser función del contenido en humedad del forraje recolectado (a mayor contenido en humedad, mayor longitud de picado). No obstante, y en la práctica, es el tipo de máquina existente en la explotación el factor determinante del grado de picado.

Cuando se realiza prehenificación (para reducir humedad), se efectúa la siega del forraje y se deja en el campo para que se ore. Mediante un remolque autocargador (con picador o no) se recoge y es transportado al silo. Si el ensilado se realiza en macropacas, la recogida del forraje prehenificado se efectuará directamente por la empacadora.

4.2. Acondicionamiento del forraje en el silo

Una vez descargado el forraje en el silo, debe procederse a su compactación para expulsar el aire de su interior y cortar la respiración de la planta y otras fermentaciones aerobias. Cuanto antes se detiene la respiración menores pérdidas de hidratos de carbono solubles se producirán y la temperatura no se eleva excesivamente.

La compactación está relacionada negativamente con la temperatura del silo, es decir, los ensilajes de mayor densidad, bien compactados, tienen una temperatura de fermentación más baja. Para conseguir estas condiciones, además de un picado fino y uniforme, se puede actuar a través del proceso de prensado y tipo de silo utilizado.

4.3. Tipos de silos

Las instalaciones especialmente diseñadas y construidas para conservar el forraje fresco de forma que pueda ser convertido y almacenado en un producto final de calidad reciben el nombre de silos.

Los silos convencionales pueden agruparse en dos tipos: horizontales y verticales. Tanto unos como otros deben reunir un mínimo de condiciones:

- Evitar la entrada de aire y de agua.
- Contar con un drenaje adecuado que permita eliminar los lixiviados procedentes del forraje ensilado.
- Facilitar al máximo las operaciones de carga y descarga.

La aparición de las macroempacadoras ha posibilitado ensilar las grandes pacas (prismáticas o cilíndricas) producidas por aquellas máquinas, sin necesidad de instalaciones especiales.

4.3.1. *Silos horizontales*

Los silos horizontales son los más comunes y suelen clasificarse en cuatro categorías: los silos zanja, los silos trinchera, los silos almiar y los silos al vacío. Un *silo zanja* consiste en un depósito de forma alargada, excavado en el suelo, a modo de zanja, con sus paredes y fondo revestidos generalmente. Las paredes laterales conviene que sobresalgan del terreno para evitar las aguas de escorrentía. Estos silos llevan generalmente un frente abierto, lo que facilita su carga y descarga, e incluso sirven para el autoconsumo de los animales. Muchos de estos silos han dejado de utilizarse por dificultades en su carga, descarga y drenaje.

El *silo trinchera* se distingue del silo zanja porque está construido sobre el nivel del terreno, debiendo contar con dos paredes laterales que soporten el empuje del ensilado. Por lo demás, este silo es similar al silo zanja. Debidamente protegido con una cubierta, puede ser un buen elemento auxiliar en las explotaciones ganaderas.

Tanto los silos zanja como trinchera suelen construirse en hormigón y debe tener su solera una pendiente entre 2-5% para facilitar el drenaje de los líquidos que desprenden el forraje durante el ensilado.

El *silo al miar* (plancha) es una simplificación de los anteriores; solamente existe una solera sobre el terreno (plataforma de hormigón) con la debida pendiente para facilitar el drenaje y evitar los encharcamientos, que deteriorarían la parte inferior de la masa ensilada. El cerrado se realiza con lámina de plástico.

El *silo al vacío* consiste en dos láminas de plástico que se cierran herméticamente, extrayéndose el aire aprisionado entre el forraje mediante una máquina de vacío. La ventaja de este sistema de ensilado es su baja inversión, se puede adaptar a volúmenes variables, de acuerdo con las necesidades de explotación, y se puede realizar en cualquier lugar o parcela.

4.3.2. *Silos verticales*

También denominados silos torre, se construían hace años y fueron populares como forma ideal de ensilado. Su forma más corriente es la cilíndrica, por ser la que soporta los esfuerzos ocasionados por el forraje de forma más económica. La altura

suele ser de dos o tres veces el diámetro, consiguiéndose una buena compactación del forraje verde, con una eliminación satisfactoria del aire, que aseguraba una buena fermentación. Al igual que en otro tipo de silos, es imprescindible que vayan provistos de un sistema de drenaje adecuado.

Los silos torre se construyen normalmente a base de hormigón armado, chapa de acero galvanizado o chapa de acero vitrificado o plastificado interior y exteriormente, con el fin de ser inatacable por los ácidos y agentes atmosféricos. Se clasifican en: a) silos de funcionamiento continuo, en los que el forraje se introduce por la parte superior y es extraído por la parte inferior mediante una fresa, y b) silos de funcionamiento discontinuo, en los que el llenado y la extracción se realizan por la parte superior.

Actualmente, los silos verticales apenas se utilizan, por la incomodidad de su carga y descarga en los manuales y las altas inversiones en los mecanizados.

Los silos horizontales presentan ventajas sobre los silos verticales:

- a) Coste por m³ reducido.
- b) Construcción fácil.
- c) Carga y descarga cómoda.
- d) Posibilidad de suministro directo para el ganado (autoconsumo). Como inconveniente, a veces importante, hay que destacar que las pérdidas pueden llegar a ser cuantiosas.

4.3.3. Ensilado en macropacas

El ensilado en macropacas, bien prismáticas o cilíndricas, consiste en efectuar el empacado del forraje previamente segado, cuando alcanza un 30-35% de materia seca, almacenando estas pacas individualmente, una vez recubiertas de plástico elástico (cilíndricas) o en montones cubiertos de plástico, con cualquiera de ellas.

Una característica fundamental del sistema es que el prensado y eliminación de aire de la masa forrajera lo realiza la máquina en el campo, de forma muy eficaz. Otras ventajas del sistema vienen derivadas de la eficacia en la utilización del volumen ensilado, de la facilidad de mecanización del ensilado y desensilado, de la posibilidad de realizar silos de tamaño adecuado al consumo, sin costes adicionales apreciables, y la reducción de tiempo en la carga del silo, dada la gran capacidad de trabajo de éstas máquinas.

Si el almacenamiento de pacas cilíndricas se realiza individualmente, es necesario recubrirlas de plástico con las siguientes características: elasticidad (70%), dureza, protección contra humedad y rayos U.V. y tratado con un repelente de roedores. Son de fácil manejo, permiten una distribución ajustada al consumo y no necesitan instalaciones especiales, pueden quedar en la finca donde se realizan o consumen posteriormente.

Cuando las macropacas se almacenan en montón recubierto de plástico, éstas se disponen de forma que los espacios huecos sean los menores posibles. Incluso pue-

den establecerse unidades individuales de consumo (7-10 días) intercalando láminas de plástico intermedias, que evitan la apertura de un importante volumen de ensilado.

De la experiencia acumulada sobre el ensilado en macropacas, tanto en España como en otros países, merecen ser destacadas las siguientes recomendaciones:

- a) La materia seca del forraje en el momento de hacer la rotopaca debe estar comprendida entre el 25-40%. Un mínimo del 30% es preferible especialmente si se trata de ensilado en sacos individuales. En consecuencia, es totalmente necesaria una desecación previa.
- b) Es también deseable el empleo de un conservador, aunque no imprescindible si se alcanza un mínimo del 30-35% MS.
- c) Las pérdidas son mayores en silos de pacas agrupadas que en silos individuales.
- d) El hermetismo del silo debe ser lo mejor posible. Por ello es necesario elegir una superficie llana y sin asperezas en el suelo, que permita el drenaje, así como aplicar la lámina de plástico muy ajustada sobre el montón de pacas.
- e) La maquinaria de carga y descarga, así como la rotoempacadora, es la habitual que se emplea para la recolección del heno o de paja.

Como inconvenientes se encuentran el coste que representa la renovación anual de los plásticos y riesgos de que ratones, pájaros u otros animales rompan la lámina o láminas que protegen el ensilado, que, al entrar en contacto con el aire, se deteriora.

5. Ensilado con conservantes

La adición de conservantes supone una alternativa en aquellos casos en que no se den las condiciones óptimas para obtener un buen ensilado. Su utilidad aumenta cuanto menor es el contenido en materia seca del forraje y cuanto más bajo sea el contenido en hidratos de carbono solubles (caso de las leguminosas). Un conservante adecuado, además de ser eficaz en la acidificación, debería aumentar la aptitud del ensilado para el ganado, no dar lugar a sustancias tóxicas, tener un coste adecuado y ser de fácil manejo y distribución.

Pueden agruparse en tres categorías, según su modo de acción: acidificantes, bacteriostáticos y estimulantes de la fermentación láctica.

5.1. Acidificantes

La rápida acidificación de la masa de forraje desde el principio de la formación del silo puede ser suficiente para bloquear las fermentaciones no deseables y estabilizar el ensilado. Por tanto, la adición de ácidos es el método más lógico de acidificación, protege de la formación de ácido butírico y evita la destrucción de proteínas. Se pueden utilizar dos tipos de ácidos: inorgánicos y orgánicos.

La adición de ácidos inorgánicos fue la primera técnica que se utilizó para mejora del ensilado. A. I. Virtanen desarrolló el método que lleva su nombre, basado en el control del pH mediante la adición de una mezcla de ácido sulfúrico y clorhídrico. En los años sesenta se introdujo el ácido fórmico y, posteriormente, otros ácidos orgánicos, como el acético y el propiónico.

Los ácidos orgánicos, menos peligrosos de manipular que los inorgánicos, a las dosis que normalmente se emplean no detienen por completo las fermentaciones y son fácilmente metabolizados por los animales. El más empleado es el ácido fórmico, bien directamente en el momento de la recolección o en el momento de realizar el ensilado. Es el conservador ácido más recomendado, reconociéndose un buen poder acidificante, una cierta acción selectiva sobre las bacterias no deseables, así como sobre la respiración celular, lo que se traduce en una limitación de la elevación de la temperatura y del desprendimiento de CO₂.

5.2. Bacteriostáticos

Los aditivos bacteriostáticos tienen como fin inhibir la fermentación butírica y otras no deseables, sin afectar demasiado la fermentación láctica. El formol o formaldehido es un producto esterilizante y bacteriostático que reduce poco el pH, pues lo mantiene próximo a 5,5, y que también reduce la solubilidad de las proteínas combinándose con ellas. Se recomienda una aplicación de 3 a 5 g por cada 100 g de proteína en el forraje, o, lo que es más práctico, de 6 a 10 litros por tonelada de verde en gramíneas y hasta 10 litros para la alfalfa. Es frecuente asociar el formol con otros ácidos, utilizándolo en dosis de 1,5 a 2,0 l/tm.

5.3. Estimulantes de la fermentación láctica

En esta categoría se agrupan los productos ricos en hidratos de carbono, los estimulantes de la fermentación láctica y los aditivos de tipo biológico, a base de fermentos lácticos.

Los productos ricos en azúcares sirven de substrato a las bacterias lácticas, siendo los más utilizados los siguientes:

- Sustancias con alto contenido en azúcares directamente utilizables por los microorganismos (sacarosa o lactosa), como pueden ser las melazas, lactosuero o pulpa seca de remolacha.
- Sustancias ricas en almidón, como los derivados de cereales. Estos productos son eficaces en forrajes pobres en hidratos de carbono, pero no añaden nada a los forrajes abundantes en ellos.

Los fermentos lácticos, para que sean realmente eficaces, es necesario aportarlos en dosis elevadas (10×10^6 lactobacilos por gramo de forraje verde) y bajo una forma activada, para lo cual es necesario colocarlos antes de su utilización en un medio que favorezca su desarrollo. En el mercado existen compuestos preparados a base de enzimas y fermentos lácticos que, mezclados con cereales molidos, pueden ser utilizados como conservantes.

6. Valor nutritivo de los ensilados

El forraje a ensilar debe cortarse en el momento de máxima producción de energía neta/ha; incluso podría recolectarse antes de ese momento si fuera a consumirse por animales de alta producción, para conseguir la máxima ingestión diaria de energía neta bajo forma de forraje. No obstante, este antílope en la recolección significaría ensilar un producto con mayor contenido en humedad, que dificulta la fermentación láctica y aumenta las pérdidas.

6.1. Pérdidas durante el proceso de ensilado

Las pérdidas de materia seca durante este proceso pueden agruparse en tres categorías:

- a) Pérdidas en el campo.
- b) Pérdidas durante el almacenamiento.
- c) Pérdidas en las operaciones de alimentación.

Las pérdidas en el campo son variables, según la altura de corte (rastrojo), el proceso de recogida y la permanencia del forraje en el campo (respiración, escurrido de jugos, etc., cuando se realiza pre-henificación).

La altura de corte determina la cantidad de material vegetal que queda en el campo, cantidad que puede ser elevada, si bien su valor nutritivo es bajo. Si la altura de corte es reducida, aumenta el peligro de contaminación del forraje, por la tierra.

El resto de las pérdidas que se producen en el campo son mínimas cuando se realiza ensilado directo y aumentan con malas condiciones climáticas y con el tiempo de permanencia del forraje segado en el terreno. La cuantificación de las pérdidas debidas a la recolección y las debidas a la respiración por separado es difícil, pudiendo estimarse en conjunto, para una desecación ligera (que supone uno o dos días), pérdidas del 5%.

Durante el almacenamiento se producen pérdidas por efluentes, oxidación y fermentación, fundamentalmente, aunque las pérdidas de materia seca son, a veces, compensadas por un mayor contenido de energía del forraje resultante.

El tipo de silo tiene gran importancia en la reducción de pérdidas. Son mayores en los silos almiar (hasta el 40% de la materia seca), frente a un 22% en el caso de un silo zanja cubierto. En los silos torre las pérdidas pueden ser menores, 12-15%.

La pérdida por drenaje de líquidos no se puede evitar con el cierre de los silos y representa un porcentaje importante, en forrajes con elevado contenido en agua; sin embargo, cuando el forraje tiene más de un 25% de MS estas pérdidas dejan de producirse. Al utilizar el silo, bien con extracción mecánica o manual o directamente en autoconsumo por el ganado, se expone al aire y se produce un calentamiento y, en algunos casos, un enmohecimiento de la zona expuesta a la intemperie, princi-

palmente la parte superior y bordes. Estas pérdidas pueden representar un 8% de MS de las áreas afectadas. En el cuadro 7.1 se expresa el conjunto de pérdidas de materia seca, según datos medios franceses, destacando cómo las técnicas de presecado evitan mayores pérdidas, especialmente con una desecación leve en condiciones normales.

CUADRO 7.1

Pérdidas de materia seca según las técnicas de ensilado (valores aproximados)

	Corte directo	Desecación previa		
		Leve	Media	Haylage
Materia seca en el momento de la recolección (%)	15	25	35	45
Número de días del forraje segado en el campo	0	1	2-3	4-5
Pérdidas esenciales (%)				
– En el campo (recolección)	0	3	6	8
– En almacenamiento:				
Por escurrimiento de líquidos	6 (1) 9 (2)	1-2 1-2	0 0	0 0
Por fermentaciones gaseosas	14 (1) 9 (2)	12 (1) 6 (2)	11 11	10 10
– En alimentación (no consum.)	0-6	0-8	0-10	0-12
Pérdidas totales:	20-26	12-25	17-27	18-30

(1) Sin conservador. (2) Con conservador ácido.

Fuente: Dulphy (1981).

6.2. Digestibilidad e ingestión

La disminución de la digestibilidad de la materia orgánica ocasionada por el ensilado, frente al forraje verde, varía de 0 a 8 puntos, variación que puede considerarse pequeña y, en general, menor que la producida por la henificación. Depende de la técnica de conservación adoptada y del tipo de producto. Las variaciones negativas de la digestibilidad pueden relacionarse con la calidad de conservación, siendo menores cuanto mayor es la cantidad de ácido láctico en la masa de ensilado, y mayores, a medida que es mayor el pH y aumentan los contenidos en ácidos butírico y propiónico y en nitrógeno amoniacial (cuadro 7.2).

La disminución es casi nula en forrajes ensilados con un conservante eficaz, salvo para los excesivamente pobres en materia seca, y muy pequeña para ensilados directos sin conservante o después de un secado previo. En leguminosas es mayor la disminución de la digestibilidad que en gramíneas, y más aún a me-

dida que avanza el estado vegetativo. Sin embargo, hay especies con mayor aptitud para mantener su digestibilidad en relación a la correspondiente planta verde.

CUADRO 7.2

Modificaciones en relación al forraje verde del valor nutritivo e ingestión de diferentes tipos de ensilado

	Gramíneas y pradera natural			
	Directo	IV	Melaza	Presecado > 25% MS
Número de muestras	37	15	0	14
% MS	20,2	19,4	20,3	30,7
pH	4,5	3,8	4,2	4,6
% nitrógeno amoniacal s/N total	11,2	6,2	6,8	9,4
Acido butírico (g/kg MS)	14,2	3,9	2,8	15,3
Modificaciones del valor nutritivo:				
- Digestibilidad (%)MOD	-3,2	+0,3	-1,0	-2,4
VALOR NITROGENADO (g MND/kg MS)	-4	+8	+9	-3
Disminución de la ingestión (en %):				
- MS ingerida	-31,7	-31,1	-31,1	-23,7
- MOD ingerida	-36,2	-32,2	-32,8	-25,9

Fuente: Demarquilly, 1973.

La ingestión voluntaria del ensilado, frente al forraje verde, es más baja y variable, llegando hasta el 30%. Asimismo, es menor que la que se observa para el mismo forraje conservado por henificación. La disminución de la ingestión, según los datos franceses, está relacionada con el tipo de silo (menor disminución a mayor estanqueidad) y con el grado de picado (menor con picado más fino), factores ambos que influyen de forma decisiva en la calidad de la conservación (cuadro 7.2).

7. Resumen y primeras conclusiones

De los sistemas de conservación de forrajes al alcance de las explotaciones ganaderas, es el ensilado el que menos pérdidas de valor nutritivo provoca, aunque su ingestibilidad es menor que la del forraje verde e incluso que la del forraje conservado por henificación.

El ensilado es un método de conservación del forraje (u otros alimentos) con un contenido elevado de humedad, y en condiciones de anaerobiosis desarrolla unas fermentaciones lácticas que reducen el pH por debajo de 4 unidades y estabiliza la masa ensilada.

Las condiciones para realizar un buen ensilado se concretan en: un adecuado picado del forraje, una buena compactación para eliminar masa de aire, un contenido en materia seca en torno al 30% y un elevado contenido en hidratos de carbono solubles. No obstante, pueden emplearse conservantes que contribuyen a la consecución de un buen ensilado, a falta de condiciones óptimas.

Principales fuentes consultadas

- BLAS, C. DE, GONZÁLEZ, G. y ARGAMENTERIA, A. (1987). *Nutrición y alimentación del ganado*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- DEMARQUILLY, C. *Suppl. Fourrages*, 55, 107-116.
- DULPHY, J. P. *L'élevage bovin*, 108, 59-63.
- DURÁN, J. M. (1994). *Jornada Técnica sobre Alimentos y Alimentación de Rumiantes*. Universidad Internacional Alfonso VIII. Soria.
- IBARRA, A. *Navarra Agraria*, 41, 53-63.
- MANGADO, J. *Navarra Agraria*, 77, 43-49.
- MUSLERA, E. y RATERA, C. (1991). *Praderas y forrajes*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- URBANO, P. (1992). *Tratado de Fitotecnia general*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

Hidden page

CAPÍTULO VIII

SUBPRODUCTOS EN

ALIMENTACION ANIMAL

**ANTONIO TORRES SALVADOR
CARLOS GARCÉS NARRO**

INDICE

0. Introducción
 1. Múltiple interés de los subproductos
 2. Papel de los subproductos en los sistemas de explotación
 3. Clasificación de los subproductos
 4. Valor nutritivo y estrategias de utilización
 - 4.1. Subproductos con alto contenido en fibra y bajo en proteína
 - 4.2. Subproductos con alto contenido en fibra y medio/alto en proteína
 - 4.3. Subproductos con medio/bajo contenido en fibra y bajo en proteína
 - 4.4. Subproductos con bajo contenido en fibra y alto en proteína
 5. Consideraciones de uso
 6. Resumen y primeras conclusiones
- Principales fuentes consultadas

0. Introducción

Si bien el concepto de **subproducto** es intuitivo, entendiéndose como el componente o producto secundario de otro considerado como principal, cuando se utiliza en el ámbito de la alimentación animal, es preciso aclararlo y matizarlo, dada la amplitud, diversidad y complejidad del término, entendiendo éste como alimento, potencial o de uso, para el ganado.

De una forma genérica, *subproductos* susceptibles de empleo en alimentación animal serían aquellos residuos originados en las actividades agraria y agroalimentaria, consideradas de un modo amplio, desde los derivados de la recolección del producto principal en el campo, hasta los procedentes de la cadena de transformación y elaboración en las industrias. Sin embargo, la connotación de inferioridad que denota el prefijo “*sub-*” no es en modo alguno general, porque en ciertos casos el considerado *subproducto* se puede situar en un nivel de importancia próximo al principal, aunque, lógicamente, complementario y de un menor valor (económico y nutritivo); un buen ejemplo de ello sería la paja de cebada, que es uno de los alimentos más ampliamente utilizados en la alimentación de los rumiantes. De igual manera que la paja es un *subproducto* que se puede considerar como un alimento convencional, la mayoría de *subproductos* se deben situar dentro de los alimentos para el ganado atípicos o no convencionales, aunque esta consideración también es matizable, tanto espacial como temporalmente. En este último sentido, un caso muy singular es el del turtó de soja, en el que se ha producido una curiosa paradoja: si bien originalmente era un *subproducto* de la industria oleaginosa, en la actualidad es el aceite el que se puede considerar como el *subproducto*, en este caso, de la industria de transformación de piensos compuestos que consume ingentes cantidades, ya que dicho turtó se ha convertido en una materia prima fundamental en las fórmulas de muchos piensos, especialmente los de aves.

1. Múltiple interés de los subproductos

La utilización de **subproductos** para alimentación animal interesa y se justifica desde muy diferentes puntos de vista que trascienden incluso del interés meramente

económico-productivo, interesando, además, por otras razones de tipo social, ético y ecológico.

Desde el punto de vista productivo, el empleo de algunos alimentos atípicos de esta clase tiene una clara justificación económica, ya que se incorporan a las raciones de los animales con el objetivo de abaratar los costes de alimentación, que son los más importantes en todo tipo de explotaciones. También industrialmente se utilizan ciertos *subproductos* para la formulación de piensos, con el objetivo de minimizar el coste de producción. Además, el uso de los *subproductos* en alimentación animal posibilita el desarrollo de modelos de producción basados en su aprovechamiento, en zonas geográficas de escasa vocación ganadera, generalmente de elevada especialización agrícola y donde se localizan, lógicamente, las industrias de transformación, que aseguran un abastecimiento variado, cuantioso y regular de residuos de cosechas y cultivos, y de *subproductos* de la industria agroalimentaria.

En cualquier caso, los sistemas de producción basados en el aprovechamiento de *subproductos* y residuos cumplen la importante función de revalorizar unos recursos que, de no ser por el ganado, se abandonarían (figura 8.1), lo que, además de evitar el derroche que ello llevaría implícito, supone un argumento ético justificativo de la producción animal en un mundo en que una proporción importante de la población humana sufre graves problemas de subnutrición. Se trata de unos ali-

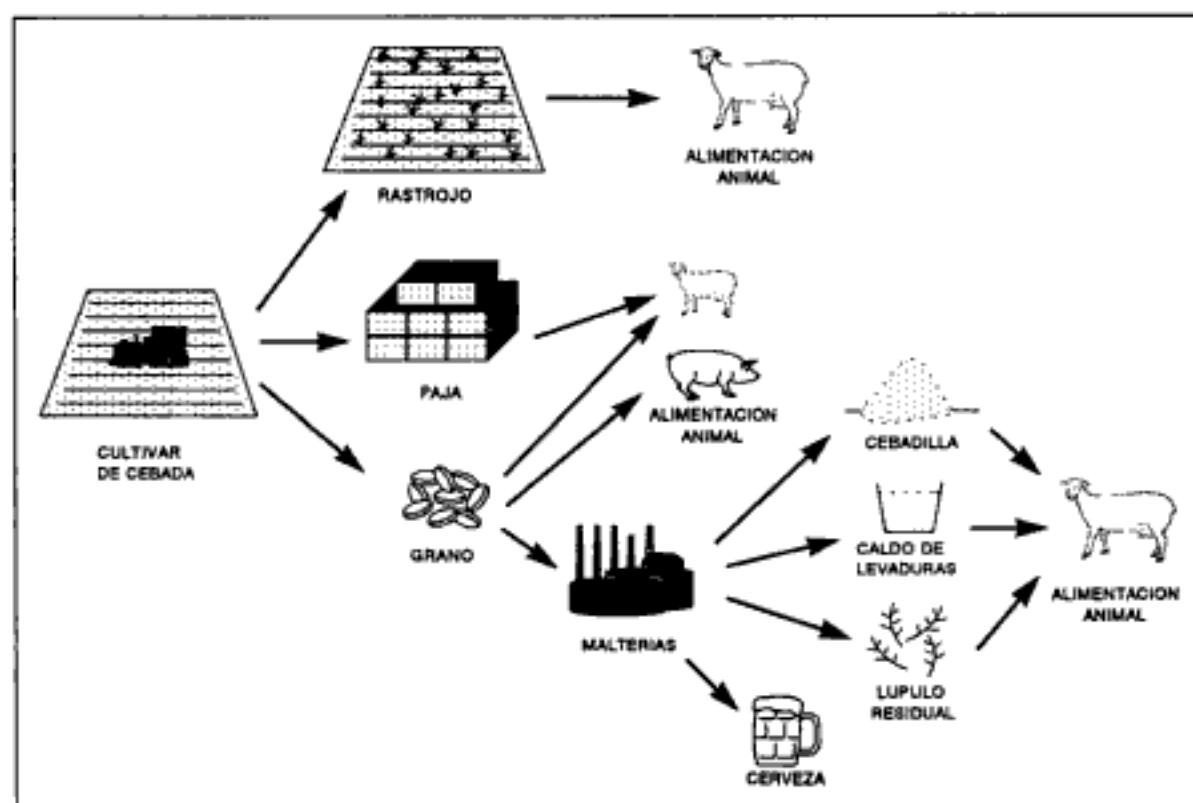


FIGURA 8.1

Aprovechamiento por el ganado de los productos y subproductos de la cebada.

mentos que no se consideran aptos para el consumo humano y que no compiten, por tanto, en su cadena trófica. En este sentido, como apunta Boza (1993), existe la necesidad de un mayor y mejor uso de los desechos agrícolas, pesqueros, forestales y de industrias afines, basándose en la obligación que tiene el hombre de hacer un uso más completo de sus recursos y de proteger el medio ambiente. En relación a esto, que se podría situar dentro de un interés de tipo ecológico, también la utilización de *subproductos* para alimentación animal puede desempeñar un papel corrector de ciertas contaminaciones e impactos sobre el entorno de determinadas actividades que conllevan la intensificación agrícola y, sobre todo, la industria agroalimentaria. Un ejemplo ilustrativo es el reciclado de los residuos de quesería a través de su empleo para alimentación de ganado porcino.

2. Papel de los subproductos en los sistemas de explotación

El amplio y variado interés de la utilización de *subproductos*, puestos brevemente de manifiesto en el apartado anterior, ha motivado un interés creciente por su estudio, siendo muchos los investigadores (por ejemplo, Boza y colaboradores del CSIC-Zaidín, Gasa y colaboradores de la Facultad de Veterinaria-Zaragoza, Gómez-Cabrera y colaboradores de la ETSIA-Córdoba, entre otros muchos), que desde hace tiempo se han dedicado a ello, recogiéndose en la bibliografía expuesta al final del capítulo algunas de las publicaciones más interesantes.

La forma de utilización práctica es muy diversa, dependiendo de varios factores: desde las características y condiciones del *subproducto* en un sentido muy amplio (localización, forma física, valor nutritivo, etc.), hasta la capacidad y eficacia de utilización por los propios animales, según su estado y características fisiológicas intrínsecas. Así, el abanico es muy amplio: desde *subproductos* que se consumen directamente en el campo, en sistemas de pastoreo, hasta *subproductos* que se incorporan a piensos compuestos comerciales, fabricados por las industrias, que se utilizan en sistemas de explotación "sin tierra", de tipo intensivo. Respecto al tipo de animal, en lógica correspondencia con lo anterior, aunque los *subproductos* se emplean tanto para alimentación de rumiantes como de monogástricos, predomina el uso en los primeros por razones relacionadas con su eficiencia de utilización digestiva, tal como se estudiará en el apartado "Valor nutritivo y estrategias de utilización".

A pesar de esa diversidad de uso, quizás sea en la alimentación del ganado reproductor en los sistemas ovinos extensivos y semi-extensivos donde el empleo de *subproductos* juega un papel más importante, ya que contribuyen a la consecución de un programa de racionamiento muy barato, que es la base de la propia existencia del sistema. Un ejemplo de ello se ha recogido de forma esquemática en la figura 8.2, donde se ha representado un sistema de explotación semi-extensivo, típico de ciertas explotaciones de Castilla-La Mancha, caracterizado por un pastoreo durante todo el año, a excepción de algunas épocas muy desfavorables, basado en el aprovechamiento de los pastos naturales, eriales y brotes de las superficies sin

sembrar durante un cierto tiempo tras su cultivo, en el que se integra el aprovechamiento directo de rastrojeras de los cultivos de secano típicos de la región, cereales y leguminosas-grano, a los que se ha incorporado más recientemente el girasol, residuos de la vid y olivar y barbechos. Paralelamente, con la implantación y desarrollo del regadío, se ha ampliado mucho la oferta de residuos, que incluso se recogen y conservan en forma de ensilado, así como su calendario de aprovechamiento: rastrojos de maíz, disponibles en noviembre-enero; *residuos* de cultivos hortícolas, en varias épocas del año, etc. Además, también en la ración proporcionada en pesebre se incorporan *subproductos* de la industria agroalimentaria (cebadilla, pulpas, etc.), lo que disminuye, de forma importante, el uso de concentrados, necesarios para cubrir las necesidades de los animales.

Aunque estos modelos de producción, basados en el aprovechamiento de *subproductos* y *residuos* de cultivos, pueden considerarse muy adaptados y eficaces porque utilizan recursos autóctonos de tipo marginal, en realidad el aprovechamiento no es óptimo por problemas derivados de la irregularidad y dispersión de la oferta, por el desconocimiento del valor nutritivo real, así como por el limitado número de productos empleados, teniendo en cuenta la enorme disponibilidad existente en muchas regiones españolas, de mayor especialización agrícola. No obstante, siendo muy interesante su empleo, el aspecto negativo de esa situación es el

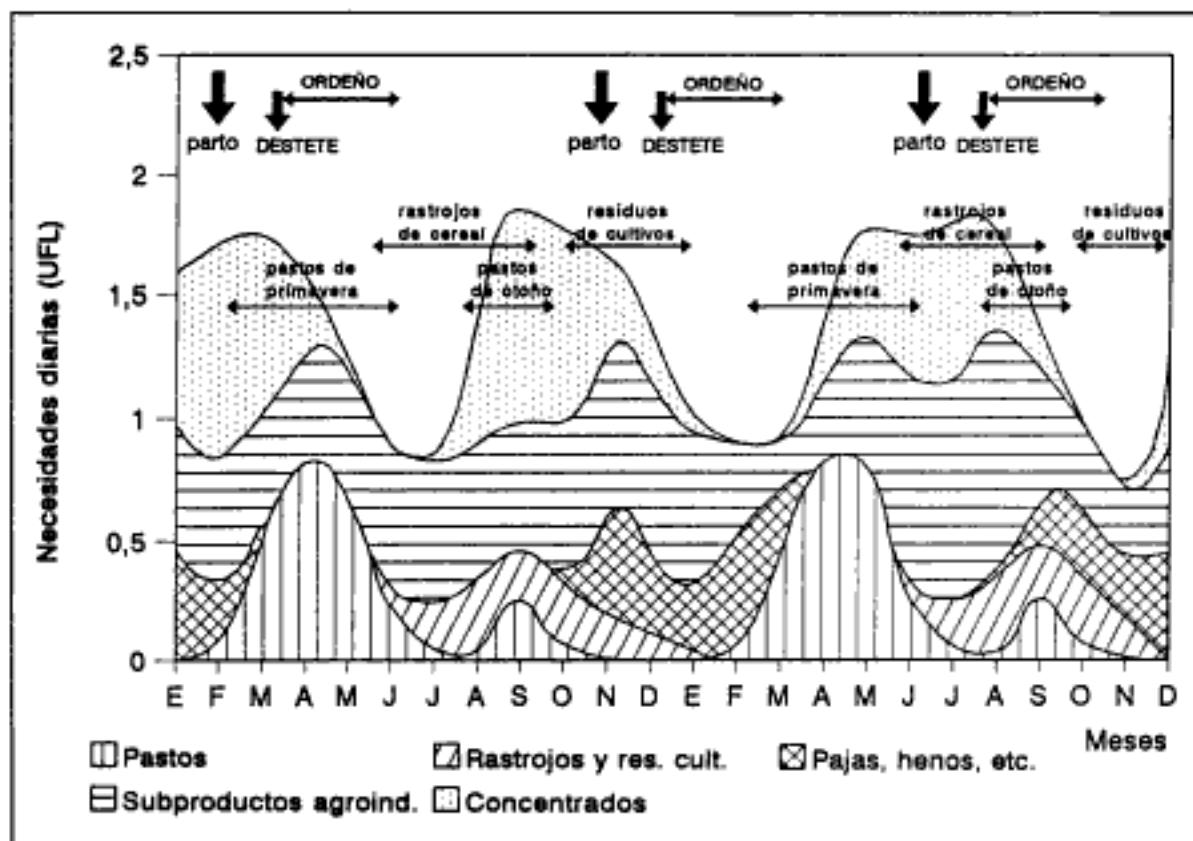


FIGURA 8.2

Esquema de alimentación de un rebaño ovino lechero en sistema semiextensivo.

elevado consumo de concentrados producido en muchas explotaciones para corregir las carencias nutritivas de las raciones, ocasionadas por el deficiente empleo de los *subproductos*.

3. Clasificación de los subproductos

Considerados como alimentos para el ganado, los residuos agrícolas, ganaderos, industriales, etc. pueden clasificarse de múltiples formas, sin que existan unos argumentos concluyentes que permitan decidirse por alguna de las clasificaciones existentes. Desde un punto de vista pragmático y con fines didácticos se puede adoptar una doble clasificación, atendiendo a dos criterios diferentes: según la procedencia del producto y según su composición químico-bromatológica.

La primera aporta poco en cuanto a sus características alimenticias, pero es muy interesante desde el punto de vista del estudio de la disponibilidad. Si se atiende a la composición de los *subproductos*, surge el inconveniente de la falta de homogeneidad en cuanto a la eficacia de utilización digestiva y, por tanto, para el valor nutritivo, que varía según la especie; así, *subproductos* que pueden utilizarse como alimentos energéticos para algunas especies pueden no serlo para otras.

Para proporcionar una visión global acerca de la diversidad de *subproductos* susceptibles de uso en alimentación animal, se ha confeccionado el cuadro 8.1, donde aparecen clasificados los *subproductos* según su procedencia, siguiendo el criterio de Boza y Ferrando (1989). Dicha relación puede, asimismo, dar una idea sobre su disponibilidad de empleo según la localización geográfica.

Según la composición químico-bromatológica, en definitiva su valor nutritivo, los *subproductos* pueden ser clasificados siguiendo los mismos criterios que cualquier tipo de alimento para el ganado, es decir, atendiendo a su contenido energético, su valor proteico y su ingestión máxima. En este sentido, Ørskov (1977) propone una clasificación sencilla de los *subproductos* en las cuatro categorías siguientes:

- a) Subproductos con alto contenido en fibra y bajo en proteína.
- b) Subproductos con alto contenido en fibra y alto en proteína.
- c) Subproductos con bajo contenido en fibra y bajo en proteína.
- d) Subproductos con bajo contenido en fibra y alto en proteína.

Los términos alto y bajo son relativos y deben ser entendidos como una generalización y simplificación de lo que aportan realmente los distintos *subproductos*, puesto que, según la especie y estado fisiológico del animal al que vayan destinados, variará su utilización digestiva y, por tanto, el grado de cobertura de las necesidades nutritivas del animal. En la figura 8.3 se recogen algunos de los *subproductos* de mayor interés, clasificados en los cuatro grupos, según su composición en fibra y proteína.

CUADRO 8.1

Clasificación de los subproductos según su procedencia

1. Residuos vegetales producidos en el lugar de cultivo y en destrios:

Ricos en materia seca: rastrojos, pajas de cereales y leguminosas, cañote de maíz y girasol, peladura de almendras, etc.

Pobres en materia seca: residuos de poda, hojas y coronas de remolacha, cabo de caña de azúcar, despuñe de maíz, residuos de cultivos hortícolas, frutas y hortalizas de destrio, etc.

2. Subproductos originados en plantas de procesado industrial de alimentos:

De la industria azucarera: pulpa y melaza de remolacha y de caña.

De destilería: vinazas, levaduras y orujos.

De harineras: salvados, germen de trigo, glumas, tercerillas, etc.

Del arroz: salvados, germen, cascarilla, arroz quebrantado.

Del almidón y féculas: gluten de maíz (gluten feed y gluten meal), pulpa de patata, melaza de maíz.

De cervecería: bagazo de cerveza, caldo de levaduras, lúpulo residual, raicillas de malta.

De la industria oleícola: orujos y pulpa de aceituna, melaza de aceituna, alpechín, torta de oleaginosas, cascarilla de girasol, etc.

De la industria textil: semilla y torta de algodón y de lino.

De zumos y conservas vegetales: pulpas de cítricos, pulpas de frutas y hortalizas, residuos de transformación de alcachofas, guisantes, tomates, pimientos, etc.

De la vinificación: orujo, granilla de uva, torta de pepitas, etc.

De frutos secos: tegumentos de almendra, vainas de cacahuete, corteza de cacao, etc.

De proteínas foliares: pulpa de forrajes.

De pastas: restos no fermentados de pan, bollería, pastas alimenticias.

3. Residuos y subproductos de origen animal:

Residuos originados en las explotaciones: deyecciones de aves y cerdos, residuos de incubadora.

Subproductos de mataderos: harinas de sangre, carne, hueso y plumas, grasas y sebos, despojos.

Subproductos lácteos: sueros de leche, de mantequilla, de requesón, raeduras de queso, etc.

Subproductos de la pesca: harina y solubles de pescado.

4. Residuos y subproductos procedentes de industrias de madera y papel:

Corteza de árboles, pulpa, serrín, lignosulfatos, etc.

5. Residuos urbanos:

Basuras y aguas residuales.

Fuente: Adaptado de Boza y Ferrando (1989).

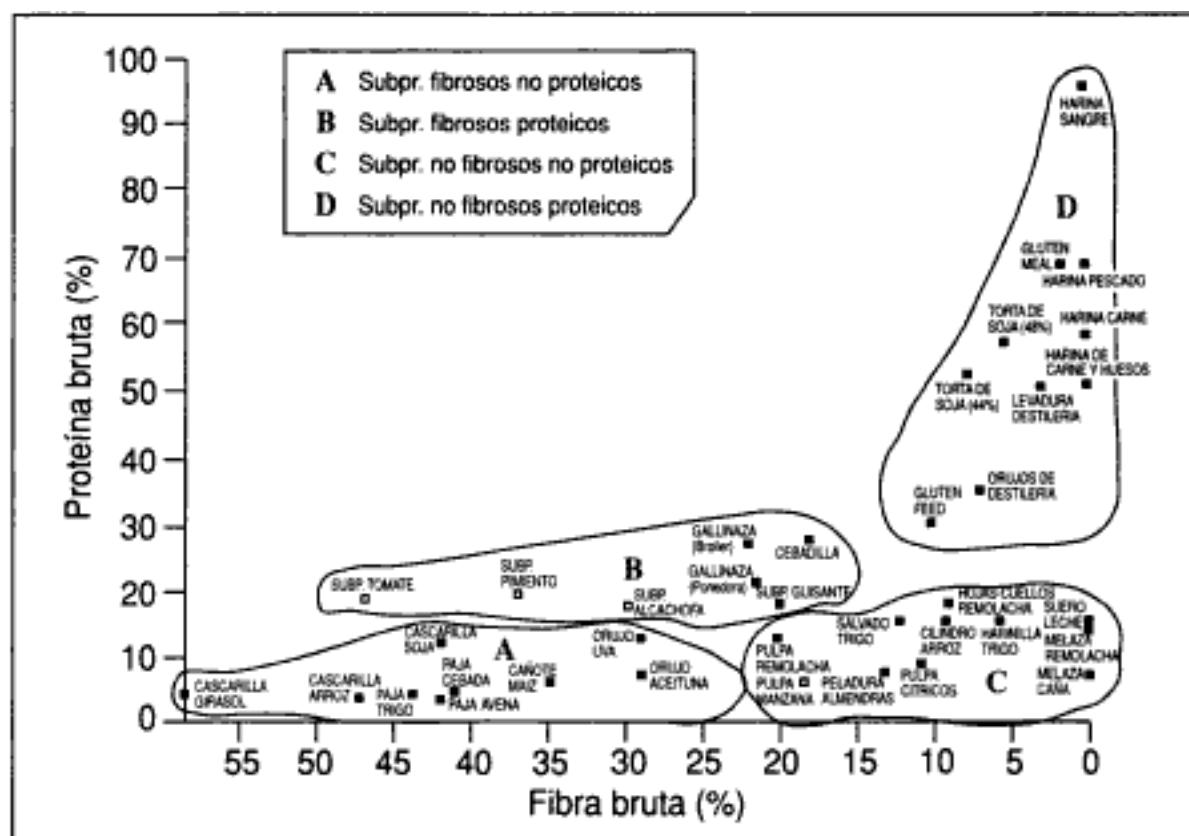


FIGURA 8.3
Clasificación de los subproductos según su contenido fibroso y proteico.

4. Valor nutritivo y estrategias de utilización

Siguiendo esa clasificación por el valor nutritivo de los *subproductos*, a continuación se tratan algunos aspectos acerca de sus estrategias de utilización práctica.

4.1. Subproductos con alto contenido en fibra y bajo en proteína

En este grupo (véase figura 8.3) se pueden incluir productos tales como las pajas de cereales y de leguminosas, cañote de maíz, cascarillas de oleaginosas y de arroz, orujos de uva y aceituna, etc. La digestibilidad y valor energético de estos alimentos es baja, debido a su alto contenido en fibra (cuadro 8.2), siendo su contenido proteico muy bajo. Ello hace que sean productos con una ingestión voluntaria reducida y un valor alimenticio muy escaso.

El uso de estos *subproductos* se debe limitar, casi exclusivamente, a los rumiantes, puesto que son los únicos animales capaces de aprovechar, parcialmente, gracias a los microorganismos del rumen, la gran cantidad de fibra de estos alimentos. No obstante, incluso para los rumiantes tienen problemas de digestibilidad,

CUADRO 8.2

Composición química y valor energético aproximado de algunos subproductos

	MS (%)	PB (% MS)	GB (% MS)	FB (% MS)	EM (Mcal/kg MS)	
					Monogást.	Rumiant.
Paja de cebada	85,7-88,0	3,4-3,9	—	40,2-42,0	1,1*	1,4-1,5
Cascarilla girasol	88,5-92,0	4,4-8,6	2,7-3,9	48,6-60,4	1,0-1,4	0,6
Orujo de uva	42,2-90,3	10,9-12,0	0,7	29,0-37,2	1,9*	9,8-1,1

* ED conejos (Mcal/kg MS).

Fuentes: De Blas *et al.* (1978), INRA (1988), IAMZ (1990).

porque su escasez en nitrógeno es un factor limitante para la síntesis microbiana. Así pues, estos *subproductos* no deben ser utilizados como dieta única, pues no son capaces de satisfacer las necesidades mínimas de mantenimiento, incluso en rumiantes, aunque pueden ser usados como alimento de volumen en raciones concentradas destinadas al engorde de terneros o corderos para evitar problemas de acidosis o también como ración de base para ovejas en fases de producción baja o mantenimiento, siendo recomendable suministrarlos con una fuente de nitrógeno no proteico (por ejemplo, urea).

El orujo de aceituna extractado posee un contenido energético muy bajo y, para poder introducirlo en proporciones importantes en la dieta, debe mejorarse su digestibilidad. Los orujos grasos deshuesados, que son los que presentan mayor valor nutritivo por su contenido en aceite, se enrancian con facilidad durante el almacenamiento, por lo que la forma más habitual de utilizarlos es incorporándolos, en proporciones moderadas, a los piensos compuestos.

El orujo de uva tiene unos contenidos en proteína y en fibra bruta comparables a los de un buen heno de gramíneas. Sin embargo, su contenido en lignina es mucho más elevado y las sustancias nitrogenadas son poco solubles, lo cual disminuye considerablemente su digestibilidad. Además, su alto contenido en taninos disminuye la actividad digestiva, impidiendo la correcta utilización de la proteína disponible del producto.

El uso de estos dos orujos se recomienda únicamente como parte de dietas destinadas a rumiantes en mantenimiento o baja producción y sólo cuando su precio ofrece ventajas económicas muy claras.

4.2. Subproductos con alto contenido en fibra y medio/alto en proteína

Ciertos *subproductos* de la industria alimentaria, como los residuos de conservas de tomate y guisantes, el bagazo de cerveza, así como las excretas de los animales, tienen un alto contenido en fibra, pero el contenido en nitrógeno es relativamente alto (cuadro 8.3).

CUADRO 8.3

Composición química y valor energético aproximado de algunos subproductos

	MS (%)	PB (% MS)	GB (% MS)	FB (% MS)	ED conejos Mcal/kg MS	EM rum. Mcal/kg MS
Pulpa de tomate	73-92,7	18,9-35	10,8-14,6	31,5-37,8	1,3	1,8
Cebadilla	20,5-27	26,0-30	7,1-8,6	15,0-18,0	2,5	2,5-2,7
Gallinaza	75,0	25,0-35	—	22,0	—	0,8

Fuente: De Blas *et al.* (1978), INRA (1988), Gasa *et al.* (1988), IMAZ (1990).

Las gallinazas tienen un buen valor nutritivo para los rumiantes, si bien la mitad de los compuestos nitrogenados está en forma de nitrógeno no proteico y, por consiguiente, serán aprovechados por el animal en la medida en que sean transformados en proteínas por los microorganismos del rumen. La estrategia de utilización será, pues, el aprovechamiento de esta fuente de nitrógeno, pudiéndose utilizar como suplemento de alimentos deficitarios en proteína (cereales, ensilado de maíz, etc). Se aconseja no pasar del 15-25% en las raciones, para que no empeore el índice de transformación, puesto que se diluye el contenido energético, y para evitar excesos de minerales (cobre en gallinaza de broilers y calcio en la de ponedoras). Por sus características, suelen ser productos contaminados, por lo que es recomendable su deshidratación o ensilado para no correr riesgos.

La pulpa de tomate, que tiene un contenido en proteína bruta aceptable, se presenta para los rumiantes como una buena fuente de proteína no degradable en el rumen, digestible en el duodeno. Se puede utilizar como suplemento proteico en una proporción del 20% en la ración de engorde de corderos, obteniéndose buenos ritmos de crecimiento (Gasa, 1988), aunque su uso, en general, como suplemento proteico está limitado por su alta proporción de fibra no digestible y en grasas, que pueden interferir la fermentación ruminal. Además, su elevado contenido en taninos impide un buen aprovechamiento de la materia orgánica.

El bagazo de cerveza o cebadilla es un *subproducto* de cervecería, constituido por las glumas de la malta triturada y sustancias que no se han solubilizado en el proceso de fabricación de la cerveza. Aunque el contenido en fibra es relativamente elevado, ello no le impide tener un alto valor energético para rumiantes, puesto que su porcentaje de grasa es aceptable y la digestibilidad de su fibra es muy buena. De hecho es un producto bastante utilizado por su equilibrada relación energía/proteína en ganados ovino y vacuno lechero. El mayor problema lo constituye su difícil conservación, especialmente cuando la temperatura ambiental sobrepasa los 18° C, siendo preciso recurrir a su almacenaje en forma de ensilado.

4.3. Subproductos con contenido medio/bajo en fibra y bajo en proteína

En este grupo se pueden situar muchos *subproductos* (figura 8.3), tanto de origen vegetal como animal. Ejemplos de ello son las pulpas de remolacha, cítricos, manzana y otros frutos, peladura de almendras, frutas de destiño, melazas de caña, remolacha o aceituna y grasas animales. Por su alto contenido en azúcares o grasas (cuadro 8.4), la mayoría de ellos presentan problemas de conservación en fresco, por lo que se hace necesario el ensilado o la deshidratación.

CUADRO 8.4

Composición química y valor energético aproximado de algunos subproductos

	MS (%)	PB (% MS)	GB (% MS)	FB (% MS)	EM (Mcal/kg MS)	
					Monogástr.	Rumiant.
Pulpa de naranja	15,5-22,0	6,7-7,2	2,8-3,0	10,9-13,7	1,5-3,2	3,0-3,1
Peladura de almendras	84,9	6,0	3	13,6	—	2,1
Melaza de remolacha	75,0-77,0	4,7-14,6	0	0	2,9-3,0	2,7-3,1

Fuentes: De Blas *et al.* (1978), INRA (1988), McDonald *et al.* (1988), IAMZ (1990).

Debido a la rapidez de su digestión, estos *subproductos* pueden considerarse como concentrados energéticos, que requieren fuentes suplementarias de proteína para compensar el exceso de energía. En monogástricos, las fuentes de proteína deben proceder de concentrados proteicos, pero en rumiantes se puede usar nitrógeno no proteico, cuyo coste suplementario suele ser menor.

En cuanto a las grasas animales, se utilizan principalmente en la fabricación de piensos compuestos, pudiendo incluirse en la dieta de cerdos y pollos, pero a niveles que no sobrepasen el 5% de la ración en peso, pues utilizados en cantidades superiores se pueden presentar problemas digestivos en los animales, además de producirse canales de baja calidad. En los rumiantes aparecen dificultades de digestibilidad celulósica en el rumen si la proporción de grasas en la ración sobrepasa el 5% (Wilkinson, 1988).

La pulpa de cítricos se emplea casi exclusivamente en la alimentación de rumiantes, aunque también se han realizado pruebas satisfactorias en conejos. Se utiliza, fundamentalmente, en raciones de animales reproductores, pero también se puede usar en el engorde de corderos o terneros como concentrado energético, teniendo siempre presente su bajo contenido en proteína bruta. El alto contenido en azúcares proporciona a la pulpa la cualidad de concentrado, de fácil fermentación en el rumen, aunque ello puede ser origen de algunos problemas metabólicos. Por su parte, el bajo contenido proteico entraña una baja cantidad de nitrógeno amoniacal en el rumen si se suministra en un porcentaje elevado en la ración, lo cual deberá ser corregido en caso necesario.

La peladura de almendra, es decir, la pulpa del fruto, es muy utilizada en las regiones mediterráneas, usándose, por ejemplo, en el 37,7% de las explotaciones de pequeños rumiantes de la Comunidad Valenciana (Garcés *et al.*, 1994)¹. Posee un excelente valor energético, pero su contenido proteico es casi nulo, pudiéndose suministrar tanto en fresco como seco, en cuyo caso no pierde apetitosidad ni valor nutritivo, por lo que los pequeños rumiantes lo ingieren sin problemas, pudiendo servir como base de su dieta en mantenimiento, incluso en algunas fases de producción, cuidando de complementar, eso sí, la escasez de nitrógeno.

4.4. Subproductos con contenido bajo en fibra y alto en proteína

En este grupo se pueden encuadrar algunos *subproductos* de destilerías y maderas, mataderos, *subproductos* de la pesca y otros que, por su valor comercial como alimento para el ganado, difícilmente pueden ser considerados como *subproductos*, como es el caso del "gluten feed" y "gluten meal" del maíz y las tortas de oleaginosas (cuadro 8.5).

CUADRO 8.5

Composición química y valor energético aproximado de algunos subproductos

	MS (%)	PB (% MS)	GB (% MS)	FB (% MS)	EM (Mcal/kg MS)	
					Monogást.	Rumiant.
Gluten meal (maíz)	89,3-90,0	66,1-66,7	2,2-3,5	1,6-2,1	4,2-4,3	3,4
Torta de soja	87,0-90,0	48,8-55,2	1,2-2,8	5,2-8,4	2,6-3,7	2,9-3,2
Harina de carne	90,0-93,0	50,5-81,0	3,9-14,8	0	2,4-3,6	1,5-3,9
Harina de pescado	90,0-91,8	62,0-74,9	4,0-11,6	0	3,0-3,5	2,6-3,0

Fuentes: De Blas *et al.* (1978), INRA (1988), McDonald *et al.* (1988), IAMZ (1990).

En general, pueden emplearse como suplementos proteicos, aprovechando, lógicamente, su elevado contenido en proteína. La inclusión de uno u otro dependerá del nivel productivo que se pretende conseguir, puesto que la degradabilidad de la proteína varía mucho de un alimento a otro y de una especie a otra.

Por regla general, estos *subproductos* se utilizan en la elaboración de piensos compuestos, como concentrados proteicos, para la alimentación de monogástricos o como suplemento en el cebo de corderos y terneros. Un ejemplo típico es la harina de pescado, que es ampliamente utilizada en las fórmulas de pienso de engorde de pollos *broiler*, como fuente de proteína.

Por el contrario, el uso de estos alimentos para rumiantes en mantenimiento o baja producción es reducido o nulo, puesto que es una fuente de nitrógeno dema-

¹ Proyecto GV-1111/93 de la Generalitat Valenciana.

siado cara para dar a unos animales cuyas necesidades pueden ser cubiertas con alimentos de peor calidad, utilizando incluso nitrógeno no proteico.

5. Consideraciones de uso

Independientemente de las recomendaciones y limitaciones de uso ya expuestas para algunos *subproductos*, su incorporación a las raciones, directa o indirectamente, presenta una problemática muy diversa en cuanto obtención y recogida, transporte, conservación y administración a los animales, etc., además del desconocimiento del valor nutritivo real. Así pues, el empleo de *subproductos* exige una planificación cuidadosa para una correcta utilización, tanto en la forma (fresco o conservado) como en el tiempo, y un buen nivel de conocimientos técnicos para la elaboración de la ración adecuada que evite desequilibrios nutritivos que afecten negativamente a los rendimientos. Hay que tener en cuenta que las necesidades nutritivas del ganado varían en función del estado fisiológico y capacidad/nivel productivo, de forma que, para reducir el porcentaje de concentrados en la ración, conviene conocer lo mejor posible las características de los *subproductos* para destinar aquellos de mejor calidad a los animales de mayores exigencias o que los utilicen más eficazmente.

Estratégicamente, como bien apuntan Gasa y Castrillo (1992), aparte de recurrir a criterios fisiológicos y nutritivos para la utilización de los *subproductos*, el técnico o ganadero debe analizar la conveniencia económica de su uso, considerando los tres aspectos siguientes:

- Relación calidad/precio del subproducto.** En efecto, es importante conocer el coste por unidad de energía metabolizable y de proteína digestible, puesto que un *subproducto* deberá utilizarse solamente si estos costes son menores que los de otros productos alternativos. Así, suponiendo que el precio puesto en granja de la cebada es de 24 pts/kg en la granja (con un 87% de MS y 3,12 Mcal EM/kg MS), el precio por unidad energética sería de 8,86 pts. Por lo tanto, el precio máximo a pagar por kg de pulpa de naranja (con 18% de MS y 2,98 Mcal EM/kg MS) será de 4,7 pts/kg para elegirla frente a la cebada.
- Grado de mecanización y disponibilidad de mano de obra.** Si los *subproductos* se suministran directamente a los animales, puesto que la mayoría de ellos no se dan como alimento único en la ración, sino que se introducen en las dietas en proporciones moderadas, es necesaria la dedicación de mano de obra suplementaria a labores de manejo y administración del alimento o bien disponer de un cierto grado de mecanización.
- Riesgos de contaminación y salubridad del producto.** La contaminación de los *subproductos* por elementos de la cadena de producción (alambres, trozos de hojalata, etc.), por productos químicos o farmacéuticos (restos de plaguicidas en las cosechas, antibióticos y minerales en la cama de las

aves, etc.) e incluso por hongos y bacterias producto de una deficiente conservación, aunque no suponen inconvenientes tan graves como para impedir su administración, deben servir como precaución en cuanto a su mayor o menor inclusión en la dieta, incluso como punto de decisión para tratamientos térmicos o de cualquier otro tipo.

6. Resumen y primeras conclusiones

Una vez definido y descrito el concepto de **subproducto**, considerado como alimento para el ganado, se justifica y sitúa la importancia de su empleo, que comprende varios aspectos: económico-productivo, social, ético, ecológico.

Centrándose en el ámbito productivo, se describe el contexto de utilización de los *subproductos* dentro de los sistemas de explotación ganaderos, de donde se deduce la importancia del papel que desempeñan en la revalorización de unos productos marginales y que se desaprovecharían si no fuera por el ganado.

Para el estudio de los *subproductos*, se han clasificado en base a dos criterios, detallándose un análisis según el valor energético y el contenido proteico. En este sentido, se establecen cuatro grupos, cuya eficiencia de utilización dependerá de la especie animal a la que se alimente y de las necesidades de la misma en función de su estado fisiológico. Por ejemplo, alimentos muy fibrosos y poco proteicos pueden utilizarse, tratados con urea, para la alimentación en mantenimiento de rumiantes, mientras que alimentos con un contenido en fibra bajo y alto en proteína pueden servir como concentrado proteico a los monogástricos.

Por último, se analizan algunos aspectos de gestión técnica y planificación del empleo relacionados con la disponibilidad de los *subproductos*, la capacidad técnica y de mano de obra de la explotación y el precio que se puede pagar por estos alimentos.

Principales fuentes consultadas

- BOZA, J. (1993). La ganadería: "la mesta" en el año 2000. En: *La Agricultura del siglo XXI*. Mundi-Prensa. Madrid.
- CASTRILLO, C., GASA, J. (1990). Utilización de subproductos agroindustriales. *OVIS*, 11, pp. 61-71.
- CASTRILLO, C., GASA, J. (1991). *Criterios de utilización de subproductos agroindustriales en la alimentación de rumiantes*. Hojas divulgadoras del MAPA, 13/91. Madrid.
- DE BLAS, C., GONZÁLEZ, A., ARGAMENTERÍA, A. (1987). *Nutrición y alimentación del ganado*. Mundi-Prensa. Madrid.
- GASA, J., CASTRILLO, C., GUADA, J. A. (1988). Valor nutritivo para los rumiantes de los subproductos de la industria conservera de hortalizas y frutas: 1. Tomate y pimiento. *Investigación Agraria. Producción y Sanidad Animales*, 3, pp. 57-73.

- GÓMEZ, A., GARCÍA, J. L. (1978). *Nuevas fuentes de alimentos en producción animal, I*. ET-SIA. Córdoba.
- GÓMEZ, A., GUERRERO, J. E., GARRIDO, A. (1984). *Nuevas fuentes de alimentos en producción animal, II*. Universidad de Córdoba.
- GÓMEZ, A., MOLINA, E., GARRIDO, A. (1989). *Nuevas fuentes de alimentos en producción animal, III*. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.
- GÓMEZ, A., DE PEDRO, E. J. (1993). *Nuevas fuentes de alimentos en producción animal, IV*. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.
- INSTITUTO AGRONÓMICO MEDITERRÁNEO DE ZARAGOZA (1990). *Tablas de valor nutritivo para los rumiantes de forrajes y subproductos de origen mediterráneo*. Options méditerranéennes (CIHEAM, Alibes y Tisserand, edits.), serie B, 4. Zaragoza.
- INSTITUTO AGRONÓMICO MEDITERRÁNEO DE ZARAGOZA (1991). *Forrajes y subproductos mediterráneos*. Options méditerranéennes (CIHEAM), serie A, 16. Zaragoza. 1991.
- JARRIGE, J. y otros (INRA) (1990). *Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos*. Ed. Mundiprensa.
- MCDONALD, P., EDWARDS, R. A., GREENHALGH, J. F. D. (1988). *Nutrición animal*. Ed. Acribia. Zaragoza.
- ØRSKOV, E. R. (1977). Nutritional principles and evaluation of by-products, waste products and new feeds for ruminants. *Livestock Production Science*, 4, 165-175.
- WILKINSON, J. M. (1988). The feed value of by-products and wastes. En: *Feed Science - World Animal Science* (E.R. Ørskov, edit.): 313-327. Elsevier.

CAPÍTULO IX

ADITIVOS, SUPLEMENTOS Y CORRECTORES EN ALIMENTACION ANIMAL

FRANCISCO JAVIER MOYANO LÓPEZ

INDICE

0. Introducción
 1. Clasificación de los aditivos
 2. Aditivos no nutricionales
 - 2.1. Auxiliares tecnológicos
 - 2.2. Potenciadores sensoriales
 3. Aditivos nutricionales
 - 3.1. Mejoradores de disponibilidad de nutrientes
 - 3.2. Beta-agonistas y antitiroideos
 4. Suplementos
 5. Implicaciones legales del uso de aditivos
 6. Repercusiones económicas del uso de aditivos
 7. Resumen y primeras conclusiones
- Principales fuentes consultadas

0. Introducción

Desde los comienzos de la formulación de raciones para el ganado se consideró la necesidad de complementar los ingredientes básicos que aportaban los macronutrientes esenciales (proteína y energía) con una serie de sustancias que suministraban otros principios igualmente necesarios, como las vitaminas y los minerales. Esto se hacía así por un doble motivo: suplementar las posibles deficiencias en tales principios que pudieran darse en la dieta de los animales o bien corregir las mermas que sufrían dichos nutrientes durante el procesado de los piensos. De esta forma, el término "corrector" englobaba en principio a cualquier sustancia que permitiese mejorar la composición de la ración con objeto de alcanzar una formulación óptima de cara a las necesidades del animal, aunque en la actualidad se suele emplear fundamentalmente para definir a las mezclas vitamínicas y minerales adicionadas a los piensos. El progresivo desarrollo, tanto de la nutrición animal como de la tecnología de la fabricación y almacenamiento de piensos, ha ido introduciendo en las fórmulas una larga serie de sustancias químicas de origen muy diverso y funciones bien diferenciadas, cuyo único rasgo común es el de ser incorporadas al alimento en dosis muy pequeñas en forma de premezclas. Según las directrices de la Comisión de las Comunidades Europeas, estas sustancias, que, incorporadas a los alimentos animales, son susceptibles de influenciar tanto las características de éstos como de la producción animal resultante, reciben el nombre de "aditivos". Por otra parte, en algunas raciones animales se incluyen componentes que proporcionan un valor nutritivo adicional a los ya existentes en la dieta y que por esta razón pueden considerarse como "suplementos"; tal sería el caso de las materias nitrogenadas no proteicas o los nutrientes by-pass.

1. Clasificación de los aditivos

El concepto de aditivo es ligeramente distinto cuando se refiere a la alimentación humana o la animal, aun cuando muchas de estas sustancias son usadas indistintamente en la preparación de alimentos para humanos o animales. En el primer caso, el término aditivo engloba sustancias distintas de los alimentos básicos como

resultado de algún aspecto de los procesos de producción, elaboración, almacenamiento o envasado. En el caso de los piensos, a todas las anteriores posibilidades es preciso añadir una importante componente nutricional, de manera que el término "aditivo" ha acabado por englobar a los correctores y otras sustancias destinadas a mejorar el estado nutricional o sanitario de las especies domésticas.

Dado el enorme número y diversidad de sustancias que pueden adicionarse a los piensos, era evidente la necesidad de una clasificación que permitiese abordar su estudio y organizar su utilización. Para ello, la Comisión de las Comunidades Europeas promulgó la Directiva de 23 de noviembre de 1970, modificada posteriormente por la adopción de numerosas Directivas (más de 40), donde se establece periódicamente la lista de aditivos que pueden intervenir en la alimentación de los animales, así como los contenidos máximos y mínimos y las características y composición de los mismos. En la actualidad, dicha lista recopila un total de 283 sustancias clasificadas en 14 categorías, según se resume en el cuadro 9.1. La clasificación es dinámica, en el sentido de que constantemente se incorporan a la misma nuevas sustancias, una vez que han sido sometidas a los correspondientes tests de idoneidad.

CUADRO 9.1

Categorías de aditivos reconocidos para su empleo en alimentación animal

Grupo	Categoría	Principales especies	Nº total
A	Antibióticos	Vacuno, aves, porcino	8
B	Antioxidantes	Todas	15
C	Aromatizantes y saborizantes	Todas	3*
D	Coccidiostáticos y otros	Aves, conejos	18
E	Emulsionantes	Todas	59
F	Colorantes	Aves, peces, compañía	33*
G	Conservantes	Porcino, compañía	45
H	Vitaminas y análogos	Todas	3*
I	Oligoelementos	Todas	45
J	Factores de crecimiento	Porcino	2
L	Ligantes y aglomerantes	Todas	17
M	Reguladores de acidez	Compañía	32
N	Enzimas	Porcino, aves	1
O	Microorganismos	Porcino	2

* Se aceptan, además, todos los de procedencia natural.

Fuente: Elaboración propia.

Desde el punto de vista funcional, los aditivos se podrían clasificar en tres categorías:

- a) **Auxiliares tecnológicos:** son sustancias destinadas a ayudar al fabricante de piensos en la manipulación, mezcla, conservación, etc. de materias primas y productos terminados, en función de la naturaleza de estos materia-

les y del comportamiento alimentario del animal (conservantes, emulgentes, aglutinantes...).

- b) **Potenciadores sensoriales:** son sustancias que ejercen acción directa sobre los sentidos, no sólo del animal, sino, a través de él, sobre el consumidor y no pocas veces sobre la apreciación del ganadero (colorantes, aromatizantes, agentes de textura, etc.).
- c) **Aditivos nutricionales:** son sustancias necesarias para la vida del animal, tanto para el mantenimiento de un buen estado sanitario del rebaño como para una alimentación nutricionalmente equilibrada (vitaminas, oligoelementos, aminoácidos, antibióticos...).

2. Aditivos no nutricionales

2.1. Auxiliares tecnológicos

Los auxiliares tecnológicos raramente presentan valor nutricional; no obstante, su empleo se hace cada vez más imprescindible a la hora de establecer y desarrollar las nuevas tecnologías de procesado de alimentos para animales. Los principales tipos son:

- a) **Ligantes, antiaglomerantes y coagulantes.** Son agentes de textura que actúan sobre materias harinosas. Los antiaglutinantes evitan el apelmazamiento de las harinas durante su trasvase y procesado. Ligantes y coagulantes, por el contrario, aumentan la dureza de la mezcla y son empleados en la fabricación de piensos peletizados, tan extendidos en la actualidad.
- b) **Emulsionantes, estabilizadores, espesantes y gelificantes.** Agentes de textura que actúan sobre componentes líquidos, permitiendo mantener en suspensión acuosa los alimentos de lactancia o algunos componentes líquidos de alimentos para rumiantes. Son también ampliamente utilizados en alimentos húmedos y semihúmedos para animales de compañía.
- c) **Conservantes.** Son normalmente sales o ácidos que limitan el crecimiento microbiano, permitiendo mantener una buena calidad higiénica del pienso hasta su consumo, especialmente en los casos de mezclas húmedas y semihúmedas.
- d) **Antioxidantes.** Los piensos no protegidos contra la oxidación se tornan no pocas veces impalatables; por otro lado, la calidad nutricional del alimento disminuye por la destrucción de vitaminas liposolubles y la degradación de los ácidos grasos poliinsaturados. A esto hay que añadir que no pocos productos resultantes de la oxidación lipídica (peróxidos, oxiácidos) presentan toxicidad demostrada. Se hace, pues, necesario limitar o impedir la aparición

ción de efectos negativos desde el punto de vista organoléptico, nutricional e higiénico en los piensos mediante el uso de ciertos agentes que eviten la degradación por oxidación de las grasas y aceites contenidos en los mismos.

2.2. Potenciadores sensoriales

Esta categoría reúne a las sustancias, naturales o de síntesis, empleadas como colorantes, aromatizantes y saborizantes. Se podría decir que la adición de colorantes a los alimentos animales responde más a una necesidad comercial creada por la psicología del consumidor que a una eficacia zootécnica demostrada. El consumidor es sensible, por ejemplo, a la coloración de la yema del huevo y de las patas y piel de los pollos, lo que determina la adición de riboflavinas al pienso de las aves criadas de cara a su consumo en ciertos mercados. Los colorantes también son empleados con objeto de diferenciar distintas calidades de un mismo producto. En cuanto a los saborizantes, con la excepción de la sacarina y sus derivados empleados en piensos *starter* para lechones, en la mayoría de los casos el uso de determinados ingredientes permite aportar conjuntamente un valor nutritivo y un sabor característico a la mezcla (por ejemplo, lactosueros en piensos para destete).

3. Aditivos nutricionales

Desde la perspectiva de su efecto en el organismo animal, los aditivos nutricionales consiguen dos efectos a veces íntimamente relacionados: mejoran la utilización del alimento y/o el estado sanitario general del individuo. Esta categoría agrupa a:

- a) Antibióticos.
- b) Coccidiostáticos y otras sustancias medicamentosas.
- c) Vitaminas, provitaminas y análogos.
- d) Oligoelementos.
- e) Factores de crecimiento.
- f) Reguladores de acidez.
- g) Enzimas.
- h) Microorganismos.

Estas sustancias, independientemente de la especie a que se administren, aumentan la disponibilidad de nutrientes por parte de los animales y, en el caso de los monogástricos, suponen además una disminución de la tasa de mortalidad y morbilidad. De todas ellas, las más utilizadas siguen siendo los antibióticos, cuyos efectos positivos podrían resumirse en cinco puntos:

- a) En condiciones normales, parte de los nutrientes ingresados en el organismo son utilizados por la microflora del tracto digestivo; la eliminación o disminución de esta microflora redundaría en un ahorro de nutrientes que

quedan disponibles para el hospedador. Esto determina incrementos de peso o mejoras en la eficacia de la conversión alimenticia del 5 y 3,5%, respectivamente, en broilers o del 5 y 8% en rumiantes.

- b) La mucosa intestinal en muchos casos se encuentra anormalmente engrosada como reacción ante la secreción de toxinas, muchas de ellas de origen bacteriano. La eliminación de los microorganismos permite un adelgazamiento de la mucosa y una mejor absorción de nutrientes.
- c) La eliminación de sustancias tóxicas dificulta la aparición de diarreas.
- d) Se elimina la interacción flora no patógena-flora patógena, la cual se ha demostrado que predispone a determinadas patologías (coccidiosis, micoplasmosis).
- e) El suministro de antibióticos y antiparasitarios permite un mayor aprovechamiento de nutrientes y, en consecuencia, aumenta las posibilidades para un animal de poder expresar en su totalidad el potencial genético productivo que posee.

En rumiantes, la **monensina** y la **avoparcina** son ampliamente utilizados como antibióticos que modifican la flora ruminal, realizando una eliminación selectiva de las bacterias generadoras de metano, lo que determina tanto un mayor aprovechamiento energético como un incremento de la flora formadora de propionato. Además, la monensina determina un aumento de la retención alimenticia y, por consiguiente, una mejor digestibilidad de las partículas alimenticias. La avoparcina, por su parte, mejora la absorción de aminoácidos en el intestino delgado.

Una serie de consideraciones relacionadas con la salud pública (aparición de resistencias al emplear antibióticos en animales que hacen ineficaz su empleo en humanos), la economía (en la actualidad el 45% de la producción mundial de antibióticos se destina a la producción animal) o, incluso, la tecnología de los productos (alteraciones en la calidad de los productos de la industria láctea por presencia de antibióticos en leche), hacen que la opinión pública sea más reticente al uso de estas sustancias como aditivo en los piensos. De esta forma, los probióticos se presentan como una firme alternativa al uso de antibióticos con fines nutricionales. Los probióticos se podrían definir como microorganismos que contribuyen al equilibrio microbiano del intestino, actuando fundamentalmente a través del llamado "efecto barrera" o antagonismo entre especies microbianas beneficiosas y patógenas (cuadro 9.2). Esta oposición a la proliferación de flora bacteriana perjudicial se consigue a través de: la producción de ácidos orgánicos (láctico), antibióticos (bacteriocinas) o agua oxigenada, que impide la adhesión de otras bacterias y también mediante la producción de metabolitos que neutralizan el efecto de toxinas bacterianas.

Como carácter añadido, estos microorganismos determinan una mejora en la digestibilidad de ciertos alimentos debido a estimulación de la secreción de enzimas por parte del hospedador o a la propia acidificación antes mencionada. Para su co-

rrecta aplicación, los probióticos deben suministrarse vivos, lo que implica una serie de limitaciones tecnológicas importantes y lleva a utilizar formas esporuladas o encapsulados. Además, deben utilizarse dosis elevadas y de aplicación diaria, ya que estos microorganismos no se implantan ni multiplican en el digestivo, debiendo ser constantemente renovados.

CUADRO 9.2

Especies bacterianas más utilizadas como probióticos

Género	Especies
Lactobacillus	Lactis, casei, acidophilus, bulgaricus, fermentum, plantarum
Streptococcus	Faecium, salivarius, faecalis
Bacillus	Subtilis, cereus, toyoi

Fuente: Elaboración propia.

Por último, las cepas bacterianas utilizadas como probióticos deben ser resistentes a las propiedades antibacterianas de enzimas salivares, ácidos gástricos y bilis, tolerantes a los antibióticos ocasionalmente asociados a los piensos y aptas para soportar la concurrencia con otras especies bacterianas habituales en el digestivo, especialmente, coliformes.

En los últimos 15 años también se ha desarrollado espectacularmente el empleo de enzimas, para lo cual ha sido preciso superar una serie de dificultades tecnológicas relacionadas con el conocimiento de sus intervalos de estabilidad, tanto referidos a temperatura como a pH, con objeto de determinar las características del procesado del pienso en que se incluyen estos agentes bioquímicos. En la actualidad, y aunque a nivel comunitario sólo se reconoce la *fitasa* como aditivo, se utilizan preparaciones comerciales de origen microbiano y fúngico en monogástricos y en rumiantes (cuadro 9.3), siendo las principales ventajas derivadas de su uso las siguientes:

- Aumento del valor nutritivo de los alimentos debido a la mejora en digestibilidad y absorción de los nutrientes. Este efecto es especialmente apreciable en el caso de animales jóvenes, cuyo sistema digestivo está poco desarrollado (lechones, terneros).
- Aumento de la digestibilidad de materias primas que contienen factores antinutritivos o escasamente digestibles; sería el caso de los beta-glucanos presentes en cebada y avena o las pentosas del centeno. De esta forma se incrementan las posibilidades de uso de estos ingredientes en los piensos comerciales.
- Disminución de las diarreas y otras alteraciones digestivas.

CUADRO 9.3

Principales enzimas empleadas actualmente como aditivos en piensos para animales

Enzima	Organismo productor	Utilización	Productos
Amilasa	Aspergillus, Streptomyces, Bacillus	Raciones ricas en almidón para cerdos y terneros	Maltosa y glucosa
Celulosa	Aspergillus, Penicillium, Trichoderma	Forrajes pobres con alto contenido en fibra	Celobiosa y glucosa
β -glucanasa	Bacillus, Penicillium	Raciones con cebada y centeno para aves y cerdos	Celobiosa y glucosa
Lipasa	Penicillium, Aspergillus, Rhizopus	Grasas animales y vegetales para pollos	Glicerol, a. grasos
Fitasa	Aspergillus, Rhizopus, Sacharomyces	Pienso con cereal y tutós (abundantes en fitato) para aves y cerdos	Inositol y fósforo disponible

Fuente: Elaboración propia.

- d) Reducción de la incidencia de excrementos viscosos en aves y, en general, de la producción de residuos, debido al mejor aprovechamiento de los nutrientes (fitasas).

3.2. Beta-agonistas y antitiroideos

Estas sustancias, hasta época muy reciente, habían sido utilizadas como aditivos comunes en las raciones de engorde en vacuno y porcino. El interés de comentarlas en este capítulo radica precisamente en que, junto con las hormonas y derivados aplicados mediante inyecciones o implantes, constituyen el núcleo de una profunda polémica desarrollada en el seno de la UE con implicaciones sanitarias, políticas, económicas e incluso éticas, que han determinado la aparición de estrictas normativas legales acerca del empleo de aditivos y que recientemente han llevado a la comisión de la UE a elaborar una propuesta de prohibición.

Los beta-agonistas (cimaterol, clembuterol) son sustancias estructuralmente análogas a la adrenalina y noradrenalina, por lo que determinan en el organismo animal un incremento marcado de la proporción de magro y una reducción sustancial de grasa en la canal. Su efecto es mucho más marcado en mamíferos que en aves. Los antitiroideos (sulfonamidas, tiocarbamidas) son sustancias que determinan un incremento de peso no debido al aumento de masa muscular, sino por modificación de procesos fisiológicos que favorecen el depósito graso. De manera secundaria, su administración produce una alteración del equilibrio hídrico, lo que favorece la retención de agua por el músculo, así como un descenso de la utilización de glucosa por el SNC, lo que produce en el animal un estado de sopor y, por

tanto, un menor consumo energético. Aunque diversos autores apoyan la idea de que el empleo de antitiroideos en producción animal no representa peligro alguno para los consumidores, el acúmulo de agua en los tejidos es considerado como una actividad fraudulenta, por lo que su empleo está prohibido en la UE.

4. Suplementos

Se pueden considerar como suplementos nutricionales a una serie de sustancias no catalogables como aditivos, pero cuyo uso también está ampliamente extendido en formulación de raciones para animales de granja: éstas serían las formas nitrogenadas no proteicas, los aminoácidos y los nutrientes by-pass.

Las formas nitrogenadas no proteicas son sustancias químicas destinadas a suministrar a los microorganismos del rumen una fuente de N necesaria para su mantenimiento y crecimiento cuando las raciones disponibles son deficientes en tal elemento. Entre estas sustancias destacan la urea y sus derivados, biuret, triuret y ácido cianúrico.

Los aminoácidos más frecuentes obtenidos por síntesis química o fermentación industrial son la DL-metionina y la L-lisina, muy empleados para incrementar el valor biológico de las proteínas en raciones para monogástricos, especialmente el cerdo.

Se conoce como nutrientes by-pass a una serie de proteínas parcialmente desnaturalizadas por tratamiento con formol o grasas acomplejadas en forma de jabones cálcicos, procedimientos que hacen a ambos ingredientes resistentes a la degradación microbiana, por lo que son digeribles en su práctica totalidad en el abomaso y duodeno de los rumiantes, constituyendo de esta forma un suplemento a los nutrientes de este tipo ya presentes en los ingredientes principales de la ración.

5. Implicaciones legales del uso de aditivos

La utilización de cualquier aditivo está sometida en la actualidad a una autorización de empleo. Dado que muchos de ellos poseen propiedades farmacodinámicas, es indispensable asegurar que no puedan ejercer efectos nocivos sobre los animales o el consumidor que ingiera los productos procedentes de aquellos. Los accidentes debidos a toxicidad del producto pueden manifestarse a largo plazo, debido a un efecto acumulativo, pudiendo tener un carácter alergénico, cancerígeno o teratógeno. Por otra parte, y como se comentó anteriormente, las poblaciones microbianas pueden adquirir resistencia a ciertos aditivos (antibióticos), por lo que se corre el riesgo de hacerlos ineficaces en terapéutica humana.

Según la Directiva 94/40/CE de 22 junio de 1994, la autorización de un aditivo por la Comisión por la UE es el resultado de investigaciones largas y costosas que exigen:

- a) Una correcta y completa identificación de la sustancia (denominación, composición, estado físico, procedimiento de fabricación).
- b) Descripción de las características físicas, químicas y biológicas del principio activo, así como dosificación en las distintas especies y contraindicaciones.
- c) Estudios sobre la mejora de las características de los piensos, en el caso de auxiliares tecnológicos, o su efecto en la producción animal, en el caso de aditivos nutricionales.
- d) Estudios sobre la calidad de los productos obtenidos.
- e) Detalle de aspectos relacionados con la seguridad de empleo (toxicológicos, microbiológicos), metabolismo del residuo y de las excretas, impacto sobre el entorno terrestre y acuático. Estudios sobre animales de laboratorio de posibles efectos mutagénicos o de otro tipo.

De esta forma se procederá a la aprobación de una sustancia y, por tanto, a su inclusión dentro de la lista a que se refiere el apartado 1, si de todos estos estudios se deduce que la sustancia en cuestión:

- a) Incorporada a los alimentos animales tiene efectos favorables sobre las características de tales alimentos o sobre la producción animal en su conjunto.
- b) No tiene influencia desfavorable sobre la salud animal o humana y no produce perjuicios al consumidor alterando las características de los productos.
- c) Puede ser utilizada de forma controlada.
- d) No es utilizada para tratamiento o prevención de enfermedades a los niveles empleados (excepto antibióticos y coccidiostáticos).
- e) No posee un uso reservado exclusivamente a médicos y veterinarios.

En principio, en la medida en que las experiencias toxicológicas hayan sido guiadas y establecidas con métodos modernos sobre productos bien definidos, se puede decir que no existe riesgo de nocividad con los aditivos autorizados y a las dosis prescritas. Se puede, sin embargo, plantear una pregunta sobre los efectos de una absorción continuada de un "cóctel" de aditivos sobre la salud de los animales. No ha de olvidarse que ha habido aditivos autorizados que el tiempo ha revelado no como tóxicos, sino como cancerígenos, efectos que habían escapado a los niveles analíticos de la época. Todo esto significa que los aditivos no son absolutamente inofensivos; lo son en la medida en que los métodos toxicológicos son de confianza y en la que el toxicólogo estima el riesgo.

6. Repercusiones económicas del uso de aditivos

Las diferencias entre los modos de acción de los aditivos promotores de crecimiento son fundamentales desde el punto de vista del bienestar animal, la seguridad de los consumidores y animales y el medio ambiente. En general, los aditivos mejoradores de la productividad tienen una mala imagen pública, aunque puede demostrarse que su uso repercute positivamente en el entorno mediante una reducción en la emisión de residuos y una mejor conservación de la energía. Sin embargo, ya se ha visto que los antibióticos y otros promotores del crecimiento son ampliamente utilizados en producción ganadera en todo el mundo desarrollado. El uso de aditivos promotores del crecimiento presenta, pues, una serie de repercusiones que van más allá de la producción animal y que dependen del contexto político, ambiental y económico. Centrándose en este último punto de vista, un análisis global sólo debe interesarse por los resultados financieros deducidos de las respuestas fisiológicas que genera el aditivo, para lo cual se deben considerar los siguientes aspectos:

- a) **Incremento en ganancia diaria de peso:** Una mejora en este parámetro determina, por ejemplo, un menor tiempo de ocupación en una nave porcina, lo que permite aumentar el número de animales/año y, por tanto, reducir los costos por unidad producida.
- b) **Mejora en el índice de conversión:** Una mejora en este parámetro se traduce rápidamente en un menor costo del alimento por kilogramo de producto obtenido; sin embargo, sólo será interesante si el efecto se mantiene durante cierto tiempo y no se precisa, en contrapartida, un pienso de mayor calidad y, por tanto, más caro.
- c) **Reducciones en mortalidad:** Este efecto resulta especialmente patente en lechones y pollos y determina una disminución de costos en el parque de reproductores necesario para generar la descendencia.
- d) **Disminución de alteraciones digestivas y otras enfermedades:** Repercute directamente en una disminución de los costos de veterinario y medicamentos.
- e) **Modificaciones en el producto:** Un incremento de la proporción de magro en la canal porcina o vacuna se traduce en un mejor precio de dicha canal.
- f) **Volumen de residuos producidos:** Al existir menos animales para generar un mismo volumen de producto disminuye la cantidad total de residuos. Por otra parte, un incremento de la digestibilidad reduce la cantidad de residuos producidos a nivel individual y, por tanto, los costos de tratamiento y eliminación de los mismos.

De esta forma se han realizado algunos estudios experimentales que determinan el beneficio económico resultante de la utilización de los aditivos mencionados en algunas especies de animales domésticos (cuadro 9.4). De los resultados así obtenidos y de otros generables mediante el uso de modelos económicos, se deduce

CUADRO 9.4

Efecto económico del uso de aditivos en piensos para cerdos sobre los márgenes netos (pts/cerdo)

Parámetro	Utilización (peso cerdos)	Mejora económica
Ganancia diaria	Hasta 25 kg De 25-45 kg	78 pts 10 pts TOTAL 88 pts
Indice de conversión	Hasta 25 kg De 25-45 kg	80 pts 36 pts TOTAL 116 pts
Disminución de mortalidad	Hasta 25 kg De 25-45 kg De 45-65 kg	148 pts 8 pts 6 pts TOTAL 162 pts
Veterinario y medicamentos	Hasta 25 kg De 25-45 kg De 45-65 kg	4 pts 2 pts 0 pts TOTAL 6 pts
Incremento total precio pienso con aditivo		30 pts
Ganancia neta sobre animales alimentados sin aditivo		342 pts

Fuente: Modificado de M. Bent (1993): *Livestock productivity enhancers: an economic assessment*.

la importancia de considerar el componente económico como un factor de peso importante en los debates acerca de la legalización y de los condicionantes de empleo de los aditivos en alimentación animal.

7. Resumen y primeras conclusiones

En el presente capítulo se ha presentado una clasificación actualizada de las sustancias empleadas como aditivos y suplementos en alimentación animal en función de su utilización y características. Se ha hecho especial hincapié en la utilidad de los antibióticos y de sus alternativas de creciente interés actual, como son las enzimas y probióticos, ya que en el futuro es previsible que se incremente el uso de estos aditivos de corte "biológico" en detrimento de los primeros, debido a las connotaciones negativas que el empleo de éstos y otras sustancias acarrean. Por otra parte, se han destacado las implicaciones legales y económicas relacionadas con el empleo de los aditivos en alimentación animal, aspectos fundamentales a la hora de

delimitar las aplicaciones de las innumerables sustancias que, por diversas razones, constituyen hoy ingredientes imprescindibles en la formulación de cualquier ración equilibrada para las diferentes especies domésticas.

Principales fuentes consultadas

- ALVAREZ, P. J. (1987). *Los aditivos mejoradores del índice de conversión en la producción animal*. AYMA 27(3).
- BENT, M (1993). *Livestock productivity enhancers: An economic assessment*. C.A.B. International. Wallingford. Reino Unido.
- COMISIÓN C. E.: Directiva 94/40/CE. *Diario Oficial Comunidades Europeas*, nº L 208/15. 22/6/1994
- COMISIÓN C.E.: *Propuesta de Reglamento*. COM(93)44 final. 22/9/1993
- M.A.P.A.: Orden de 26/nov./1991. *BOE* 296, de 11/12/91.
- MULTON, J. L. (1988). *Aditivos y auxiliares de fabricación en las industrias agroalimentarias*. Acribia. Madrid.

CAPÍTULO X

FABRICACION DE PIENSOS

EDUARDO ANGULO ASENSIO

INDICE

0. Introducción
 1. Recepción de materias primas
 - 1.1. Controles de calidad
 - 1.2. Almacenamiento
 2. Molturación
 - 2.1. Molinos
 3. Dosificación
 - 3.1. Lugar de incorporación de líquidos
 4. Mezcla
 - 4.1. Tipos de mezcladoras
 - 4.2. Homogeneidad de mezcla
 5. Granulación
 - 5.1. Tipos de granuladoras: descripción
 - 5.2. Acondicionadores
 - 5.3. Calidad del gránulo
 6. Extrusión
 - 6.1. Extrusionador: descripción
 - 6.2. Aplicaciones prácticas
 7. Doble granulación
 8. Resumen y primeras conclusiones
- Principales fuentes consultadas

0. Introducción

La fabricación de piensos compuestos en el mundo supera los 600 millones de toneladas, de las cuales un 20,6% corresponden a la Unión Europea (España contribuye con 13,8 millones de toneladas).

No es preciso remarcar la gran importancia económica del sector de fabricación de piensos en nuestro país.

Como característica básica de esta industria, destaca su gran dinamismo, que permite la incorporación rápida de las nuevas tecnologías que salen al mercado.

En el presente capítulo se pretende dar una idea global, pero resumida, de la fabricación de piensos, con especial referencia a la granulación, así como a los nuevos procesos tecnológicos: maduradores, expander, extrusión y doble granulación.

1. Recepción de materias primas

Las distintas materias primas que entran en fábrica lo hacen normalmente en camiones, si bien se puede disponer de transporte por ferrocarril.

Distinguimos dos formas de transporte: a granel: cereales, tortas, etc., y los líquidos: grasas, melazas, antioxidantes, metionina hidroxianáloga, etc. En sacos o "big bags": leche spray, sueros, correctores, etc.

1.1. Controles de calidad

La primera operación que se debe realizar es la recogida de muestras. La toma de muestras debe realizarse de forma precisa, considerando que debe ser representativa de toda la partida, siendo conveniente establecer unas pautas para estandarizarlas. Desde un punto de vista legal, existe la Orden de 12 de Mayo de 1989, por la que se aprueban los métodos oficiales de toma de muestras de alimentos para animales (piensos) y que puede adaptarse a las materias primas.

Como elementos imprescindibles para la toma de muestras de materias primas sólidas están: el bastón de ventanillas, de longitud variable, en función del tipo de transporte, que permite la obtención de muestras a distintos niveles de altura. Sonda o pincho con ventanillas y acabado en bisel, para la recogida de muestras en sacos.

La toma de muestras de líquidos puede realizarse por varios métodos:

- a) Bastón para líquidos y muestrear cada depósito.
- b) Por goteo a lo largo de la descarga.
- c) Recogida seriada del depósito de recepción o descarga.

En el control de calidad se pueden distinguir dos fases bien diferenciadas una primera, donde predomina la sencillez y rapidez de ejecución, y una segunda, donde hay una mayor o menor complejidad en las técnicas analíticas, pero de mayor coste económico.

1.1.1. Control rápido o de primera fase

Se verifican ciertas particularidades, que podríamos detectar mediante un estudio organoléptico o bien con analítica rápida, como pueden ser: presencia de olores extraños de alguna materia prima. Color: que se corresponda con nuestra referencia. Grado de molienda y textura de la materia prima. Presencia de granos o semillas rotas. Presencia de semillas no específicas. Grado de limpieza de la materia prima. Peso específico, en el caso de los cereales. Humedad de las materias primas.

Esta primera fase de control de calidad es de gran importancia y puede determinar la devolución de la mercancía. La técnica NIR y la microscopía pueden ser de gran utilidad en los controles de calidad.

1.1.2. Control de laboratorio o de segunda fase

En esta fase las distintas materias primas son sometidas a análisis rutinarios generales o específicos de gran interés.

Como análisis generales podríamos indicar: humedad, proteína bruta, fibra bruta, grasa bruta y cenizas. En algunos laboratorios se trabaja con la determinación de fibra ácido-detergente y neutro-detergente (Van Soest) en lugar de la fibra bruta.

1.2. Almacenamiento

El almacenamiento de las materias primas, en el caso de envases: sacos o "big bags", se hace en el almacén o bien se vierten en la tolva de recepción para su almacenamiento en silos.

Las materias primas a granel, bien sean sólidas o líquidas, se almacenarán en silos o depósitos que podríamos clasificar:

- a) Por su destino: silos de materias primas o stocks. Silos de fabricación o celdas. Silos de productos acabados.
- b) Por las características de las materias primas: silos de materias sólidas. Depósitos para líquidos.
- c) Por los materiales empleados: silos de hormigón armado. Silos metálicos. Silos de poliéster, etc.
- d) Por su forma: cuadrados, cilíndricos, poligonales.
- e) Por su posición: horizontales y verticales.
- f) Por su tamaño.

En el caso de los depósitos de productos grasos y de melazas, es preciso que dispongan de un sistema calefactor para facilitar su fluidificación y circulen más fácilmente por las conducciones de la fábrica. A tal fin, estos depósitos suelen llevar camisa, con circulación de agua caliente en el fondo del depósito, serpentín interior, o resistencia eléctrica.

2. Molturación

Es el tratamiento físico que se hace en las materias primas para reducir el tamaño de partícula. Varias son las razones que justifican la molturación o molienda:

- a) Facilitar la mezcla de las distintas materias primas de distinta densidad
- b) Ofrecer una mayor superficie de ataque a los enzimas digestivos, consiguiendo una mayor digestibilidad de las materias primas.

Desde un punto de vista funcional, la molturación se puede realizar de dos formas:

- a) **Molienda de materias primas por separado.** Este sistema se caracteriza por:
 - 1) Necesitar un mayor número de celdas de harinas.
 - 2) Permite obtener una granulometría más uniforme, al moler cada materia prima de forma individual e incluso con tamices diferentes.
 - 3) Posibilita realizar la molienda con anterioridad al resto de los procesos de fabricación, aprovechando al máximo las tarifas eléctricas nocturnas.
 - 4) Grandes problemas en la molienda separada de algún producto como avena, colza, mandioca, azúcar, sal, urea, etc.

- b) **Molienda en premezcla.** Los distintos ingredientes se dosifican juntos y antes de entrar en el molino se separan en dos fracciones. La parte de harinas se conduce a la tolva de espera, antesala de la mezcladora, mientras la parte gruesa, cereales, granulos, etc., se molten y se conduce con posterioridad a la celda de espera anteriormente señalada.

El sistema se caracteriza por:

- 1) Moler las distintas materias juntas y, si bien no conseguirá una granulometría uniforme, puede favorecer la molienda de materias primas consideradas problemáticas, al estar mezcladas con otras.
- 2) Disminuir el número de celdas de harinas.

2.1. Molinos

En la industria de piensos compuestos los tipos de molinos que se pueden emplear son: los de *martillos* (hammer mill) y los de *rodillos* o *laminadores* (roller mill).

El primero de ellos es el más usual en la industria de piensos compuestos, mientras que los laminadores tienen una aplicación muy importante cuando se emplean productos como la colza.

Como elementos básicos de los molinos de martillos tenemos:

- a) Motor conectado al grupo rotor, en el que se disponen las guías con los martillos, y que puede girar en uno u otro sentido, para conseguir un desgaste uniforme de los martillos.
- b) Cámara de molienda de forma simétrica, que permite un buen funcionamiento en ambos sentidos de rotación. En la cámara están: placas de choque y cribas de fácil intercambio.
- c) Puerta de acceso a la cámara de molienda para su limpieza y cambio de martillos.

2.1.1. Martillos

Para que el desgaste de los martillos se realice por sus dos laterales, conviene cambiar el sentido de la rotación cada 24 horas. Este hecho permitirá evitar que el molino vibre por problemas de descompensación.

Cuando los martillos se encuentran desgastados, debe procederse a invertir los mismos, caso de un desgaste no uniforme, o bien a la sustitución de los mismos. El diseño del molino debe facilitar el cambio rápido de estos elementos, así como el de las cribas.

2.1.2. Cribas

Nos definirán la granulometría que queremos obtener en función del diámetro de los orificios de la criba. En algunos molinos el intercambio de cribas puede hacerse de forma automática desde la central de mando de la fábrica.

2.1.3. Motor-rotor

En función de las características y necesidades de cada fábrica, se dispondrán de los molinos necesarios, como mínimo dos, eligiendo las potencias o consumos en Kw adecuados para unas producciones/hora previstos.

El vaciado de la cámara de molienda se puede potenciar mediante sistemas de ventilación en el interior o bien por aspiración.

Al comentar este apartado conviene expresar las dos tendencias actuales sobre molinos de martillos, en función de su posición:

- a) *Horizontal*: es el tradicional en la industria de piensos.
- b) *Vertical*: de reciente aparición en el mercado.

Como dato de fácil constatación, se observa que los molinos verticales presentan, entre otras ventajas, la de proporcionar mayores rendimientos en kilogramos por Kw consumido.

2.1.4. Alimentación de los molinos

Los sistemas de alimentación de los molinos deben conseguir que en todo momento los molinos trabajen a pleno rendimiento, evitándose una alimentación deficiente, con efectos negativos en los rendimientos, como una sobrealimentación, que puede originar un parón en los molinos.

3. Dosificación

Entendemos por dosificación el proceso de pesar o medir las distintas materias primas que componen un pienso compuesto determinado.

La clasificación de los sistemas de dosificación puede hacerse de varias formas: atendiendo al estado físico (materias primas sólidas o líquidas) y según el proceso de fabricación; la dosificación de las materias primas sólidas puede ser: dosificación en grano y dosificación en harinas

- a) **Dosificación en grano (molturación con posterioridad a la dosificación)**. Está asociada a una posterior molturación en premezcla, con las ventajas e inconvenientes ya definidos al hablar de la molturación. Con-

viene remarcar que, unido a unas claras ventajas, como necesitar un menor número de silos y favorecer la molienda posterior de productos difíciles, al estar mezclados, se observan inconvenientes, ligados al proceso de molturación, que se centran en un carácter más intermitente de la molienda. Esto obligará a instalar sistemas de control automático para evitar el funcionamiento de los molinos en vacío y a incrementar la potencia de los molinos.

- b) **Dosificación en harinas (molturación anterior a la dosificación).** Parte de una molturación previa de cada materia prima de forma separada y el análisis del proceso ya se realizó al hablar de la molturación.

El ritmo de pesada de las básculas, que configuraran el total de la mezcla, es de aproximadamente 4-5 minutos, que es el tiempo que impone el proceso de mezcla.

3.1. Lugar de incorporación de los líquidos

En el caso de las materias primas sólidas, las distintas dosificaciones tienen como punto de destino final la celda de espera, antesala de la mezcladora, o la propia mezcladora. Con los líquidos, los puntos de incorporación pueden variar en función del nivel tecnológico disponible por cada fábrica.

Las grasas pueden incorporarse en: mezcladora, mediante boquillas que proyectan la grasa en forma de "spray"; acondicionadores antes de: expander, madurador, doble granulación; matriz de la granuladora; directamente sobre gránulo, mediante "spray" en rejilla vibratoria o bien en un sistema tambor rotatorio o de volteo de gránulos.

Cuando los niveles de dosificación de grasas en un pienso es muy elevado y se quiere granular, se aconseja utilizar un sistema mixto. Puede realizarse una inclusión de 2-3% de grasa en mezcladora y, una vez granulado el pienso, recurrir a uno de los sistemas apuntados anteriormente: en la matriz de la granuladora o directamente sobre gránulo, en sus dos versiones.

Las melazas se vienen incorporando en: acondicionador, llamado propiamente melazador; acondicionador antes de: madurador, expander, doble granulación. El resto de las materias primas líquidas se suelen incorporar en la propia mezcladora.

4. Mezcla

La operación de mezcla tiene como objetivo conseguir la distribución uniforme de cada materia prima, que entran en distinta proporción y que tienen, además, características muy variadas, como densidad, tamaño, etc.

4.1. Tipos de mezcladoras

- a) **Horizontales.** Son las que normalmente se emplean en las fábricas de piensos compuestos. Los elementos que la constituyen se pueden resumir en:
 - 1) Carcasa, de forma cilíndrica en su base y de distinta capacidad, en función de las necesidades de cada fábrica, pero teniendo como norma general una altura baja.
 - 2) Eje rotor, acoplado a un motor, que lleva incorporado una doble hélice, llamada también aspas, o bien otros diseños, como rejas o palas. Existen en el mercado mezcladoras de dos ejes con movimientos opuestos.
 - 3) Sistemas accesorios para la incorporación de líquidos

Las características que definen a este tipo de mezcladora son: la buena homogeneidad de mezcla que consiguen en un corto espacio de tiempo (aproximadamente, 4-5 minutos), con tendencia a construir nuevos modelos que permitan reducir el tiempo a 2-3 minutos.

- b) **Verticales.** En las fábricas de piensos compuestos, el empleo de este tipo de mezcladoras no está generalizado, pero tienen una gran utilidad para la realización de premezclas. Los elementos que la definen son: carcasa cilíndrica, colocada verticalmente, con un cono en la base. Existen igualmente mezcladoras cuya estructura es cónica. El tiempo de mezcla está entre 15 y 30 minutos.

4.2. Homogeneidad de mezcla

La homogeneidad de las mezclas es el objetivo fundamental de este proceso, y como tal debemos verificar la bondad de la misma. Podemos distinguir dos aspectos importantes en este proceso:

- a) **Dependientes de la mezcladora.** El diseño correcto de la mezcladora, con las hélices colocadas con gran ajuste al fondo cilíndrico de la misma, permitirá *a priori* un funcionamiento óptimo.
- b) **Independientes de la mezcladora.** Densidad variable de las materias primas a mezclar, granulometría, humedad, estabilidad, electricidad estática, forma, etc.

El *tiempo de mezcla* es un aspecto que está relacionado tanto con el tipo de granuladora como de las características de las materias primas que se van a mezclar.

Desde un punto de vista práctico, la comprobación de los tiempos de mezcla se realiza mediante la obtención de muestras de la mezcladora a distintos tiempos para

su posterior análisis. La toma de muestra debe hacerse con cierto rigor, obteniendo e identificando las mismas de varios puntos de la mezcladora y a diferentes estratos.

5. Granulación

La granulación es un proceso mecánico en el que confluyen varias fuerzas, como: fricción, presión, extrusión, así como incrementos de temperatura, que modifican ciertas características de las materias primas y que termina con una aglomeración de las partículas, que quedan en forma de gránulos o pellets.

5.1. Tipos de granuladoras: descripción

Los elementos que configuran las granuladoras son:

- a) Matriz. La matriz de la granuladora, con sus orificios, determina la compresión y el tipo de gránulo que deseamos obtener. Básicamente existen dos tipos de matrices:
 - 1) Matriz cilíndrica vertical con rodillos de compresión interiores.
 - 2) Matriz plana horizontal con rodillos que giran en su superficie.
- b) Rodillos. Son los elementos que comprimen las harinas, facilitando el paso de las mismas por los orificios de la matriz.
- c) Cuchillas cortadoras. En la salida de los gránulos de la matriz se instalan varias cuchillas, en función del número de rodillos, que cortarán los gránulos a la longitud deseada. Es importante que dichas cuchillas estén muy bien afiladas para evitar la formación de finos en el momento del corte.
- d) Alimentación de la granuladora. El sistema de alimentación debe ser automático y los transportadores de rosca con variador de velocidad adaptan el caudal de alimentación a las necesidades del momento, en base al consumo de energía de la granuladora.
- e) Reengrase en matriz. En la actualidad se dispone de equipos de microaspersión de grasa en la matriz, que permiten incorporar niveles próximos al 2% sobre el gránulo caliente que sale de los orificios de la matriz. El gránulo caliente absorbe la grasa así incorporada, pero niveles superiores al 2.5% pueden originar problemas de goteo de grasa.

Cabe la posibilidad de realizar el reengrase de los gránulos una vez enfriados, para lo cual se dispone de inyectores que microaspersionan la grasa sobre bandejas vibratorias de fina capa de gránulos o mediante un sistema de tambor giratorio.

- f) Enfriador. Independientemente del tipo de enfriador, vertical u horizontal de uno o varios pisos, la base de su actuación está en poner en contacto una corriente de aire con los gránulos calientes y producir el enfriado de los mismos. Ultimamente se está imponiendo un sistema de enfriadores denominado "de contracorriente".
- g) Migajadoras o desmenuzadoras. Consisten en rodillos que giran en contrasentido y, en función de su ajuste, producen las migajas a partir de los gránulos. La presencia de tamizadores puede ser oportuna en algunos tipos de piensos, como puede ser el caso de los piensos para alevines de peces, que se suministran en forma de migajas.

5.2. Acondicionadores

El pienso en harina, colocado en la celda o silo de alimentación de la granuladora, pasa a través de un alimentador por un mezclador de palas inclinadas y es aquí donde se inyecta el vapor. En general, se vienen estableciendo unas necesidades de vapor de 50 kg de vapor por hora para granular una tonelada de pienso.

Los acondicionadores antes de la granulación se pueden clasificar, según Pipa y Frank (1989), en:

- a) Acondicionadores de corto tiempo (5-20 segundos).
- b) Acondicionadores de largo tiempo (5-30 minutos).
- c) Acondicionadores de alta temperatura y largo tiempo (20 minutos).

Creemos oportuno establecer unas variantes de estos sistemas:

- d) Acondicionadores de alta temperatura y corto tiempo (HTST).
- e) Acondicionadores a presión (variante del anterior y típico del expander).

5.2.1. Maduradores

Cuando los acondicionadores están diseñados para permitir un contacto prolongado entre las harinas y el vapor (5 a 30 minutos), reciben el nombre de maduradores. Las ventajas de los maduradores pueden resumirse en :

- a) Potencian el efecto del vapor sobre los ingredientes de la harina, favoreciendo la gelatinización de los almidones por el tratamiento térmico prolongado.
- b) Inactivación de factores antinutritivos de alguna materia prima.
- c) Posibilidad de incrementar el porcentaje de líquidos en la mezcla de harinas. El propio madurador dispone de elementos para inyectar líquidos en la entrada del mismo.

- d) Mejores resultados productivos de la granuladora y de calidad de gránulo.
- e) Eliminación de olores y sabores de las materias primas.
- f) Destrucción de bacterias y hongos.
- g) Permite incrementar los niveles de líquidos.

5.2.2. Expander

Entra dentro del concepto HTST (alta temperatura-corto tiempo), pero añadiendo la presión. Al contrario de los maduradores, el paso de los piensos en harina por el expander es de sólo unos segundos y se pueden alcanzar distintas presiones máximas, de hasta 100 bars, según las diversas marcas comerciales y modelos, con temperaturas máximas de 170° C. Los regímenes de trabajo normales son del orden de 25-40 bars de presión y temperaturas de 90-130° C, con tiempos de tratamiento de 5 a 20 segundos.

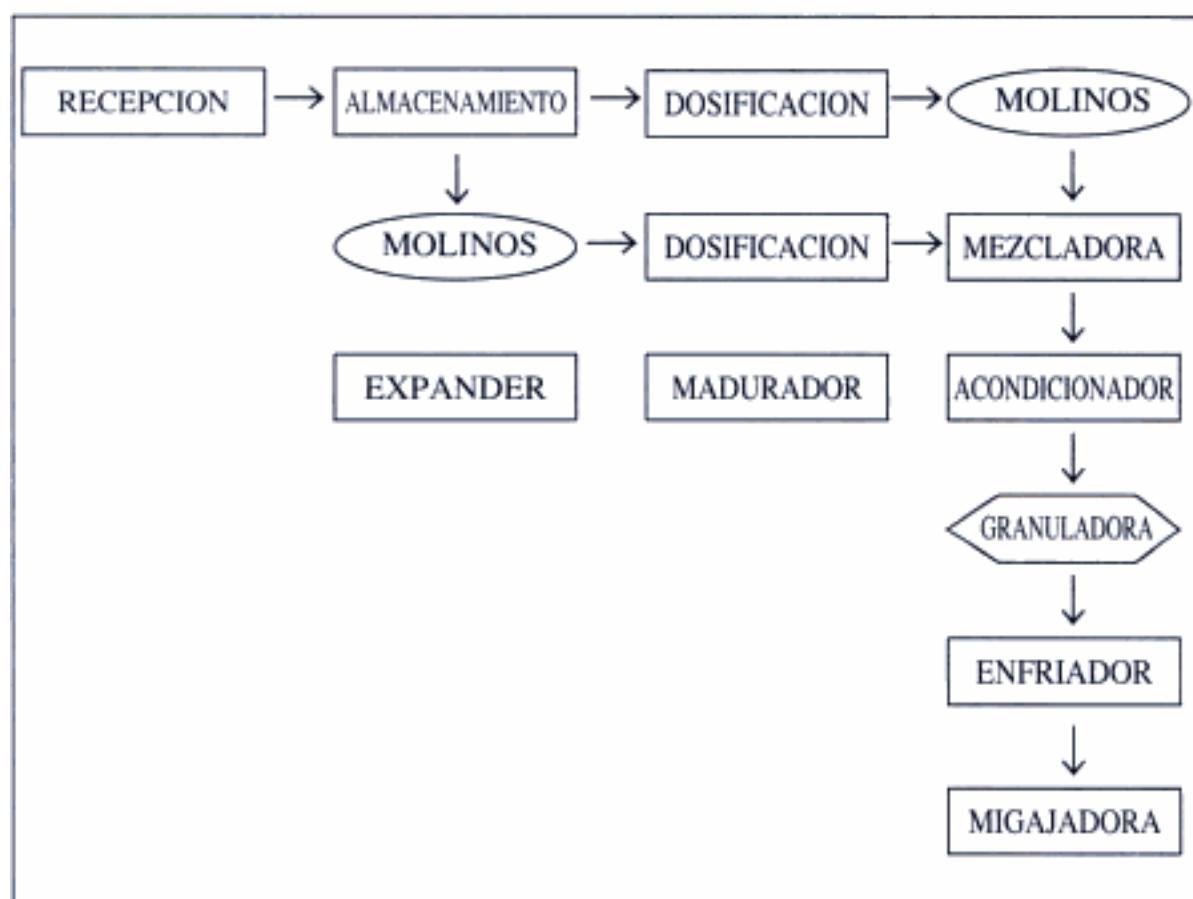


FIGURA 10.1
Esquema de los procesos de fabricación.

Los efectos del expander sobre las materias primas son similares a los descritos anteriormente para los maduradores, pero potenciados.

Los niveles de líquidos pueden llegar a niveles más altos (15-25%), pero teniendo en cuenta que en el propio expander sólo se incorpora más vapor, los líquidos deben ser añadidos en los acondicionadores previos al expander.

5.3. Calidad del gránulo

Al hablar de calidad de los gránulos nos encontramos con distintos términos, como dureza, durabilidad, longitud, etc.

La dureza, expresada en Kp, se mide mediante un aparato que proporciona presiones crecientes hasta el momento de la rotura.

La durabilidad es el concepto que expresa el comportamiento de los gránulos a las distintas manipulaciones que sufren desde que son fabricados hasta que llegan al comedero de los animales. Para medir este parámetro puede recurrirse a varios métodos, entre los que destacan: caja Pfost y método Holmen.

6. Extrusión

La extrusión, en líneas generales, se define como un proceso basado en la aplicación de presión, mediante uno o dos tornillos bis, que producen la salida de la masa por los agujeros de la matriz.

Los comienzos de la aplicación del proceso de extrusión data de los años 30 y las modificaciones que se han venido incorporando a esta tecnología han sido muy manifiestas.

Desde un punto de vista funcional, creemos oportuno distinguir dos sistemas de extrusión: vía seca y vía húmeda.

El desarrollo de los extrusionadores de doble tornillo por los franceses tiene una aplicación más enfocada a la industria alimentaria humana, mientras que el de un solo tornillo se viene implantando en las industrias de piensos de nuestro país. La extrusión en seco se realiza cuando las materias primas contienen un alto contenido en aceites, que permiten lubrificar su paso. Tiene el inconveniente de provocar incrementos importantes de temperatura, que pueden alterar diversos nutrientes del producto, por lo que se trabaja con velocidades de paso reducidos, para aminorar este efecto térmico excesivo, y, en consecuencia, los rendimientos obtenidos son bajos.

La extrusión por vía húmeda se puede realizar siguiendo el esquema HTST (alta temperatura-corto tiempo) o bien con sistemas de presión. En el primer caso el acondicionamiento se hace a presión atmosférica y se exigen fuentes de calor que permitan incrementar la temperatura en pocos segundos (10-25). En el sistema de

presión, el producto se acondiciona con presión y el tiempo de cocción es de varios minutos (2 a 10).

Desde un punto de vista físico, la característica propia de los productos extrusionados es la disminución de su densidad, provocada por los fenómenos de descompresión con fuerte vaporización, lo cual da lugar a una expansión o dilatación muy importante del producto y una aireación interna.

6.1. Extrusionador

Un extrusionador comprende básicamente y según Guerivière *et al.* (1985):

- a) Una zona de alimentación hacia la cual convergen los diferentes ingredientes y donde se puede efectuar el preacondicionamiento hídrico.
- b) Una zona de acondicionamiento térmico y de presión. Esta zona está comprendida por partes calefactoras y/o enfriadoras y permite acoger gradientes de presión muy diversos, por el ensamblaje de tornillos bis de configuraciones geométricas diversas.

Los niveles de presión, temperatura, humedad y tiempo de estancia del producto en el extrusionador pueden ajustarse, permitiendo obtener productos con distintas características.

- a) Una matriz que definirá las diversas formas y tamaños de presentación del producto extrusionado.
- b) Posibilidad de acoplar elementos de inyección de líquidos a la salida de la matriz, como saborizantes, pigmentantes...
- c) Un sistema de corte del producto a la salida de la matriz.
- d) Un enfriador del producto.

Según su construcción, los extrusionadores pueden ser sencillos o de un solo tornillo o de tornillos gemelos, siendo los de un solo tornillo los que se emplean en la fabricación de piensos compuestos y materias primas extrusionadas para alimentación animal, debido a su mayor rendimiento.

Las temperaturas de trabajo en el extrusionador pueden ser muy variables, pudiéndose superar los 200° C, pero en las condiciones normales de trabajo los niveles son de 120-140° C, presiones de 20 a 40 bars e incorporación de humedad hasta alcanzar los valores de 20 a 35%.

6.2. Aplicaciones prácticas

Si bien en un principio los extrusionadores se empleaban en la industria plástica y en alimentación humana (productos a base de harina, productos de confitería,

como chicles, regaliz, y con posterioridad en la obtención de caseinatos, aceites y grasas), hoy en día esta tecnología se ha implantado en la industria de piensos compuestos para alimentación animal, fundamentalmente en:

- a) Piensos para perros y gatos (Pet Foods).
- b) Piensos para peces.
- c) Materias primas, especialmente cereales y soja, para introducir en los piensos de primeras edades de distintas especies animales.

7. Doble granulación

Esta tecnología está basada en el paso de los productos por dos granuladoras que trabajan en serie. En una primera fase o primera granuladora se emplean matrices de baja compresión y los rendimientos son muy elevados, con una calidad del gránulo baja. Es lo que se denomina precompresión.

El producto precomprimido pasa por una segunda granuladora de mayor compresión, produciendo unos gránulos de alta calidad.

Esta nueva técnica permite incorporar mayores proporciones de líquidos (12-15%) en los acondicionadores sin que se vea afectada la calidad final del gránulo y puede tener su aplicación en piensos con alto contenido en fibra.

8. Resumen y primeras conclusiones

El proceso de fabricación de piensos pasa por distintas etapas, todas ellas muy ligadas al resultado final que se pretende, cual es la producción de piensos de calidad.

El control de las diferentes etapas: recepción de materias primas, molturación-dosificación o dosificación-molturación y mezcla, permite obtener los distintos piensos en harina. La incorporación en las fábricas de pienso de los más recientes avances en sistemas de acondicionado ha permitido, entre otras acciones, mejorar el producto final y facilitar la adición de mayores proporciones de líquidos.

La granulación de los piensos es hoy día la tecnología de mayor difusión y que puede ser el complemento final de los piensos que han sufrido el proceso de expansión.

La fabricación de piensos extrusionados para animales de compañía y peces, tiene un gran futuro, así como el tratamiento de cereales y otras materias primas que se incorporan en los piensos de iniciación de distintas especies.

Principales fuentes consultadas

GUERIVIÈRE DE LA, J. F., MERCIER, CH. y BAUDET, L. (1985). Incidences de la cuisson-extrusion sur certains paramètres nutritionnels de produits alimentaires notamment céréaliers. *Cah. Nutr. Diét.* XX, 3: 201-210.

PIPA, F. y FRANK, G. (1989). High-pressure conditioning with annular gap expander. A new way of feed processing. *Advances in Feed Technology*, n° 2, 10-30.

CAPÍTULO XI

INTRODUCCION A LAS RECOMENDACIONES EN RACIONAMIENTO ANIMAL

VICENTE JIMENO VINATEA

INDICE

- 0. Introducción
 - 1. Racionamiento animal
 - 2. Presentación de los alimentos
 - 2.1. Alimentos líquidos
 - 2.2. Alimentos sólidos
 - 3. Límites de empleo de ciertos alimentos
 - 3.1. Monogástricos
 - 3.2. Vacas lecheras
 - 4. Principales causas restrictivas de materias primas
 - 5. Resumen y primeras conclusiones
- Principales fuentes consultadas

0. Introducción

El racionamiento animal consiste en elegir adecuadamente los alimentos a suministrar a cada especie animal y calcular las cantidades necesarias que han de recibir para aportarles todos aquellos nutrientes que les son necesarios.

Una ración o dieta debidamente formulada debe ser capaz de cubrir las necesidades de mantenimiento más las de producción (ganancia de peso, huevos, leche...), mantener en un estado saludable al animal, así como de disminuir el efecto de contaminación medioambiental que producen algunos nutrientes desechados a través de heces y orina.

Previamente al cálculo de la ración es necesario conocer las necesidades nutritivas de los animales para los que vamos a formular, aunque en la práctica el nutricionista emplea o maneja unos valores superiores a las necesidades nutritivas que denominamos *recomendaciones nutritivas*. Estas recomendaciones se obtienen mediante ensayos de alimentación, realizados en condiciones semejantes a la situación de explotación práctica de los animales y representan valores superiores a las necesidades nutritivas de los animales; dicho de otra forma, se recurre a un margen de seguridad con el que se pretende controlar adecuadamente la variabilidad natural de las distintas materias primas, las posibles imprecisiones de los diversos métodos de análisis, las incertidumbres existentes sobre las necesidades nutritivas en algunos nutrientes (AA esenciales), sobre las condiciones de utilización de los alimentos, sobre la influencia de ciertos factores (T^* , tipo de alimento, potencial genético...) en la capacidad de ingestión del animal, sobre el tipo de transformación que pueden sufrir ciertos nutrientes durante los procesos tecnológicos de la fabricación de alimentos compuestos, así como sobre el propio estado de salud del animal.

En resumen, las recomendaciones nutritivas de los distintos métodos de nutrición animal (NRC, INRA, ARC...) representan valores mínimos que tienen en cuenta las necesidades nutritivas y una serie de condicionantes que afectan al animal, a los alimentos y a los procesos de transformación de éstos. En cualquier caso, es el nutrólogo, basado en su propia experiencia y conocimiento, quien puede y debe decidir si adopta valores superiores a las recomendaciones de cada método para mejorar los índices productivos y, por lo tanto, los resultados económicos de la explotación.

1. Racionamiento animal

El desarrollo de la informática en los últimos años ha contribuido a la creación de programas de racionamiento específicos, en los que continuamente se están integrando todas aquellas mejoras que van apareciendo. Estos programas se han convertido en importantísimas herramientas de trabajo, que nos permiten aplicar con la máxima eficacia económica las recomendaciones nutritivas en el racionamiento animal.

También conviene recordar que, aunque los programas informáticos de racionamiento facilitan enormemente el trabajo del nutricionista, no pueden reemplazar la reflexión y el conocimiento teórico y práctico necesarios para preparar las raciones y establecer los programas de distribución.

Las recomendaciones nutritivas que utilizan los programas informáticos son una serie de reglas que se aplican en unas condiciones determinadas, teniendo en cuenta las características fisiológicas del animal, sus necesidades y los valores nutritivos de los alimentos. Debido a que cada método de racionamiento utiliza distintas ecuaciones de predicción para el cálculo de los aportes nutritivos, experimentadas en condiciones diferentes, no se deben mezclar datos de varios sistemas en el uso de los programas de racionamiento.

Teniendo en cuenta todas estas consideraciones, se determinan los aportes nutritivos que mediante el racionamiento nos permiten construir una ración en la que quedan establecidos los siguientes aspectos: alimentos incluidos, análisis de sus principios nutritivos y una valoración completa de dicha ración (figura 11.1).

Las técnicas que emplean los programas informáticos son la programación lineal y estocástica, basadas en el cálculo matemático de una serie de ecuaciones de forma simultánea.

La aplicación de estos sistemas y programas informáticos permite expresar de la mejor forma posible el potencial de producción de los animales y garantizar la eficacia de transformación de los alimentos ingeridos en productos animales comercializables (Sauvant, 1993).

2. Presentación de los alimentos

Atendiendo exclusivamente a la forma de presentación de los alimentos, éstos pueden clasificarse en dos grandes grupos: alimentos líquidos y alimentos sólidos.

2.1. Alimentos líquidos

Las materias primas líquidas que tienen interés en la nutrición animal se obtienen generalmente en los procesos industriales y son subproductos o coproductos de la industria agroalimentaria. Desde el punto de vista cuantitativo, los alimentos líquidos más importantes son las grasas y las melazas.

Las principales características de estos alimentos son:

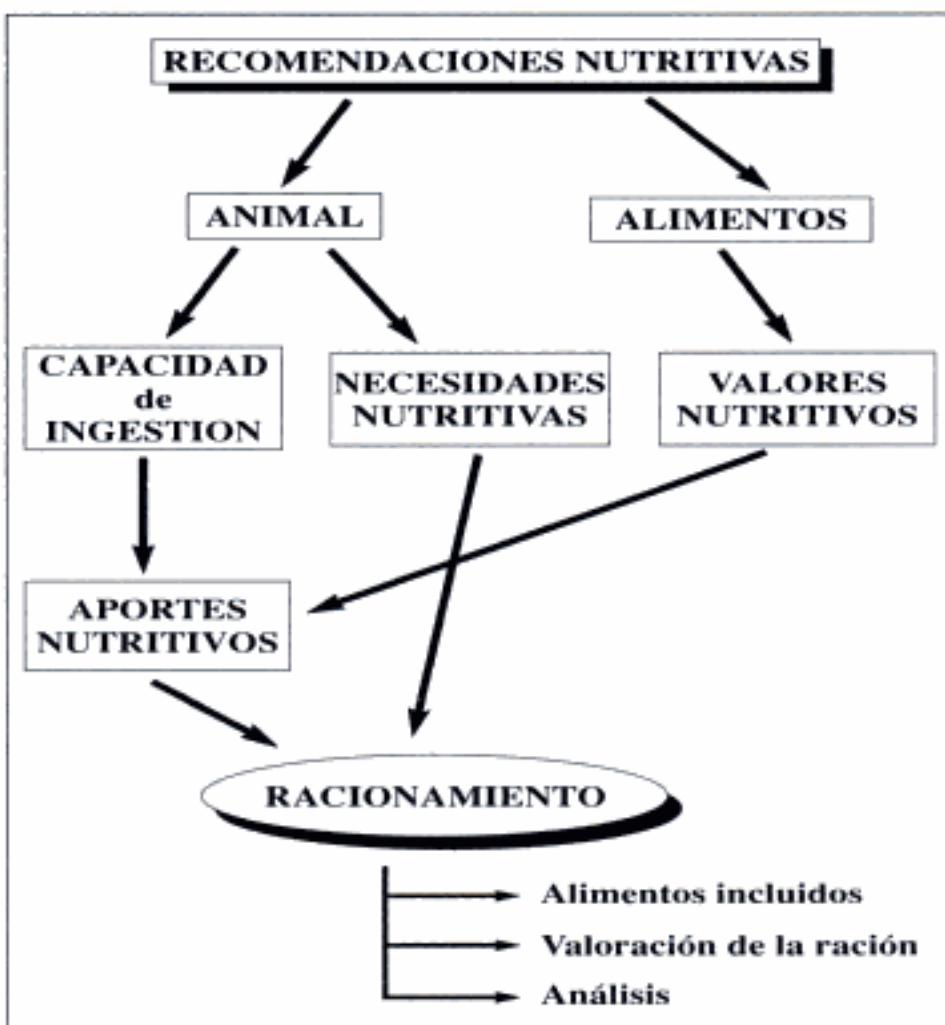


FIGURA 11.1
Esquema de utilización de las recomendaciones nutritivas.

- a) A temperatura ambiente se presentan en forma líquida.
- b) Pueden ser proteicos y/o energéticos.
- c) Tienen bajo contenido en fibra bruta.
- d) Contribuyen a mejorar la compactación del gránulo por sus propiedades aglomerantes.
- e) Permiten mejorar los costes de fabricación y, por lo tanto, disminuyen los costes económicos de la explotación.

En la alimentación de vacas lecheras, la inclusión de alimentos líquidos permite, además, mejorar el contenido en humedad de la ración, aumentando su apetecibilidad.

Para el manejo de estos alimentos se requieren instalaciones específicas que posibiliten unos adecuados almacenamiento y suministro de los mismos, bien mezclados en los piensos, bien añadidos a otros tipos de raciones. En general, la adición de líquidos durante el proceso de fabricación de los piensos suele hacerse cuando se encuentran en forma de harina.

En cuanto al futuro de los alimentos líquidos, podemos afirmar que es un tanto incierto y que dependerá en gran medida de la evolución de los precios de otras materias primas, como, por ejemplo, los cereales. Pero, mientras tanto, el uso de estos alimentos tiene un gran interés debido a las características nutritivas ya comentadas anteriormente y, además, porque son alimentos de alta disponibilidad en el mercado, de una gran calidad, y algunos de ellos (sueros, vinazas...), al ser usados en nutrición animal contribuyen a la mejora sobre el control de vertidos de efluentes al medio ambiente.

2.2. Alimentos sólidos

Son todos aquellos alimentos utilizados en alimentación animal que a temperatura ambiente se encuentran en estado sólido. Constituyen una amplia gama de alimentos, con características nutritivas muy variables. En este grupo de alimentos están incluidos los forrajes verdes, los henos, los ensilados, los concentrados, los subproductos o coproductos y, también, ciertos aditivos.

Los forrajes verdes se presentan en su estado natural y pueden ser consumidos por pastoreo directo o bien suministrados directamente en comedero (*zero grazing*). Los henos se obtienen mediante la siega y posterior desecación al sol, aunque también puede hacerse una desecación industrial por deshidratación.

En algunas técnicas de conservación de forrajes (ensilados), éstos se Trituran o se pican y disminuye ostensiblemente su tamaño, por lo que son degradados más rápidamente en el rumen y originan una disminución muy rápida del pH, lo que puede ocasionar graves trastornos digestivos. Para evitar la aparición de patologías digestivas provocadas por falta de forraje largo, se recomienda que, tras el picado de los forrajes, el tamaño mínimo de las partículas que lo componen sea superior a 2 cm.

Los concentrados suelen presentarse en forma de harina, gránulo o, también, extrusionados. Las harinas se obtienen por trituración de los granos o semillas, rompiendo de esta forma sus envolturas y parte de su estructura interna, con lo que se consigue mejorar la homogeneidad de los piensos y favorecer el ataque de las enzimas digestivas. El método más empleado para la trituración de concentrados es el molino de martillos, aunque en molinería se suelen utilizar molinos de cilindros para triturar el trigo.

La granulación es una técnica que combina presión, calor y vapor de agua, produciendo un cambio importante en la estructura de una parte de la materia orgánica, sobre todo del almidón. En el proceso de granulación de una materia prima, primero se muele, a continuación se somete a un acondicionamiento previo por inyección de vapor durante un tiempo muy corto para, después, ser prensada a través de una matriz y obtener el gránulo o las migajas.

Las principales ventajas que presenta la granulación de los piensos son:

- a) Mejora de los índices productivos.
- b) Menor cantidad de polvo en los alojamientos.

- c) Mejora en las características físicas y nutricionales de las materias primas.
- d) Mayor peso específico del producto y, por lo tanto, menor volumen ocupado para el transporte y almacenamiento.
- e) Mejora considerable de la palatabilidad.

El principal inconveniente de esta técnica radica en el incremento de los costes de fabricación de los piensos (si bien dicho incremento puede compensarse, al menos parcialmente, por la mayor flexibilidad de utilización de materias primas *menos nobles*). Para González Mateos (1993), los objetivos de la granulación son: mejorar la productividad animal, flexibilizar la formulación, mejorar el aspecto físico y microbiológico del pienso y, además, dar argumentos comerciales al departamento de *marketing* de las fábricas de piensos.

Los alimentos extrusionados se obtienen mediante tratamiento mecánico y térmico (presión y temperatura) en el interior de una máquina denominada *extruder*, forzando al alimento a salir a través de los orificios de una matriz que tiene un diseño específico, de manera que el producto extrusionado tiene un peso específico y un aspecto completamente distintos por el efecto de la expansión. La extrusión puede hacerse en húmedo o en seco.

Los efectos ventajosos de la extrusión son:

- a) Mayor desdoblamiento de los almidones e incremento de su digestibilidad.
- b) Destrucción de los factores antinutritivos.
- c) Eliminación de microorganismos y agentes tóxicos.
- d) Mejora en la presentación de los piensos.

Los principales inconvenientes son:

- a) La destrucción de AA, enzimas, vitaminas y pigmentos.
- b) Las reacciones poco deseables (las reacciones de Maillard producidas durante los tratamientos térmicos dificultan la proteólisis por reacciones entre los grupo amino de las aminoácidos y los grupos carbonilo de los azúcares reductores).
- c) El alto coste de producción.

3. Límites de empleo de ciertos alimentos

3.1. Monogástricos

3.1.1. Ganado porcino

En la elaboración de piensos de *primera edad* para porcino deberemos prestar especial atención a la selección de materias primas, teniendo en cuenta su calidad, sus valores nutritivos, su estado de conservación y sus niveles de incorporación.

Como ya se comentó anteriormente, las materias primas o alimentos que se someten a un tratamiento térmico adecuado (granulación, extrusión) mejoran su va-

lor nutritivo, ya que se consigue una mayor digestibilidad del almidón y del nitrógeno, entre otras ventajas.

Los principales alimentos utilizados en los piensos de porcino de primera edad son: harina de soja, harina de pescado, leche descremada en polvo, lactosueros y cereales. En cuanto a los cereales, es necesario incluir un mínimo del 25% en los piensos y, a ser posible, mayor cantidad de cebada, debido a sus propiedades antidiarreicas.

En cambio, son rechazadas como materias primas para la elaboración de piensos de primera edad las harinas de carne, colza y girasol, los altramuces, los guisantes, los subproductos de cereales, las mandiucas, etc.

En piensos de *segunda edad* se utilizan como cereales base el trigo, la cebada (dos carreras) y el maíz. Se pueden incluir también pequeñas cantidades de avena, subproductos de cereales, altramuces, guisantes y mandiucas de alta calidad (más del 70% de almidón).

CUADRO 11.1

Restricciones de materias primas en el racionamiento de porcino

Límites de empleo recomendados (%)							
Primera edad		Segunda edad		Crecimiento		Verracos y cerdas Gest./lact.	
Maíz	máx. 40	Maíz	máx. 100	Maíz	máx. 100	Maíz	máx. 50
Cebada 2C	máx. 40	Cebada 2C	máx. 100	Cebada 2C	máx. 100	Cebada 2C	máx. 100
Cebada 6C	máx. 0	Cebada 6C	máx. 100	Cebada 6C	máx. 100	Cebada 6C	máx. 100
Trigo	máx. 40	Trigo	máx. 100	Trigo	máx. 100	Trigo	máx. 50
Avena	máx. 0	Avena	máx. 10	Avena	máx. 15	Avena	máx. 15
Centeno	máx. 0	Centeno	máx. 100	Centeno	máx. 100	Centeno	máx. 40
Sorgo	máx. 0	Sorgo	máx. 100	Sorgo	máx. 100	Sorgo	máx. 50
Triticale	máx. 0	Triticale	máx. 100	Triticale	máx. 100	Triticale	máx. 50
Salvado	máx. 0	Salvado	máx. 5	Salvado	máx. 10	Salvado	máx. 15
Mandioca	máx. 0	Mandioca	máx. 20	Mandioca	máx. 25	Mandioca	máx. 20
Gluten feed	máx. 0	Gluten feed	máx. 5	Gluten feed	máx. 10	Gluten feed	máx. 10
H. soja 44/48	máx. 20	H. soja 44/48	máx. 100	H. soja 44/48	máx. 100	H. Soja 44/48	máx. 100
H. girasol 36/38	máx. 0	H. girasol 36/38	máx. 10	H. girasol 36/38	máx. 10	H. Girasol 36/38	máx. 10
Guisantes	máx. 0	Guisantes	máx. 15	Guisantes	máx. 20	Guisantes	máx. 25
Altramuces	máx. 0	Altramuces	máx. 5	Altramuces	máx. 10	Altramuces	máx. 0
D.D.G.	máx. 0	D.D.G.	máx. 0	D.D.G.	máx. 5	D.D.G.	máx. 5
Alfalfa DH	máx. 0	Alfalfa DH	máx. 0	Alfalfa DH	máx. 5	Alfalfa DH	máx. 7
H. carne	máx. 0	H. carne	máx. 0	H. carne	máx. 5	H. Carne	máx. 5
H. pescado	máx. 8	H. pescado	máx. 8	H. pescado	máx. 7	H. Pescado	máx. 7
Levaduras	máx. 10	Levaduras	máx. 10	Levaduras	máx. 10	Levaduras	máx. 10
Grasa animal	máx. 5	Grasa animal	máx. 5	Grasa animal	máx. 3	Grasa animal	máx. 3
Aceite vegetal	máx. 2	Aceite vegetal	máx. 2	Aceite vegetal	máx. 1,5	Aceite vegetal	máx. 1,5
Melaza	máx. 5	Melaza	máx. 5	Melaza	máx. 7	Melaza	máx. 10
Leche des.	mín. 10	Leche des.	máx. 10	Leche des.	máx. 10	Leche des.	máx. 10
Lactosuero	máx. 10	Lactosuero	máx. 10	Lactosuero	máx. 10	Lactosuero	máx. 10

Fuente: Elaboración propia a partir de la bibliografía.

En la elaboración de piensos para crecimiento-engorde se emplean un gran número de materias primas. Los cereales no tienen ningún límite de inclusión, salvo el propio de la optimización por coste económico que imponen los programas informáticos; sólo la avena se encuentra restringida, por su alto contenido en fibra bruta.

Las grasas animales y los aceites vegetales están bastante limitados, sobre todo en la última fase del cebo, para evitar un engrasamiento excesivo, que va en detrimento de una buena clasificación. Las restricciones que presentan el resto de los alimentos utilizados para la elaboración de estos piensos se deben a su contenido en distintos factores antinutritivos que modifican negativamente su valor nutritivo (cuadro 11.1).

3.1.2. Gallinas ponedoras

En los piensos de ponedoras se emplean, entre otras, materias primas con alto contenido energético, ya que las estirpes actuales requieren piensos de alta concentración energética.

CUADRO 11.2

Restricciones de materias primas en el racionamiento de gallinas

Límites de empleo recomendados (%)					
Pollitas 0 a 6 semanas		Pollitas 7 a 18 semanas		Pollitas prepuesta Ponedoras y Reproductoras	
Maíz	máx. 100	Maíz	máx. 100	Maíz	máx. 100
Cebada 2C	máx. 10	Cebada 2C	máx. 20	Cebada 2C	máx. 25
Trigo	máx. 30	Trigo	máx. 30	Trigo	máx. 30
Avena	máx. 0	Avena	máx. 15	Avena	máx. 10
Sorgo	máx. 15	Sorgo	máx. 35	Sorgo	máx. 30
Triticale	máx. 0	Triticale	máx. 15	Triticale	máx. 20
Salvado	máx. 10	Salvado	máx. 10	Salvado	máx. 10
Mandioca	máx. 10	Mandioca	máx. 15	Mandioca	máx. 10
Gluten feed	máx. 5	Gluten feed	máx. 10	Gluten feed	máx. 10
H. soja 44/48	máx. 25	H. soja 44/48	máx. 100	H. soja 44/48	máx. 100
H. girasol 36/38	máx. 0	H. girasol 36/38	máx. 8	H. girasol 36/38	máx. 6
Guisantes	máx. 0	Guisantes	máx. 10	Guisantes	máx. 10
Altramueses	máx. 0	Altramueses	máx. 0	Altramueses	máx. 8
D.D.G.	máx. 0	D.D.G.	máx. 5	D.D.G.	máx. 5
H. carne	máx. 0	H. carne	máx. 2,5	H. carne	máx. 3
H. pescado	mín. 2 máx. 6	H. pescado	máx. 4	H. pescado	máx. 5
Soja integral	máx. 12	Soja integral	máx. 12	Soja integral	máx. 12
Grasa animal	máx. 2	Grasa animal	máx. 2	Grasa animal	máx. 3
Aceite vegetal	máx. 3	Aceite vegetal	máx. 3	Aceite vegetal	máx. 5
Gluten meal	máx. 5	Gluten meal	máx. 5	Gluten meal	máx. 5
Garrofa	máx. 0	Garrofa	máx. 5	Garrofa	máx. 5
Germen maíz	máx. 0	Germen maíz	máx. 0	Germen maíz	máx. 15
Subp. matadero	máx. 0	Subp. matadero	máx. 0	Subp. matadero	máx. 3

Fuente: Elaboración propia a partir de la bibliografía.

Los cereales (maíz, trigo y cebada) constituyen los principales componentes energéticos de las raciones, junto con las grasas, oleaginosas, raíces y tubérculos.

El maíz no tiene límite de inclusión, ya que, además de ser muy energético, tiene un alto nivel de xantofilas, ácido linoleico y una alta disponibilidad en biotina (hepatoprotector).

Los concentrados proteicos más utilizados en los piensos de gallinas son: las harinas de soja, girasol, pescado, carne, el gluten de maíz, los guisantes, el altramuz, las levaduras y AA sintéticos, DL-metionina y L-lisina, ya que son AA limitantes en las aves.

El Ca es un elemento mineral muy importante en las raciones de las gallinas ponedoras, ya que de él depende la calidad de la cáscara del huevo. Se suministra principalmente a través del carbonato cálcico, normalmente en forma granulada o grosera, debido a que disminuyen los finos en el pienso y se obtiene mayor calidad de cáscara (cuadro 11.2).

3.2. Vacas lecheras

En el siguiente cuadro 11.3 se exponen los límites de empleo para algunas de las materias primas utilizadas en la confección de raciones para vacas lecheras en producción.

CUADRO 11.3

Restricciones de materias primas en el racionamiento de vacas lecheras

Límites de empleo recomendado en % de materia seca (MS)			
Alimentos	% de la MS total ingerida	% de la MS del pienso	Causas de la restricción
Trigo	—	máx. 20	↑ [H.C muy degradables]
Gluten feed	—	máx. 20	↓ la apetecibilidad
Alfalfa DH	máx. 20	—	↓ el % de forraje largo
Harina de pescado	—	máx. 4	Olor y sabor a producciones
P. remolacha DH	máx. 25	—	Olor y sabor a producciones
Cebadilla	máx. 13	—	↓ el % FB
P. naranja húmeda	máx. 15	—	↑ de FB poco digestible
S. entera algodón	máx. 20	—	Gosipol. Tóxico
Melaza	máx. 12	máx. 25	↑ K+ y ↑ la [CNF]
Levadura cerv. seca	máx. 3	máx. 8	↓ contenido en PDIA
Sebo (grasa animal)	máx. 2	máx. 5	↓ la actividad microbiana
Grasa protegida	máx. 2	máx. 5	↑ los costes de producción

Fuente: Elaboración propia.

4. Principales causas restrictivas de materias primas

Los factores antinutritivos: antivitaminas, antienzimas, taninos y otros factores, como, por ejemplo, ciertos componentes tóxicos que contienen las materias primas, son las principales causas restrictivas para su inclusión en las dietas animales.

El empleo de cereales en monogástricos suele estar limitado por su contenido en β -glucanos, polisacáridos que forman parte de la cubierta o envoltura de los granos, y debido a la baja actividad enzimática de las β -glucanasas digestivas no son aprovechados correctamente, pudiendo dar lugar a heces pastosas.

La avena y la cebada contienen antienzimas, factores antinutritivos que actúan reduciendo la digestibilidad de las proteínas. Otros factores antinutritivos, como los taninos, se encuentran en la cebada, sorgo y mandioca; éstos actúan disminuyendo el coeficiente de digestibilidad de las proteínas y la utilización de la energía.

En los altramueses y guisantes se localizan α -galactósidos, que pueden dar lugar a problemas gastrointestinales. Los guisantes y la soja cruda presentan también antienzimas (antitripsícos), que inhiben la acción de la tripsina pancreática.

El centeno presenta agentes tóxicos para las aves (polifenoles), mientras que las mandiocas contienen ácido cianhídrico y antifosfatases. Las harinas de carne tienen antivitaminas que inhiben la acción de la biotina.

También se restringe el uso de las harinas de pescado por su alto contenido en ácidos grasos insaturados (AGI) que pueden transmitir olor y sabor a las producciones. Las melazas se limitan por su elevado nivel de K⁺, que influye en la incidencia de procesos diarreicos.

5. Resumen y primeras conclusiones

El racionamiento animal es la forma práctica de aplicar los conocimientos en nutrición animal para alimentar a las distintas especies animales y obtener los mejores resultados económicos. Sin olvidar que, simultáneamente a la consecución de estos objetivos, deberemos cuidar al máximo la salud del animal y la contaminación medioambiental.

Para ahorrar tiempo y aumentar la eficacia del trabajo requerido en el desarrollo del racionamiento animal, nos apoyamos en herramientas cada vez más sofisticadas, como son los programas informáticos.

En este capítulo se han expuesto, entre otros aspectos, cuáles son los límites de utilización de ciertos alimentos, sin olvidar el riesgo que esto representa, puesto que los continuos avances en la investigación sobre nutrición animal, las mejoras conseguidas en las nuevas variedades de semillas y granos, los enormes progresos obtenidos en los tratamientos industriales aplicados a las materias primas y, por último, el imparable avance de la genética animal harán que en un futuro no muy lejano estas recomendaciones sean ampliamente modificadas.

Principales fuentes consultadas

- BLAS, C. y MATEOS, G. G. (1991). *Nutrición y alimentación de gallinas ponedoras*. MAPA, Aedos, Mundi-Prensa. Madrid.
- COULON, J. B. y AGABRIEL, J. (1992). Réflexions sur les outils de mise en oeuvre des recommandations alimentaires. Application aux vaches laitières dans les conditions françaises. INRA. *Prod. Anim.*, 5: 347-353.
- INRA (1984). *L'alimentation des animaux monogastriques: porc, lapin, volailles*. Paris.
- ITP (1994). *Alimentation du porc charcutier*. Institut Technique du Porc, Paris.
- MATEOS, G. G. (1993). *Efectos de la granulación: bases científicas y efectos nutricionales*. IX Curso de especialización FEDNA. Barcelona, 8-9 de Noviembre 1993.
- PIAT, D. M. C. (1993). *Materias primas, tecnología de la calidad*. XVIII Congreso de la FE-FAC. Sevilla, 5 a 8 de Mayo 1993.
- SAUVANT, D. (1993). *Sistemas y programas de alimentación*. XVIII Congreso de la FE-FAC. Sevilla, 5 a 8 de Mayo 1993.

Hidden page

Hidden page

0. Introducción

La alimentación racional consiste en aportar a los animales todos los elementos nutritivos que necesitan para compensar los gastos que implican sus producciones y para mantenerlos en un estado sanitario adecuado. Las cantidades de nutrientes fijadas como necesarias se conocen bajo la denominación general de normas alimenticias o necesidades nutritivas. Estas se ven afectadas en todo el ganado en general y en el vacuno de leche en particular por una serie de factores, como son la selección genética, el tipo de explotación, la capacidad de adaptación (estrés) y la variación individual.

En el caso de la vaca de leche, las normas de alimentación pueden darse para cada función por separado, distinguiéndose entonces las necesidades de mantenimiento, de crecimiento, de gestación y de producción de leche; o bien como cifras globales para el conjunto de sus funciones. En la práctica diaria de la alimentación se debe distinguir bien entre los requerimientos teóricos y los aportes reales, ya que estos últimos conllevan un margen de seguridad. Las cantidades adicionales de alimento aseguran la buena alimentación de todos los animales, pues el hecho de utilizar cifras medias podría dejar a una parte de los individuos subalimentados. Sin embargo, estos márgenes son criticados por algunos autores que piensan que es antieconómico dar más alimento al 90% del ganado para asegurar que el 10% restante no quede subalimentado.

Cuando se emplean las tablas de alimentación se deben tener en cuenta las variaciones entre individuos y entre las diferentes partidas de un mismo alimento, por ello las normas alimenticias han de ser consideradas en la vaca de leche como simples guías y no como reglas inflexibles.

1. Alimentación de los terneros

El ternero al nacer está indefenso en su nuevo medio. Deberá entonces ingerir los calostros lo más pronto posible (6 primeras horas de vida). Puede mamarlos directamente de la madre, aunque es mejor, para evitar problemas sanitarios, ordeñar

la vaca y después dárselos. Se utilizarán calostros frescos o congelados de otras vacas. La congelación es un método de esterilización contra leucosis y se debe hacer con calostros obtenidos en el primer ordeño de hembras que hayan parido al menos una vez. Para que se obtengan los mejores resultados se descongelarán en el momento de su utilización. La gran cantidad de calostros producidos el primer día después del parto (12-25 kg) y las técnicas avanzadas de conservación (congelación, acidificación...) permiten la utilización complementaria del alimento durante el primer mes de vida del ternero.

La alimentación de los terneros durará dos meses hasta la recria. En este período a los animales se les dará una alimentación líquida (calostro, leche...) en cantidades fijas y otra sólida (pienso y forraje) a voluntad. De esta forma obtendremos unos crecimientos moderados (crecen, pero no están gordos), con un mínimo de problemas digestivos y con una estimulación progresiva del consumo de alimentos sólidos. Los dos o tres primeros días de vida del ternero su alimentación será a base de calostro diluido (12-18% de MS), que mejora la digestibilidad. Nunca suministraremos más de dos litros de calostro por toma, pues existe una limitación física en la capacidad del abomoso. Se estima que la ingestión máxima puede estar en las 12 primeras horas de vida (5% del peso vivo). A partir del cuarto día lo normal es la alimentación con lactorremplazantes, los cuales se prepararán según las indicaciones del fabricante y se aportarán en dos tomas diarias. Es conveniente que en el primer mes de vida el animal reciba la alimentación líquida a una temperatura de 36-38° C, pudiéndose dar fría posteriormente.

En cuanto a la alimentación sólida, debemos incorporarla a la dieta lo antes posible (segunda semana de vida). Intentaremos que la cantidad consumida sea cada vez mayor y para ello podemos presentarla a voluntad o mediante distribuciones de pequeñas cantidades varias veces al día. Esta alimentación puede estar constituida por *pienso de arranque + heno*, ambos alimentos a discreción, debiéndose conseguir que el animal llegue a consumir alrededor de 2 kg de pienso; o por un *pienso completo*, que es preferible, ya que tiene la ventaja de que el ternero no puede elegir entre el pienso y el heno y, por tanto, la alimentación es más equilibrada.

1.1. Calidad del lactorremplazante

La leche en polvo estará formada por un 80% de subproductos lácteos; en este caso el contenido en proteína debe ser al menos del 20%. Cuando se use proteína de origen no lácteo (harina de soja, hidrolizado de pescado...), para sustituir parte de la láctea, el lactorremplazante debe contener más del 20% de ésta. Se consideran fuentes proteicas de baja calidad la harina de carne, la de cereales y los solubles de destilería.

El contenido en grasa del lactorremplazante puede variar entre el 10-20%. La calidad de la grasa es tan importante como la cantidad. Las mejores son las de ori-

gen animal, mientras que las de origen vegetal sólo se deben utilizar en pequeñas cantidades y siempre asociadas a las anteriores.

1.2. Calidad del alimento sólido

Los granos de cereales se pueden presentar enteros, partidos, aplastados o molidos groseramente, siempre tratando de que produzcan la menor cantidad de polvo posible. Podemos adicionar melazas (5-10%) que reducen el polvo, aglutinan los micronutrientes y mejoran la apetecibilidad del alimento, buscando una mezcla basta, gruesa y áspera del alimento que favorezca el consumo por parte del ternero. Los granos mejores son los de maíz, cebada y avena. Como fuente proteica del pienso se puede utilizar la harina de soja para conseguir hasta el 18-20% de proteína. No utilizar la harina de algodón, pues el gosipol es un factor antinutritivo para el ternero, ni tampoco fuentes de nitrógeno no proteico.

Los forrajes más adecuados son los henos de buena calidad, bien de tipo mezcla (leguminosas + gramíneas), como el de veza-avena, o bien de gramíneas (ray-grass italiano). Si no es posible utilizar éstos, recurriremos a las pajas de gramíneas (cebada y avena) de buena calidad. Los forrajes se presentarán troceados o granulados. Son también buenos ingredientes fibrosos la harina de alfalfa, la pulpa de remolacha (< 12% de la MS de la ración), el salvado de trigo y la cascarilla de soja. La fibra bruta no será superior al 15%.

2. Alimentación en la recría

La recría es el período de tiempo que transcurre desde el destete de las terneras hasta el momento del parto. Esta fase del crecimiento no es homogénea, sino que pasa por diferentes períodos marcados por necesidades nutritivas distintas. Establecemos en esta fase tres grupos de edad: los animales de 2 a 6 meses, los de 6 a 12 meses y los de más de 12 meses. Cada uno de ellos exigirá unos criterios de alimentación acordes con sus peculiaridades.

2.1. Animales de 2 a 6 meses de edad

Se utilizarán como forrajes los henos de leguminosas o leguminosas+gramíneas de buena calidad, que aumenta la palatabilidad del alimento y estimula el consumo. No se recomienda el aporte de alimentos ensilados cuando las terneras tienen menos de 4 meses. De 4 a 6 meses la cantidad será pequeña, pues su digestivo no digiere bien los ácidos grasos de cadena corta, ni el contenido excesivo de humedad y fibra. El pienso consistirá en una mezcla simple de cereales, leguminosas y un corrector vitamínico mineral (>18% de proteína) y la cantidad a suministrar no será mayor de 2-2,5 kg/cabeza y día, colocándose a libre disposición. Se recomienda la adición de sustancias tampón hasta los tres meses de edad.

Hidden page

su máximo a los 45 días después del parto y luego va descendiendo un 10% cada mes hasta el período de secado. Para calcular la alimentación tenemos en cuenta las necesidades de conservación (en función del peso vivo), de producción (por kg de leche), de gestación (último tercio) y de crecimiento (primera lactación). Valoramos las necesidades parciales en energía, proteína, vitaminas y minerales, que son los elementos nutritivos agrupados en la materia seca de los alimentos; por ello en cada caso el animal tendrá unas exigencias de consumo de materia seca para cubrirlas.

3.1. La materia seca

Si las vacas no consumen la materia seca que necesitan, perderán peso y disminuirá su producción, pero si el consumo es superior al indicado, las vacas engordarán demasiado y no mejorará la lactación. Para calcular el consumo de materia seca utilizaremos la ecuación de Cornell (1), que estima este parámetro en función del peso del animal y de su producción (FCM). Este último parámetro se calcula con la ecuación de Gaines (2), que sirve para transformar la leche producida con cualquier porcentaje graso en leche con el 4% de grasa.

El consumo de materia seca a veces no se corresponde con las cantidades teóricas anteriormente calculadas, pues este parámetro puede verse afectado por algunos factores, como el *ciclo de lactación*, y así en las primeras semanas se produce una pérdida de apetito en las vacas, siendo entonces éstas incapaces de consumir el suficiente alimento para cubrir sus necesidades y, en consecuencia, los animales pierden peso. A partir de los 70 días postparto se produce el máximo consumo de materia seca; la *digestibilidad de la ración*, de forma que cuanto mayor sea ésta, mejor es el consumo de materia seca; la *cantidad de forraje en la ración*, cuando ésta sea máxima la capacidad del rumen limitará el consumo de MS; la *asociación de alimentos forrajeros y concentrados*, al principio un pequeño aumento de concentrados en la ración aumenta el consumo de forrajes, pero posteriormente este consumo disminuye peligrosamente hasta límites que sólo suponen el 30% de la ración. Las raciones altas en concentrados actúan como limitantes del consumo de materia seca; y el *tipo de forraje*, los forrajes de leguminosas admiten hasta un 20% más de consumo de materia seca que los de gramíneas.

3.2. Alimentación energética

Los nutrientes que aportan energía en la ración de la vaca de leche son principalmente los hidratos de carbono. Estos pueden suministrar energía rápida (azúcares y almidón) o lenta (fibra digestible) al animal. Sin embargo, las grasas propor-

(1) kg M.S. = 1,85% p.v. + (0,305 * FCM)

(2) FCM = 0,4 * L + $\frac{15 * L * \% \text{ grasa}}{100}$
L = kg de leche

cionan mayores cantidades de energía que los carbohidratos, pero los rumiantes sólo la pueden aprovechar parcialmente.

3.2.1. Hidratos de carbono

El aporte rápido de energía es muy necesario cuando el nivel de proteína degradable en la ración es alto; aseguramos así un buen funcionamiento de la panza. En la vaca de leche destacamos a la cebada (mejora el consumo de MS), el maíz (mejora la producción) y el suero de quesería (mejora el contenido graso) como los mejores carbohidratos solubles para conseguir este fenómeno. La utilización de alimentos ricos en azúcares y almidón (granos de cereales, tubérculos...) favorece la producción de ácido propiónico en el rumen, el cual aumenta la producción láctea, disminuyendo la riqueza grasa, pero en exceso producen acidosis.

La fibra es esencial para el adecuado funcionamiento del rumen (rumia y flujo salivar); para llevar la fermentación hacia la producción de ácido acético, produciéndose menos leche con mayor contenido en grasa; para actuar como un importante elemento tampón para el rumen; y para conseguir el máximo consumo de materia seca y de energía en la vaca. Químicamente en los alimentos podemos obtener tres tipos de fibras: la fibra bruta (FB), la fibra ácido-detergente (FAD) y la fibra neutro-detergente (FND). Todas ellas tienen importancia en el racionamiento del vacuno de leche. Cuanto mayor es el contenido en FAD de la ración, menor es la digestibilidad de la misma. El contenido en FND del alimento se correlaciona negativamente con el consumo de materia seca y positivamente con el tiempo de rumia y el volumen de la ración (cuadro 12.2). Las principales fuentes con alto contenido en fibra digestible son los forrajes jóvenes, pero también son especialmente ricos aquellos alimentos denominados "sustitutivos de forrajes", como son la pulpa de remolacha, la pulpa de cítricos, la semilla de algodón, el salvado de trigo y la cascarilla de soja.

CUADRO 12.2

Necesidades mínimas de fibra en la ración de la vaca de leche

Producción	FB (%)	FAD (%)	FND (%)
Alta	17	21	28
Baja o media	15	19	25
Recién paridas	15	20	25

Fuente: NRC. Adaptado.

En la ración de las vacas de leche es importante la relación forraje/concentrado, debiéndose guardar unas normas a la hora de calcular las cantidades a incluir de estos alimentos, para asegurar así la máxima productividad del animal y la ausencia de patologías digestivas (cuadro 12.3).

CUADRO 12.3

Niveles (%) de forraje/concentrado en la ración de la vaca de leche

Nivel	Inicio de lactación	Producción alta	Producción media	Producción baja
Mínimo	40/60	35/65	40/60	50/50
Deseable	40/60	50/50	50/50	—
Máximo	40/60	60/40	60/40	65-70/30-35
Peligroso	30/70	30/70	30/70	40/60

Fuente: N.R.C. Adaptado.

3.2.2. Grasa

A pesar de ser la fuente energética más barata e intensa, de mejorar el consumo de forraje y de aumentar el nivel graso de la leche, su utilización debe limitarse al 3-5% de la materia seca de la ración (<500 g/vaca/día), evitando así el efecto negativo que sobre el crecimiento de la flora bacteriana tiene el exceso de lípidos. Para paliar en parte este efecto, podemos utilizar semillas de oleaginosas enteras, ya que la digestión lenta de su cascarilla libera poco a poco la grasa y facilita su digestibilidad. También se puede utilizar grasa bypass (<700 g/vaca y día), que atraviesa el rumen y se absorbe en el intestino. Nunca suministremos grasa sin proteger en los 35 días después del parto y, de cualquier forma, al añadir grasa a la ración debemos asegurar sus niveles de calcio (1%), fósforo y magnesio (0,3%), enriquecerla en proteína bypass y adicionar sustancias tampón para mantener el pH ruminal. En las raciones se pueden adicionar dos tipos de grasas: las *saturadas*, que son las más deseables por su alto contenido en ácido palmítico, aumentan el porcentaje de grasa en la leche (el sebo es su principal representante), y las *insaturadas*, que poseen un alto contenido en ácido linoleico, deprimen la digestión de la fibra y bajan la producción láctea. El aceite de soja, el de maíz y la grasa de aves tienen contenidos altos.

3.2.3. Necesidades energéticas

Expresamos las necesidades de mantenimiento, crecimiento, gestación y producción de la vaca lechera en UFL, pudiendo a partir de este parámetro calcular la cantidad de energía en megacalorías (Mcal) multiplicándolo por 1,73. La suma de todas las necesidades será el aporte energético diario de la ración (cuadro 12.4).

3.3. Alimentación nitrogenada

La proteína aprovechada por la vaca lechera puede tener varios orígenes. En primer lugar, la proteína del alimento es degradada en su mayor parte hasta amoníaco, para luego ser éste aprovechado por los microorganismos para fabricar la proteína

Hidden page

nales por cantidades similares de fuentes de proteína bypass; *en vacas de producción media* sólo se sustituye una parte pequeña de proteína convencional por proteína bypass; y *en vacas de producción media o baja* se debe combinar una fuente de NNP con una fuente de proteína bypass apoyándose en un incremento de la energía de la ración.

3.3.3. Utilización del NNP

En la ración de las vacas de leche se utiliza como fuente de nitrógeno no proteico principalmente la urea, pero también pueden usarse el biuret y la gallinaza. Estos se deben acompañar de alimentos ricos en energía y bajos en proteína y nitrógeno no proteico natural. Se pueden presentar como *bloques sólidos*, con vitaminas, minerales y una fuente de energía (almidón); con *forrajes ensilados*, preferentemente de gramíneas (maíz) con más del 25% de MS; como *preparados líquidos*, utilizando un 30-40% de urea en una solución de agua, melazas, vitaminas y minerales; con *grano extrusionado*; o bien como *mezclas* con harina de alfalfa, fosfato dicálcico, sulfato de sodio y propionato sódico. Nunca deben utilizarse en animales jóvenes, en animales enfermos o mal nutridos. Tampoco en cantidades elevadas (repartirse varias veces al día) y sin el acostumbramiento previo del animal (introducción progresiva en una semana o diez días) (cuadro 12.5).

CUADRO 12.5

Niveles recomendados de urea en las raciones de vacas lecheras

Tipo de animal	Nivel máximo en la PB de la ración
Terneros hasta 6 meses	0%
Novillas de 6-12 meses	5-15%
Novillas > 12 meses	15-25%
Vacas secas (hasta 1,5 meses)	15-25%
Vacas preparto (15 días antes)	10%
Vacas en inicio de lactación (3 meses)	0%
Vacas en mitad de lactación (3-7 meses)	0-20%
Vacas al final de lactación (> 7 meses)	5-20%

Fuente: N.R.C. Adaptado.

3.3.4. Necesidades nitrogenadas

Expresamos las necesidades de mantenimiento, crecimiento, gestación y producción de la vaca lechera en gramos de proteína digestible (PDI) para seguir el método utilizado en el cálculo de las necesidades energéticas (INRA). La suma de todas ellas serán los aportes nitrogenados diarios que debe recibir el animal con la ración (cuadro 12.6).

CUADRO 12.6
Cálculo de las necesidades nitrogenadas diarias

Conservación (según el peso vivo en kg)	$PDI \text{ (g)} = 100 + 0,5 * p.v./100$
Crecimiento (según la edad del primer parto)	Parto < 28 meses = 55 g PDI Parto > 28 meses = 25 g PDI
Gestación (último tercio)	7º mes = 80 g PDI 8º mes = 130 g PDI 9º mes = 200 g PDI
Producción (por kg de leche FCM)	50 g PDI

Fuente: INRA.

3.4. Aditivos

3.4.1. Tampones

Son sustancias que, adicionadas en la panza del animal, impiden los cambios de pH en su interior. De esta forma se mejora el nivel de ingestión de materia seca, originando un mayor rendimiento lechero, un aumento del contenido graso en la leche y una reducción de las enfermedades metabólicas. Se recomienda su utilización en todas las vacas los 15 ó 20 días antes del parto y posteriormente sólo en las de alta producción. Nunca supondrán más del 1% de la materia seca de la ración, ya que pueden deprimir el consumo de alimento. Los más utilizados son el bicarbonato sódico y el óxido de magnesio. Los forrajes de alta calidad estimulan la producción de saliva en el animal y ésta es la mejor sustancia tampón.

3.4.2. Otros aditivos

Los aditivos utilizados de forma más habitual en el ganado vacuno de leche vienen expuestos en el cuadro 12.7.

4. Alimentación vitamínico-mineral

Los minerales y las vitaminas son elementos muy importantes para el buen funcionamiento del organismo de los animales. En los jóvenes aseguran el crecimiento y desarrollo del esqueleto y los tejidos blandos, mientras que en los adultos sirven para reemplazar las pérdidas producidas a consecuencia de la lactación. En ambos casos las raciones deben contener las cantidades suficientes de vitaminas y de minerales para satisfacer sus necesidades, pues, de no ser así, se originarían las denominadas enfermedades carenciales, que afectarían notablemente a su producción.

Hidden page

CUADRO 12.8
Necesidades minerales de los terneros y novillas de recría

Peso vivo (kg)	Velocidad de crecimiento (g/d)	Fósforo (g/d)	Calcio (g/d)	Magnesio (g/d)	Potasio (g/d)	Sodio (g/d)	Cloro (g/d)
100	600-1200	9-16	15-28	1	8	3	3,5
150	600-1400	11-19	18-38	-	-	-	-
200	500-700	11-13	18-23	2	14	5	6
250		14-16	21-26	-	-	-	-
300		15-19	20-29	3,6	20	6,5	8,5
350		18-23	22-33	-	-	-	-
400	300-700	21-27	25-36	5	26	8	11
450		23-29	29-41	-	-	-	-
500		26-31	33-46	6,5	32	9	14

Fuente: INRA.

4.2. Hembras reproductoras

La ración base de la vaca lechera debe contener un nivel de elementos minerales (Ca y P) suficiente para asegurar al menos el 50% de la producción láctea diaria del animal. El resto de componentes serán aportados principalmente en el corrector vitamínico-mineral. Se utilizan bloques de sal (ClNa) colocados a libre disposición del animal o bien se mezclan con el alimento concentrado (carbonato cálcico, fosfato bicálcico + sal...). Las necesidades que aparecen en el cuadro 12.9 se pueden ver aumentadas en determinadas situaciones límites en las que se encuentre el animal. Por ejemplo, las de potasio en caso de ambientes calurosos o las de calcio en raciones descompensadas de vacas secas.

La ración contiene la cantidad suficiente de vitaminas liposolubles para satisfacer las necesidades de las vacas lecheras; sin embargo, durante los meses de in-

CUADRO 12.9
Necesidades diarias en minerales de las hembras reproductoras

Fósforo	3-3,8 g/kg MS	Sodio	>1,5 g/kg MS	Cobalto	0,1 mg/kg MS
Calcio	4,5-7,2 g/kg MS	Cloro	>2,5 g/kg MS	Yodo	0,8-2 mg/kg MS
Magnesio	>1,5 g/kg MS	Azufre	1,5-2 g/kg MS	Manganoso	50 mg/kg MS
Potasio	>5 g/kg MS	Cobre	10 mg/kg MS	Cinc	50 mg/kg MS

Fuente: INRA.

vierno y en el último tercio de la gestación es conveniente complementar con 80.000-100.000 UI/día de vitamina A, 10.000 UI/día de vitamina D y 80-100 UI/día de vitamina E.

4.3. Cálculo del corrector vitamínico mineral (CVM)

Para cubrir las necesidades de vitaminas y minerales de las vacas de leche se recomienda la incorporación sistemática de un CVM a la ración. En función del déficit vitamínico-mineral del alimento y concretamente de la relación Ca/P, se elegirá un CVM con una relación Ca/P igual o algo superior. La cantidad de CVM diaria a suministrar se obtiene mediante la fórmula siguiente:

$$\text{CVM (g/d)} = \frac{\text{Déficit en fósforo (g/d)}}{\% \text{ de fósforo en el CVM}} * 100$$

En este contexto se debe ser consciente de que, en la práctica, el cubrir estas necesidades, sobre todo en vacas de alta producción, no es sencillo.

5. Resumen y primeras conclusiones

El ganado vacuno lechero está constituido por tres tipos de animales diferentes, que son los terneros, las novillas de reposición y las vacas en producción. Sus necesidades nutritivas (mantenimiento, crecimiento, gestación y producción de leche) estarán condicionadas por la edad, el peso vivo, el estado fisiológico y la productividad, debiendo, en cualquier caso, ser cubiertas de la forma más adecuada por la alimentación. Existen diversos métodos para determinar los aportes nutritivos del ganado lechero y de este modo cubrir sus requerimientos energéticos, nitrogenados, vitamínicos y minerales.

Destacamos en los terneros de cría las muchas posibilidades de su alimentación líquida y la importancia de los alimentos sólidos para formar adecuadamente su aparato digestivo. La recria es un proceso largo que recorre varias fases de la vida del animal, en las cuales se debe producir el crecimiento y desarrollo de las novillas desde el destete hasta el parto. Por último, en las vacas de leche destacamos el consumo de materia seca y la influencia del ciclo de lactación sobre la ingestión de alimento.

Principales fuentes consultadas

CHURCH, D. C. (1989). *Alimentos y alimentación del ganado*. Tomos I y II. Hemisferio Sur Mundi-Prensa - Aedos.

DE BLAS, C.; GONZÁLEZ, G.; ARGAMENTERIA, J. (1987). *Nutrición y alimentación del ganado*. Mundi-Prensa. Madrid.

- DÍAZ, G. (1978). *Aportes energéticos y sistemas de alimentación de los rumiantes*. Acribia. Zaragoza.
- INRA (1984). *Alimentación práctica de bovinos*. Mundi-Prensa. Madrid.
- HERNÁNDEZ, J. M. (1984). *Manual de nutrición y alimentación del ganado*. M.A.P.A. Madrid.
- JARRIGE, J. (1990). *Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos*. Mundi-Prensa. Madrid.
- MARTÍN VAQUERO (1990). *Alimentación del vacuno lechero*. Madrid.
- MC DONALD, P., EDWARDS, R. A., GREENHALGH, J. F. D. (1988). *Nutrición animal*. Acribia. Zaragoza.
- ROMAGOSA, J. A. (1982). *Manual de crianza de vacunos*. Aedos. Barcelona. M.A.P.A.

CAPÍTULO XIII

RECOMENDACIONES EN ALIMENTACION Y RACIONAMIENTO DEL GANADO VACUNO EXTENSIVO

**CARLOS DE BLAS BEORLEGUI
JAVIER GARCÍA ALONSO**

INDICE

0. Introducción
 1. Aportes nutritivos recomendados
 2. Factores que inciden en la planificación de la alimentación
 - 2.1. Movilización de reservas corporales
 - 2.2. Agrupación de partos
 - 2.3. Epoca de parto
 3. Ejemplos de cálculo de raciones
 - 3.1. Cálculo de la ración de mantenimiento
 - 3.2. Cálculo de la ración para el último tercio de gestación
 - 3.3. Cálculo de la ración para el primer mes de lactación
 4. Corrector vitamínico-mineral
 5. Resumen y primeras conclusiones
- Principales fuentes consultadas

0. Introducción

En la primera parte del presente capítulo se estudian las necesidades nutritivas y la forma de cubrirlas de vacas madres de aptitud cárnea, explotadas generalmente en sistemas extensivos.

En España se diferencian tres zonas principales de producción de ganado vacuno extensivo: Galicia, dehesas del O-SO y áreas de montaña. En el cuadro 13.1 se presentan los censos y principales recursos destinados a la alimentación en estas zonas.

El ganado vacuno extensivo se caracteriza por tener una productividad baja, lo que implica disponer de una alimentación muy barata a base de pastos, residuos de cosechas y subproductos, tratando de minimizar el uso de alimentos complementarios que haya que adquirir fuera de la explotación. Esta situación se compensa, en

CUADRO 13.1

Principales zonas de producción de ganado vacuno extensivo en España

Zona	Hembras reproductoras ¹	Principales alimentos utilizados
Monte gallego 400-800 m altitud	250.000	Heno/silo hierba (invierno) Hierba (resto del año)
Alta montaña (Pirineos-Cantábrico- Sistemas Central e Ibérico) 1500-3000 m altitud	500.000	Heno de prado, trashumancia y paja + pienso (invierno) Hierba (resto del año)
Oeste-suroeste peninsular (Salamanca, Castilla- La Mancha, Extremadura y Andalucía occidental)	700.000	Heno, paja+pienso, subproductos, bellota y ramón de encina (invierno) Pasto, barbechos y posíos (primavera y otoño) Rastrojos (verano)

¹ Fuente: Anuario Estadístico del MAPA. Censo de ganado bovino de diciembre 1992.

parte, por las reducidas necesidades de estos animales, lo que permite satisfacerlas con alimentos de poca calidad nutritiva (ricos en fibra). Sin embargo, estos alimentos presentan desequilibrios importantes en nutrientes (nitrógeno, minerales y vitaminas), lo que obliga a suministrarlos junto con un mínimo de alimentos complementarios (concentrados) que equilibren la ración. De esta forma se consiguen mantener niveles productivos elevados (fertilidad, peso al destete, etc.). Otra característica importante de este tipo de ganado es la de poder perder peso, fuera de ciertos períodos críticos, y luego recuperarlo sin que repercuta en sus rendimientos productivos. Esto flexibiliza el racionamiento durante ciertas épocas del año.

1. Aportes nutritivos recomendados

En el cuadro 13.2 se resumen las necesidades nutritivas del ganado vacuno extensivo.

Las necesidades diarias de energía se expresan en unidades forrajeras leche (UF_l) y las nitrogenadas en gramos de materias nitrogenadas digestibles (g MND), dada la escasez de datos en PDI para este tipo de ganado. La capacidad de ingestión diaria (CI) del animal se expresa en unidades lastre por día, definiéndose unidad lastre como: $UL = (\text{cantidad de MS de hierba de referencia consumida}) / (\text{cantidad de MS de forraje consumida})$.

Las necesidades para hembras reproductoras, que aparecen en los cuadros 13.2 y 13.3, también son aplicables a novillas, correspondiéndose las necesidades de los

CUADRO 13.2
Necesidades de nutrientes del ganado vacuno extensivo

Tipo de animal	Estado fisiológico	Aportes totales diarios				CI UL/d
		UF_l^1	MND (g)	P (g)	Ca (g)	
Vacas de 575 kg Producción 6,5 kg/d Terneros de 40 kg	Mantenimiento ²	4,5	270	20	30	12,0
	Último tercio de gestación	6,2	310	22	35	12,0 ³
	Lactación	7,3	625	30	50	14,0 ³
Vacas de 525 kg Producción 6,5 kg/d Terneros de 35 kg	Mantenimiento ²	4,0	260	16	27	11,3
	Último tercio de gestación	5,5	295	17,5	31	11,3 ³
	Lactación	6,6	600	26	47	13,3 ³

¹ En vacas movilizando o recuperando reservas corporales descontar o añadir 2,2 ó 4,2 UF_l/kg de peso perdido o ganado, respectivamente.

² Añadir 0,4 ó 0,8 UF/d para el caso de vacas en estabulación libre o pastoreo, respectivamente.

³ Reducir 0,3 UL/d el último mes de gestación y 1,1 UL/d el primer mes de lactación.

CUADRO 13.3

Necesidades y niveles de toxicidad de microminerales en ganado vacuno extensivo

Elemento	mg/kg MS de ración	
	Necesidades	Niveles tóxicos
Cobalto	0,05-0,10	10-15
Cobre	4	115
Iodo	0,05-0,10	100
Hierro	10	400
Manganeso	20	150
Selenio	0,05-0,10	5
Cinc	20-30	900

Fuente: NRC, 1976.

animales de 575 kg con las de novillas de 550 kg y las de animales de 525 kg con las de novillas de 500 kg. La única variación es la menor capacidad de ingestión de las novillas respecto a los animales adultos, que se reduce, aproximadamente, en un 15%.

La aplicación práctica de estas recomendaciones implica trabajar con márgenes de error relativamente amplios, debido a la imposibilidad, en la mayoría de las explotaciones extensivas, de controlar factores como el peso de los animales, consumo y capacidad de ingestión, calidad del pasto, etc.

2. Factores que inciden en la planificación de la alimentación

2.1. Movilización de reservas corporales

Las necesidades expuestas anteriormente permiten al animal mantener un peso constante a lo largo del año. La realidad no suele ser así debido a las restricciones alimenticias a las que se somete a los animales. Estas se deben a la gran variabilidad, tanto en la disponibilidad de alimento a lo largo del año, como en su calidad.

Para no perjudicar el rendimiento productivo de la hembra reproductora hay que evitar sobrepasar ciertos límites en las variaciones de peso. En este sentido se recomienda que:

- a) La vaca llegue al parto con una condición corporal media o buena. De no ser así se producen retrasos en la aparición del celo y cubrición, lo que implica un alargamiento del intervalo entre partos.
- b) Durante el período parto-cubrición la vaca aumente de peso. Una subalimentación en este período es crítica, ya que afecta tanto a la fecundidad de la cubrición como a la producción lechera de la vaca y, consecuentemente, al desarrollo del ternero.

Durante el resto del ciclo el animal puede perder peso, pero de forma moderada. Esta pérdida de peso no debe superar el 15-20% del peso adulto del animal, no aplicándose en novillas primíparas, pues todavía no han completado su desarrollo corporal.

2.2. Agrupación de partos

Su principal objetivo es lograr sincronizar las épocas de mayores necesidades nutritivas del rebaño con aquellas de mayor producción de pasto (o recursos alimenticios más baratos).

El inconveniente de este sistema es que la eficacia reproductiva del rebaño puede reducirse. Si, por ejemplo, el otoño es seco y la producción de pasto reducida, los animales llegan en peor estado corporal a la cubrición en primavera y aparecerían los celos escalonadamente, lo que exigiría suplementar para evitar que muchas vacas no quedasen cubiertas. Con la agrupación de partos se consigue:

- a) Reducciones en el coste de la alimentación al disminuir el consumo de forraje conservado.
- b) Facilita el racionamiento del rebaño y, en general, su manejo.
- c) Lotes de terneros más homogéneos.

Y se evitan:

- a) Vacas con partos tardíos al final de la época de mayor producción de pasto. Estos animales han de ser destetados precozmente, pues con la alimentación seca del verano no se puede mantener la lactación. También hay que aportarles una fuerte suplementación para conseguir que salgan en celo a tiempo. Frecuentemente, estas vacas no quedan cubiertas y por ello se las denomina vacas de año y vez.
- b) Vacas con partos antes de la época de mayor crecimiento del pasto, y que requieren también una suplementación importante durante la lactación.

La agrupación de partos tiene mayor interés en zonas donde el período de crecimiento del pasto es corto.

2.3. Época de parto

La disponibilidad variable de recursos alimenticios durante el año en una explotación extensiva determina la elección de la época de parto, afectando también a la edad de destete de los animales. Los partos se suelen programar en primavera (final del invierno) y/u otoño.

2.3.1. Partos en primavera

Se realizan en zonas con una producción de pasto muy estacional, centrada en la primavera, y en donde la producción de pasto otoñal no está asegurada, al depender de la climatología. En España estas características se corresponden con la dehesa fría y áreas de alta montaña, como Pirineos y Asturias.

En estas zonas los partos se agrupan a finales del invierno climatológico para sincronizar la lactación con la máxima producción de hierba. Los terneros se destetan al final de período de producción de pasto con 4-6 meses de edad y aproximadamente 150-200 kg. Con este sistema es necesario conservar parte del pasto primaveril para consumirlo durante el otoño-invierno.

2.3.2. Partos en otoño

Representan una alternativa interesante a los partos de primavera en zonas donde el crecimiento del pasto está asegurado en otoño y que disponen de alimentos conservados (silo/heno) de buena calidad y baratos. De no tener suficientes recursos alimenticios en otoño no se pueden cubrir las necesidades de lactación ni tampoco mantener un buen estado corporal de los animales para realizar con éxito la cubrición.

Con este sistema los partos se agrupan a principios del otoño, las cubriciones se realizan a principios del invierno —momento en el que se consigue una elevada eficacia reproductiva— y los animales pueden ser destetados a los 8-9 meses con pesos mayores (250-300 kg).

Otra alternativa es combinar las dos épocas de parto dentro de una explotación. Los animales que no quedan cubiertos en primavera pasarían a cubrirse en otoño o viceversa. De esta forma se consiguen porcentajes elevados de fecundidad y se mantienen los partos agrupados.

3. Cálculo de raciones

En este apartado se realizan varios ejemplos de cálculo de raciones para animales que se encuentran en distintos estados fisiológicos. Como referencia, en los cuadros 13.4 y 13.5 se presenta el valor nutritivo de algunos forrajes y concentrados, respectivamente, utilizados habitualmente en explotaciones extensivas. En el cuadro 13.4 no se ha incluido ningún valor de pradera polifita, dada la ausencia de datos nacionales al respecto. Todos los cálculos se realizan considerando una hembra reproductora adulta de 525 kg.

Por lo general, se intenta que las vacas consuman la máxima cantidad de forraje. Esta cantidad depende de la capacidad de ingestión (CI) de la vaca y del valor lastre del forraje, expresándose ambos parámetros en unidades lastre de vacuno (UL).

CUADRO 13.4

Valor nutritivo de algunos alimentos utilizados habitualmente en ganado vacuno extensivo

Alimentos	MS (%)	Por kg de MS				
		UF ₁	MND (g)	P (g)	Ca (g)	Valor lastre (UL)
<i>Gramíneas forrajeras (principio espigado)</i>						
Ray-grass inglés	18	0,88	68	3,0	5,5	1,07
Dactilo	16	0,86	99	3,0	3,5	1,00
Festuca pratense	19	0,92	94	3,0	5,0	1,03
Alcacer	38	0,64	48	2,5	3,3	1,01
<i>Leguminosas forrajeras (floración)</i>						
Alfalfa	22	0,69	135	2,5	17,0	1,02
Trébol blanco	21	1,00	150	3,5	14,0	0,93
<i>Forrajes conservados</i>						
Silo prado calidad media	21	0,66	46	2,5	5,5	1,37
Heno de pradera natural, calidad:						
— baja	85	0,51	29	1,5	4,5	1,73
— media	85	0,59	35	2,0	5,0	1,50
— alta	85	0,70	62	3,0	5,0	1,19
Heno de alfalfa (floración)	85	0,57	100	2,0	15,0	1,05
Paja cereal	88	0,42	0	1,0	2,5	1,83

Fuente: INRA, 1984.

CUADRO 13.5

Valor nutritivo de algunos alimentos concentrados utilizados habitualmente en ganado vacuno extensivo

Alimentos concentrados	MS (%)	Por kg de MS			
		UF ₁	MND (g)	P (g)	Ca (g)
Cebada	85,9	1,16	87	4,0	0,9
Trigo	86,4	1,21	111	3,7	0,7
Pulpa de remolacha	91,0	0,99	50	1,0	13,0
Torta de girasol 36	90,3	1,02	349	10,0	2,8
Altramuz	90,8	1,17	291	3,5	2,5
Torta de soja 44	87,9	1,14	455	6,9	3,3
Salvado trigo	87,1	0,94	135	12,6	1,5
Gallinaza ponedoras	25,0	0,58	140	88	25

Fuentes: INRA, 1984, y FEDNA, 1994.

Dividiendo la capacidad de ingestión de la vaca por el valor lastre del forraje, se obtienen los kilogramos de MS que el animal puede consumir.

Una vez definida la ración base, se determinan las posibles deficiencias en energía y proteína digestible y se calcula la cantidad y composición del concentrado a distribuir. Finalmente, hay que confirmar que la ración cubre las necesidades en fósforo y calcio. De no ser así, hay que aportarlos de forma aparte. Generalmente, se suelen aportar todas las necesidades minerales, dado el desconocimiento de lo que aporta el forraje verde.

3.1. Cálculo de la ración de mantenimiento

Un animal de 525 kg en mantenimiento tiene una *CI de 11,3 UL/d y unas necesidades de 4 UF./d y 260 g MND/d* (cuadro 13.2). Estas necesidades son relativamente pequeñas y puede intentarse cubrirlas con un alimento de poca calidad como la paja, alimento con un valor nutritivo similar al pasto seco o rastrojos que consumen los animales en verano.

$$\text{Consumo de paja} = [\text{CL}_{\text{animal}} (\text{UL/d})] / [\text{VL}_{\text{paja}} (\text{UL/kg MS paja})] \\ = 11,3 / 1,83 = 6,2 \text{ kg MS paja/d}$$

que significa un aporte de: $6,2 \text{ kg MS paja/d} \times 0,42 \text{ UF/kg MS paja} = 2,6 \text{ UF/d}$
y 0 g MND/d

Si el animal, además, pierde un 10% de su peso en el período destete-parto (150 d)—posible si no lo ha perdido al final de la lactación—, supone un aporte adicional de:

$$0,35 \text{ kg } \nabla \text{ peso/d} \times 2,2 \text{ UF/kg } \nabla \text{ peso (cuadro 13.2)} = 0,77 \text{ UF/d}$$

Esto implica que el déficit es: energía: $4 - 0,77 - 2,6 = 0,63 \text{ UF/d}$
proteína digestible: 260 g MND/d

que puede cubrirse con un concentrado. Si se elige la cebada, hay que aportar para cubrir las necesidades de energía:

$$(0,63 \text{ UF}_d) / (1,16 \text{ UF}_d / \text{kg MS cebada}) = 0,54 \text{ kg MS cebada/d}$$

que suponen: 0,63 UF/d y 47 g MND/d, lo que deja un déficit en MND de: $260 - 47 = 213$ g MND/d

Este puede ser cubierto con urea (2,28 g MND/g urea), añadiendo:

$$(213 \text{ g MND/d}) / (2.28 \text{ g MND/g urea}) = 93 \text{ g urea/d}$$

Es decir, el concentrado estaría formado por:

$$540 \text{ g/d cebada} + 93 \text{ g/d urea} \quad (85 \text{ cebada y } 15\% \text{ urea})$$

Este concentrado no es aconsejable, ya que la concentración de urea supera el 5%, que es el límite por encima del cual este alimento puede resultar tóxico.

Una alternativa podría ser suministrar torta de soja 44 como concentrado. La cantidad necesaria para cubrir las necesidades energéticas sería:

$$(0,63 \text{ UF/d}) / (1,14 \text{ UF/kg MS}) = 0,55 \text{ kg MS/d}$$

que aporta: $0,55 \text{ kg MS/d} \times 455 \text{ g MND/kg MS} = 250 \text{ g MND/d}$, que cubre las necesidades nitrogenadas.

Por tanto, la ración diaria sería:

$$\mathbf{6,2 \text{ kg MS paja} + 0,55 \text{ kg MS torta de soja 44}}$$

Igualmente se puede comprobar que un heno de calidad media, de características similares al descrito en el cuadro 13.4, satisface todas las necesidades de este tipo de animales. También es importante indicar que los animales cubrían sus necesidades consumiendo relativamente poca cantidad de pasto verde.

Hay que señalar que cuando la cantidad de concentrado supera el 25% de la ración completa (infrecuente en explotaciones extensivas), el consumo de forraje se reduce.

3.2. Cálculo de la ración para el último tercio de gestación

Se considera que el animal no ha llegado al último mes de gestación. En este período el animal tiene una *CI de 11,3 UL/d* y *unas necesidades de 5,5 UF/d* y *295 g MND/d*.

Para cubrir estas necesidades con paja se debería aportar un concentrado de muy buena calidad, lo que posiblemente no resultase rentable, por lo que en una primera aproximación se tratará de satisfacer las necesidades partiendo de un heno de baja calidad:

$$\text{Consumo de heno} = (11,3 \text{ UL/d}) / (1,73 \text{ UL/kg MS heno}) = 6,5 \text{ kg MS/d}$$

$$\begin{aligned} \text{que representa un aporte de: } & 6,5 \text{ kg MS} \times 0,51 \text{ UF/kg MS} = 3,3 \text{ UF/d} \\ & 6,5 \text{ kg MS} \times 29 \text{ g MND/kg MS} = 188 \text{ g MND/d} \end{aligned}$$

Esto supone un déficit respecto a las necesidades de:

$$\begin{aligned} 5,5 - 3,3 &= 2,2 \text{ UF/d} \\ 295 - 188 &= 107 \text{ g MND/d} \end{aligned}$$

por lo que habrá que suministrar un concentrado.

Hidden page

Si se dispone de un heno de baja calidad:

Consumo de heno = $(12,2 \text{ UL/d}) / (1,73 \text{ UL/kg MS heno}) = 7,0 \text{ kg MS heno/d}$
que aportan diariamente: $3,6 \text{ UF/d}$ y 203 g MND/d , dejando un déficit de:

$$\begin{aligned}6,6 - 3,6 &= 3,0 \text{ UF/d} \\581 - 203 &= 397 \text{ g MND/d}\end{aligned}$$

por lo que habrá que suministrar un concentrado.

Si se dan $2,6 \text{ kg MS}$ de cebada se aportan 3 UF/d y 227 g MND/d , que deja un déficit en MND de: $397 - 227 = 170 \text{ g MND/d}$.

El déficit nitrogenado puede cubrirse con urea:

$(170 \text{ g MND/d}) / (2,28 \text{ g MND/g urea}) = 75 \text{ g urea/d}$ (3% del concentrado)
lo que cubre el déficit.

La ración diaria sería:

7 kg MS heno baja calidad + 2,6 kg MS cebada + 75 g urea

Otra alternativa sería aportar, si se dispusiese, heno de calidad media:

Consumo de heno = $(12,2 \text{ UL/d}) / (1,5 \text{ UL/kg MS heno}) = 8,1 \text{ kg MS heno/d}$
que suponen un aporte de $4,8 \text{ UF/d}$ y 283 g MND/d , quedando un déficit de:

$$\begin{aligned}6,6 - 4,8 &= 1,8 \text{ UF/d} \\600 - 283 &= 317 \text{ g MND/d}\end{aligned}$$

que ha de ser cubierto por un concentrado. Si éste está formado por cebada y torta de soja 44, habría que plantear las siguientes ecuaciones para calcular la cantidad de cada uno:

$$87 \text{ g MND/kg MS cebada} \times X + 455 \text{ g MND/kg MS soja 44} \times Y = 317 \text{ g MND/d}$$

$$1,16 \text{ UF/kg MS} \times X + 1,14 \text{ UF/kg MS} \times Y = 1,8 \text{ UF/d}$$

siendo: X: kg MS de cebada diarios
 Y: kg MS de torta de soja 44 diarios

resultando X = 1,1 kg MS cebada/d
 Y = 0,5 kg MS torta de soja 44/d

Por lo que la ración diaria resulta:

8,1 kg MS heno calidad media + 1,1 kg MS cebada + 0,6 kg MS torta de soja 44

Si se intentan cubrir con alcacer:

$$\begin{aligned}\text{Consumo de alcacer} &= (12,2 \text{ UL/d}) / (1,01 \text{ UL/kg MS alcacer}) = \\&= 12,1 \text{ kg MS alcacer/d}\end{aligned}$$

que representan un aporte de $7,7 \text{ UF/d}$ y 581 g MND/d , lo que cubre, aproximadamente, las necesidades.

Un heno de alta calidad también cubre, por sí solo, todas las necesidades.

Si el animal consumiese hierba además de cubrir las necesidades, le permitiría ganar peso (importante de cara al éxito de la cubrición).

4. Corrector vitamínico-mineral

La suplementación mineral es necesaria para corregir las deficiencias y desequilibrios de las dietas de los animales.

En las condiciones de producción extensiva, el primer problema es conocer las carencias de cada área. El macromineral que presenta con mayor frecuencia deficiencias ligadas al suelo es el fósforo, lo que repercute en la fecundidad de las hembras y en el crecimiento de los terneros. Estas deficiencias se han observado en los pastos del O-SO y en Galicia, donde los suelos ácidos dificultan la absorción del fósforo por las plantas. Para reducir este problema se recomienda fertilizar con superfosfato. Otro macromineral que puede presentar problemas en animales en pastoreo es el magnesio, especialmente en primavera, cuando el pasto contiene mucho nitrógeno. En lo que respecta a los microminerales, se han observado deficiencias en cobre en áreas de montaña, centro y SO.

Como, en general, no se conocen ni la disponibilidad de los minerales en el suelo ni sus posibles carencias, y dado el reducido coste de este suplemento, se suelen suministrar las necesidades completas de microminerales y vitaminas, evitándose así cualquier riesgo de carencia en el animal, aportándose separadamente las necesidades en sal, calcio y fósforo.

La vitamina más importante en el ganado extensivo es la vitamina A. Según el NRC, el ganado vacuno necesita de 7 a 10 mg de β -caroteno/kg MS. Las carencias en vitamina A pueden ser graves al afectar a la fecundidad de los machos, tasa de gestación de las hembras y a la supervivencia de las crías. Alimentos como los henos, pajas, granos de cereales, raíces y tubérculos suelen ser deficitarios en esta vitamina.

En general, una carencia vitamínico-mineral no provoca ningún síntoma en los animales de forma inmediata, ya que éstos pueden movilizar reservas corporales de algunos de estos nutrientes (por ejemplo, Ca, P y Mg del esqueleto), sino que los síntomas se manifiestan a largo plazo si no se cambia la ración.

El suplemento vitamínico-mineral se suele suministrar a los animales en bloques de lamer distribuidos en la zona de pastoreo (abrevadero) o como una mezcla en polvo o gránulo que se puede administrar con el concentrado.

5. Resumen y primeras conclusiones

En este capítulo se han expuesto las necesidades nutritivas del ganado vacuno extensivo, así como las características nutritivas de los alimentos con los que gene-

ralmente se trata de cubrirlas y ejemplos de cálculo de raciones completas. También se han estudiado los factores de manejo más directamente relacionados con la alimentación.

Principales fuentes consultadas

- DE BLAS, C. (1983). *Producción extensiva de ganado vacuno*. Ed. Mundi-Prensa.
- DE BLAS, C., MATEOS, G. G. y ARGAMENTERÍA, A. (1987). *Nutrición y alimentación del ganado*. Ed. Mundi-Prensa.
- DE BLAS, C., MATEOS, G. G. y GARCÍA REBOLLAR, P. (1994). *Normas FEDNA para la formulación de piensos compuestos*. Ed. FEDNA.
- FRAGA, MARÍA JESÚS (1993). Complementación mineral en ganadería extensiva. En *Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal IV*. Ed. Junta de Andalucía.
- INRA (1984). *Alimentación práctica de bovinos*. Ed. Mundi-Prensa.
- NRC (1976). *Nutrient Requirements of Domestic Animals*. Ed. National Academy of Sciences.

CAPÍTULO XIV

RECOMENDACIONES PARA LA ALIMENTACION Y RACIONAMIENTO DE TERNEROS EN CEBO

**CARLOS DE BLAS BEORLEGUI
CARLOS FERNÁNDEZ MARTÍNEZ**

INDICE

0. Introducción
 1. Principios de la alimentación de terneros para producción de carne
 2. Necesidades y aportes alimenticios recomendados
 - 2.1. Sistema de valoración en energía neta
 - 2.2. Proteína
 - 2.3. Vitaminas, minerales y agua
 - 2.4. Capacidad de ingestión
 3. Producción de carne basada en concentrados
 - 3.1. Producción de carne blanca
 - 3.2. Producción de carne rosada
 - 3.3. Cebo intensivo de hembras frisones
 - 3.4. Cebo intensivo de machos frisones
 - 3.5. Cebo de pastencos
 4. Producción de carne basada en pastos
 5. Producción de carne basada en forrajes
 6. Calidad de la canal y de la carne
 7. Resumen y primeras conclusiones
- Principales fuentes consultadas

0. Introducción

La necesidad de producir lo que el consumidor desea y conocer con antelación sus gustos es esencial para ayudar a los ganaderos a tomar mejor sus decisiones sobre el producto a obtener y cómo venderlo. En los últimos veinte años los sistemas de producción han cambiado hacia modelos más intensivos; incremento continuo del censo de razas lecheras, mayor eficacia reproductiva de los rebaños extensivos, uso de dietas concentradas en el cebo de terneros. Sin embargo, el aumento de los costes de producción de los cereales, y de los piensos, ha llevado al zootecnista a plantear sistemas alternativos de alimentación que incluyen la utilización de mayores porcentajes de forrajes y alimentos fibrosos de calidad en la dieta. La estrategia a seguir por España en el futuro en el cebo de rumiantes podría estar en desarrollar sistemas más extensivos a base de hierba en zonas de monte húmedo o semihúmedo y a base de silo de maíz y/o subproductos en zonas de regadío.

1. Principios de la alimentación de terneros para la producción de carne

La alimentación equilibrada de terneros exige incorporar a la dieta todos los elementos nutritivos necesarios para compensar los gastos que implican su mantenimiento y crecimiento tisular (necesidades totales). Los forrajes y pastos constituyen lo que llamaríamos una ración base, pudiendo distribuirse como único alimento, aunque en la mayoría de las ocasiones, según el sistema y la zona de producción, se combinan con otros alimentos, como los cereales y las tortas de semillas oleaginosas. Para calcular las raciones es necesario conocer lo mejor posible las necesidades de los animales (energía, proteína, minerales, vitaminas y agua), el valor nutritivo de los alimentos y las cantidades que los animales son capaces de consumir.

2. Necesidades y aportes alimenticios recomendados

2.1. Sistema de valoración en energía neta

Energía neta es aquella parte de la energía aportada por los alimentos que llega a cubrir las necesidades de conservación y producción del animal. El resto se pierde bajo distintas formas (heces, orina, gases, calor de fermentación).

Para calcular raciones, el valor energético neto de los alimentos se relaciona con el de cebada de calidad media que contiene un 86% de materia seca (MS); por definición, el kilogramo de esta cebada media tiene una unidad forrajera (UF). Las cantidades de alimento que es preciso aportar para sustituir un kilogramo de cebada varían según el tipo de animal que lo utiliza (cuadro 14.1). Así, la UF leche (UFL) se emplea para el racionamiento de hembras en lactación, gestantes o secas, y de los animales con unas necesidades próximas a conservación o con un crecimiento moderado (menos de 750 g/día).

CUADRO 14.1

Ejemplos de las diferencias entre los valores UFL y UFC

Alimentos	Digestibilidad de la materia orgánica	UFL (por kg de MS)	UFC (por kg de MS)
Paja de trigo	0,42	0,41	0,30
Heno	0,61	0,69	0,60
Ensilado de maíz	0,71	0,85	0,79
Hierba joven	0,77	0,96	0,92
Maíz grano	0,90	1,27	1,28

Fuente: INRA, 1984.

La UF carne (UFC) se emplea para animales en crecimiento rápido o en cebo. Los valores UFL de los distintos alimentos que componen la ración se suman, al igual que se suman los valores UFC, pero en ningún caso se pueden sumar las UFL y las UFC (ver cuadro 14.2).

CUADRO 14.2

Valor nutritivo de los alimentos por kilogramo de MS

Alimento	MS (%)	UFC	PDIN (g)	PDIE (g)	MND (g)	Ca (g)	P (g)	UL
Maíz grano	86,5	1,29	80	116	75	0,3	3,5	
Cebada grano	85,9	1,16	81	102	87	0,9	4,0	
Soja 44	88,3	1,14	347	260	446	3,7	7,0	
Girasol 36	89,9	0,72	265	158	353	4,1	11,6	
Salvado trigo	87,2	0,88	115	100	135	1,5	12,8	
Cebadilla	23,0	0,74	226	204	248	3,5	5,7	
Hierba joven	17,0	0,92	109	109	121	7,0	4,0	0,93
Heno pradera	85,0	0,73	77	84	74	6,5	3,5	1,13
Heno alfalfa	85,0	0,61	118	103	130	16,0	3,0	0,95
Silo maíz	34,0	0,86	51	73	42	3,0	3,0	1,04
Paja trigo	88,0	0,31	19	40	0	2,0	1,0	1,90

Fuente: INRA, 1984.

Las necesidades conjuntas de mantenimiento y crecimiento para terneros en crecimiento se encuentran en el cuadro 14.3.

CUADRO 14.3
Necesidades nutritivas de terneros de cebo (g/d)

Terneros	PV ¹	VC ²	UFC/d	PDI	MND	Ca	P	UL/d
Añojos precoces ³	150	1000	3,2	438	454	24	13	3,6
	1200	3,6	492	513	28	16		
	1400	4,0	544	570	33	18		
	300	1000	5,4	535	544	37	22	6,5
	1200	6,0	585	599	42	25		
	1400	6,7	633	651	47	28		
	450	1000	7,4	613	616	45	31	8,2
	1200	8,2	659	666	50	34		
	1400	9,1	701	711	56	36		
	150	1000	3,1	443	460	30	16	3,6
	1200	3,4	499	520	35	18		
	1400	3,7	553	580	40	20		
Añojos precocidad media ⁴	300	1000	5,2	545	554	37	22	6,5
	1200	5,7	598	613	42	25		
	1400	6,2	649	669	47	28		
	450	1000	7,0	627	631	55	35	8,4
	1200	7,7	678	686	61	38		
	1400	8,4	725	737	68	40		
	250	800	4,3	430	435	34	19	5,3
	1000	5,0	474	483	39	22		
	1200	5,8	514	527	44	24		
	350	800	5,5	482	482	41	28	7,2
	1000	6,4	521	524	46	30		
	1200	7,5	554	560	52	32		
Hembras	450	800	6,6	529	524	50	33	8,7
	1000	7,8	562	559	56	36		
	1200	9,1	587	587	62	38		

¹ Peso vivo en kg. ² Velocidad de crecimiento (g/d). ³ Frisones y razas autóctonas puras. ⁴ Cruces de razas autóctonas × charolais o limousin.

Fuente: INRA, 1984.

2.2. Proteína

El valor nitrogenado de los alimentos y las necesidades de los animales pueden expresarse en rumiantes en materias nitrogenadas digestibles (MND) o, siguiendo normas más recientes, en términos de proteínas digestibles en el intestino (PDI), es decir, las cantidades de aminoácidos absorbidos en el intestino delgado. Estos PDI corresponden a la suma de las proteínas de origen alimenticio (PDIA) no degradadas en la panza y de las proteínas de origen microbiano (PDIM).

Estas últimas pueden tomar dos valores, PDIMN y PDIME, según que el aporte de nitrógeno (N) fácilmente fermentescible o de energía (E) limiten la síntesis microbiana.

Para calcular los aportes de PDI de una ración, se realiza la suma de los aportes de PDIN, por un lado, y la suma de los aportes de PDIE, por el otro, pero en ningún caso se pueden sumar los PDIN a los PDIE. La más pequeña de las dos sumas corresponde al valor nitrogenado efectivo de la ración, y este valor debe ser, al menos, igual a los aportes de PDI recomendados para los animales (ver cuadro 14.3).

2.3. Vitaminas, minerales y agua

Un aporte complementario de vitamina A es indispensable durante el invierno. La vitamina D generalmente se encuentra en las preparaciones comerciales asociada a la vitamina A formando un complejo A D E. Los rumiantes disponen de grandes cantidades de vitaminas del grupo B, que son sintetizadas por los microorganismos de la panza, por lo que no es necesario incluirlas en la dieta. Como norma general en el racionamiento práctico se formula un corrector vitamínico que debe estar adaptado a la ración base.

Para el racionamiento suelen tenerse en cuenta por separado las necesidades de calcio (Ca), fósforo (P) y cloruro sódico (ClNa) (ver cuadro 14.3), cuyos déficits se corrigen añadiendo suplementos de carbonato cálcico, fosfato bicálcico y sal. El resto de macro y microminerales suelen suplementarse con un corrector comercial.

La cantidad total de agua consumida aumenta con la materia seca. Es recomendable que los animales dispongan de agua a libre voluntad para que ajusten su consumo a sus necesidades.

2.4. Capacidad de ingestión

Es necesario hacer una breve descripción sobre el sistema de unidades lastre (UL). Pero se recomienda una consulta más exhaustiva en la bibliografía correspondiente.

Las estimaciones deben hacerse en base a las cantidades de materia seca consumida. Para dar un único valor a la capacidad de ingestión de un animal independientemente del alimento ofrecido, y un único valor a la ingestibilidad de un alimento independientemente del animal que lo recibe, el INRA ha propuesto evaluar las cantidades consumidas en UL. Por definición, 1 kg de materia seca de hierba joven tiene 1 UL, y el valor lastre de un forraje se obtiene por la relación entre la cantidad de MS de hierba de referencia consumida y la cantidad de MS de forraje consumida, siendo los dos forrajes consumidos a voluntad.

Algunos valores de capacidad de ingestión (UL/d) y de valores lastre de alimentos (UL/kg MS) se encuentran en los cuadros 14.3 y 14.2, respectivamente. Un ejemplo simplificado de cálculo es el que ofrecemos a continuación:

Un ternero de 300 kg de peso vivo y una velocidad de crecimiento de 1,2 kg/d tiene una capacidad de ingestión de 6,5 UL/d. Si dicho ternero dispone de silo de maíz *ad libitum* (1,04 UL/kg MS), el consumo máximo será de 6,5 UL/d: 1,04 UL/kg MS = 6,25 kg MS/d.

3. Producción de carne basada en concentrados

Aunque el ganado frisón, como fuente productora de carne, no se distingue ni por su precocidad, conformación ni capacidad de transformación del alimento en carne, no se debe olvidar que las vacas lecheras, fundamentalmente frisones, son aproximadamente un 75% del censo español de ganado vacuno.

El ganado frisón, en su faceta productora intensiva de carne, se suele explotar siguiendo uno de los modelos que aparecen en el cuadro 14.4.

CUADRO 14.4

Sistema de producción intensiva de terneros frisones

Sacrificio	Ternera blanca	Ternera rosada	Cebo hembras	Cebo machos
Edad (meses)	3-4,5	5-6	9-10	11-13
Peso vivo (kg)	115-200	225-250	300-325	420-440
Peso canal (kg)	70-125	135-150	165-180	230-240

Fuente: Pérez Redondo, FEDNA, 1989.

3.1. Producción de carne blanca

La carne de estos animales debe tener un color pálido sonrosado, nunca rojizo, y una excelente textura y blandura. Para ello se alimentan con un lactorreemplazante que debe ser necesariamente deficiente en hierro.

Una práctica muy frecuente es criar terneros encalostrados con un programa en base a dos tomas diarias de leche. La concentración de cada toma es de 100 g de polvo por litro de leche reconstituida durante la primera semana, incrementándose linealmente esta concentración hasta los 200 g/l en la semana 20. Las cantidades de polvo ingeridas (kg/d) pasan de 0,49 en la primera semana a 3,5 en la semana 20. Los animales deben tener a libre disposición agua y pequeñas cantidades de paja blanca.

3.2. Producción de carne rosada

Su carne debe tener un color sonrosado a rojizo no muy intenso y una textura al consumo blanda. El sistema de alimentación se basa en utilizar un lactorreemplazante durante las primeras etapas de la vida del animal, que se sustituye lo antes posible por un pienso de arranque, que es ofrecido *ad libitum* junto con pequeñas cantidades de paja o forrajes.

El suministro de lactorreemplazante se suele hacer en dos tomas diarias de leche templada. El objetivo es sustituir el lacto reemplazante a partir de los 35 días y antes de los 60 y suministrar el pienso de arranque hasta los 5-6 meses de vida, junto con una mínima cantidad de forrajes. Un punto importante en estas dietas es conseguir una alta apetecibilidad. Los ingredientes más interesantes en estos piensos son: maíz o trigo, soja, salvado de trigo y pulpa de remolacha en moderadas cantidades, mantequilla y sebo, y harinas de pescado de alta proteína (65%) y bajo nivel de grasa. Este pienso se puede presentar en harina (granulometría grosera, donde las partículas son de tamaños comprendidos entre 1,5-2,5 mm) o en gránulo (3,5-4,5 mm de diámetro). Los niveles nutritivos recomendados para este tipo de pienso son los expuestos en el cuadro 14.5.

CUADRO 14.5

Niveles nutritivos recomendados para la producción de carne rosada

Aportes alimenticios	Rango
Proteína bruta (%)	18-20
MND (%)	14,4-16,0
UFC	1-1,05
Fibra bruta máxima (%)	6,0
Calcio (%)	0,7-0,8
Fósforo (%)	0,6-0,7
Sodio (%)	0,1-0,15

Fuente: Pérez Redondo, FEDNA, 1989.

3.3. Cebo intensivo de hembras frisonas

Para este sistema se distingue una fase de cría, hasta aproximadamente los 4 meses de edad, y una fase de cebo desde los 4 meses al sacrificio.

La fase de cría comienza con un programa de lactancia artificial similar al descrito anteriormente, suministrando a continuación un pienso de arranque a libre disposición, junto con heno o paja, similar al indicado para carne rosada.

Durante la fase de cebo la alimentación es a base de pienso y pequeñas cantidades de heno o paja que oscilan entre 0,5 y 1 kg/d. El pienso debe tener las características químicas indicadas en el cuadro 14.6.

El pienso se suele presentar en forma de gránulos de 5 mm de diámetro o en harina, procurando una molturación grosera (tamiz de molido de 4,5-5 mm).

3.4. Cebo intensivo de machos frisones

La producción de añojos frisones comprende también una fase de cría desde el nacimiento a los 4 meses de vida y con un plan de alimentación similar a las hem-

Hidden page

diente la conservación del exceso de producción de primavera en forma de silo. Se estiman unas producciones de aproximadamente 28.000 kg de silo/ha.

CUADRO 14.7

Comparación de dos sistemas de producción de carne de ternero de forma extensiva

	Hierba	Hierba/silo
Duración (meses)	16	13
Carga ganadera (terneros/ha)	4	7
Consumo de pienso (kg/ha)	2500	5600
Peso al sacrificio (kg)	430	375
Producción carne-canal (kg/ha)	900	1300

Fuente: Zea y Díaz, 1982.

Estos dos sistemas están comparados en el cuadro 14.7, y se puede concluir que, aunque el sistema en base a hierba/silo consigue una mayor producción (1.300 kg de carne canal/ha), también resulta más costoso.

Por otra parte, la topografía de la finca debe ser suficientemente suave para permitir la siega eficaz de un porcentaje elevado de la misma.

5. Producción de carne basada en forrajes

Una modalidad de cebo de terneros es aquella que intenta aprovechar algunos subproductos y forrajes (silo de maíz, pulpa de remolacha, etc.) para reducir los costes alimenticios. De esta forma se intenta reducir el consumo de piensos a nivel de granja. Uno de los más interesantes es el utilizado empleando como base el silo de maíz.

Se suelen usar diferentes mezclas de silo de maíz con cereales (maíz o cebada en grano) o pulpa de remolacha, a los que se adiciona un concentrado complementario, fundamentalmente proteico, cuyo nivel de inclusión se va reduciendo según avanza la edad y el peso de los animales. Generalmente el concentrado proteico incluye tortas oleaginosas (soja, girasol, etc.), fuentes de proteína menos degradable (harinas animales) y frecuentemente, sobre todo en la fase de acabado, grasas protegidas. Además, el silo de maíz, en contraste con la equilibrada composición en nutrientes de la hierba, presenta también un déficit de P y, sobre todo, de Ca, así como en ciertos oligoelementos, como cobre, cinc, cobalto y manganeso, que es necesario corregir cuando este alimento supone un alto porcentaje en la dieta.

6. Calidad de la canal y la carne

La calidad de la canal está afectada por el peso (rendimiento a la canal), la conformación, la cobertura grasa y, en especial para el carnicero, por la cantidad de

carne que contiene. La calidad de la carne dependerá del color, la jugosidad (asociada con la grasa intramuscular), la ternura, el aroma y el sabor.

Las preferencias se orientan por carnes claras o rojo brillante, rechazándose las oscuras, quizás porque se asocia con carne más dura de animales viejos. Sin embargo, no debe olvidarse que el color de la carne es una de las características que pueden modificarse por tratamientos pre y post-sacrificio.

La edad es un factor que influye en la deposición de grasa intramuscular, ya que el animal joven no ha tenido tiempo de depositar este tipo de grasa. El nivel de engrasamiento mencionado está relacionado con la ternura, jugosidad y sabor de la carne. La ternura es, sin duda, la característica más importante en lo que se refiere a la palatabilidad de la carne.

7. Resumen y primeras conclusiones

Los factores más importantes para elaborar una dieta durante el cebo de terneros, que dependen del productor zootecnista y, por lo tanto, en gran medida del nutricionista, y que afectan a la calidad de la carne, son el peso y la edad del ganado, el grado de engrasamiento, la dieta recibida, el ritmo y la forma de la curva de crecimiento y, finalmente el sexo y la raza.

Existe todavía muy poca información para establecer unas normas de necesidades para las razas españolas; en principio, parece que las razas lecheras y las razas rústicas de bajo peso adulto deberían incluirse dentro del grupo de animales precoces en la deposición de grasa, mientras que razas extensivas de mayor peso (rubia gallega, avileña), así como cruce de razas rústicas con charolais deberían considerarse en el grupo de precocidad media.

Principales fuentes consultadas

- DE BLAS, C., MATEOS, G. y ARGAMENTERÍA, A. (1987). *Nutrición y alimentación del ganado*. Editorial Mundi-Prensa. Madrid.
- DE BLAS, C., SANTOMA, G. y MATEOS, G. (1983). *Valoración energética de los alimentos*. Monografías de la ETSIA de Madrid.
- INRA, ITEB, EDE. (1984). *Alimentación práctica de bovinos*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1984). *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. National Academy Press. Washington, D.C.
- PÉREZ REDONDO, F. (1989). *Normas de alimentación para el cebo intensivo de terneros fríos*. Curso FEDNA. Madrid.
- SÁINZ, R., DE LA TORRE, F. (1992). *Carne de añojo: conformación, calidad y color de la carne. Nutrición y aditivos alimentarios*. Curso FEDNA. Madrid.
- ZEA, J., DÍAZ, M. D. (1990). *Producción de carne con pastos y forrajes*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

Hidden page

CAPÍTULO XV

RECOMENDACIONES EN ALIMENTACION Y RACIONAMIENTO EN OVINO DE LECHE Y CARNE

**ANA MOLINA CASANOVA
JOSÉ IGNACIO PÉREZ SEMPERE-M.
LAUREANO GALLEGOS MARTÍNEZ**

INDICE

0. Introducción
 1. Programación y suministro de alimento
 2. Forma de presentación del alimento
 3. Necesidades en función de la producción
 - 3.1. Necesidades de mantenimiento
 - 3.2. Necesidades de gestación
 - 3.3. Necesidades para la producción de leche
 - 3.4. Alimentación líquida
 4. Capacidad de ingestión de las ovejas
 5. Dificultades para el racionamiento del ganado ovino
 6. Resumen y primeras conclusiones
- Principales fuentes consultadas

0. Introducción

La característica común en la práctica totalidad de los distintos sistemas de explotación ovina es su dependencia de los recursos naturales espontáneos obtenidos directamente del medio, ya sea en forma de pastos naturales o de residuos de cosechas. Esta dependencia será mayor o menor según la orientación de sus producciones, es decir, casi absoluta en las explotaciones extensivas y en menor grado en las mixtas dedicadas a la producción de carne y leche, que precisan una suplementación. La mayor parte de los censos de ovino se sitúan en el interior de España, en ambas mesetas, con climas que corresponden al semiárido mediterráneo, de pluviometrías escasas comprendidas entre 400 y 600 mm y con una concentración de las lluvias en las épocas frías y sequía con las altas temperaturas, lo que contribuye a acentuar el déficit hídrico y, consecuentemente, forrajero.

De esta manera, la alimentación del ganado ovino se sitúa a dos niveles diferentes. Por un lado, la planificación forrajera a lo largo del año, tanto en lo que respecta a pastos naturales como a cultivos forrajeros o residuos de cosechas, y, por otro lado, la suplementación en los momentos de máxima producción o de máximo déficit alimenticio.

Por otra parte, la rentabilidad de la explotación del ganado ovino está muy condicionada por los costes de la mano de obra y la alimentación, por lo que solamente será posible el aumento de la rentabilidad disminuyendo los mismos, en base a una mayor disponibilidad forrajera directa.

1. Programación y suministro de alimento

Salvo en algunas zonas muy concretas del norte de España, la climatología es un factor muy variable, que condiciona sobremanera la alimentación del ganado ovino, de forma que nos encontramos con unos recursos naturales pastoreables máximos en primavera y otoño, salvo en años secos, residuos de cosechas durante parte del verano e inviernos con escasos recursos, sobre todo en las climatologías más extremas.

Desde hace años se estudian en España alternativas forrajeras que permitan cubrir las épocas de penuria alimenticia. Así el aprovechamiento directo de cereales de invierno (centeno, cebada, triticale o avena) es una alternativa comúnmente utilizada por los ganaderos de ovino. El cultivo de leguminosas para su consumo directo en verde y posteriormente en seco puede suponer también una buena alternativa para el verano. Otra propuesta válida para cualquier época del año, pero sobre todo para el invierno, la constituyen los arbustos forrajeros, principalmente del género *Atriplex*, posibilidad ésta estudiada en zonas áridas con suelos básicos, tales como Murcia, Castilla-La Mancha, Aragón y Madrid.

De esta forma se puede realizar una programación forrajera a lo largo del año, pudiendo adaptar los momentos de máximas necesidades a las de mayor producción forrajera. Por otro lado, en caso de una mayor intensificación de las producciones, la previsión de los momentos de mayor demanda de alimentos nos permitirá adquirir los mismos en las épocas adecuadas de producción a unos precios sensiblemente inferiores.

2. Forma de presentación del alimento

La forma más económica de alimentación es el consumo "in situ" de los alimentos, ya que las operaciones de recolección y procesado de éstos encarecen la alimentación. No obstante, determinados procesos aumentan la digestibilidad o la apetecibilidad, siendo así mejor aprovechados o consumidos en mayor cantidad. Tal es el caso de la molturación, tanto de granos como de forrajes, siempre y cuando las partículas no sean excesivamente pequeñas (< 2 mm), por los posibles problemas pulmonares derivados del polvo que se genera y la excesiva velocidad de tránsito por el aparato digestivo, que disminuiría su digestibilidad.

Para aumentar la ingestión de forrajes groseros se puede recurrir a la adición de sustancias que aumenten la palatibilidad de los mismos. Tal es el caso de la melaza, subproducto de la industria azucarera, con escaso valor alimenticio, pero que añadido a forrajes como la paja de cereales actúa como saborizante, haciéndola más apetecible para el ganado.

Una alternativa de alimentación que supone un ahorro importante de mano de obra es la propuesta por Sierra (1994), en forma de raciones integrales en las que se incluyen tanto los forrajes como el concentrado y el suplemento vitamínico-mineral, molido y con adición de grasa hasta un 1,5%, que actúa como ligante y para evitar el polvo consecuencia de la molienda. Este tipo de raciones se administra *ad libitum* en tolvas especiales llenadas tan sólo una vez a la semana.

3. Necesidades en función de la producción

En los últimos años se han producido grandes avances sobre el conocimiento de los principios que rigen la digestión y utilización de los alimentos por las ovejas. Al

Hidden page

Hidden page

CUADRO 15.2

Nota de condición corporal en las distintas fases del ciclo productivo

Estado fisiológico de la oveja	Condición corporal (CC)	Observaciones
Cubrición 90 días de gestación	3,0-3,5 3,0-3,5	Si la CC = 2,5-3,0 hacer flushing. La CC puede llegar a ser 2,5 si la prolificidad es baja.
Parto 42 días de lactación	3,5 2,5-3,5	Obligatorio en ovejas prolíficas. No bajar nunca de 2,0.
Destete	2-2,5	Evitar una subalimentación energética > de 8 semanas de cría.
Ordeño ¹	2,5-3,0	Asegurar CC > 2,5 y recuperación de peso.
Flacas ¹	2,0	No deseables.
Gordas ¹	4,0	

Fuentes: INRA (1990); ¹ G. Caja, (1994).

deros. Este parámetro es conocido, generalmente, o incluso puede ser estimado a partir del peso de las madres, asumiendo una equivalencia de 226, 361 y 416 g/kg PM para corderos simples, dobles y triples, respectivamente. Además, en el caso de los ovinos la gestación suele dividirse en tres períodos, con fenómenos fisiológicos y necesidades diferentes: primer mes de gestación, segundo-tercer mes y cuarto-quinto mes.

Durante el primer mes, el crecimiento tanto del feto como de los anejos apenas es apreciable; a pesar de ello, este período es extremadamente delicado, ya que es cuando tiene lugar la implantación del huevo. Se recomienda, tal y como se ha indicado en el punto anterior, mantener la alimentación aportada durante la cubrición (nivel mantenimiento), con el fin de evitar posibles fracasos reproductivos.

Durante el segundo período (segundo-tercer mes de gestación) se alcanza prácticamente el peso definitivo de la placenta, al mismo tiempo que el feto, a pesar de alcanzar un peso absoluto relativamente pequeño (600 g ó 15% del peso vivo al nacimiento), experimenta un rápido desarrollo. Un plano de alimentación bajo en esta fase afectará al crecimiento de la placenta y repercutirá indirectamente sobre el feto; por eso, a no ser que la cubrición se haya realizado en muy buen estado de carnes, hemos de evitar a toda costa pérdidas en el peso vivo de la oveja. En el extremo opuesto, niveles elevados de alimentación podrían repercutir negativamente sobre la ingestión, a la vez que favorecerían los problemas de toxemias al final de la gestación. En definitiva, se recomiendan niveles próximos a mantenimiento durante esta fase de gestación media, siendo admisibles pérdidas de hasta un 5% del peso vivo, siempre y cuando se trate de animales con un buen estado de carnes al comienzo de la gestación.

Durante el último tercio de la gestación tiene lugar el crecimiento espectacular del feto, acumulándose el 85% restante del peso final. Ello va a provocar un aumento de las necesidades que a veces resultan difíciles de cubrir, sobre todo si las ovejas gestan más de un cordero. Por eso en la mayoría de los casos, estos animales se verán en la necesidad de movilizar las reservas corporales acumuladas en etapas anteriores. Hay que cuidar la elección de los alimentos (forrajes y piensos de calidad) en esta fase, ya que un déficit nutritivo repercutirá negativamente tanto sobre los corderos (ligeros y débiles al nacimiento) como sobre las ovejas (toxemia de gestación, producción baja de calostros y leche).

3.3. Necesidades para la producción de leche

También adicionales a las de mantenimiento, las necesidades durante la lactación se calculan en función del crecimiento diario de los corderos durante la fase de cría, o bien la producción diaria de leche a lo largo del ordeño.

3.3.1. Producción de leche durante la cría

En este período inicial de la lactación el animal sufre un incremento elevado de sus necesidades, especialmente en aquellas ovejas que paren dos corderos. Sin embargo, este aumento se corresponde con una mejora de la capacidad de ingestión con respecto a la etapa anterior. No obstante, el incremento que experimenta la ingestión voluntaria y su capacidad para cubrir las necesidades depende de la calidad del pasto o del forraje que constituye la ración base.

El efecto que sobre la producción lechera puede tener un déficit energético dependerá en gran medida de la capacidad para movilizar reservas grasas, lo que, a su vez, depende del balance de las mismas durante la última fase de la gestación. Las ovejas que llegan a la fase de cría delgadas responden con una bajada en la producción de leche ante una subalimentación; sin embargo, los animales que han sido bien alimentados durante la gestación pueden llegar a movilizar hasta 7 kg de grasa, siempre y cuando la alimentación aporte suficiente proteína sin degradar, ya que en esta fase la movilización de proteínas tisulares es menor que en la anterior.

Durante la última fase de la cría pueden alcanzarse mayores niveles de subalimentación que en la gestación, ya que el efecto de disminución en la producción de leche causado por un déficit en el aporte de proteína sin degradar podría ser compensado por los corderos a través de la ingestión de más concentrado.

El déficit energético diario tolerado no deberá ser superior al 60-85% de las necesidades de mantenimiento en las ovejas de carne, y de un 40% en las que se ordeñan, durante un período máximo de 6 semanas de cría, siempre que el estado de reservas de los animales sea satisfactorio.

Hidden page

Los rumiantes se adaptan a un abrevamiento intermitente y a un cierto grado de restricción, economizando agua. Para conseguirlo disminuyen la ingestión de alimento, así como las pérdidas fecales, urinaria y las producidas por evaporación insensible.

4. Capacidad de ingestión de las ovejas

Las variaciones en el consumo de alimento por parte de las ovejas han sido estudiadas suministrando al animal, a lo largo de su ciclo de producción, una ración de composición constante. Así, ha podido observarse que la ingestión permanece constante desde la cubrición hasta los tres primeros meses de la gestación, momento a partir del cual disminuye progresivamente a lo largo de las semanas previas al parto. El momento de ingestión más bajo tiene lugar justo después del parto, aunque mejora rápidamente, llegando a alcanzar el máximo 1-1,5 meses después del mismo. En el ovino de carne se observa una disminución brusca de la ingestión en el momento del destete, mientras que en las ovejas que se ordeñan el descenso tiene lugar de forma progresiva, es decir, conforme lo hace la producción lechera.

Esta evolución es muy similar en la mayoría de las raciones, aunque las características de calidad del alimento (ingestibilidad y valor nutritivo) de volumen, así como la cantidad de concentrado distribuida influyen sobre el nivel medio de consumo y la amplitud en las variaciones del mismo. También tienen que ver con la capacidad de ingestión otros factores, como el peso vivo y la condición corporal del animal, su prolificidad y la producción lechera diaria. En el cuadro 15.3. aparece la capacidad de ingestión de las ovejas en función de ellos.

La unidad utilizada para medir la ingestión es la Unidad Lastre Ovina (ULO), que equivale a 1 kg de materia seca (MS) de una hierba de prado de referencia y cuya composición es conocida (15% Proteína Bruta, 25% Fibra Bruta, 77% digestibilidad de la MO y 0,95 UFL/kg MS), cuando es ingerida a razón de 75 g MS/kg PM por ovinos estándar (carneros adultos castrados de 60 kg de peso vivo) en estabulación. La medida de la capacidad de ingestión en unidades ULO sólo depende de las necesidades y características fisiológicas de la oveja, y no del valor nutritivo o calidad del alimento consumido.

Tal y como se observa en el cuadro, la capacidad de ingestión aumenta con el peso vivo del animal, pero disminuye para un mismo peso conforme aumenta el estado de engrasamiento. Por otra parte, mejora a medida que aumenta el peso de los fetos gestados, aunque empeora con la prolificidad. Durante el ordeño este parámetro aumenta con la producción lechera.

5. Dificultades para el racionamiento del ganado ovino

Uno de los mayores problemas para el racionamiento práctico de las ovejas deriva del hecho de que, salvo en muy contadas ocasiones, como es el caso de la es-

CUADRO 15.3

Valores de la capacidad de ingestión del ganado ovino en Unidades Lastre

Situación productiva	Capacidad de ingestión de referencia (ULO/d)					
Mantenimiento	Condición corporal					
Peso vivo (kg)	2,0-2,5	3,0-3,5	3,5-4,5			
40	1,4	1,3	1,2			
50	1,7	1,5	1,4			
60	1,9	1,7	1,6			
70	2,2	2,0	1,8			
Gestación	Nº de corderos gestados (peso total al parto, kg)					
Peso vivo (kg)	1 (4 kg)	1 (5 kg)	2 (5 kg)	2 (7 kg)	2 (9 kg)	—
55	1,29	—	1,16	1,29	—	—
70	—	1,64	—	1,58	1,71	—
Ordeño	Producción de leche (l/d)					
Peso vivo (kg)	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,1
50	2,7	2,6	2,5	2,3	2,2	2,1
70	3,1	3,0	2,8	2,7	2,6	2,4

Fuente: G. Caja (1994).

tabulación permanente o el de algunos rebaños lecheros que permanecen durante largas temporadas en el aprisco, los animales cubren buena parte de sus necesidades alimenticias pastando diariamente en el campo, aprovechando un amplio conjunto de recursos vegetales que, por las propias condiciones en que se producen y consumen por el ganado, resultan en muchos casos complicados de evaluar. Entre las dificultades para la evaluación se podrían señalar:

- El origen y cantidad de los recursos pastables, según sean espontáneos, naturales o cultivados, lo que en gran medida determina su calidad.
- Las cantidades diarias de pasto ingerido, como consecuencia de la diversidad de especies consumidas, su grado de desarrollo, de apetitosidad, etc.
- La calidad del pasto consumido, fruto de la gran función de selección que realiza la oveja y de las propias variaciones que en una misma zona pastada pueden producirse.
- La distribución estacional de la disponibilidad y/o aprovechamiento de estos recursos, que presentan una fuerte dependencia climatológica.

A todo lo anterior hay que sumarle las importantes variaciones derivadas del propio animal, entre las que habría que contar con la falta de uniformidad en el es-

Hidden page

CUADRO 15.4

Potencial aproximado de los recursos pastables en la España continental

Zona	Altitud m	Pluviometría mm	Tipo de pasto	UFL ha/año	Raciones sost.	Período de aprovechamiento y % utilización				Carga media (ha)
						Primavera	Verano	Otoño	Invierno	
Semiárida										
0-500	300-400	Erial	30-80	50-130	40-50%	5%	25-30%	10-15%	0,15-0,35	
0-500	400-600	Erial	100-150	160-240	40-50%	10%	25-30%	10-15%	0,45-0,70	
>500	400-600	Erial	100-250	160-400	40-50%	10-20%	25-30%	5-10%	0,45-1,10	
>500	400-600	Pasto mejorado	200-600	320-1000	40-60%	5-15%	30-35%	5-10%	0,90-2,80	
0-500	300-400	Barbecho	20-50	30-80	Producción y utilización muy variables según duración y fase de aprovechamiento				0,08-0,22	
0-500	300-400	Ricio	100-300	160-480					0,45-1,40	
>500	400-600	Barbecho	40-80	65-130					0,20-0,35	
>500	400-600	Ricio	250-600	400-1000					1,10-2,80	
Secano										
			Rastrojo	50-200	80-300	Junio-Agosto (variable producción según cosecha y sistema de recogida)				
Regadio										
			Cereal							
			Rastrojo	100-200	160-300					
Regadio										
			Cereal							
			Rastrojo	600-1000	1000-1700	Noviembre-Febrero (alfalfa-maíz). Variable según tiempo de pastoreo				
			Invierno							
						Cargas muy variables				

Fuente: I. Sierra, 1994.

Hidden page

La programación de la producción en función de la cantidad de alimento disponible en cada época del año o la programación de los recursos alimenticios en función de cada estado productivo son fundamentales para la buena marcha de la explotación.

El procesado de los alimentos puede suponer un aumento de la digestibilidad y de la ingesta, siendo interesante siempre que no suponga un excesivo aumento de los costes.

Los ovinos, como todos los rumiantes, poseen la capacidad de movilizar sus reservas grasas ante un déficit alimenticio, sobre todo en los momentos de máxima producción, de ahí la importancia de un buen estado corporal antes de comenzar dicha producción.

Principales fuentes consultadas

- FAYEZ, I. y OWEN, J. B. (1993). *Nuevas técnicas de producción ovina*. Ed. Acribia, S. A. Zaragoza.
- GALLEGO, L., TORRES, A., CAJA, G. (1994). *Ganado ovino. Raza Manchega*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- JARRIGE, J. (1981, 1990). *Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- OVIS (1990). *Alimentación del ganado ovino (I)*, nº 11, 85 pp.
- OVIS (1994). *Relaciones entre nutrición y reproducción*, nº 33, 72 pp.
- RUSSEL, A. J. F., DONEY, J. M., GUNN, R. G. (1969). Subjective assessment of body fat in live sheep. *J. Agric. Sci., Camb.*, 72: 451-454.
- TABLES D'ALIMENTATION DES BOVINS, OVINS & CAPRINS" (1988). INRA. París.

Hidden page

CAPÍTULO XVI

RECOMENDACIONES EN ALIMENTACION Y RACIONAMIENTO EN CAPRINO DE LECHE Y CARNE

ADOLFO FALAGÁN PRIETO

INDICE

0. Introducción
 1. Hábitos alimenticios de la cabra
 - 1.1. Generalidades
 - 1.2. Distribución de los alimentos
 2. Evolución del peso vivo, de la ingestión y de las necesidades
 - 2.1. Gestación
 - 2.2. Lactación
 3. Cuantificación de las recomendaciones alimenticias y de la capacidad de ingestión
 - 3.1. Mantenimiento y gestación de cabras de leche y carne
 - 3.2. Primer mes de lactación de cabras de leche y carne
 - 3.3. Del segundo mes de lactación hasta el secado de cabras de leche
 - 3.4. Machos
 - 3.5. Recrío
 4. Racionamiento
 - 4.1. Alimentación de la cabra en pastos de tipo mediterráneo
 - 4.2. Alimentación de la cabra en estabulación. Caso práctico
 5. Resumen y primeras conclusiones
- Principales fuentes consultadas

0. Introducción

Los sistemas de producción caprina en España se pueden definir en extensivos (SE) y semiextensivos o "en vías de intensificación" (SVI). La explotación caprina se orienta hacia la producción de leche (con razas que se ordeñan tan reconocidas como la Murciana-Granadina, Malagueña, Agrupación Canaria y Verata) y la de cabritos (con la Pirenaica, Retinta, Negra Serrana, etc).

En general, se comprueba que la producción de leche se concentra por el sur de la Península y las islas Canarias, mayormente en las costas y, por tanto, en las regiones áridas y semiáridas de España. Sin embargo, la mayoría de las cabras que no se ordeñan se encuentran alrededor de las zonas montañosas del centro y norte de la Península; por tanto, en regiones con posibilidades de pastos de mayor calidad.

También se puede afirmar de forma general que las cabras que no se ordeñan forman grandes rebaños que siguen el SE y no reciben complemento alimenticio alguno. Mientras que los rebaños de cabras de aptitud láctea suelen ser más pequeños y vienen asumiendo, durante los últimos años, algún progreso técnico (forman asociaciones, adquieren máquina de ordeño, controlan las cubriciones, suplementan en pesebre, etc.) y van recorriendo lentamente un camino hacia la intensificación, pero sin abandonar el pastoreo diario. Por otra parte, algunas ganaderías se mantienen estabuladas y se enmarcan en el sistema intensivo.

El rendimiento medio de leche producida y la duración de la lactación son muy variables, incluso dentro de una misma raza, oscilando de 200-600 kg de media en lactaciones de 100-240 días; por lo que en alrededor de 2 kg se puede situar la producción de leche diaria de las cabras españolas. De todos es sabido que el máximo se produce durante las primeras semanas postparto, para después ir disminuyendo paulatinamente. La composición de la leche se puede establecer entre 4-5% de grasa y 2,5-3% de proteína.

El ciclo de producción de las cabras de carne consiste en gestación, 2 meses de lactación (amamantamiento) hasta el destete de los cabritos y un período improductivo más o menos largo, dependiendo del ritmo reproductivo, que va desde el

destete hasta la próxima cubrición. Por lo tanto, para su racionamiento en dichos períodos se seguirán las mismas normas que las cabras de leche de baja producción.

Los cabritos para carnicería se sacrifican precozmente, con edades entre 4 y 8 semanas y un peso vivo de 6-10 kg, habiendo consumido solamente leche materna (la lactancia artificial de cabritos apenas se emplea en España). Las chotas (cabritas) de reposición, en general, se destetan más tarde, con 3 ó 4 meses, y se cubren con una edad de 8-10 meses y un peso de 25-30 kg, equivalente al 55% del peso adulto.

El presente capítulo XVI tratará de las normas de alimentación más aconsejables para:

- a) Cabras (en estabulación y pastoreo de mala calidad) en función de su estado fisiológico, el peso adulto y el nivel de producción.
- b) Machos en mantenimiento o cubrición, según el peso adulto.
- c) Las chotas de reposición hasta que se unen al rebaño general.

Debido a la mayor proximidad y a que las poblaciones caprinas y los sistemas de producción en Francia presentan muchos puntos en común con los españoles, se considera más apropiado utilizar el programa de alimentación caprino desarrollado por el INRA, adaptándolo a las características propias. Por ello, este capítulo está basado fundamentalmente en el libro *Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos* del INRA.

1. Hábitos alimenticios de la cabra

1.1. Generalidades

Recordando a dos autores experimentados en la alimentación de caprinos, Boza y Morand-Fehr, el criterio esencial que distingue a la cabra de los otros rumiantes es su comportamiento alimenticio, que revela una preferencia por los alimentos fibrosos.

Las cabras son exigentes en su alimentación, pues:

- a) Disminuyen el consumo cuando son mantenidas con un solo alimento durante algún tiempo, sea forraje o concentrado.
- b) Es la única especie que muestra preferencias por todas las categorías gustativas de los sabores principales, por ello ingiere mayor variedad de especies vegetales que otros herbívoros.
- c) El consumo se ve favorecido si los alimentos se presentan de distintas formas.
- d) A veces rechaza parcial o totalmente algunos concentrados poco apetecibles.

Otra característica importante de la cabra es que su gran capacidad selectiva provoca cantidades considerables de rehusados, tanto en pesebre (del 20-40%) como en el pasto (puede llegar al 60%). La cabra siempre tiende a seleccionar las partes más nutritivas del forraje, las hojas antes que los tallos, los tallos finos y después los gruesos, las fracciones más ricas en materias nitrogenadas, etc.

La actitud de la cabra al consumir en pesebre se divide en tres partes: una primera fase de exploración donde hace inventario de lo que tiene que comer, una segunda de ingestión, que le permite satisfacer su hambre, y la tercera de ingestión lenta, marcada por una selección muy discriminante de las fracciones ingeridas.

En mayor medida que los otros rumiantes, las cabras reducen el consumo con la distribución de un nuevo forraje o concentrado, por ello se aconseja realizar los cambios muy lentamente. Por otra parte, resulta interesante habituar a las chotas de reposición a los alimentos que van a utilizar después, ya que ello disminuye los rehusados y las difíciles adaptaciones.

En pastoreo selecciona cuidadosamente una gran variedad de especies vegetales, cambiando constantemente de plantas, e incluso puede dejar de consumir gramíneas o leguminosas de alta calidad nutritiva por ramonear en arbustos cercanos. Por contra, rehusa las zonas pastadas o pisadas por otros animales. Este comportamiento selectivo es muy apropiado en pastos marginales y de baja densidad, pues exploran y aprovechan mejor estos pastos, observándose que las cabras pueden recorrer una distancia mayor al 50% que los ovinos y con mayores desniveles.

1.2. Distribución de los alimentos

En el caso de cabras estabuladas, se aconseja distribuir los forrajes 2 ó 3 veces al día y el concentrado, si es necesario, se puede suministrar en el comedero o en el ordeño o bien, si la cantidad es elevada, en ambos sitios. Se recomienda limpiar los pesebres frecuentemente, de forma que no se mezclen los alimentos nuevos con los rechazados y dar el concentrado entero o granulado, evitando las harinas. Los complementos minerales y vitamínicos pueden mezclarse con los alimentos concentrados o dispersarse sobre los forrajes, en particular sobre los ensilados.

Las cabras que pastorean durante toda la jornada en zonas marginales necesitan un complemento alimenticio de forrajes y concentrados que será añadido en pesebre a la vuelta a la cabreriza.

Los factores de variación del metabolismo hídrico y del consumo de agua (CA) de las cabras, aparte de las condiciones climáticas, son los siguientes: la cantidad de materia seca ingerida = MSI ($CA = 3 \text{ MSI}$), la composición química de la ración —particularmente su contenido en agua, sales y minerales—, el peso vivo, el nivel de producción (1,28 kg de agua/kg de leche) y el estado fisiológico de los animales (CA en g/kg $p^{0.75} = 107$ en mantenimiento, 140 en gestación y 165 en lactación).

2. Evolución del peso vivo, de la ingestión y de las necesidades

El cambio de reservas corporales es uno de los mecanismos más importantes que tiene el animal para adaptarse a la estacionalidad de los recursos y ello lleva consigo una evolución del peso vivo (figura 16.1).

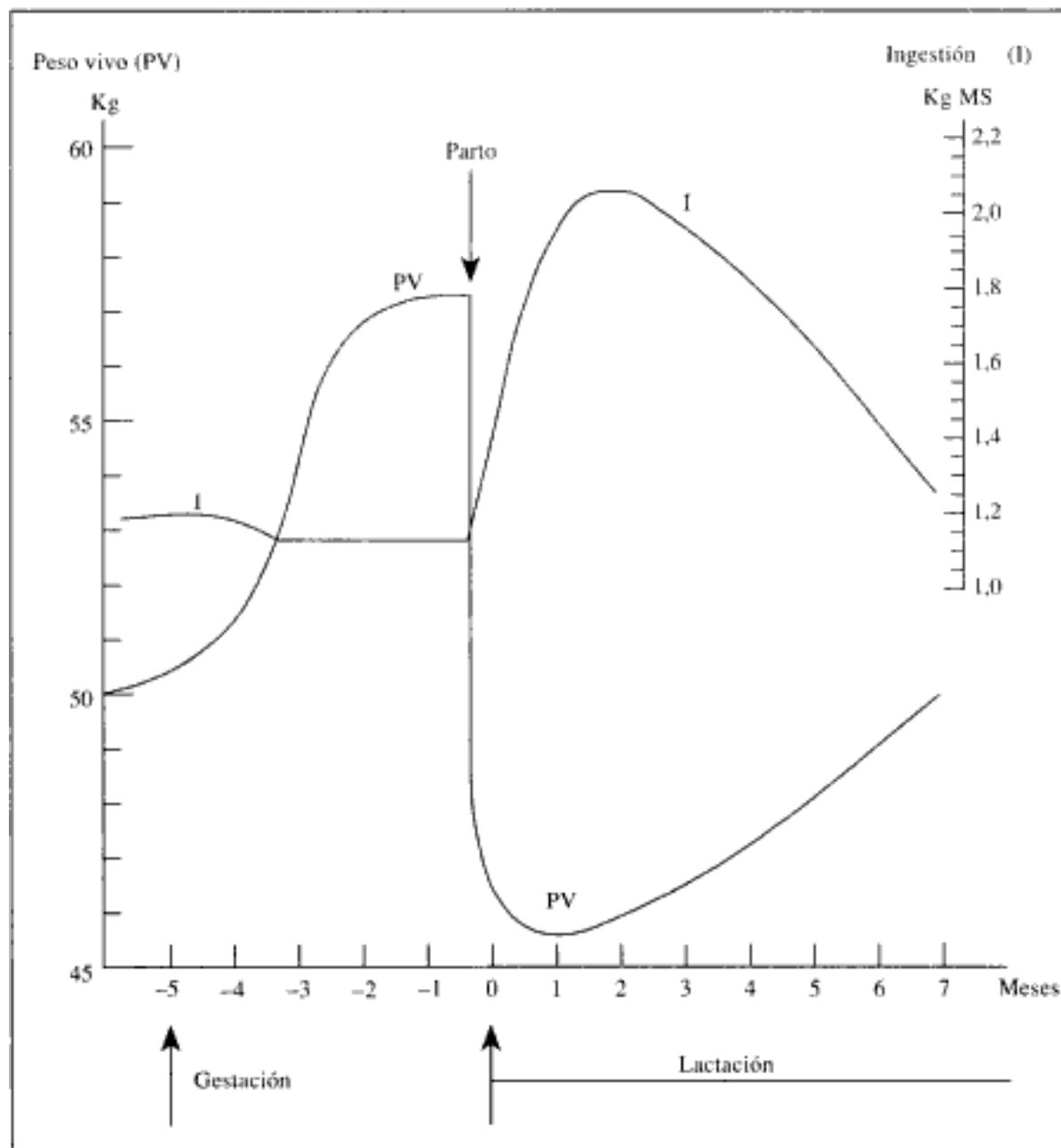


FIGURA 16.1

Evolución del peso vivo y del nivel de ingestión de cabras muy productivas durante su ciclo.
Fuente: INRA (1990); modificación.

El estado fisiológico del animal marcará, como se especifica a continuación, las necesidades y la capacidad de ingestión. Si ésta no cubre o supera las necesidades, provocará una movilización o acumulación de reservas y, por tanto, una disminución o aumento de peso vivo.

2.1. Gestación

Durante los 3 primeros meses de gestación el peso de la cabra aumenta lentamente (aproximadamente 2 kg), acumulándose reservas debido al balance energético positivo. En las siguientes 6-7 semanas el peso vivo se incrementa alrededor de 6 kg por el importante desarrollo del útero y de su contenido. Finalmente, las 3 últimas semanas casi no aumenta e incluso se mantiene antes del parto.

Dado que la capacidad de ingestión de la cabra permanece estable y las necesidades de gestación aumentan durante los dos últimos meses de gestación, se establece un balance energético negativo en aumento y, por tanto, comienza una progresiva movilización de reservas corporales. Aquí se aconseja la distribución de alimentos concentrados que contengan cereales, a razón de 100-200 g el cuarto mes hasta 400-500 g antes del parto.

2.2. Lactación

El primer mes postparto el peso disminuye alrededor de 4 kg y a partir del tercero el peso se incrementa 1 kg mensual, variando muy poco el segundo mes. Mientras que la capacidad de ingestión aumenta rápidamente después del parto, alcanzando su máximo entre 1,5-2 meses y, posteriormente, va disminuyendo.

Las necesidades de las cabras postparto aumentan más rápidamente que la capacidad de ingestión, provocando un nuevo balance energético negativo y una movilización de reservas, hasta, aproximadamente, el tercer mes.

Es decir, que en prácticamente 5 meses del ciclo productivo (dos antes del parto y tres después) únicamente se pueden cubrir las necesidades de las cabras si han podido acumular reservas suficientes durante los 4 ó 5 últimos meses de lactación en el caso de cabras que se ordeñan o el tiempo que va del destete de los cabritos hasta la cubrición para las de aptitud cárnica y, en ambos, durante los 3 primeros meses de gestación.

Por lo tanto, si se considera muy importante llevar a cabo una óptima alimentación en los períodos de balances energéticos negativos, al objeto de evitar que la movilización de reservas provoque una extrema delgadez del animal, difícil de recuperar; no lo es menos realizar un aporte ajustado en las otras épocas, que permita acumular las reservas que necesitarán los animales en las fases críticas citadas.

Hidden page

Las variaciones de peso vivo que se producen durante la lactación obligan a corregir las recomendaciones energéticas, de forma que se deben mayorar en [3,9](#) UFL por kilogramo de incremento y minorar en [3,7](#) UFL por kilogramo de pérdida de peso vivo. Por lo tanto, como en el primer mes de lactación se produce una pérdida media de peso semanal de 1 kg, es necesario reducir el aporte en [0,53](#) UFL/día.

Los aportes de PDI recomendados para producir 1 kg de leche son de [45](#) g, tolerándose unos déficits de [80-90](#) g y [20-30](#) g de PDI en la primera y segunda semanas, respectivamente, para restablecerse el equilibrio la tercera semana. La minoración energética y los déficits nitrogenados han sido considerados en el cuadro [16.2](#).

CUADRO 16.2

Recomendaciones alimenticias diarias de las cabras durante el primer mes de lactación

Peso vivo (kg)	Leche ¹ (kg)	Aportes			Ca (g)	P (g)	
		UFL	1 ^a sem.	PDI 2 ^a sem.	3 ^a -4 ^a sem.		
50	1	1,13	60	88	88	8,0	4,5
	2	1,26	77	121	133	12,0	6,0
	3	1,37	93	153	178	15,5	7,5
60	1	1,23	67	95	95	8,5	5,0
	2	1,36	87	128	140	12,5	6,5
	3	1,47	100	150	185	16,0	8,0

¹ Leche con 4,5% de materia grasa.

Fuente: INRA (1990), modificado el aporte energético.

Las recomendaciones de 4 g de calcio y [1,5](#) g de fósforo para producir 1 kg de leche permiten a la cabra reconstituir sus reservas minerales entre el cuarto mes de lactación y el secado, dado que no es posible compensar la movilización ósea mediante aportes superiores a los expuestos en el cuadro [16.2](#) para este primer mes de gestación.

La capacidad de ingestión en las 4 primeras semanas de lactación equivale al 72, [83](#), [90](#) y [95%](#), respectivamente, del valor en las semanas posteriores, exponiéndose sus valores en el cuadro [16.3](#).

3.3. Del segundo mes de lactación hasta el secado de cabras de leche

Se recuerda que las cabras de aptitud cárnea se destetan al inicio del presente período y comienzan una etapa de mantenimiento hasta que sean cubiertas de nuevo, inaugurando así un nuevo ciclo productivo. Los aportes y la ingestión vo-

CUADRO 16.3

Capacidad de ingestión (C.I) de las cabras durante el primer mes de lactación

Peso vivo (kg)	Leche (kg)	Capacidad de ingestión							
		1 ^a sem.		2 ^a sem.		3 ^a sem.		4 ^a sem.	
		kgMS	ULL	kgMS	ULL	kgMS	ULL	kgMS	ULL
<u>50</u>	1	1,08	<u>1,34</u>	1,25	1,55	1,35	1,68	1,43	1,77
	2	<u>1,30</u>	<u>1,52</u>	1,50	1,74	1,63	1,89	1,72	1,99
	<u>3</u>	<u>1,52</u>	1,68	1,75	1,93	1,90	2,11	2,00	2,21
<u>60</u>	1	<u>1,18</u>	<u>1,41</u>	1,36	1,62	1,48	1,77	1,56	1,86
	2	1,40	<u>1,57</u>	1,61	1,81	<u>1,75</u>	1,98	1,85	2,08
	<u>3</u>	1,62	<u>1,74</u>	1,87	2,01	2,08	2,18	2,14	2,29

Fuente: INRA (1990).

luntaria en este período de cabras de ordeño, sin tener en cuenta las variaciones de peso vivo, se exponen en el cuadro 16.4.

En el cuadro 16.5 se indican los cambios en las recomendaciones del cuadro 16.4, debidas a las variaciones de peso vivo.

Durante el segundo mes de lactación se producen 0,5 kg de pérdida de peso semanal (aunque el peso vivo se puede mantener estable debido al aumento del contenido digestivo), por lo que se debe minorar 0,26 UFL/día. Por el contrario, a partir del cuarto mes de aportes energéticos se mayoran en 0,16 UFL/día en cabras

CUADRO 16.4

Recomendaciones alimenticias diarias y capacidad de ingestión (C.I) de las cabras lecheras entre el segundo mes de lactación y el secado¹

Peso vivo (kg)	Leche ² (kg)	Aportes				C.I	
		UFL	PDI (g)	Ca (g)	P (g)	MS (g)	ILL
<u>50</u>	1	1,13	<u>88</u>	8	4,5	1,50	1,86
	2	1,52	<u>133</u>	<u>12,0</u>	<u>6,0</u>	1,81	2,09
	<u>3</u>	1,90	<u>178</u>	<u>15,5</u>	7,5	2,11	2,32
<u>60</u>	1	1,23	<u>95</u>	8,5	<u>5,0</u>	1,64	1,96
	2	1,62	140	<u>12,5</u>	<u>6,5</u>	1,94	2,19
	<u>3</u>	2,00	185	<u>16,0</u>	8,0	2,25	2,42

¹ Sólo se tiene en cuenta el mantenimiento y la producción de leche.

² Leche con 4,5% de materia grasa.

Fuente: INRA (1990).

Hidden page

genadas y minerales. Durante la cubrición el INRA (1990) mayoriza todas las necesidades un 15%. La capacidad de ingestión se considera idéntica a las hembras (cuadro 16.7).

CUADRO 16.7

Recomendaciones alimenticias y capacidad de ingestión (C.I) de machos cabríos

Peso vivo (kg)	Estado fisiológico	Aportes				C.I	
		UFL	PDI (g)	Ca (g)	P (g)	MS (kg)	ULL
60	Mantenimiento	0,87	50	4,0	3,0	1,33	1,89
	Cubrición ¹	1,00	53	4,6	3,4	—	—
70	Mantenimiento	0,98	56	4,5	3,5	1,47	2,00
	Cubrición	1,13	65	5,2	4,0	—	—

¹ La C.I durante la cubrición presenta una elevada variabilidad entre individuos.

Fuente: INRA (1990).

3.5. Recría

Considerando que un incremento de 10 g/día en la velocidad de crecimiento aumenta los aportes energéticos en 0,04 UFL y los nitrogenados en 4 g de PDI, se pueden modificar ligeramente las recomendaciones alimenticias propuestas por el INRA (1990), al tener en cuenta que las chotas en reposición maman de sus madres hasta los 2-3 meses de edad y alcanzan los 30 kg de peso vivo a los 10 meses, que coincide con la incorporación al rebaño general para su cubrición (cuadro 16.8).

CUADRO 16.8

Recomendaciones alimenticias diarias y capacidad de ingestión (C.I), para cabras de recría

Edad ¹ (meses)	Peso vivo medio (kg)	Aportes				C.I (kg MS)
		UFL	PDI (g)	Ca (g)	P (g)	
3 ^a	14	0,51	65	3,6	1,6	
4 ^a -5 ^a	17-20	0,58	63	3,7	1,7	0,90
6 ^a -7 ^a	22-24	0,64	60	3,8	1,7	1,18
8 ^a -9 ^a	26-28	0,68	55	3,7	1,8	1,15

¹ Hasta el tercer mes se alimentan de leche materna.

Fuente: INRA (1990), modificado

4. Racionamiento

Si no olvidamos los hábitos alimenticios de las cabras y tenemos en cuenta las recomendaciones y estrategias de alimentación establecidas en el apartado anterior, para cada tipo de animal en cada estado fisiológico concreto resulta sencillo calcular una ración a partir de una serie de alimentos básicos. Dichos alimentos se pueden resumir en forrajes verdes, henos, ensilados, cereales y tortas.

Dado que, por un lado, la ración tiene una influencia apreciable en el contenido de grasa de la leche y no sobre el de proteína y, por otro, la mayor parte de la leche comercializada se paga por su componente graso, se debe tener en cuenta que del total de MS ingerida se respetarán las siguientes proporciones: $\geq 18\%$ de fibra bruta, inferior al 25% de almidón y entre 2,5-5% de materias grasas. Además los cereales no deben representar más del 50% de la MS y, si se trata de ensilado de maíz, se reducirá al 10-15%. Finalmente, resulta necesario mantener al menos el 40% de forrajes en la ración.

4.1. Alimentación de la cabra en pastos de tipo mediterráneo

En estas zonas, como el sur y sureste de España, los forrajes producidos son de mediocre calidad y, además, muy escasos, por ello el pastoreo diario sólo cubre a veces el gasto suplementario producido en la búsqueda de alimentos. Sin embargo, sin considerar épocas extremas de penuria alimenticia, el pastoreo en estas áreas puede cubrir del 20 al 40% de las necesidades de mantenimiento, por lo que se hacen necesarios aportes suplementarios de forrajes y concentrados.

La duda de cómo realizar un complemento en pesebre después de un pastoreo tan variable debe solventarse mediante la utilización sistemática de las estimas de la condición corporal. En definitiva, cuanto más conocimientos de movilidad de reservas y del tipo de pasto se tengan en cada período, mejor se optimizarán la eficiencia de los aportes suplementarios.

Merece ser resaltado que en esta situación se puede presentar una ingestión insuficiente de fibra motivada por las dos causas siguientes:

- a) Cuando el pasto es de tan mediocre calidad que la cabra ingiere una cantidad reducida. Este déficit de fibra se puede reducir aportando a la ración subproductos ricos en celulosa fácilmente digestibles, como la pulpa de remolacha deshidratada, de cítricos (frescos) o residuos de cervecería (frescos), cuyos consumos recomendados indicativos máximos por cabra se podría establecer en 0,600, 0,250 y 0,250 kg de MS/día, respectivamente.
- b) En las zonas planas del sur y sureste de España las cabras pueden consumir forrajes verdes (cultivados en zonas de regadío) muy pobres en materia seca, con lo que las cabras limitan la cantidad de MS ingerida, debiéndose

incorporar a la dieta pequeñas cantidades de heno o forraje deshidratado (alfalfa).

A pesar de su importancia, la cuantificación de la ingesta de nutrientes en pastoreo constituye un aspecto no resuelto; por ello para llevar a cabo una óptima dieta complementaria se aconseja realizar un seguimiento periódico de los dos aspectos siguientes:

- a) Si quedan abundantes rehusados pueden ser debidos a que se ha superado la capacidad de ingestión de los animales, por lo que, manteniendo similar aporte alimenticio, se deberá disminuir la cantidad de MS de la ración (aumentando la proporción de concentrados y bajando la de forrajes).
- b) Si la condición corporal aumenta/disminuye por debajo de lo esperado es que la dieta debe de ser minorada/mayorada en UFL y/o PDI.

4.2. Alimentación de la cabra en estabulación. Caso práctico

Consideramos una explotación de Jumilla (zona semiárida de Murcia), compuesta por 100 cabras adultas estabuladas de raza Murciana-Granadina, cuyos partos ocurrieron en el mes de Septiembre. El ganadero en enero nos solicita que se calcule una ración para dicho lote, con 2 kg de leche/día de producción media, a base de heno de alfalfa (HA), pulpa de remolacha deshidratada (PRd), cebada (Ce) y torta de soja (TS).

Solución: Cabra de 50 kg, cuarto mes de lactación y un incremento de peso de 1 kg/mes.

Necesidades (cuadros 16.4 y 16.5):

	UFL	PDI (g)	Ca (g)	P (g)	Kg MS	ULL
	1,52	133	12,0	6,0	1,81	2,09
	0,16	4				
Total	1,68	137	12,0	6,0	1,81	2,09

Alimentos disponibles:

	UFL	PDIE	PDIN	Ca	P	MS	ULL
HA	0,63	107	89	15,5	2,5	0,85	0,98
PRd	1,01	63	106	13,0	1,0	0,89	1,05
Ce	1,16	79	102	0,7	4,0	0,87	—
T.S	1,18	388	263	3,0	7,8	0,88	—

Se limita la distribución de pulpa de remolacha a 0,6 kg de MS, equivalente a una ingestión real de 0,5 kg (0,1 kg rehusado):

	UFL	PDIE	PDIN	Ca	P	MS	ULL
Déficit (0,5 kg MS de PRd)	1,17	05,5	84	5,5	5,5	1,36	1,56

Este déficit se tiene que cubrir con una cantidad HA de heno de alfalfa y una C de concentrado (a base de cebada y soja). Para ello se plantea un sistema de dos ecuaciones, una que satisface las necesidades energéticas y la otra que se ajuste a la capacidad de ingestión de las cabras:

$$0,63 \text{ HA} + 1,17 \cdot C = 1,17 \\ 0,98 \text{ HA} + X \cdot C = 1,56$$

La X de la ecuación, es decir, las ULL del C, se estima con el cuadro 16.6 a partir de la densidad energética (DE) y el valor lastre de los forrajes a partes iguales:

$$\text{DE} = 0,63 + 1,01/2 = 0,82 \\ \text{ULL} = 0,98 + 1,05/2 = 1,01 \\ X = 0,62$$

Por lo tanto, de la ecuación anterior: HA = 1,45 y C = 0,22 kg de MS

Dado que el precio del HA suele ser elevado y el porcentaje de forrajes en la ración es alto, se reducirá a 1,1 kg MS (1 kg de ingestión real y 0,1 kg de rehusado) y el resto se cubrirá con los concentrados (al rebajar la cantidad de HA, quedará C = 0,70 kg de MS).

	UFL	PDIE	PDIN	Ca	P	MS	ULL
Déficit (1 kg MS de HA)	0,54	0	0	0	3,0	0,51	0,58

Para calcular la mezcla de los dos concentrados se vuelve a establecer un sistema de dos ecuaciones, de forma que la suma de ambos sea la cantidad C y que cubran el déficit en PDIE o PDIN:

$$\text{Ce} + \text{TS} = 0,70 \\ 79 \text{ Ce} + 388 \text{ TS} = 0$$

Dado que en el presente caso ya se ha cubierto el déficit de nitrogenados, se usará únicamente cebada, a razón de 0,60 kg MS distribuidos y 0,50 kg MS consumidos (algo más baja la cantidad para no pasar la C.I en kg de MS).

Hidden page

- CORCY, J. CH. (1993). *La cabra*. Ed. Mundi-Prensa, 307 pp.
- DE BLAS, C., GONZÁLEZ, G. y ARGAMENTERÍA, A. (1987). *Nutrición y alimentación del ganado*. Ed. Mundi-Prensa, 451 pp.
- E.A.A.P. (1991). *Goat nutrition*. Ed. P. Morand-Fehr, Pudoc Wageningen. FAO, 308 pp.
- INRA (1990). *Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos*. Ed. J. Jarrige, Mundi-Prensa, 432 pp.
- MOLINA, E., GARCIA, M. A., BOZA, J., AGUILERA, J. F. (1993). Efecto de la suplementación sobre la ingestión voluntaria de ganado ovino y caprino en pastoreo. En: *Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal*, IV. Junta de Andalucía, 30, 67-79.
- MORAND-FEHR, P., de SIMIANE, M., SANTUCCI, P., BOURBOUZE, A., NAPOLEONE, M. BAS, P., HUBERT, B. y MAESTRINI, O. (1985). Contribution des ressources pastorales aux apports alimentaires et aux besoins des chèvres. En: *Exploitation des milieux difficiles par les ovins et les caprins*. 10as Journ. Rech. Ovine et Caprine. INRA-ITOVIC, 159-177.

Hidden page

CAPÍTULO XVII

RECOMENDACIONES EN
ALIMENTACION Y
RACIONAMIENTO EN
GANADO PORCINO

PEDRO J. BLANCO BUENO

INDICE

0. Introducción
 1. Necesidades de las cerdas gestantes
 - 1.1. Energéticas
 - 1.2. Proteicas
 2. Necesidades de las cerdas en lactación
 - 2.1. Energéticas
 - 2.2. Proteicas
 3. Necesidades de las cerdas vacías
 4. Necesidades de los futuros reproductores/as y de los verracos
 5. Necesidades de los lechones
 - 5.1. Energéticas
 - 5.2. Proteicas
 6. Necesidades de los cerdos en crecimiento y cebo
 - 6.1. Energéticas
 - 6.2. Proteicas
 7. Consumo de alimentos en crecimiento y cebo
 8. Resumen y primeras conclusiones
- Principales fuentes consultadas

0. Introducción

La alimentación constituye, sin duda, el factor de mayor importancia cuantitativa en el coste total de producción del kilogramo de carne porcina producida, representando del orden del 75-85% de este coste.

La aplicación de una adecuada estrategia alimenticia será imprescindible para mantener los reproductores con una buena condición corporal (reservas grasas disponibles para llevar una vida reproductiva que les permita desarrollar todo su potencial genético).

Las recomendaciones de tipo general que se exponen seguidamente no deben implicar que nos olvidemos de realizar un seguimiento particular de cada reproductora en función de su estado de carnes; además, las condiciones de explotación y la genética particular generan gran variabilidad, siempre a tener en cuenta.

Se verán detalladamente las necesidades energéticas y proteicas de los distintos animales en cada estado morfológico y fisiológico, así como un resumen de los consumos normales, por intervalos de tiempo y pesos, para cerdos en crecimiento y cebo.

1. Necesidades de las cerdas gestantes

1.1. Energéticas

En los sistemas de valoración energética de alimentos para cerdos se han venido utilizando las unidades calóricas referidas en energía digestible (ED) y en energía metabolizable (EM). Así pues, es en estas unidades en las que los distintos autores expresan también los requerimientos energéticos de los animales. No obstante, existen investigaciones en curso desarrolladas por algunos centros (AEC entre otros), encaminadas a estimar dichos requerimientos en energía neta (EN).

La cerda en gestación tiene unos gastos energéticos para:

- a) Mantenimiento (EMm).
- b) Desarrollo fetal, crecimientos placentario, uterino y mamario; producción de líquidos y membranas fetales (EMu).

- c) Crecimiento propio: muscular (EMpm) y adiposo (EMlm), fundamentalmente.

En consecuencia, la energía metabolizable total (EM_t) vendrá dada por la fórmula:

$$EM_t = EM_m + EM_u + EM_{pm} + EM_{lm}$$

Recordemos (Tomo II, Reproducción y Alimentación, capítulo XIII), que en ganado porcino se considera, con error despreciable, la correspondencia entre EM y ED, dada por:

$$EM = ED \times 0,95$$

En la figura 17.1 se esquematiza la evolución cuantitativa de los gastos energéticos en función del momento de la gestación.

1.1.1. De mantenimiento

Las recomendaciones de distintas fuentes, para cerdas alojadas en una situación de termoneutralidad (20°C alojadas individualmente y 16°C si se alojan en grupo) aparecen resumidas en el cuadro 17.1. Como media de dichas recomendaciones se puede considerar que:

$$EM_m = 105 \text{ kcal} \times PV^{0,75}$$

Al estar referidas las necesidades en función del peso metabólico del animal, existe una gran variación entre los posibles animales que existen en las explotaciones, de ahí la necesidad del seguimiento individualizado.

En el cuadro 17.2 se resumen las necesidades en función del P.V. entre 110 y

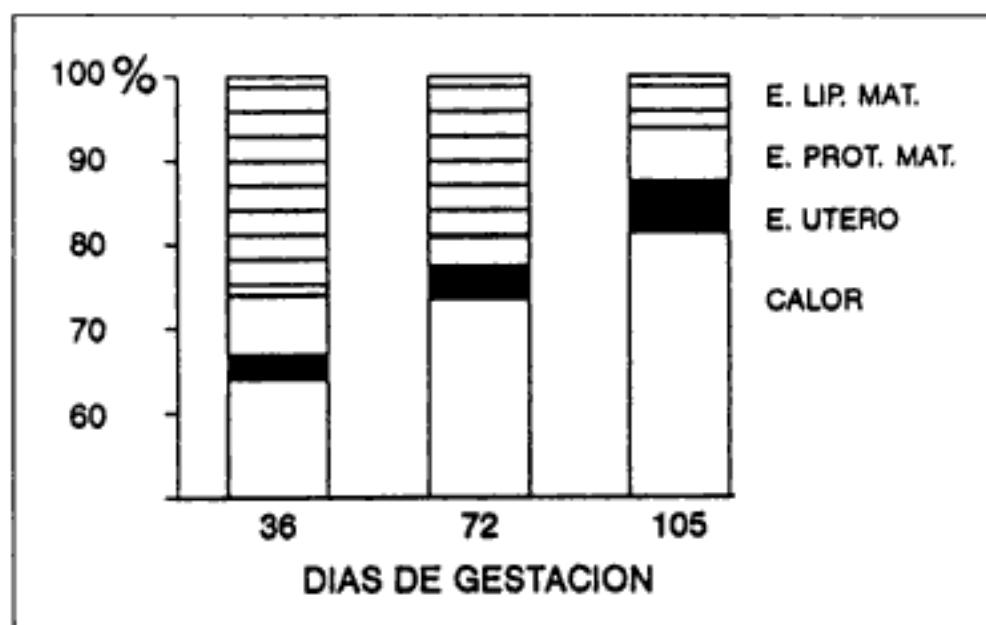


FIGURA 17.1

Evolución del empleo de la EM ingerida según la fase de la gestación.

Fuente: Durán (1993).

CUADRO 17.1

Necesidades energéticas de mantenimiento en cerdas gestantes

Kcal/kg ^{0,75}	Fuentes
100 - 110	Close (1985), Noblet y Etienne (1987)
105 (89-133)	ARC (1981), NRC (1988)
105	Den Hartog (1991)
100 - 106	Verstegen (1987), Kemp (1986)
98	Beyer (1988)
105 - 115	INRA (1985)

230 kg y el consumo necesario para el caso de un pienso de 3000 kcal EM /kg. Como puede apreciarse, sólo el mantenimiento supone un gran gasto energético.

Cuando las temperaturas disminuyen, las necesidades aumentan a razón de 3-4 kcal EM/kg PV0,75 por cada 1° C, lo que supone entre 0,2 y 0,4 kg de alimento suplementario por cerda y día.

En los casos de alojamiento en grupo con cama de paja, la actividad física de las cerdas se incrementa de forma importante y las necesidades de mantenimiento pueden llegar a ser del orden del 10-15 % superiores (Geuyen y col., 1984).

CUADRO 17.2

Influencia del P.V. sobre las necesidades de mantenimiento, situados en temperatura termoneutra.

Peso vivo (kg)	Necesidades de mantenimiento	
	Kcal EM/día	Kg de pienso*/día
110	3566	1,18
140	4274	1,42
170	4943	1,65
200	5584	1,86
230	6201	2,07

* Pienso de 3.000 kcal EM/kg.

Fuente: Elaboración propia a partir de la bibliografía.

1.1.2. Necesidades energéticas para el crecimiento uterino

La eficacia con que la EM ingerida es utilizada para la deposición energética en los tejidos reproductores (ERR) ha sido estimada en el 48% (Noblet y Etienne, 1987). Por otra parte, la energía fijada en 1 kg de lechón nacido (considerado en conjunto los fetos, útero, placenta y líquidos) equivale a 1300 kcal (Wilde, 1980; Noblet y col., 1985). Así pues, una camada de 10 lechones al nacimiento con un peso medio de 1,4 kg representarán 14 kg en el momento del parto y una energía depositada de 18.200 kcal (14×1300).

Al aplicar la eficacia del 48%, la EM a ingerir durante el período de gestación, en las condiciones consideradas y para el crecimiento uterino, será:

$$EM = 18.200 / 0,48 = 37.917 \text{ kcal}$$

En principio podría considerarse que un complemento de 110 g diarios de un alimento de 3000 kcal EM/kg serán suficientes para cubrir estas necesidades ($0,110 \times 3000 \times 115 = 37.950 \text{ kcal}$); pero ha de considerarse que el crecimiento fetal no es lineal y, por tanto, las necesidades no van a ser constantes a lo largo del período. Estas, en relación con el crecimiento fetal, van a ser muy superiores en el último tercio (a partir de los 80 días), por lo que el complemento alimenticio debe aplicarse proporcionalmente a la evolución de los gastos como se representa en la figura 17.1, y que en cifras (*), para un alimento de 3000 kcal EM/kg, representa:

1 ^{er} tercio de gestación	20%	200 kcal EM/día	70 g/día (*)
2 ^o tercio de gestación	30%	300 kcal EM/día	100 g/día (*)
3 ^{er} tercio de gestación	50%	500 kcal EM/día	170 g/día (*)

1.1.3. Necesidades energéticas para el crecimiento de la cerda

Las reproductoras continúan creciendo hasta el cuarto parto (crecimiento proteico), y, además, durante la segunda gestación y siguientes se deben reponer las perdidas sufridas en la lactación anterior y constituir las reservas para la siguiente (crecimiento lipídico).

La eficacia de utilización de la EM para deposición de proteína materna es del 60% ($K_{pm} = 0,6$, Close y col., 1985; Noblet y Etienne, 1987). La energía retenida en proteína es:

$$ER_{pm} = k_{pm} \times EM_{pm} = 0,6 \times EM_{pm}$$

Para la deposición de depósitos grasos la eficacia de la EM es del 85% ($k_{lm} = 0,85$, Close y col., 1985; Noblet y Etienne, 1987). La energía retenida en grasas es:

$$ER_{lm} = k_{lm} \times EM_{lm} = 0,85 \times EM_{lm}$$

En 1987, Dourlant propuso un modelo en donde fijó una eficacia conjunta para el crecimiento neto total (proteico y lipídico) del 77%; $K = 0,77$.

Teniendo en cuenta que la energía retenida en 1 kg de crecimiento neto total es de 3700 kcal, el requerimiento energético de ingestión será:

$$3700 / 0,77 = 4805 \text{ kcal EM / 1 kg crecimiento}$$

En el cuadro 17.3 se recogen las recomendaciones sobre la concentración energética, bien en energía digestible o en energía metabolizable, que deben tener los piensos para reproductores, en función de su estado fisiológico y con indicación del sistema de alimentación recomendado.

CUADRO 17.3
Normas de formulación para cerdos reproductores

Tipo de animal	Cerdas en gestación, vacías y verracos	Cerdas en lactación	Futuros reproductores/as
Sistema de alimentación	Racionada	A voluntad	Racionada
ENERGIA	Kcal/kg	Kcal/kg	Kcal/kg
Energía digestible	3.000	3.100	2.900
Energía metabolizable	2.850	2.950	2.750
PROTEINA TOTAL (%)	12,0	14,0	14,0
AMINOACIDOS TOTALES (%)			
Lisina	0,53	0,78	0,84
Metionina	0,16	0,23	0,27
Metionina + cistina	0,32	0,46	0,49
Treonina	0,43	0,53	0,53
Triptófano	0,09	0,15	0,16
Arginina	0,18	0,24	0,25
Histidina	0,16	0,31	0,21
Isoleucina	0,46	0,55	0,47
Leucina	0,39	0,91	0,87
Fenilalanina + tirosina	0,41	0,89	0,81
Valina	0,57	0,55	0,58
PROTEINA DIGESTIBLE (%)	10,0	11,6	11,6
AMINOACIDOS DIGEST. (%)			
Lisina	0,45	0,67	0,72
Metionina	0,14	0,21	0,24
Metionina + cistina	0,28	0,40	0,43
Treonina	0,36	0,45	0,45
Triptófano	0,08	0,13	0,14
Arginina	0,16	0,22	0,23
Histidina	0,14	0,27	0,18
Isoleucina	0,39	0,47	0,40
Leucina	0,34	0,79	0,75
Fenilalanina + tirosina	0,36	0,79	0,72
Valina	0,47	0,46	0,48

Fuente: Modificado de Rhône-Poulenc Animal Nutrition (1993).

1.2. Proteicas

La tendencia actual es de formular teniendo en cuenta el concepto de "proteína ideal"; lo que implica conocer el "perfil" o equilibrio adecuado de aminoácidos para cada producción, además de su digestibilidad.

El sistema actual presenta varias ventajas frente al tradicional de formular en proteína bruta (PB):

- a) Permite ajustar la concentración de cada aminoácido a las necesidades del animal, para un consumo medio, mientras que al hacerlo en PB hay que formular por encima del aminoácido (AA) limitante.
- b) Al ajustar la concentración de cada AA se evitan las pérdidas que se producen con el sistema tradicional de aquellos aminoácidos (AAs) que se aportan en exceso.
- c) Como consecuencia del punto anterior, se evita la contaminación procedente de las materias nitrogenadas excretadas.

Raciones bajas en proteína producen problemas reproductivos acusados, aunque en el primer ciclo son capaces de mantener una productividad aceptable. El nivel mínimo de PB recomendado es del 12% cuando las proporciones en AAs sean adecuadas (proteína equilibrada), pero se requiere una concentración mínima del 14% cuando no esté equilibrada.

En el cuadro 17.3 se resumen las **recomendaciones mínimas** en proteína total (PB) y en aminoácidos equilibrados.

Por debajo de estos niveles, en cada caso, se produce:

- a) Lechones de bajo peso al nacimiento.
- b) Aumento del intervalo destete/cubrición fecundante.
- c) Disminución de la camada inicial (baja prolificidad y aumento de la mortalidad al nacimiento).

La deficiencia en cualquier AA esencial provoca síntomas similares a los enumerados para el caso de las proteínas; en tanto que los excesos ($PB > 15\%$) no inducen efecto beneficioso sobre la productividad.

Las necesidades en AAs esenciales son relativamente bajas, no siendo preciso adicionarlos de origen sintético.

2. Necesidades de las cerdas en lactación

2.1. Energéticas

Las necesidades energéticas durante la lactación dependen de numerosos factores: reservas corporales del animal al principio de la lactación, capacidad de consumo, tamaño de la camada, crecimiento potencial diario de los lechones y duración de la lactación. La carencia de datos estadísticos adecuados que correlacionen los múltiples factores de variabilidad y la imposibilidad de disponer de tablas concretas para cada situación hacen necesario un acercamiento de tipo factorial para cuantificar todas esas variables que condicionan la producción de leche.

De manera factorial, la energía metabolizable necesaria es la suma de las necesidades para mantenimiento y para la producción de leche:

$$EMt = EMm + EMI$$

Hidden page

Hidden page

Para una cerda que, por ejemplo, haya sufrido una disminución media de peso de 648 g/día durante los 21 días de lactación (13,6 kg), debe recuperar dichas pérdidas lo antes posible; pongamos que sea en 10 días (anteriores y posteriores a la cubrición). La energía contenida en 1 kg de peso repuesto es de 3700 kcal, que han sido transformadas con una eficacia media del 77%; de donde las necesidades diarias, a las que hay que sumar las de mantenimiento, serían: $(13,6 / 10) \times 3700 / 0,77 = 6534$ kcal EM (equivalentes a 2,3 kg de un alimento de 2850 kcal EM/kg).

3.2. Proteicas

El nivel proteico de los piensos para esta fase de las cerdas es similar al de la fase de gestación (cuadro 17.3).

4. Necesidades de los futuros reproductores/as

Durante la fase comprendida entre final del cebo y la cubrición o inicio de los servicios del macho como verraco, considerada como improductiva desde el punto de vista de la reproducción, el objetivo es reducir dicho período sin afectar los rendimientos productivos posteriores.

La alimentación debe ser racionada y con piensos cuyas características se resumen en el cuadro 17.3. La ración será tal que les aporte entre 240/280 g de proteína digestible, de los que entre 15 y 18 g serán de lisina; ello se consigue con una ración de 2,2/2,4 kg del pienso recomendado y para unos incrementos diarios de 650/700 g entre 95 y 120 kg P.V.

5. Necesidades de los lechones

5.1. Energéticas

Cabe distinguir dos períodos. El primero, comprendido entre el inicio de la alimentación sólida (primeros días de vida) y los 40 días de edad, en que alcanzan un peso de aproximadamente 10 kg (primera edad); durante este período resulta más interesante considerar la inclusión o no de ciertas materias primas, que la fórmula energética del alimento. A este respecto es imprescindible incluir del orden del 10%, como mínimo, de productos lácteos; no es aconsejable incluir más del 5% de grasas, e interesa que contengan del orden del 3-4,5% de celulosa bruta. La concentración energética debe mantenerse en el rango de 3300-3600 kcal de energía digestible (3100-3400 kcal de energía metabolizable). Todas estas características de los alimentos ayudarán a mantener el adecuado desarrollo del tracto digestivo. Estos alimentos reciben el nombre de piensos *pre-starter*.

Durante la segunda edad, entre los 40 y 70 días de vida (en que alcanzan del orden de 25 kg de peso vivo), recibirán los piensos denominados *starter*, cuyo contenido energético es similar al de la primera edad, pero, al estar los animales alimentados a voluntad, ingerirán la cantidad necesaria para cubrir sus crecientes necesidades, y ello

en función de su potencial productivo. En el cuadro 17.4 se indican las características energéticas y proteicas recomendadas para los piensos correspondientes a cada edad.

5.2. Proteicas

Como ya se ha indicado al comienzo del capítulo, para el caso de las cerdas, la tendencia actual es de formular en aminoácidos, por las razones allí expuestas y aplicables también para los lechones (cuadro 17.4).

CUADRO 17.4

Normas de formulación para lechones. Alimentación "ad libitum"

Intervalo de edad (días)	21 a 42	43 a 70
Intervalo de pesos (kg)	5 a 10	10 a 25
Ganancia media de peso (g/día)	250	500
ENERGIA	Kcal/kg	Kcal/kg
Energía digestible	3500	3500
Energía metabolizable	3300	3300
PROTEINA TOTAL (%)	18,0	16,0
AMINOACIDOS TOTALES (%)		
Lisina	1,50	1,23
Metionina	0,48	0,39
Metionina + cistina	0,90	0,74
Treonina	0,96	0,79
Triptófano	0,29	0,23
Arginina	0,47	0,38
Histidina	0,54	0,44
Isoleucina	0,81	0,66
Leucina	1,50	1,23
Fenilalanina + tirosina	1,43	1,17
Valina	1,05	0,86
PROTEINA DIGESTIBLE (%)	15,0	13,0
AMINOACIDOS DIGEST. (%)		
Lisina	1,28	1,05
Metionina	0,43	0,35
Metionina + cistina	0,77	0,63
Treonina	0,81	0,66
Triptófano	0,25	0,20
Arginina	0,42	0,35
Histidina	0,47	0,38
Isoleucina	0,69	0,57
Leucina	1,30	1,07
Fenilalanina + tirosina	1,26	1,03
Valina	0,87	0,71

Fuente: Rhône-Poulenc Animal Nutrition (1993).

Hasta las 4-5 semanas de vida son totalmente necesarias las proteínas de origen lácteo, pero, además, es recomendable también la inclusión de proteínas de origen vegetal, de buena calidad, a fin de inducir y potenciar la actividad de las enzimas correspondientes. A partir de esta edad el aparato digestivo ya comienza a producir ácidos y enzimas que facilitan la digestión de las proteínas vegetales, no siendo imprescindibles las de origen lácteo.

La libre disposición de alimentos desde los primeros días de vida induce a potenciar su consumo y el desarrollo de la actividad enzimática a temprana edad.

El perfil de la proteína ideal "digestible", para la primera edad, se representa en la figura 17.3, en donde se relaciona el contenido porcentual de cada AA con el de la lisina (100%).

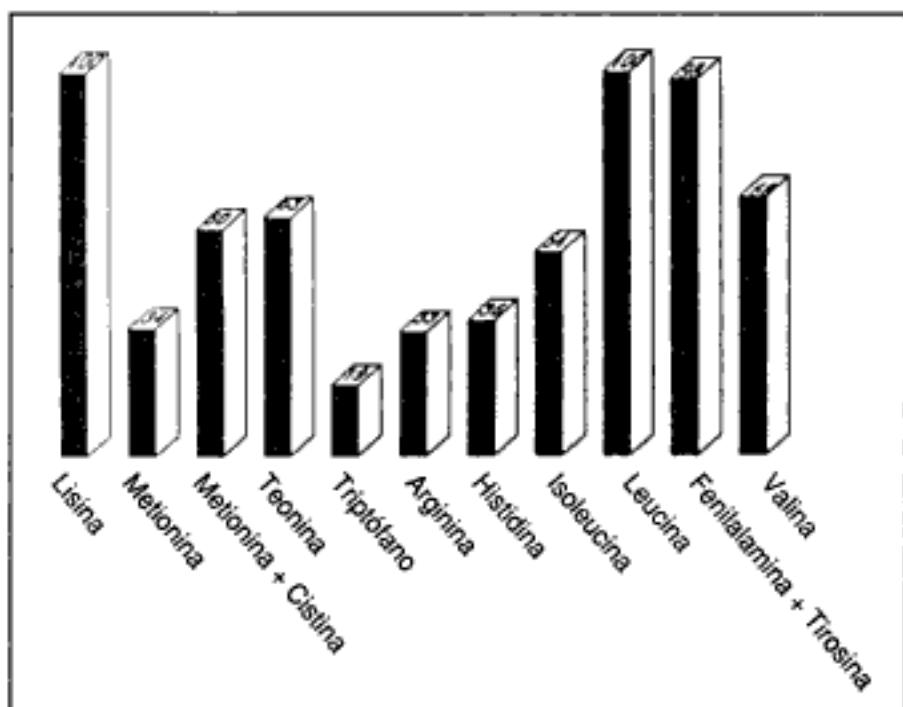


FIGURA 17.3

*Perfil de la proteína ideal digestible para lechones de primera edad.
Fuente: Rhône-Poulenc Animal Nutrition (1993).*

6. Necesidades de los cerdos en crecimiento y cebo

6.1. Energéticas

Los cerdos, como todos los monogástricos, tienden a consumir alimentos hasta satisfacer sus necesidades energéticas, dependiendo la ingestión, por tanto, de la concentración energética del pienso. No obstante, los adultos tienden a excederse en el consumo, por lo que será preciso restringir su ingesta al acercarse a su madurez, para evitar el engrasamiento.

Dentro del margen permitido en la concentración energética del pienso, ésta

Hidden page

Hidden page

Hidden page

Hidden page

Hidden page

CAPÍTULO XVIII

RECOMENDACIONES EN ALIMENTACION Y RACIONAMIENTO EN AVES DE PUESTA

**GONZALO GONZÁLEZ MATEOS
JAVIER PIQUER VIDAL**

Hidden page

0. Introducción

La alimentación de las aves y en especial de la ponedora comercial actual se basa en los siguientes conceptos:

- a) Las aves comen con el fin de satisfacer sus necesidades energéticas.
- b) El sistema digestivo de las aves domésticas no está adaptado para la utilización de alimentos fibrosos.
- c) La selección genética ha mejorado de forma espectacular la productividad, el tamaño del huevo y el índice de conversión de las aves.
- d) El subsector avicultura de puesta es un mercado maduro, donde dar calidad a mínimo coste es la clave.

En el mercado mundial existen dos tipos de ponedoras comerciales: estirpes blancas (tipo Leghorn) y estirpes rubias (tipo Rhode Island); actualmente, en España, ya hay más gallinas rubias que blancas (como en la U.E.). Aparte del color de la cáscara, las estirpes blancas se caracterizan por tener menor desarrollo corporal (lo que significa unas menores necesidades de conservación), un ligero mejor índice de puesta y una mejor conversión alimenticia. Por contra, las estirpes rubias tienen mayor tamaño del huevo a una edad dada, mejor calidad de la cáscara para un mismo peso del huevo y menor mortalidad, por ser más resistentes al estrés. Aunque las necesidades nutritivas varían según tipo y estirpe, la genética hace que las diferencias sean cada vez más tenues. Por ello, el diseño y fabricación de dos líneas de piensos complicaría el funcionamiento de fábrica, con sólo ligeras ventajas económicas más teóricas que prácticas.

1. Necesidades nutricionales de ponedoras comerciales. Bases teóricas

Las necesidades nutritivas pueden calcularse mediante el método factorial o el método empírico. En el primer método las necesidades para puesta se calculan se-

parando los componentes para conservación, crecimiento y producción de huevos. Mediante la aplicación de un coeficiente de utilización estimaríamos los nutrientes a suministrar. El método empírico compara el uso de fórmulas similares que sólo difieren en el nivel del nutriente estudiado y comprueba en ensayos *in vivo* las respuestas del animal. Aquel pienso que dé mejores resultados productivos marca la pauta en cuanto a necesidades.

La alimentación supone el mayor costo en la producción de huevos, variando entre el 60 y el 70% del total, siendo la energía el componente más gravoso. Los gastos energéticos de conservación dependen fundamentalmente del peso del animal y de la temperatura ambiente. Los gastos de crecimiento son función del cambio de peso del animal y, por tanto, más importantes en aves al inicio de la puesta (crecimiento de tejido magro y tejido reproductor) y en aves sobrealimentadas al final de su ciclo productivo (depositión de grasa). Los gastos de producción dependen de la masa de huevo producido (índice de puesta × tamaño de huevo) y alcanzan su pico en torno a las 40-45 semanas de vida.

A efectos prácticos, las necesidades de conservación varían entre 90 y 120 kcal EM por kilogramo peso metabólico (media, 107,8 kcal · PV^{0,75}). Las necesidades para mantener la temperatura corporal dependen de la temperatura ambiente y del plumaje del ave, pero se estiman en torno a 4-4,5 kcal EM por cada grado centígrado inferior o superior a la temperatura de termoneutralidad. Las necesidades de producción se estiman a partir de la energía contenida en 1 g de huevo (~ 1,6 kcal). Dado que la eficacia media para puesta es del 72 al 80%, se precisarán entre 2 y 2,25 kcal EM por gramo de huevo producido (media de 2,1 kcal). Por último, el contenido energético por aumento de peso dependerá de la naturaleza del incremento (nitrógeno, lípidos y agua en jóvenes y lípidos en viejas) y varía entre amplios márgenes. Un valor medio, aceptando una eficacia de utilización del 72%, sería 8 kcal EM por gramo de aumento de peso.

De acuerdo con la información anterior, puede estimarse que una gallina Leghorn de 1,5 kg de peso en zona de termoneutralidad que produzca diariamente 0,85 huevos de 61,5 g de peso y engorde 0,8 g/d a lo largo de su período de puesta, tiene unas necesidades medias durante el ciclo de:

Conservación:	$107,8 \times 1,5^{0,75}$	= 146 kcal EM/d
Crecimiento:	$0,8 \times 8$	= 6 kcal EM/d
Producción:	$0,85 \times 61,5 \times 2,1$	= 110 kcal EM/d
Necesidades mínimas:		= 262 kcal EM/d

La proteína, y más específicamente los aminoácidos, constituyen el segundo elemento más gravoso de los costes de alimentación. Las aves precisan un aporte diario mínimo de cada aminoácido esencial. Dado que las aves comen a fin de satisfacer sus necesidades energéticas, es conveniente suministrar los aminoácidos como porcentaje de la dieta o en relación con la unidad energética.

Siguiendo el método factorial, también separamos las necesidades en función

de la conservación, el crecimiento y la producción. En el caso de la proteína las necesidades de producción dominan ampliamente sobre el resto, especialmente en aves adultas actuales, caracterizadas por su bajo peso y alta productividad. En el cuadro 18.1 se ofrece el rango y el valor medio recomendado en aminoácidos esenciales (mg/ave/día) y proteína bruta (g/d), según Santomá (1991). Obviamente, los valores más bajos del rango (250 mg de metionina, 12 g de proteína, etc.) son incompatibles con el mantenimiento de una buena productividad en condiciones prácticas. Valores cercanos e incluso superiores a los máximos del rango son los más utilizados por la industria.

CUADRO 18.1

Recomendaciones proteicas en aves de puesta

Aminoácido, mg/a/d	Rango	Media
Metionina	250-425	354
Met + Cys	460-788	621
Lisina	522-900	728
Triptófano	133-220	163
Treonina	400-650	509
Proteína bruta (g/d)	12-18,7	16,3

Fuente: Santomá G. (1991).

Minerales y vitaminas juegan un papel esencial en el metabolismo aviar, tanto para conservación y crecimiento como para producción. En el caso de la ponedora, destaca el papel del calcio y del fósforo, porque de ellos va a depender en gran medida la calidad de la cáscara y el valor comercial de las producciones.

El huevo contiene más de 2 g de calcio, casi su totalidad en la cáscara y sólo 0,12 g de fósforo. Las necesidades en Ca son extraordinarias y se precisa de un aporte mineral externo. Las necesidades en calcio han aumentado durante los últimos años, en parte debido a mayor producción y tamaño del huevo. Hoy día es frecuente encontrar dietas para ponedoras que sobrepasan el 4,0-4,5% de Ca. No se esperan problemas productivos importantes por excesos de este mineral. Asimismo hay una tendencia a disminuir el nivel de fósforo disponible para disminuir el coste y mejorar la calidad de la cáscara. Es frecuente encontrar dietas para ponedoras con menos de un 0,30% de fósforo disponible. En aves jóvenes y en condiciones de verano, los niveles excesivamente bajos de fósforo influyen sobre la mortalidad, especialmente en gallineros abiertos, por lo que deben ser cuestionados.

Las aves no tienen necesidad de sal, sino de sodio y cloro. El sodio es el electrolito más limitante en nutrición aviar. Dado que la sal es muy palatable, barata y rica en sodio (40%), es el ingrediente de elección para suplementación. En caso de que no queramos aumentar el nivel de cloro, se recomienda el uso de bicarbonato sódico.

En el cuadro 18.2 se detallan los niveles de Ca, P y Na recomendados según diversas fuentes. Nótese que estos valores tienen mero carácter indicativo, ya que variarán en función del consumo de pienso.

CUADRO 18.2

Recomendaciones mínimas de Ca, P y Na en dietas para gallinas ponedoras (%)

	INRA (1989)	NRC (1994)	Mateos (1987)
Calcio (%)	4,0	3,2	3,6
Fósforo disponible (%)	0,35	0,25	0,36
Sodio (%)	0,15	0,15	0,13
Cloro (%)	0,15	0,13	0,12
EM (kcal/kg)	2,8	2,9	2,72

El resto de microminerales y vitaminas se añaden mediante el corrector, cuya composición, según tipo de producción, se detalla más adelante.

2. Factores que influyen sobre las necesidades

Además del tipo y la estirpe del ave (cuadro 18.3), las necesidades nutritivas dependen de factores tales como el índice de puesta, el peso y edad del ave, tamaño del huevo, temperatura ambiental y estado sanitario.

A mayor índice de puesta, menor es la importancia relativa de las necesidades

CUADRO 18.3

Características técnicas y objetivos de producción de ponedoras comerciales

	Rubias	Blancas
Período de cría (0-19 semanas):		
Peso a 17 semanas (kg)	1,410	1,130
Consumo pienso (kg)	7,7	7,0
Mortalidad (%)	3	4
Período puesta (20-78 semanas):		
Edad al 50% puesta (días)	145	147
Mortalidad mensual (%)	0,4	0,5
Consumo (g/a/día)	116	108
Consumo por huevo (g)	141	129
Peso a 78 semanas (kg)	2,100	1,690
Peso huevo a 40 semanas (g)	63	61
IC acumulado a 78 semanas (g/g)	2,24	2,10

Fuente: Hisex, 1994.

de conservación sobre las de producción, modificándose, pues, las necesidades nutritivas y las características del pienso.

A más peso, mayor importancia relativa de las necesidades de conservación. Las aves jóvenes al inicio de puesta están desarrollando músculo (75% agua, 20% proteína y 5% lípidos). La gallina vieja deposita grasa y no proteínas. Son, pues, necesidades diferentes.

Los huevos de mayor tamaño contienen más energía, en parte por su mayor peso y en parte por el mayor porcentaje relativo de yema (rica en lipoproteínas). Las necesidades en calcio son superiores, ya que la cáscara que recubre al huevo es básicamente carbonato cálcico (> 98%).

La temperatura modifica las necesidades energéticas, pero no las del resto de los nutrientes. En verano, si se busca un mismo nivel productivo, se precisa concentrar los nutrientes por kilocaloría de energía.

La respuesta inmunitaria se establece para combatir la aparición de una enfermedad particular, pero a costa de consumir elevados aportes de nutrientes. A más reacción inmunológica, las necesidades nutricionales pueden verse incrementadas de forma notable.

3. Recomendaciones nutricionales. Ponedoras comerciales

En el cuadro 18.4 se ofrecen las recomendaciones nutricionales para ponedoras según diversas fuentes, así como nuestras recomendaciones prácticas en base al criterio de alimentación por fases. Nótese que estos tres cuadros dan necesidades basadas en conceptos diferentes. Por ejemplo, el NRC da requerimientos mínimos ba-

CUADRO 18.4
Recomendaciones nutricionales para gallinas ponedoras

	INRA (1989)	RP (1993)	NRC (1994)	Dekalb (1992)	Hisex White (1994)	Autor 18-40/45 semanas	Autor 40/45-80 semanas
EM (kcal/kg)	2800	2850	2900	2820	2800	2800	2720
Consumo (g/d)	—	105	100	104	—	17,5	16,3
Proteína bruta (%)	18,5	15,0	15,0	18,5	17	0,70	0,73
Lys (%)	0,93	0,74	0,69	0,84	0,85	0,40	0,35
Met (%)	0,41	0,36	0,30	0,42	0,39	0,69	0,62
Met + Cys (%)	—	0,64	0,58	0,72	0,72	0,62	0,58
Thr (%)	—	0,50	0,47	0,70	—	1,3	1,15-1,5
A. linoleico (%)	1,0	0,95	1,0	1,49	>1,2	3,8-3,9	4,1-5,0
Calcio (%)	4,0	3,8	3,25	4,0	3,5	0,40-0,46	0,34-0,42
Fósforo disp. (%)	0,35	0,32	0,25	0,49	0,40	>0,16	>0,15
Sodio (%)	0,15	0,15	0,15	0,19	0,15	0,14-0,25	0,13-0,21

sados en raciones maíz-soja, situaciones muy controladas y sin márgenes de seguridad. Por el contrario, Dekalb intenta maximizar la productividad y evitar que la nutrición limite a la genética. Por último, nuestras recomendaciones expresan necesidades basadas en la situación española actual. Las necesidades varían en función de la edad o del índice de puesta.

CUADRO 18.5

Composición del corrector vitamínico y mineral (unidades por kilogramo de pienso)

	INRA (1989)	NRC (1994)	Dekalb (1992)	Hisex (1994)	Rango	Recomenda- ciones
A (miles UI)	8	3	10	8	7,5-12	10
D ₃ (miles UI)	1	0,3	2,4	1,6	1,5-3,2	2,1
E (UI)	5	5	20	10	0-20	14
K ₃ (mg)	2	0,5	2,7	2	0-2,0	1,5
B ₁₂ (μg)	4	4	10	15	5-16	12
Biotina (μg)	—	100	200	—	0-30	—
Colina (mg)	250	1050	1000	500	0-420	200
Folacina (mg)	—	0,25	0,5	0,5	0-0,6	0,2
Niacina (mg)	—	10	35	30	5-25	25
Ac. pantoténico (mg)	4	2	10	6	0-12	8
Piridoxina (mg)	—	2,5	4,0	2	0-2	1
Riboflavina (mg)	4	2,5	5,5	3	2-6,5	4
Tiamina (mg)	—	0,7	2,7	0,5	0-1,5	0,9
Cu (mg)	2	?	5	6	4-35	7
I (mg)	0,8	0,04	1	0,3	0,1-1,9	1,6
Fe (mg)	40	45	50	40	20-50	45
Mn (mg)	60	20	60	70	50-100	75
Se (μg)	0,15	0,06	0,15	0,15	0,1-0,2	0,25
Zn (mg)	40	35	50	50	40-85	60
Co (mg)	0,2	—	—	—	0-0,3	0

En el cuadro 18.5 se detalla la composición del corrector vitamínico y mineral de acuerdo con diversas publicaciones y empresas de genética, el rango de vitaminas de correctores utilizados en España y las recomendaciones actuales del autor. A destacar la tendencia a aumentar el nivel de microingredientes relacionados con la inmunidad (vitamina E, vitamina A, Se, Zn, etc.) y de suplementar cantidades extra de ciertos micros (vitamina E, vitamina D, colina, etc.), en caso de problemas de hígado y/o riñón graso.

4. Factores nutricionales que influyen sobre la calidad del huevo

La calidad del huevo viene definida por el tamaño, la calidad externa y la calidad interna. En numerosos países, y en España en particular, el consumidor está dispuesto a pagar extra por huevos de mayor tamaño. Por tanto, es interesante au-

mentar el tamaño. La calidad externa la definen factores tales como la limpieza (en la Unión Europea no está permitido lavar los huevos), calidad de la cáscara (el 7% del total de huevos producidos se rompen antes de llegar al consumidor) y color de la misma (la preferencia por huevos rubios o blancos depende del área geográfica). La calidad interna depende del valor nutritivo, del espesor del albumen (medido en unidades Haugh y relacionado con la frescura del huevo), del color de la yema (preferencias por tonos amarillo-rojizos e incluso claramente rojos en la cornisa cantábrica) y de la ausencia de manchas, defectos y contaminación microbiana por salmonelas u otros microorganismos.

4.1. Tamaño del huevo

A parte de factores tales como estirpe, edad, peso del ave, programas de luz (días ahémiales) y temperatura, el tamaño del huevo puede ser modificado, entre otros, por los siguientes factores nutricionales:

- a) Nivel de proteína y, en especial, de metionina y otros aminoácidos esenciales.
- b) Nivel de ácido linoleico.
- c) Nivel energético del pienso.
- d) Nivel y tipo de grasa añadida.
- e) Presencia de factores antinutricionales (por ejemplo, vicina en habas y ácido erúcico en colzas no mejoradas).

4.2. Calidad externa

4.2.1. Cáscara

La cáscara representa entre un 8 y un 9% del peso del huevo fresco. Contiene un 90% de minerales dentro de una estructura o matriz orgánica. Del total mineral, un 98% es calcio en forma de cristales de calcita.

A parte de factores tales como estirpe, edad del ave, tamaño del huevo, características del transporte y del manejo, estado sanitario y temperatura ambiental, la calidad de la cáscara o el porcentaje de huevos rotos puede verse modificado por los siguientes factores nutricionales:

- a) Niveles bajos de calcio. A mayor nivel de calcio en la dieta mejor calidad de la cáscara. El exceso de calcio en forma pulverulenta reduce el consumo y puede producir excrecencias o rugosidades puntuales en los polos del huevo. Se recomienda aportar parte de las necesidades (30-50%) en forma granular para favorecer el consumo, la calidad de la cáscara y la fluidez del pienso.

- b) Nivel de fósforo y disponibilidad del mismo. Las aves no pueden utilizar el fósforo fitico por carecer de la enzima correspondiente. Debe, pues, formularse en función del fósforo disponible. Las fuentes inorgánicas (fosfato bicálcico) y las fuentes de origen animal (harina de pescado, harina de carne y huesos) son buenas fuentes de fósforo y su disponibilidad es cercana al 100%. En materias primas de origen vegetal la disponibilidad varía entre el 0 y el 70%, en función de su contenido en fitasas. A nivel práctico se considera una disponibilidad media en aves para el fósforo vegetal del 30%. Tanto la deficiencia como el exceso de fósforo perjudica la calidad de la cáscara, pero el efecto es más negativo y visible con la deficiencia que con el exceso.
- c) Nivel alto de cloro e imbalance electrolítico. Niveles altos de cloro perjudican la calidad de la cáscara, especialmente con bajos niveles de sodio. En ciertas situaciones (verano, problemas de cáscara, aves viejas) resulta conveniente suministrar las necesidades de sodio en base a bicarbonato y reducir el aporte de sal común.
- d) Exceso o carencia de ciertos microminerales relacionados con el metabolismo del calcio o con la síntesis de la matriz orgánica de la cáscara (Mn, Zn, I, Cu).
- e) Carencia de vitamina D₃ (necesaria para el metabolismo y absorción de calcio), vitamina C (situaciones de estrés), etc.
- f) Uso de determinados ingredientes o aditivos. Por ejemplo, la adición de sulfamidas inhibe la acción de la enzima anhidrasa carbónica e incrementa el porcentaje de huevos rotos. Ciertos silicatos de aluminio y sodio muestran gran selectividad por el calcio, pudiendo mejorar la calidad de la cáscara.

La calidad de la cáscara viene regulada por el estatus del calcio, del fósforo y de la vitamina D₃. En casos especiales (aves viejas, por ejemplo) interesaría suministrar calcio en forma granular o conchilla de ostras. El mejor momento es a últimas horas del período de luz, a fin de que esté disponible durante la noche para formar la cáscara. La cantidad a suministrar debe estar en torno a 2-3 g/ave/día. El exceso de calcio reduce el consumo de pienso e incrementa el contenido en agua de las heces. En caso de deficiencias en calcio, la gallina acude a sus reservas del hueso medular. Al movilizarlas se libera calcio, pero también fósforo, lo que perjudica la calidad de la cáscara. Para la absorción de calcio a nivel intestinal se precisa la actuación de la vitamina D₃. Esta vitamina sufre una doble hidroxilación, primero en hígado y luego en riñón, que la activa. La vitamina D₃ dihidroxilada permite la absorción de calcio previa formación en la mucosa de la proteína que une al calcio (CBP). Por tanto, lesiones en hígado o riñón (problemas de hígado graso, por ejemplo) disminuyen la eficacia de la vitamina D₃, la absorción de calcio y dan problemas de calidad de cáscara.

4.2.2. Limpieza del huevo

La suciedad del huevo depende de numerosos factores, de los cuales el más importante es la limpieza y manejo general de la granja. Baterías oxidadas, cintas sucias, polvo en el ambiente, falta de higiene, recogidas escasas, etc. son factores a mejorar en caso de incremento de huevos sucios. Mediante la nutrición se puede mejorar la calidad de las heces, haciéndolas más secas y menos pegajosas. Así, reduciendo el nivel de sodio, potasio y proteína bruta, presentando el pienso en harina en vez de migas, bajando el nivel de girasol, melazas y carbohidratos estructurales y eliminando grasas de mala calidad, mejora la situación. Las heces líquidas y pegajosas manchan las plumas de alrededor de la cloaca y afectan al huevo según éste sale al exterior. Fondo de jaulas y cintas de transporte son lugares a limpiar si queremos reducir el problema.

4.2.3. Color de la cáscara

El principal pigmento responsable de la coloración marrón de la cáscara en ponederas rubias es la porfirina-IX. Este pigmento se sintetiza en el útero y se deposita durante el período de formación de la cáscara con el ritmo acelerado en las últimas 3-5 horas previas a la oviposición. Puede, pues, encontrarse en las membranas, la cáscara y en la cutícula. El color se debe fundamentalmente al pigmento asociado con la cutícula.

El color de la cáscara y su uniformidad tienen una importancia económica vital. Hay dos tipos de problemas:

- a) Falta de intensidad del color.
- b) Existencia de un rango de colores que varía desde el blanquecino-marrón hasta el violeta oscuro.

Existen numerosos factores que influyen sobre el color de la cáscara. Entre ellos, genética, edad del ave, estado sanitario, época del año, situaciones de estrés y aplicación de la muda. Desde el punto de vista nutricional, los puntos a considerar son los siguientes:

- a) Contaminaciones. La presencia de nicarbazina, un coccidiostato de uso común en avicultura de carne, produce cáscaras blanquecinas, depigmentadas, similares a la de estirpes blancas. El exceso de ciertos medicamentos (sulfamidas, tetraciclinas) blanquean el color de la cáscara. Por contra, la utilización de antibióticos a bajas dosis (promotores de crecimiento) puede mejorar la uniformidad y el color.
- b) El exceso y el defecto de calcio tienden a empeorar el color. En particular, calcio pulverulento en la dieta ($> 5\%$) puede producir la deposición de una tenue capa de carbonato sobre la cáscara rubia. Como consecuencia, el ojo observa cáscaras con todo tipo de tonos o colores. El problema es más

grave en situaciones de estrés (aves nerviosas, inicio de puesta, altas temperaturas, etc.).

- c) La carencia en fósforo, manganeso y vitamina D, podría reducir la intensidad del color.

En cualquier caso, los factores no nutricionales pesan más que los nutricionales en cuanto a color de cáscara.

4.3. Calidad interna del huevo

Desde el punto de vista del consumidor, la calidad interna del huevo viene definida por el valor nutritivo, densidad del albumen, color de la yema, contenido microbiológico y presencia de manchas, colores anómalos y otros defectos.

El huevo es una buena fuente de energía y proteína de alta calidad, estimándose en 96% su valor biológico. El contenido de ciertos componentes del huevo pueden ser manipulados mediante la nutrición. Son de interés los trabajos recientes mostrando la posibilidad de modificar el perfil de ácidos grasos (incremento de la insaturación, ácido linolénico, etc.) y de enriquecer en ciertos microingredientes (vitaminas E, A, yodo, etc.) al huevo mediante cambios en la dieta.

El albumen constituye un 60% del peso del huevo y contiene un 88% de agua. El resto son proteínas, algunas de ellas con capacidad antimicrobiana y que defienden al huevo de la infección.

El albumen está formado por tres capas con cantidades variables de ovoalbúmina y ovomucina. Con el tiempo el albumen se fluidifica y los huevos viejos presentan albúmenes poco densos. Esta característica de la clara se mide mediante las unidades Haugh. Valores altos indican huevos frescos de albumen denso. Valores bajos indican huevos viejos o mal conservados cuyo albumen se ha fluidificado.

Existen numerosos factores que degradan la calidad del albumen. Edad del ave, temperatura ambiente y edad del huevo son los tres factores claves. Estirpe y estado sanitario merecen ser considerados en ciertas situaciones. No es fácil mejorar la calidad del albumen modificando la nutrición. El uso de ciertas materias primas, tales como subproductos de la industria del maíz y las harinas animales, mejoran ocasionalmente la calidad de la clara, mientras que algunos informes de campo muestran que el girasol a altas dosis la perjudica. Asimismo las habas mejoran la calidad, pero a costa de un menor tamaño del huevo. Por otro lado, la colza parece afectar negativamente a las unidades Haugh.

La adición de Mg al pienso puede estabilizar la capa densa de la clara y mejorar su densidad. El cromo, a 10 ppm, mejora las unidades Haugh, quizás debido a que, por su similitud, desplace al vanadio. Este último elemento aparece como contaminante en numerosas fuentes de fósforo y a dosis superiores a 6 ppm empeora la ca-

lidad del albumen. La adición de vitamina C a dosis de 100 ppm ha mejorado a veces la calidad del albumen, especialmente en situaciones de verano.

El cloruro amónico al 1% mejora espectacularmente la calidad del albumen, pero a expensas de un empeoramiento notable de la calidad de la cáscara. El ión Cl⁻ parece mejorar la calidad, mientras que el ión Na⁺ la empeoraría, probablemente por su influencia sobre el equilibrio electrolítico.

La clara tiene por naturaleza un color amarillento, que se debe a su contenido en riboflavina. Un almacenamiento inadecuado en cuanto a humedad, tiempo y temperatura tiende a oscurecer su color. Los ácidos grasos ciclopripénicos contenidos en el aceite de algodón provocan una decoloración rosada desagradable de la clara.

La yema constituye un 30% del peso del huevo. Su contenido en materia seca es del 50%, del cual 65% es grasa. Un huevo medio contiene 6 g de grasa, mayoritariamente en la yema. Los lípidos de la yema no son sintetizados en ovario, sino en hígado, de donde son transportados al huevo. Su composición en ácidos grasos y su color (las xantofilas son hidroxicarotenoides y se absorben por un mecanismo similar al de los lípidos) puede ser modificado manipulando la nutrición.

El mercado español exige colores amarillo-rojizos intensos de la yema, especialmente en el norte. Por ello debemos añadir a la ración pigmentos naturales (maíz, gluten de maíz, concentrados de alfalfa, oleoresinas del pimentón, etc.) o artificiales (lucantín, carofil rojo, etc.). No existe un método idóneo para valorar el color de la yema. El más utilizado en la práctica es el abanico de Roche, donde el color se determina subjetivamente comparando la yema con las hojas estándar de un abanico.

El color de la yema solicitado por el consumidor se consigue mediante el uso y mezcla juicioso de diversas xantofilas. La luteína, abundante en la harina de Marigold, da coloración amarilla. La zeaxantina, abundante en el maíz, da coloración amarillo-rojiza, mientras que la capsantina, abundante en el pimentón, da coloración naranja-rojiza. Dentro de los productos sintéticos, la citranaxantina da pigmentación anaranjada, la cantaxantina pigmentación roja y el éster del ácido β -apo- γ -carotenoico da pigmentación amarilla. Un color agradable a la vista se consigue dando una base de color amarilla mediante xantofilas de maíz o de fuentes sintéticas y profundizar en el color rojo con pigmentantes sintéticos. El rojo sobre base amarilla da en la yema un tono bien aceptado por el consumidor.

5. Programas alimenticios: concepto de alimentación por fases

Como se ha explicado anteriormente y queda expuesto en el cuadro 18.4, las necesidades nutricionales varían con la edad y el estadio productivo. Las necesidades de las aves, expresadas en porcentaje del pienso, son función del consumo y, por tanto, varían con el mismo. Todos estos conceptos han llevado a hablar de la ali-

mentación por fases, donde no todo el mundo, con la misma expresión, quiere decir lo mismo.

El principio básico de la alimentación por fases era que las necesidades nutritivas de las ponedoras variaban con la edad. Se admitía que una ponedora de 60 semanas precisaba menos nutrientes que una de 35 semanas, por poner menos huevos. Asimismo se aceptaba que la gallina vieja utilizaba el calcio peor que la joven y que, por tanto, precisaba más. Hoy en día este concepto ha perdido vigencia por dos motivos: a) las ponedoras tienen una mayor persistencia de la puesta. Es corriente encontrar lotes de 64 semanas de vida (cercanas al sacrificio) con una puesta superior al 75-80%, y b) cuando un lote está al 80% no quiere decir que haya uniformidad de producción. Algunas ponedoras estarán cercanas al 100% y otras no ponen ningún huevo. Disminuir la concentración nutritiva del pienso supone penalizar a las buenas productoras.

Para otros, la alimentación en fases presupone la existencia de dos tipos de piensos: prepuesta y puesta. Pienso de prepuesta es aquel que se suministra a los animales desde las 16 semanas de vida hasta alcanzar el 10% de puesta. La filosofía de este pienso era dar a la futura ponedora un aporte ligeramente mayor de nutrientes (energía y proteína) que el que se daba a la pollita a fin de favorecer la productividad. El nivel de calcio se mantenía entre el de recria (1%) y el de puesta (3,6-4,0%). Este nivel (2,25%) pretendía ser suficiente para obtener buenas cáscaras en los primeros huevos y al mismo tiempo obligar a la pollita a mejorar su capacidad de absorber el calcio dietético y movilizar el existente en el hueso medular.

El programa por fases que nosotros recomendamos tiene otro fundamento. Proponemos dos tipos de pienso: uno de primera fase, desde 4 a 7 días antes del primer huevo hasta pasado el pico de producción de masa de huevos (45 semanas de vida), y otro de segunda fase, desde las 45 semanas hasta el sacrificio.

El pienso de primera fase tiene en cuenta que:

- a) La pollita aún está creciendo.
- b) Las estirpes modernas tienen escaso apetito, especialmente las blancas en verano.
- c) El tamaño de los primeros huevos es de gran importancia económica.
- d) Debe reducirse la mortalidad en los primeros períodos de vida por su incidencia sobre la productividad final del gallinero.
- e) La calidad de la cáscara no es un problema en aves jóvenes.

Con estas bases nos decantamos por un pienso de características nutritivas similares a las expuestas en el cuadro 18.4. Raciones altas en energía y relativamente pobres en calcio favorecen el consumo. Niveles altos de proteína, aminoácidos esenciales (fundamentalmente metionina), linoleico y energía (mejor si rico en

Hidden page

CUADRO 18.6
Recomendaciones nutricionales. Pollitas ligeras

	Arranque 1-21 días	Crecimiento 21-70 días	Desarrollo 70-112 días	Prepuesta 1-12 d-2% IP
Consumo esperado (g)	400	2400	3200	—
EM (kcal/kg)	2950	2850	2725	2750
Proteína bruta (%)	20	19	16	17
Lisina (%)	1,15	0,98	0,72	0,75
Metionina (%)	0,52	0,45	0,33	0,36
Met + Cys (%)	0,85	0,76	0,58	0,65
Calcio (%)	1,07	1,05	1,0	2,05
Fósforo disp. (%)	0,48	0,42	0,36	0,45
Sodio (%)	0,16	0,16	0,16	0,16

Fuentes: Isabrown (1993) y estimaciones propias.

el mismo pienso de recria hasta que se recupere. Si se excede de peso debe cambiarse rápidamente de pienso o practicar una restricción más severa del consumo. A veces se suministra durante los primeros 14 días de vida un pienso de concentración nutritiva similar al del broiler a fin de favorecer el crecimiento inicial de la pollita. También es frecuente suministrar un pienso con niveles más altos de calcio (en torno al 2-2,5%; pienso de prepuesta) a partir de las 16-17 semanas de vida, para evitar descalcificaciones tempranas.

Para evitar complicaciones de manejo en la práctica se suministran los mismos tipos de pienso a pollitas ligeras (futuras ponedoras comerciales) que a pesadas (futuras reproductoras para producción de broilers). Dado que la reproductora pesada se recria en suelo y que la coccidiosis supone un problema crónico en estas condiciones, debe incluirse un coccidiostato adecuado (o, en su caso, utilizar un sistema de vacunación contrastado) que permita un desarrollo integral de la inmunidad. En el cuadro 18.7 se detalla la composición recomendada por kilogramo de pienso por Isabrown (1993) y el autor (1995) para pollitas de recria.

7. Recomendaciones nutricionales. Reproductoras pesadas

Las necesidades diarias de una reproductora pesada en el pico de puesta dentro de la zona de termoneutralidad se estiman en 460 kcal de EM y 25-26 g de proteína equilibrada. Estas necesidades varían en función de la edad y de la puesta. Al igual que ocurre con reproductoras ligera y ponedoras comerciales, el período comprendido entre el inicio de la fotosensibilización (18-20 semanas) y la madurez sexual (24-25 semanas) es crítica en la vida del ave. En este período se desarrollan los órganos sexuales y se inicia la síntesis de componentes del huevo en hígado. La puesta, con huevos cada día de mayor tamaño, tiene lugar en pollitas físicamente

CUADRO 18.7

Recomendaciones sobre composición del corrector vitamínico-mineral (unidades por kilogramo pienso)

	Isabrown (1993)		Autor (1995)	
	0-70 días	70-112 días	0-50 días	50-112 días
Vit. A (miles UI)	13	10	10	9
Vit. D ₃ (miles UI)	3	2	2,2	2,0
Vit. E (UI)	20	20	15	10
Vit. K ₃ (mg)	2	2	15	1,0
Vit. B ₁ (mg)	1,5	1,5	1	0,4
Vit. B ₂ (mg)	5	5	5	4
Vit. B ₆ (mg)	3	3	2	1,0
Vit. B ₁₂ (μg)	20	10	15	10
Ácido pantoténico (mg)	10	5	9	6
Niacina (mg)	60	30	35	22
Ácido fólico (mg)	0,5	0,5	0,4	0,25
Biotina (μg)	100	—	75	10
Colina (mg)	500	500	200	150
Mn (ppm)	60	60	60	60
Zn (ppm)	50	50	60	60
Fe (ppm)	50	50	30	30
I (ppm)	1	1	1	1
Cu (ppm)	5	5	5	4
Se (ppm)	0,2	0,2	0,25	0,25
Co (ppm)	0,5	0,5	0	0

inmaduras que necesitan seguir creciendo. Por ello recomendamos dos tipos de piensos (cuadro 18.8). Un pienso de primera fase (20-30 semanas) rico en nutrientes, especialmente en metionina y en linoleico, que facilite un buen inicio de la puesta, y a continuación un pienso de segunda fase (31-64 semanas), menos rico en nutrientes, pero con mayor concentración cálcica para mejorar la calidad de la cáscara. Siempre que el manejo del gallinero lo permita, recomendamos la utilización de un pienso específico para machos (20-64 semanas). Este pienso, con menor concentración energética, proteica y macromineral que el de reproductoras, se adapta mejor a la fisiología del macho y, suministrado de forma racionada (125-135 g/ave/día a 20° C), permite controlar el peso y reducir los problemas de fertilidad.

El pienso de prepuesta beneficia más a pollitas que no lograron alcanzar su peso estándar en el momento adecuado. Suministrado en exceso o por más tiempo del recomendado tiende a engrasar e incrementar problemas de puesta y fertilidad. El programa alimenticio propuesto (cuadro 18.8) busca aumentar de forma moderada, pero continua el peso del ave desde el momento de la fotosensibilización hasta el pico de oviposición, con subidas rápidas de la puesta y del tamaño del huevo, sin perjuicio de la persistencia. Dado que, por razones genéticas, las reproductoras

CUADRO 18.8
Recomendaciones nutricionales. Reproductoras pesadas

	Prepuesta 20-30 semanas	Puesta 31-64 semanas	Machos 20-64 semanas
EM (kcal/kg)	2800	2750	<2720
Proteína bruta (%)	16,2	15,0	12,5
Lisina (%)	0,75	0,67	0,54
Metionina (%)	0,35	0,31	0,24
Met+Cis (%)	0,63	0,56	0,44
Calcio (%)	2,8	3,2	0,8
Fósforo disp. (%)	0,38	0,32	0,31
Ácido linoleico (%)	>1,5	1,0-1,2	0,8

Fuente: Mateos, 1993.

consumirían voluntariamente por encima de sus necesidades, se debe establecer un programa de restricción del consumo tanto en hembras (160-165 g/d en condiciones benignas de temperatura) como en machos (125-135 g/d), a fin de evitar engrasamientos, reducción de la fertilidad y bajada de la puesta. En el cuadro 18.9 se ofrecen las recomendaciones nutricionales para estirpes pesadas comerciales según diversas fuentes.

CUADRO 18.9
Recomendaciones nutricionales para reproductoras pesadas. Estirpes comerciales

	A. Acres (1991)	Peterson (1992)	Ross (1992)	Cobb (1994)
EM (kcal/kg)	2800	2900	2750	2775
Proteína bruta (%)	15,0	15,5	16,0	15,0
Lisina (%)	0,65	0,73	0,72	0,75
Metionina (%)	0,30	0,32	0,34	0,36
Met+Cis (%)	0,60	0,60	0,62	0,65
Calcio (%)	3,15	3,10	3,00	2,80
Fósforo (%)	0,40	0,40	0,33	0,45
Sodio (%)	0,17	0,20	0,14	0,16
Vit. A (mUI)	15	10	16	13
Vit. D ₃ (mUI)	3,3	2,7	3,5	3
Vit. E (UI)	28	20	150	80
Vit. K ₃ (mg)	2,2	0,7	10	6
Tiamina (mg)	2,2	1,5	5	3
Riboflavina (mg)	10	7	15	15
Ácido pantoténico (mg)	13	10	20	25
Niacina (mg)	44	20	50	50

Hidden page

- HY-LINE INTERNATIONAL (1993). *Commercial management guide: Layers*. Des Moines. Iowa.
- INRA (1989). *L'alimentation des animaux monogastriques: porc, lapin, volailles*. INRA Editions. Paris.
- ISA (1993). *Guía de manejo Isabrown*. Ponedoras. Paris.
- LARBIER, M. y LECLERCQ, B. (1992). *Nutrition et alimentation des volailles*. INRA Editions. Paris.
- LEESON, S. y SUMMERS, J. (1991). *Commercial poultry nutrition*. University Books. Guelph, Ontario.
- NRC (1994). *Nutrient requirements of poultry*. National Academy Press. Washington DC.
- RHÔNE-POULENC ANIMAL NUTRITION (1993). *Rhodimet feed formulation guide*. RPAN. Cedex. 1993.
- SCOTT, M., NESHEIM, M. y YOUNG, R. (1982). *Nutrition of the chicken*. Cornell University. Ithaca. New York.

CAPÍTULO XIX

RECOMENDACIONES EN ALIMENTACION Y RACIONAMIENTO EN AVICULTURA DE CARNE

M^a DOLORS CUBILÓ TRAVÉ

INDICE

0. Introducción
 1. Utilización digestiva
 2. Regulación del consumo
 - 2.1. Factores relacionados con el alimento
 - 2.2. Factores relacionados con el medio
 3. Necesidades nutritivas
 - 3.1. Necesidades de los pollos para carne
 - 3.2. Necesidades de los pavos para carne
 - 3.3. Necesidades de los patos para carne
 - 3.4. Necesidades de las codornices para carne
 - 3.5. Necesidades de los faisanes y las perdices para carne
 4. Materias primas
 5. Resumen y primeras conclusiones
- Principales fuentes consultadas

0. Introducción

La alimentación de una especie animal implica el conocimiento de:

- a) La utilización digestiva de los alimentos y más concretamente de los principios nutritivos de éstos.
- b) La regulación del consumo y los factores que en él influyen.
- c) Las necesidades nutritivas de los animales.

Estos tres aspectos serán tratados en este capítulo, particularizando en las aves para carne (pollo, pavo, pato, codorniz, faisán y perdiz), para finalizar con un apartado sobre las materias primas más utilizadas en la fabricación de piensos para estas aves.

1. Utilización digestiva de los alimentos

El aparato digestivo de las aves carece de un reservorio que retenga el alimento; esto hace que éste transcurra a mayor velocidad por el tracto digestivo. La velocidad de tránsito de estos animales varía de 6-7 horas, en el caso del pollo, a 1-1,5 horas que tarda un alimento en ser excretado por la codorniz. Así pues, los alimentos sufren pocas modificaciones antes de ser atacados por los enzimas y la flora microbiana, prácticamente inexistente, y el tiempo que permanecen bajo su acción no es suficiente para que se produzca un ataque enzimático intenso. De todo ello podemos deducir que se deberán utilizar alimentos con un bajo contenido en fibra bruta y ricos en principios nutritivos digestibles .

2. Regulación del consumo

Las aves, en general, regulan el consumo de alimento en función de sus necesidades energéticas. Los factores que influyen sobre el consumo los podemos dividir en dos grupos: por un lado, los relacionados con el alimento y, por otro, los relacionados con el medio.

Hidden page

Hidden page

CUADRO 19.1
Necesidades alimenticias para pollos para carne

Nutrientes/edad	Del inicio a las 3 semanas	De las 3 a las 6 semanas	De las 6 semanas al sacrificio
EM (kcal/kg)	3200	3200	3200
Proteína y aminoácidos (%):			
Proteína bruta	23,00	20,00	18,00
Lisina	1,10	1,00	0,85
Metionina	0,50	0,38	0,32
Metionina + cistina	0,90	0,72	0,60
Treonina	0,80	0,74	0,68
Triptófano	0,20	0,18	0,16
Ácido linoleico	1,00	1,00	1,00
Minerales (%):			
Calcio	1,00	0,90	0,80
Cloro	0,20	0,15	0,12
Fósforo disponible	0,45	0,35	0,30
Sodio	0,45	0,35	0,30
	0,20	0,15	0,12

Fuente: Nutrient requirements of poultry. N.R.C.

El pienso de iniciación se presenta normalmente en forma de migajas y posteriormente en gránulo; con esta presentación los animales muestran un crecimiento más rápido y un mejor índice de transformación. Esta mejora es apenas perceptible cuando la concentración energética del alimento supera la 3200 kcal EM/kg.

Por lo general, se crían los machos y las hembras conjuntamente, aunque la producción de machos y hembras por separado nos permite un ahorro importante de proteína; a partir de los 15 días hay una diferencia significativa entre las necesidades de proteína de ambos sexos, siendo inferiores las de las hembras, hecho que se va acentuando a medida que avanza la edad de los animales. Las hembras son más precoz al engrasamiento, por lo que, en caso de realizar el engorde de machos y hembras por separado, la concentración energética en estas últimas no debe ser superior a las 3000 kcal EM/kg.

3.2. Necesidades de los pavos para carne

El pavo es un animal de crecimiento más rápido que el pollo, aunque existen muchas variaciones entre ellos; así, el pavo ligero tiene un crecimiento parecido al pollo; llega a pesar, macho y hembra, respectivamente, 6 y 5,4 kg a las 20 semanas; en cambio, en el pavo pesado, de crecimiento más rápido, sus pesos son 14 kg para el macho a las 24 semanas y 8,2 kg para la hembra a las 20 semanas. Su carne es, después de la del pollo, la carne de ave más consumida en nuestro país.

Hidden page

Hidden page

Hidden page

CUADRO 19.5
Necesidades alimenticias para codornices para carne

Nutrientes/edad	Del inicio a 21 días	De 21 días al sacrificio
EM (kcal/kg)	3000	3000
Proteína y aminoácidos (%):		
Proteína bruta	14,00	19,30
Lisina	1,39	1,23
Metionina	0,42	0,36
Metionina + cistina	0,91	0,80
Treonina	0,80	0,71
Triptófano	0,21	0,19
Acido linoleico	1,00	1,00
Minerales (%):		
Calcio	0,90	0,90
Fósforo disponible	0,45	0,40

Fuente: Alimentación de los animales monogástricos. L.N.R.A.

La presentación del alimento se hará, generalmente, en forma de gránulo y en algunos casos se utilizan las migajas. Estudios realizados al respecto han obtenido una respuesta positiva en la granulación para estas aves, siendo más marcado su efecto en la segunda edad.

3.5. Necesidades de los faisanes y las perdices para carne

La información disponible nos indica que los faisanes necesitan altas concentraciones de nutrientes en las primeras semanas, necesidades que tan sólo son comparables con las de los pavos, seguidas de las de la codorniz.

Como particularidad, remarcar que los faisanes son propensos a las lesiones de patas y a un anormal crecimiento de las plumas si hay deficiencias de algunas vitaminas (niacina, riboflavina y colina) y minerales (magnesio y cinc). Se ha comprobado que un alto contenido de cinc en la dieta evita las malas conformaciones de patas, tan frecuentes en estos animales. Esta ave es un animal muy propenso al estrés, por lo que para su cría se debe tener la granja en penumbra y controlar bien no tengan carencias de ningún tipo, factores que desencadenan el canibalismo.

La perdiz es una de las aves menos exigentes en proteína y aminoácidos, aunque en algunos casos se le suministra el mismo tipo de pienso que a los faisanes.

En los cuadros 19.6 y 19.7 quedan reflejadas las necesidades nutritivas de los faisanes y de las perdices en las diferentes fases de su crecimiento.

CUADRO 19.6
Necesidades alimenticias para faisán para carne

Nutrientes/edad	0 a 4 semanas	4 a 8 semanas	9 a 17 semanas
EM (kcal/kg)	2800	2800	2700
Proteína y aminoácidos (%):			
Proteína bruta	28,00	24,00	18,00
Lisina	1,50	1,40	0,80
Metionina	0,50	0,47	0,30
Metionina + cistina	1,00	0,93	0,60
Treonina (*)	0,83	0,51	0,51
Triptófano (*)	0,22	0,15	0,15
Minerales:			
Calcio (%)	1,00	0,85	0,53
Cloro (%)	0,11	0,11	0,11
Fósforo disponible (%)	0,55	0,50	0,45
Sodio (%)	0,15	0,15	0,15

Fuentes: Nutrient requirements of poultry. N.R.C. (*) Alimentación de los animales monogástricos. I.N.R.A.

CUADRO 19.7
Necesidades alimenticias para perdiz para carne

Nutrientes/edad	0 a 4 semanas	A partir de 4 semanas
EM (kcal/kg)	2800	2700
Proteína y aminoácidos (%):		
Proteína bruta	19,00	15,00
Lisina	1,10	0,80
Metionina	0,42	0,35
Metionina + cistina	0,79	0,58
Treonina	0,65	0,48
Triptófano	0,19	0,14
Minerales (%):		
Calcio	1,00	0,90
Fósforo disponible	0,50	0,37

Fuente: Alimentación de los animales monogástricos. I.N.R.A.

Hidden page

Los alimentos más utilizados en la alimentación de estas aves son, debido a su particular aparato digestivo, pobres en fibra bruta y ricos en principios nutritivos digestibles. Además de los alimentos, aminoácidos sintéticos y complementos minerales, hay que tener en cuenta los aditivos, que también forman una parte importante de la ración.

Principales fuentes consultadas

- DE BLAS, C., GONZÁLEZ, G. y ARGAMENTERÍA, A. (1987). *Nutrición y alimentación del ganado*. Mundi-Prensa. Madrid.
- FISHER, C. y BOORMAN, N. K. (1986). *Nutrient requirements of poultry and nutritional research*. Butterworths. Kent.
- INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE (1985). *Alimentación de los animales monogástricos*. Mundi-Prensa. Madrid.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1994). *Nutrient requirements of poultry*. National Academy Press. Washington, D.C.
- SANTOMA, G. (1990). *Nutrition of domestic quails*. 7th Symposium on Poultry Nutrition. Lloret de Mar.
- SAUVEUR, B., DE CARBILLE, H. (1990). *Le canard de Barbarie*. Institut National de la Recherche Agronomique. Paris.

Hidden page

CAPÍTULO XX

RECOMENDACIONES EN ALIMENTACION Y RACIONAMIENTO DE CONEJOS

**ENRIQUE BLAS FERRER
JULIO FERNÁNDEZ-CARMONA
CONCHA CERVERA FRAS**

INDICE

0. Introducción
 1. Peculiaridades digestivas
 - 1.1. Fermentación cecal y papel de la fibra
 - 1.2. Cecotrofia
 2. Comportamiento alimentario
 3. Sistemas de alimentación
 - 3.1. Alimentación tradicional
 - 3.2. Alimentación mixta
 - 3.3. Alimentación con piensos compuestos granulados
 4. Programa de alimentación
 - 4.1. Alimentación de reproductores
 - 4.2. Alimentación de animales de reposición
 - 4.3. Alimentación de animales en crecimiento y cebo
 5. Fabricación de piensos para conejos
 - 5.1. Materias primas
 - 5.2. Características físicas
 6. Resumen y primeras conclusiones
- Principales fuentes consultadas

0. Introducción

El principal objetivo de la explotación zootécnica del conejo es la producción de carne, tanto a pequeña escala, para consumo regular de proteína animal en países en vías de desarrollo, como en condiciones industriales en los países desarrollados. Se trata de una especie altamente eficiente desde el punto de vista biológico (elevado ritmo reproductivo, alto potencial de crecimiento, escaso contenido graso de la canal), que, además, compite con el hombre bastante menos que el pollo y el cerdo: gracias a su peculiar fisiología digestiva. El conejo aprovecha cantidades importantes de alimentos fibrosos, tales como forrajes, subproductos de molinería y otros subproductos agroindustriales. Por razones que escapan del objeto del presente capítulo, el grado de implantación de la cunicultura y su importancia real distan bastante de lo deseable para una especie tan interesante de cara a la producción cárnea.

1. Peculiaridades digestivas

El conejo es un herbívoro monogástrico que, para satisfacer sus elevadas necesidades metabólicas, cuenta con un aparato digestivo que permite la ingestión de grandes cantidades de alimentos fibrosos y un tránsito rápido de los mismos. En contrapartida, el considerable desarrollo del tracto gastrointestinal (estómago y ciego especialmente) supone un rendimiento a la canal peor que en los otros monogástricos.

La digestión en el intestino delgado es comparable a la de otras especies monogástricas, pero los constituyentes no digeridos que alcanzan el intestino grueso son objeto de un peculiar mecanismo de separación: mediante movimientos antiperistálticos del colon proximal, las partículas pequeñas y las sustancias solubles son mayoritariamente retenidas en el ciego, mientras que las partículas de mayor tamaño tienden a progresar hacia el ano para excretarse como heces duras.

El conejo dispone de un ciego muy desarrollado. Además, optimiza la actuación de la microflora cecal sobre el residuo alimentario aún no digerido merced a la cecotrofia, un complicado mecanismo que culmina con la ingestión durante las pri-

meras horas de la mañana de parte del contenido cecal, dispuesto en forma de racimos de pequeñas esferas con envoltura mucosa, denominadas heces blandas o cecotrofos. A continuación se comentan algunos aspectos relevantes de la fermentación cecal, el papel de la fibra y la cecotrofia.

1.1. Fermentación cecal y papel de la fibra

Como hemos señalado, los microorganismos presentes en el ciego disponen de un sustrato empobrecido por la intensa digestión de que son objeto los alimentos en el tramo anterior del aparato digestivo, hecho que distingue claramente este proceso de la fermentación ruminal.

Las bacterias cecales utilizan amoníaco como principal fuente nitrogenada para su síntesis proteica. El amoníaco se obtiene por degradación de residuos nitrogenados alimentarios o compuestos nitrogenados endógenos, así como de urea de procedencia sanguínea. La disponibilidad de amoníaco no es limitante de la actividad microbiana y el amoníaco no utilizado es absorbido por la pared cecal y metabolizado en el hígado. La presencia de sustratos hidrocarbonados de fácil fermentación es mucho menor, por lo que las bacterias cecales cuentan con cantidades limitadas de energía rápidamente disponible.

La microflora del ciego puede obtener energía a partir de los constituyentes fibrosos. Los ácidos grasos volátiles resultantes de esta fermentación son absorbidos en su mayoría y contribuyen a satisfacer las necesidades energéticas del conejo. No obstante, la digestibilidad de la fibra en esta especie es en general baja, inferior incluso a la observada en caballo y cerdo: la actividad microbiana del ciego permite digerir un 10-30% de la fibra de las materias primas de uso más común en los piensos para conejos, aunque los valores son notablemente mayores en algunos casos (50-70% en las pulpas de remolacha o cítricos). Esta escasa capacidad del conejo para utilizar la fibra tiene su origen en el rápido tránsito digestivo, con poco tiempo de permanencia en el ciego, especialmente en el caso de las partículas fibrosas grandes, como consecuencia del mecanismo de segregación característico del colon proximal.

Sin embargo, la fibra resulta esencial para mantener la motilidad ceco-cólica y la tasa de renovación del contenido cecal. Un nivel insuficiente de fibra origina hipomotilidad, mayor tiempo de retención, menor tasa de renovación y aumento del contenido cecal, todo lo cual favorece el desarrollo de fermentaciones y proliferaciones microbianas indeseables, que desequilibran el frágil ecosistema microbiano cecal y aumentan el riesgo de trastornos digestivos. Similares efectos negativos produce el empleo de fibra altamente digestible o muy finamente molida.

1.2. Cecotrofia

La formación diferenciada de los dos tipos de heces y la ingestión de las blandas comienza en la cuarta semana de vida, con la ingestión de alimento sólido. La

cantidad de heces blandas producidas va aumentando hasta alcanzar unos 20-25 g de materia seca/d a las 10 semanas de vida y guarda relación directa con el nivel de ingestión de alimento. Sin embargo, parece bastante independiente de la composición del mismo, ya que se mantiene constante para niveles del 9-18% de fibra bruta y sólo valores muy bajos (5%) o muy altos (24%) dan lugar a producciones de heces blandas menores o mayores, respectivamente.

Por otro lado, la composición de las heces blandas es claramente distinta a la de las heces duras, como puede observarse en el cuadro 20.1: presentan un mayor contenido en agua, proteína bruta, ácidos grasos volátiles y vitaminas, así como un menor contenido en fibra bruta.

CUADRO 20.1

Composición química media de heces duras y heces blandas

	Heces duras	Heces blandas
MS (g/kg)	603	349
PB (g/kg MS)	126	289
FB (g/kg MS)	322	184
AGV (mmol/kg MS)	45	185
Ácido nicotínico ($\mu\text{g/g}$)	40	139
Riboflavina ($\mu\text{g/g}$)	9	30
Ácido pantoténico ($\mu\text{g/g}$)	8	52
Cianocobalamina ($\mu\text{g/g}$)	1	3

Fuente: Santomá y col. (1989).

La composición de las heces blandas varía con la dieta, habiéndose observado que al aumentar el nivel fibroso del alimento las heces blandas tienden a tener menor contenido en proteína y mayor contenido en fibra.

En resumen, la cecotrofia permite reciclar residuos alimentarios, compuestos endógenos, microorganismos y productos de la actividad microbiana. Con dietas típicas de cunicultura industrial, las heces blandas representan en torno al 15% de la materia seca ingerida y al 20% de la proteína bruta ingerida, con porcentajes mayores en el caso de dietas a base de forrajes o subproductos poco digestibles. Su principal ventaja es que la ingestión de proteína microbiana mejora la digestibilidad de la proteína alimentaria y su aporte de aminoácidos esenciales, especialmente en el caso del forraje (lo que origina un aprovechamiento de la misma mayor que en las otras especies no rumiantes). De este modo, los conejos adultos pueden llegar a cubrir sus necesidades de mantenimiento con independencia del valor proteico de la dieta y sobrevivir en condiciones de alimentación adversas. El interés de la cecotrofia en cunicultura intensiva es limitado y la cobertura de las elevadas necesidades para el crecimiento o la lactación depende del aporte dietario.

2. Comportamiento alimentario

El comportamiento de los gazapos lactantes está determinado por la madre; la coneja suele amamantarlos una sola vez al día, generalmente por la mañana y durante sólo 2-3 minutos. Hacia el final de la tercera semana de vida, los gazapos comienzan a salir del nidal para consumir pequeñas cantidades de alimento sólido y agua, que van aumentando progresivamente al mismo tiempo que va disminuyendo la disponibilidad de leche. Normalmente, el destete se realiza durante la quinta semana de vida, aunque en el sistema de cría tradicional puede ser más tardío.

En condiciones normales, con alimentación *ad libitum*, tanto los animales de cebo como las hembras reproductoras presentan un ritmo de ingestión que sigue un patrón característico, con mucha mayor ingestión vespertina y nocturna que matinal, de forma que el período de menor ingestión de pienso coincide con la ingestión de heces blandas.

Por otro lado, se acepta que los conejos satisfacen sus necesidades energéticas ajustando la ingestión voluntaria en función de la densidad energética de la dieta, siempre que sea superior a 9,3-9,5 MJ ED/kg para que no quede comprometida la capacidad de ingestión y se produzca una limitación física.

Aunque el principal factor determinante de la ingestión es el contenido energético de la dieta, existen otros factores dietarios que pueden modificarla. Así, por ejemplo, parece que la adición de ciertos tipos de grasa tiende a aumentar la ingestión de ED, tanto en conejos de cebo como en conejas lactantes; en contraposición, se ha observado que la fibra podría limitar la ingestión de EN en conejas durante la primera parte de la lactación.

Debe destacarse que la presentación de la dieta tiene gran importancia en conejos, a diferencia de lo que ocurre en otras especies. El alimento en forma de harina motiva bajo consumo y el polvo que desprende induce problemas respiratorios. En la cría tradicional caben varias alternativas (desde el amasijo hasta la presentación de materias primas en su forma inicial), pero la explotación intensiva pasa necesariamente por el empleo de piensos granulados.

De entre los factores no dietarios que influyen sobre la ingestión voluntaria, la temperatura ambiental merece atención especial. En general, podemos aceptar que la temperatura ambiente adecuada para la explotación del conejo es de 13-20° C. Por debajo de este intervalo, y tal como sucede en el resto de las especies, el conejo aumenta la ingestión para incrementar la producción de calor (salvo los gazapos lactantes, que pasan más tiempo en el interior del nidal y reducen su ingestión de alimento sólido). Más preocupante es la respuesta frente a las altas temperaturas, que tiene un efecto depresor sobre la ingestión y la productividad, efecto que se manifiesta ya a los 25° C y que, lógicamente, aumenta con la temperatura y con el tiempo de exposición a la misma; así, por ejemplo, en la figura 20.1 puede obser-

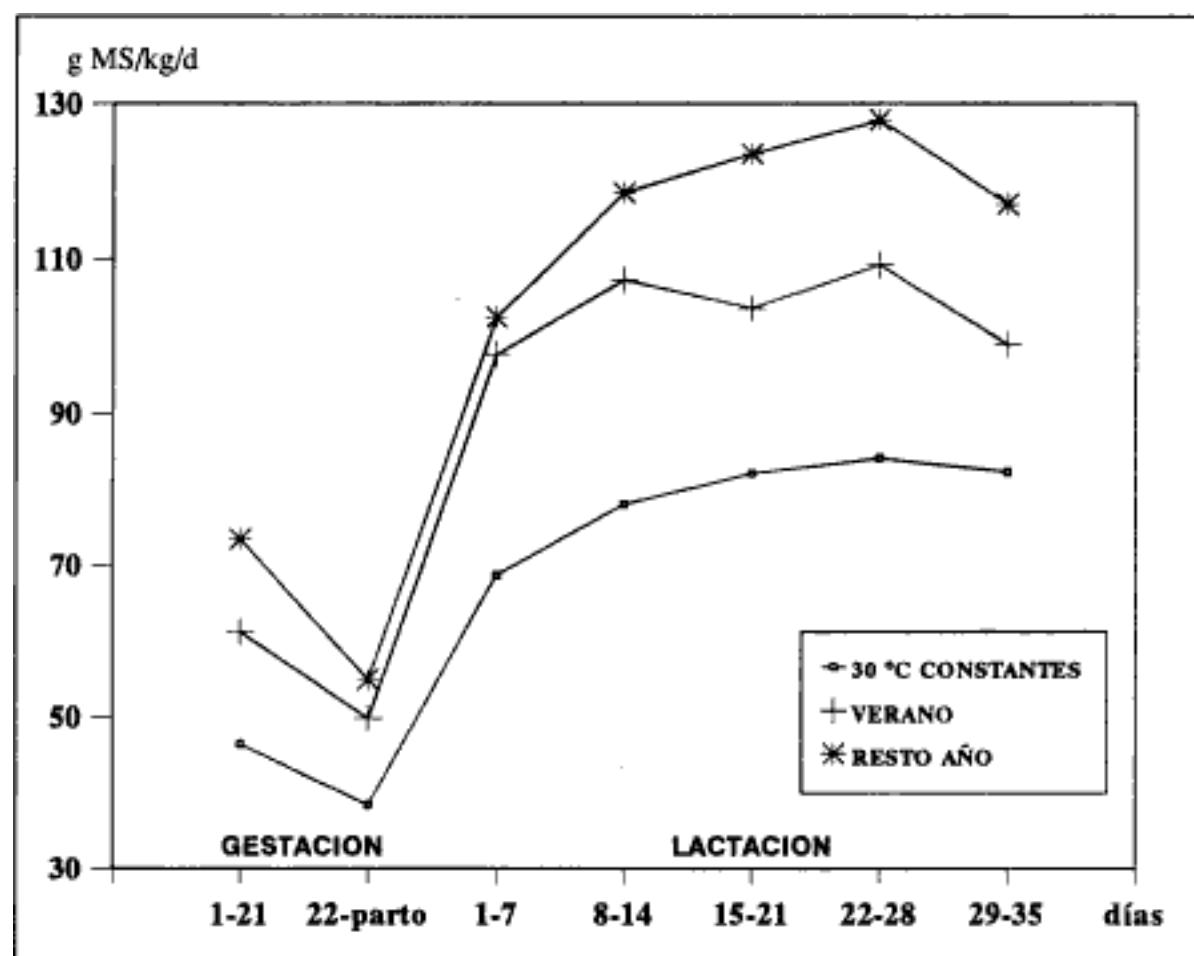


FIGURA 20.1

Efecto de la temperatura ambiental sobre la ingestión de pienso en conejas reproductoras.
Fuente: Fernández-Carmona y col. (1994).

varse que a 30° C constantes la ingestión de pienso en las conejas reproductoras se reduce al 65%, aproximadamente, mientras que el verano mediterráneo supone un estrés térmico menor, aunque se alcancen temperaturas más elevadas durante varias horas al día, gracias al descenso térmico nocturno. La tolerancia al calor es mayor en los gazapos lactantes.

3. Sistemas de alimentación

3.1. Alimentación tradicional

La cría tradicional del conejo se basaba en la utilización de recursos forrajerros y subproductos, más o menos complementados con otras materias primas más concentradas (cereales, legumbres, etc.), dispuestos en rastillos y comederos rudimentarios. En la práctica, este sistema ha desaparecido en nuestro entorno, pero

Hidden page

CUADRO 20.2

Niveles nutritivos en el pienso único para conejos

	A	B	C
ED (MJ/kg)	10,5	10	10,3
PB (%)	16,5	16-17	16-16,8
PD (%)	12	—	11,5
Lisina (%)	0,75	0,72	0,78
Metionina + cistina (%)	0,60	0,57	0,64
FB (%)	14	13	14,9
FAD (%)	—	—	17,5
Almidón (%)	—	—	< 20
Calcio (%)	1,2	0,9	1,1
Fósforo (%)	0,7	0,6	0,65

Fuentes: A. Lebas (1989), B. Castelló y Grim (1992), C. González-Mateos y Piquer (1994).

3.3.2. Dos piensos

En granjas de tipo industrial se suele disponer de dos tipos de pienso, uno para conejas en lactación y otro para conejos en cebo, que son los colectivos de animales más relevantes en la explotación cunicola, pues entre ambos suponen más del 90% del consumo total de pienso. Tal como se puede observar en los cuadros 20.3 y 20.4, el pienso para lactación debe ser más energético, pero también más rico en proteína (en torno a 12,5 g PD/MJ ED), lisina, calcio y fósforo que el pienso para cebo, más fibroso, con alrededor de 11 g PD/MJ ED y normalmente más barato.

CUADRO 20.3

Niveles nutritivos recomendados en el pienso para conejas en lactación

	A	B	C
ED (MJ/kg)	10,9	10,5	10,4
PB (%)	18	17,5-18	17,3
PD (%)	13,4	12,8-13,3	13,2
Lisina (%)	0,90	0,90	0,80
Metionina + cistina (%)	0,55	—	0,62
FB (%)	12	11,5	13,5
FAD (%)	—	15	17
Almidón (%)	—	—	< 22
Calcio (%)	1,1	—	1,15
Fósforo (%)	0,8	—	0,7

Fuentes: A. Lebas (1989), B. Maertens (1992), C. González-Mateos y Piquer (1994).

CUADRO 20.4

Niveles nutritivos recomendados en el pienso para conejos en

	A	B	C
ED (MJ/kg)	10,5	9,8-10	10,4
PB (%)	15,5	16-16,5	16-16,7
PD (%)	10,9	11,2-11,7	11,3
Lisina (%)	0,65	0,70	0,78
Metionina + cistina (%)	0,60	—	0,59
FB (%)	14	14,5	14,6
FAD (%)	—	18,5	18,5
Almidón (%)	—	—	< 20
Calcio (%)	0,8	—	0,55
Fósforo (%)	0,5	—	0,35

Fuentes: A. Lebas (1989), B. Maertens (1992), C. González-Mateos y Piquer (1994).

3.3.3. Tres piensos

Actualmente se aconseja un tipo de pienso específico para el peridestete, que se suministra a los gazapos desde la cuarta hasta la sexta semanas de vida, para reducir la incidencia de trastornos diarreicos y la mortalidad durante esta fase. Se caracteriza por tener mayor contenido fibroso y menor contenido en almidón que el pienso de cebo, siendo también algo menores sus niveles de energía y proteína (cuadro 20.5). Si no se dispone en comederos *ad hoc*, este pienso es consumido

CUADRO 20.5

Niveles nutritivos recomendados en el pienso para conejos en peridestete

	A	B	C
ED (MJ/kg)	9,6	9,5	9,6
PB (%)	15,5	15,5-16	15-16
PD (%)	10	10,5-11	10,7
Lisina (%)	—	0,75	0,74
Metionina + cistina (%)	—	—	0,61
FB (%)	16	15,5	16
FAD (%)	—	20	—
Almidón (%)	< 18	< 13,5	< 14
Calcio (%)	—	—	0,9
Fósforo (%)	—	—	0,6

Fuentes: A. De Blas (1990), B. Maertens (1992), C. González-Mateos y Piquer (1994).

también por las conejas al final de la lactación, pero no parece que la producción lechera se pueda resentir gravemente, pues ya está en su fase descendente.

4. Programa de alimentación

En el presente apartado se propone un programa de alimentación para una explotación cunícola de tipo industrial, con un ritmo reproductivo semi-intensivo (monta 7-14 días postparto). Se basa en la utilización de tres piensos, para conejas en lactación, gazapos en peridestete y conejos en cebo, respectivamente, suministrados *ad libitum*. El resto de los grupos de animales (conejas en gestación o espera, conejas de reposición y machos) deben ser alimentados con alguna de las dietas mencionadas, en algunos casos de forma restringida para evitar un engrasamiento excesivo (35 g/d/kg de peso vivo). El consumo total de pienso en la granja estará normalmente en torno a 4 kg/kg de conejo vendido).

4.1. Alimentación de reproductores

4.1.1. Hembras

Las necesidades nutritivas de las conejas lactantes son muy elevadas y por ello conviene alimentarlas *ad libitum* con el pienso específico para este estado fisiológico, con objeto de que la movilización de reservas corporales sea lo menor posible, para evitar el deterioro de su condición corporal y de su productividad en los futuros ciclos reproductivos. Al inicio de la lactación, la coneja presenta un balance energético ligeramente positivo, seguido de una intensa movilización de reservas en la fase de mayor producción lechera (especialmente importante en las primíparas, con una capacidad de ingestión todavía limitada) y de una recuperación incompleta de las reservas corporales durante la fase final de la lactación, cuando la ingestión se mantiene alta o desciende ligeramente mientras la producción lechera decrece notablemente (figura 20.2). Como ya se ha señalado, en caso de no disponer de comederos específicos para el pienso peridestete, cabe la opción de suministrarlo también a la coneja en final de lactación.

En el intervalo entre el destete y la siguiente lactación se debe mantener la alimentación *ad libitum* con el pienso de lactación, para que la coneja pueda culminar la recuperación de las reservas corporales. Cuando se produce el destete, la coneja normalmente ya estará en la segunda mitad de la gestación y al final de ésta se produce un importante descenso de la ingestión, con movilización de energía para el desarrollo fetal. Si está al inicio de la gestación o en espera de monta conviene optar por la restricción de pienso hasta que se entre en el último tercio de la gestación, aplicándose el mismo criterio para la gestación de las primíparas. En la práctica es frecuente obviar estas restricciones, ya que afectan a un reducido número de animales por cortos períodos de tiempo y complican sensiblemente el manejo.

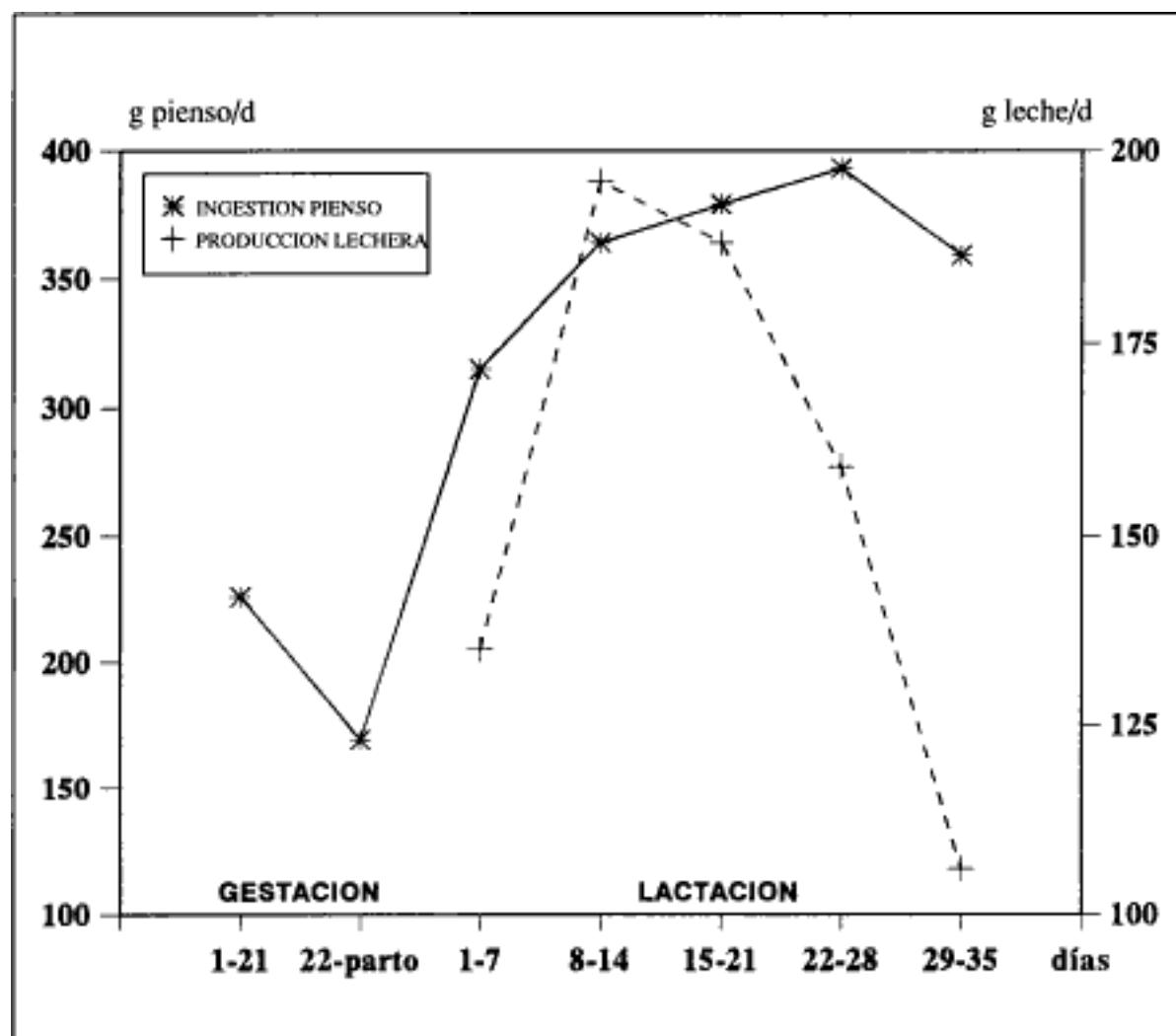


FIGURA 20.2

Ingestión de pienso y producción lechera en conejas reproductoras.

Fuente: Sabater y col. (1993), Fernández-Carmona y col. (1994).

4.1.2. Machos

Se deben someter a restricción alimentaria, especialmente cuando se trata de machos finalizadores, pertenecientes a líneas de elevado ritmo de crecimiento y peso adulto. Con ello se estimula su ardor sexual y aumenta su resistencia al mal de patas. Se recomienda utilizar el pienso más barato (de cebo o de peridestete).

4.2. Alimentación de animales de reposición

La alimentación de las futuras reproductoras durante el período de recría tiene una importante repercusión sobre su posterior vida productiva. En la práctica se recomienda alimentarlas con el pienso de cebo *ad libitum* hasta los 3 meses de vida y continuar con alimentación restringida hasta el momento de la primera cubrición,

en torno a las 17-18 semanas de vida, siendo aconsejable un flushing durante los 4 días previos. La alimentación *ad libitum* durante todo el período de recría permite anticipar 2 semanas la primera cubrición y quizás mejores resultados en el primer parto, pero acorta la vida reproductiva y aumenta la tasa de reposición de las conejas.

Los machos jóvenes deben alimentarse *ad libitum* con el pienso de cebo hasta su entrada en actividad, también hacia las 17-18 semanas de vida.

4.3. Alimentación de animales en crecimiento y cebo

Es aconsejable la alimentación *ad libitum* durante todo el período, utilizando pienso de peridestete desde la cuarta hasta la sexta semanas de vida y continuando con pienso de cebo hasta el momento del sacrificio, en la 10^a-11^a semanas de vida. La figura 20.3 muestra la evolución de la ingestión de pienso y la ganancia de peso a lo largo del período de engorde: como puede observarse, el consumo crece con la

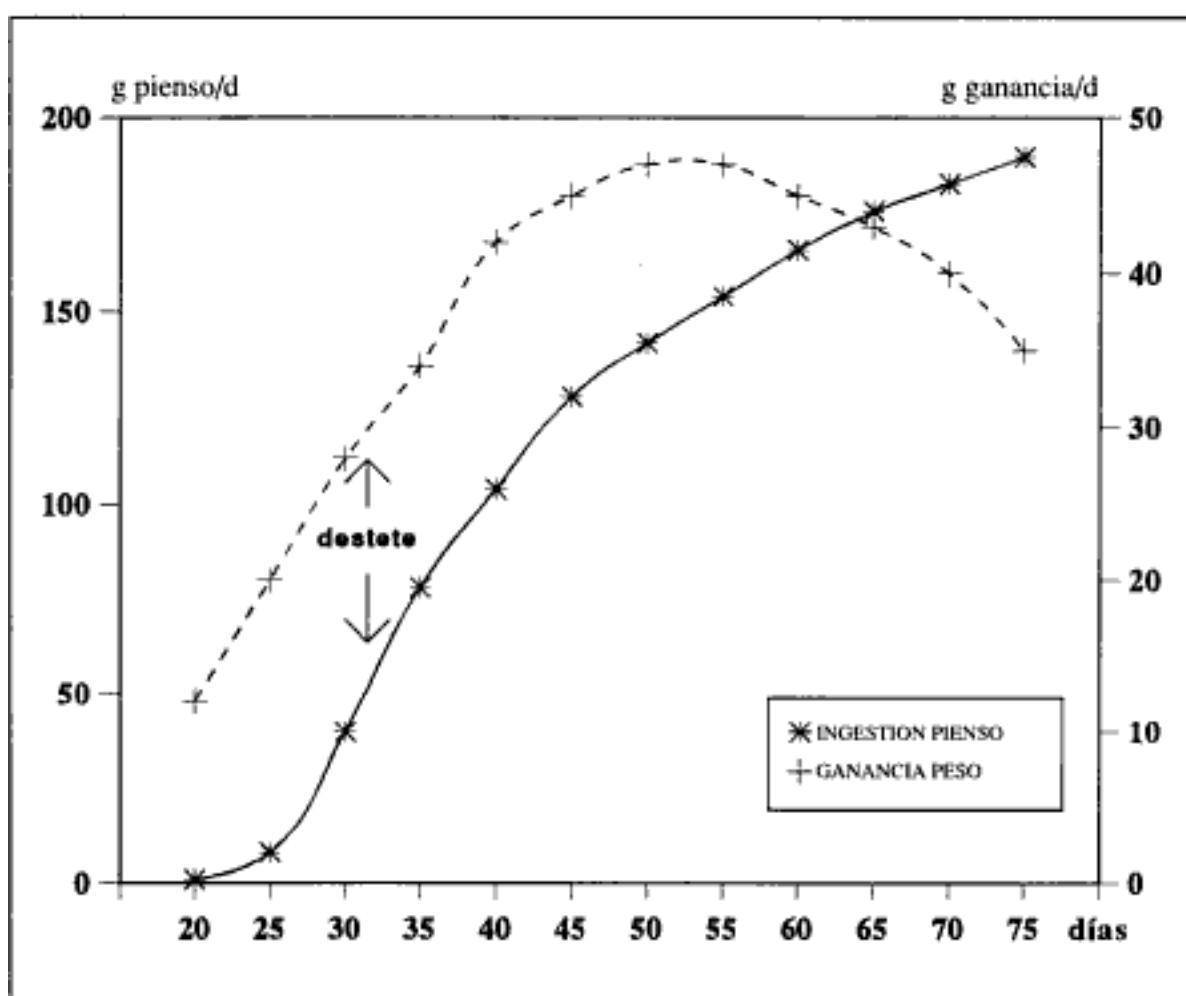


FIGURA 20.3

Ingestión de pienso y ganancia de peso en conejos en crecimiento y cebo.

Fuente: Blas y col. (1990), Camps (1994).

edad, mientras la velocidad de crecimiento es máxima en la octava semana de vida, por lo que el índice de conversión se deteriora sensiblemente a partir de entonces.

La restricción alimentaria durante este período no es aconsejable: reduce la velocidad de crecimiento y alarga el período de cebo, aumenta la necesidad de plazas de comedero, requiere más mano de obra y, cuando se compara a mismo peso final, no mejora el índice de conversión y empeora el rendimiento a la canal. Tampoco es recomendable la práctica de restringir la alimentación durante la semana postdestete, ya que ello conduce a un aumento del contenido cecal y a una menor tasa de renovación del mismo, lo que favorece el desarrollo de diarreas.

5. Fabricación de piensos para conejos

Las materias primas habitualmente empleadas y las características físicas que deben tener los gránulos conllevan que el proceso de fabricación tenga un rendimiento horario menor y, por tanto, un coste mayor que en los piensos para otras especies.

5.1. Materias primas

Los piensos para conejos se distinguen notablemente de los empleados en aves y ganado porcino en lo que se refiere a las materias primas utilizadas, como puede observarse en el cuadro 20.6. Destaca la elevada presencia de forrajes (alfalfa) y subproductos de cereales (salvado de trigo, gluten feed), así como el aprovechamiento de una amplia gama de subproductos agroindustriales fibrosos no utilizados en los otros monogástricos, entre los que cabe destacar la paja, los subproductos de la uva (orujo, granilla, hollejo), las cascarillas (soja, arroz) y las pulpas (remolacha, cítricos). Por otro lado, se observa un bajo nivel de incorporación de cereales (cebada) y una moderada presencia de tortas de semillas oleaginosas (girasol, soja).

CUADRO 20.6
Composición de piensos para conejos en España

	%
Cereales/mandioca	5-15
Tortas semillas oleaginosas/leguminosas	8-18
Subproductos cereales	15-40
Forrajes	15-40
Subproductos agroindustriales	5-20
Grasas	1-3
Minerales + corrector	2-3

Fuente: González-Mateos y Piquer (1994).

Hidden page

Hidden page

CAPÍTULO XXI

**RECOMENDACIONES EN
ALIMENTACION Y
RACIONAMIENTO
EN EQUIDOS**

PEDRO PÉREZ DE AYALA Y ESQUIVIAS

INDICE

- 0. Introducción
 - 1. Necesidades de nutrientes
 - 1.1. Necesidades de energía
 - 1.2. Necesidades nitrogenadas
 - 1.3. Necesidades en minerales y vitaminas
 - 1.4. Necesidades de fibra. Relación forraje-concentrado
 - 2. Racionamiento de los caballos
 - 2.1. Consumo voluntario
 - 2.2. Alimentación del potro
 - 2.3. Alimentación de la yegua
 - 2.4. Alimentación del caballo de trabajo
 - 3. Presentación del alimento
 - 4. Resumen y primeras conclusiones
- Principales fuentes consultadas

Hidden page

Hidden page

lactación, aparte de las de conservación, de 11,9 Mcal ED/d. INRA (1984) utiliza el método factorial para definir las necesidades energéticas de lactación, adoptando dos valores: 0,31 UFC/kg de leche para el primer mes y 0,29 UFC/kg de leche para el resto del período. Estos valores resultan algo superiores a los del NRC, debido al superior valor energético de la leche y a la ligeramente menor eficacia de transformación considerados por el sistema francés. Pagan (1990) recomienda utilizar los valores franceses al considerar que están más de acuerdo con los consumos energéticos observados en condiciones prácticas.

La estimación de las **necesidades energéticas para el trabajo** es complicada, pues pueden verse afectadas por muchos factores, tales como condición y entrenamiento de los animales, pericia y peso del jinete, grado de fatiga, temperatura ambiente y composición de la dieta, factores que son difíciles de cuantificar. Se han propuesto numerosas ecuaciones, pero ninguna es general. Así, unas estiman las necesidades de caballos que realizan ejercicios intensos, pero cortos, mientras otras predicen mejor las de animales que trabajan durante largos períodos de tiempo. Como norma general, se recomienda (NRC, 1989) elevar las necesidades de mantenimiento un 25, 50 y 100% según el trabajo sea ligero, medio o intenso, respectivamente.

1.2. Necesidades nitrogenadas

Las necesidades en proteína de los caballos dependen, además de su estado fisiológico, de la calidad de la misma, aunque los animales adultos son más tolerantes a la calidad de la proteína que los jóvenes en crecimiento. La digestibilidad de la proteína puede estimarse mediante ecuaciones de regresión, aunque existen muy pocos datos al respecto, especialmente de los alimentos simples. Por este motivo, NRC (1989) recomienda utilizar valores de proteína bruta (PB).

INRA (1984) ha desarrollado el método de las materias nitrogenadas digestibles (MND). Para cada alimento, su contenido en MND depende del contenido en materias nitrogenadas totales, de la proporción de proteína y materias nitrogenadas no proteicas, de su digestibilidad y de la proporción que es digerida en el intestino delgado y el grueso.

Las necesidades materias proteicas para **mantenimiento** son bajas. INRA (1990) y NRC (1989) recomiendan 0,6 g MND/kg PV y día, lo que supone, para una dieta con una digestibilidad de la proteína del 46%, 1,3 g PB/kg PV y día. Cuando se reflejan estas necesidades como una fracción de las energéticas, hacen falta 40 g PB/Mcal ED (NRC, 1989) o 78 g MND/UFC.

Si bien las necesidades de conservación son bajas, los potros en **crecimiento** necesitan ingerir cantidades determinadas de proteína y aminoácidos para conseguir un crecimiento óptimo. Las necesidades proteicas del potro dependen, como las del resto de los nutrientes, de la edad del animal y de su velocidad de crecimiento. Como el consumo de alimentos está, en gran parte, condicionado por la

Hidden page

des necesarias. Sin embargo, conviene asegurar unos aportes mínimos, especialmente si el forraje o la dieta no son de excelente calidad, dado que no se conocen bien los efectos de una carencia (Doreau y col., 1988). En el caso de animales que realicen esfuerzos violentos, INRA (1990) recomienda suplementar la ración con magnesio, selenio y vitaminas E, B₁, B₂ y colina.

El cuadro 21.1 refleja los aportes óptimos en nutrientes de la ración de los caballos. Para la confección de este cuadro se ha partido de los datos INRA (1990).

CUADRO 21.1

*Concentración óptima en nutrientes de la ración de los caballos
(por kg de MS)*

	Adultos ¹		Yeguas		Potros		
	Conservación Trabajo ligero	Trabajo medio Cubrición	Fin gestación	Principio lactación	6-12 meses	18-24 meses	32-36 meses
Energía (UFC)	0,45-0,70	0,50-0,75	0,50-0,70	0,60-0,80	0,65-0,95	0,60-0,90	0,60-0,80
Energía (Mcal ED)*	2,00-2,45	2,40-2,65	2,25-2,40	2,45-2,60	2,80-2,90	2,50-2,65	
Proteína:							
MND (g)	30-50	40-55	45-70	55-90	55-90	40-55	30-40
PB (g)*	89-98	96-104	100-106	110-132	126-145	104-120	
Lys (g)*	2,8-3,4	3,4-3,5	3,5-3,7	3,7-4,6	5,3-4,6	4,2-5,0	
Calcio (g)	3,1	2,9	4,6	4,3	5,5	3,8	3,3
Fósforo (g)	1,9	1,6	3,2	3,7	3,0	2,2	1,9
Vitamina A (UI)	3250	3750	4300	3500	3450	3500	3500

* NRC, 1989

¹ Para caballos realizando un trabajo intenso, aumentar un 35-40% por el menor volumen de la ración.
Fuente: Adaptado de INRA (1990).

1.4. Necesidades de fibra. Relación forraje-concentrado

El caballo, como animal monogástrico que es, no tiene unas necesidades específicas en fibra. Sin embargo, es conveniente suministrar una cierta cantidad de este componente en la ración, ya que el consumo de forraje tiene un efecto tranquilizante que contribuye al bienestar del animal.

Por otro lado, los componentes celulares de la ración influyen sobre la velocidad de tránsito del alimento en el aparato digestivo y condiciona el desarrollo de la flora microbiana. Una disminución importante del nivel de fibra ocasiona un aumento de las necesidades en otros nutrientes (aminoácidos y vitaminas). Además, una deficiencia en fibra, puede ocasionar diarreas y cólicos en los caballos (INRA,

1990). En este sentido, y como medida preventiva, Wolter (1989) recomienda no aportar menos de un 20% de fibra en la ración total y Tisserand (1979) aconseja un mínimo de 0,4-0,5 kg de forraje grosero por cada 100 kg de PV, mientras NRC (1989) eleva esta cifra hasta 1 kg/100 kg PV. El nivel de fibra condiciona el consumo del animal, por lo cual tampoco se debe aportar en exceso.

Sin embargo, una ración excesivamente fibrosa y, por tanto, voluminosa puede sobrepasar la capacidad de ingestión de los animales, sin que se permitan cubrir las necesidades de nutrientes, por lo que puede hacerse necesario un aporte de concentrado, sobre todo en algunos estados fisiológicos. Esta circunstancia obliga a un equilibrio entre los aportes de forraje y concentrado. El cuadro 21.2 refleja las recomendaciones existentes a este respecto.

CUADRO 21.2

Relación forraje-concentrado óptima para los caballos según diversos autores

Fuente	Estado fisiológico	Relación	
		Forraje	Concentrado
Hintz (1982)	Yeguas gestantes	70	30
	Yeguas lactantes	40	60
NRC (1989)	Yeguas gestantes	80	20
	Yeguas lactantes	50	50
Wolter (1989)	Potros, 6-12 meses	0,5 ¹	1,5 ¹
	Potros, 12-18 meses	1,0 ¹	0,5-1,5 ^{1,2}
	Potros, 18-24 meses	1,5 ¹	0,5 ^{1,3}

¹ Expresado en kg/100 kg PV.

² El valor más elevado corresponde a un potro que comienza a trabajar a una edad temprana.

³ Susceptible de incrementarse según el trabajo.

2. Racionamiento de los caballos

2.1. Consumo voluntario

La mayoría de los animales domésticos adultos regulan el consumo de alimentos para cubrir sus necesidades, tanto de mantenimiento como de producción. Los animales en crecimiento, en cambio, tienden a ingerir el máximo posible de los mismos, hasta que se satura su capacidad de ingestión. Entonces, una dieta muy concentrada puede ser consumida en cantidades que sobrepasan las necesidades del animal, produciendo un exceso de peso en el mismo. Por el contrario, raciones pobres en nutrientes, aunque se consuman *ad libitum*, no cubrirán las necesidades de los animales, produciendo retrasos en el crecimiento y, en el peor de los casos, taras físicas (Wolter, 1989). Conviene, por tanto, estudiar el racionamiento de los ani-

males de forma que se eviten estos inconvenientes. Sin embargo, existe cierto margen que permite subalimentar a los caballos hasta un límite, aportando posteriormente el alimento necesario que asegure su alimentación. El cuadro 21.3 refleja la capacidad de ingestión de los caballos.

CUADRO 21.3
Capacidad de ingestión de alimentos de los caballos

Estado fisiológico	kg MS/100 kg PV
Potros, 6 meses	2,5-3,5
Potros, 12 meses	2,0-3,0
Yeguas, gestación	1,2-2,2
Yeguas, lactación	1,8-3,0
Caballos, trabajo	1,8-2,5

Fuente: Hintz (1982), Wolter (1989), NRC (1989), INRA (1990).

Como puede observarse, la capacidad de ingestión es elevada. Así, una yegua de 500 kg puede consumir entre 6 y 11 kg MS diarios en gestación y de 9 a 15 kg MS en lactación. Esta elevada capacidad de ingestión permite cubrir las necesidades de mantenimiento a base de forraje y, prácticamente, las de una yegua gestante, a condición de que éste sea de calidad (Doreau y col., 1988). Para otros estados productivos (lactación, crecimiento, trabajo intenso) se hace necesaria una suplementación con concentrados. Un punto a considerar es la gran variabilidad de este parámetro. El consumo de alimentos se ve afectado por la naturaleza de los mismos (nivel de fibra del forraje, apetecibilidad, etc.), la relación forraje-concentrado que se esté dando en un momento dado, presentación del alimento (harina o grano) y por el individuo, existiendo variaciones entre ellos que alcanzan el 10-15%.

2.2. Alimentación del potro

A partir de la cuarta-quinta semanas de vida el potro comienza a ingerir alimento sólido para procurarse los oligoelementos y, en particular, el hierro que falta en la leche. Este comportamiento estimula la actividad enzimática del aparato digestivo. El consumo va incrementándose a medida que crece el potro, especialmente a partir del tercer mes de vida, cuando la producción láctea de la yegua comienza a disminuir. En este momento, el potro estará ingiriendo 0,5 kg de alimentos sólido (Tisserand, 1979), para continuar aumentando hasta llegar a niveles de unos 3-4 kg de alimento por día (1-1,5% PV) al acercarse el momento del destete (Wolter, 1989). Es conveniente complementar al potro con un alimento apetecible durante el período de lactancia, para fomentar el consumo de alimento sólido y reducir la parada que tiene lugar en la velocidad de crecimiento justo después del destete.

Hidden page

- a) Se intenta compensar en parte la pérdida de apetito que tiene lugar al final de gestación, debido al aumento de la masa uterina. Según Wolter (1989), éste se reduce hasta 1 kg MS/100 kg PV. Por otro lado, una ligera sobrealimentación permite obtener un potro más fuerte y vigoroso, con mayor resistencia a las enfermedades. Sin embargo, debe evitarse un engrasamiento de la yegua para favorecer el parto y no comprometer la siguiente cubrición (Hintz, 1982).
- b) Además, este aumento de peso le permite abordar la lactación con reservas corporales suficientes, que se traduce en una mayor persistencia de la misma y favorece la siguiente cubrición (Wolter, 1989). Por último, supone una transición con el elevado nivel de alimentación durante la lactación.

Sin embargo, la justificación de esta complementación y su nivel dependen del estado corporal de la yegua. En este sentido, INRA (1990) recomienda dos niveles de alimentación, alto y bajo, según el estado de conservación de los animales. Además, dado que la lactación es relativamente corta (6 meses), las yeguas disponen de un período relativamente largo para recuperar sus reservas, siempre que el forraje consumido sea de buena calidad (Doreau *et al.*, 1989). Los días próximos al parto conviene reducir la ración, con el fin de disminuir el contenido intestinal y favorecer el parto. Desde el punto de vista cualitativo, debe procurarse el aporte equilibrado de nutrientes, sobre todo en el período de cubrición. Así, debe asegurarse un aporte correcto de minerales y vitaminas (Tisserand, 1979; Wolter, 1989), pues en la época en que se cubren las yeguas de aptitud deportiva (finales del invierno) pueden darse estados carenciales, especialmente de vitamina A. Los niveles de calcio y fósforo son de especial importancia al final de la gestación para permitir un correcto desarrollo del feto: en el parto, el potro tiene más del 95% de la altura en la rodilla, en relación al animal adulto. Los excesos deben evitarse: una sobrealimentación, como ya se ha visto, puede comprometer los rendimientos productivos. Además, un exceso de proteína afecta negativamente la resistencia del recién nacido (Wolter, 1989).

Las elevadas necesidades de las yeguas durante la lactación hacen prácticamente necesario el empleo de un complemento para el forraje. Esta suplementación es especialmente importante al principio de la lactación, época que coincide con el período de monta: en caso de una restricción alimenticia, es prioritaria la producción de leche, pudiendo comprometerse la siguiente cubrición. Por otro lado, la calidad del forraje durante los primeros meses del año puede no cubrir de forma adecuada las necesidades de la yegua, por lo que el concentrado debe corregir las posibles deficiencias. Por tanto, las características del mismo deben vigilarse de forma especial, evitando un exceso de proteína, que puede producir diarreas y cólicos en el potro lactante (Tisserand, 1979). Este aspecto debe vigilarse en el momento de la salida al pasto.

Por último, si bien el ciclo reproductivo de las yeguas puede permitir unas pérdidas de peso en ciertos momentos del mismo para recuperarlas con posterioridad, en animales de silla parece razonable mantener siempre a las yeguas madres en un

buen estado corporal, para asegurar unos parámetros reproductivos adecuados y un óptimo crecimiento del potro.

2.4. Alimentación del caballo de trabajo

El trabajo es una producción atípica en el ámbito actual de la ganadería. Mientras el aporte de energía se hace con la finalidad de obtener leche o proteína en la mayoría de las producciones ganaderas, el trabajo consume energía sólo para la realización de un esfuerzo. Para ello, los caballos necesitan unas reservas de energía. La energía para la realización del trabajo se obtiene oxidando ATP, que puede regenerarse a través de hidratos de carbono (glucógeno muscular y hepático) o de lípidos (triglicéridos musculares o de reserva). Los rendimientos de un animal que trabaja dependen, evidentemente, de su nivel de entrenamiento, pero también de la fuente de energía disponible para la síntesis de ATP. Esta energía puede obtenerse de los almidones y grasas de la ración y, en menor grado, de la proteína y fibra (Pagan, 1992).

El almidón es una fuente de energía de muy rápida utilización, y deben elegirse alimentos ricos en almidón cuando se realizan trabajos muy intensos, pero de corta duración. Existen límites a su empleo: un exceso de almidón puede sobrepasar su capacidad de digestión, fermentar y producir ácido láctico en el intestino grueso. Este hecho implica un cambio de pH y de la flora intestinal, pudiendo formarse toxinas que provoquen cólicos y laminitis. Las grasas son muy bien digeridas por los caballos y son la fuente de energía por excelencia. Es un nutriente muy bueno, por las elevadas necesidades de los animales que trabajan y que pueden tener limitada su capacidad de ingestión. Por otro lado, los caballos alimentados con dietas ricas en grasa la utilizan muy bien como fuente de energía, pues tienen una elevada concentración de ácidos grasos libres en el plasma. En este sentido, Pagan (1992) recomienda que el concentrado de este tipo de caballos contenga del 6-10% de grasa. Parece interesante combinar los aportes de grasa y almidón como fuentes de energía en los caballos.

Un aspecto importante en la alimentación de los caballos es la frecuencia de la misma. En primer lugar, varias tomas de pequeñas cantidades favorecen la digestión y el tránsito intestinal, evitando trastornos digestivos y, además, ejercen un efecto calmante en los animales al tener más tiempo para consumir su alimento. Como contrapartida, el manejo se vuelve más complicado. Otro punto de importancia en este tipo de animales es su individualidad: cada caballo es un caso único y debe ser alimentado como tal. Es una cuestión a considerar por el cuidador, que debe observar qué animal come bien o mal un determinado alimento y tomar las medidas oportunas en cada momento.

3. Presentación del alimento

Los caballos son animales muy sensibles a la forma en que se les presenta su ración. Como norma general, gustan de alimentos frescos y en buen estado de conservación, rechazando los que están enmohecidos o rancios. Los forrajes deben ser

de calidad adecuada y presentados de forma grosera para favorecer el tránsito intestinal y evitar la aparición de problemas digestivos. Conviene que dispongan de él durante el mayor tiempo posible. Una paja de cereales fresca y limpia mantendrá al caballo, sobre todo si permanece estabulado largos períodos de tiempo, entretenido y relajado.

El suministro del concentrado puede hacerse mediante el empleo de granos o bien con una mezcla de alimentos. En el primer caso, es recomendable una molienda grosera (especialmente el maíz, cebada y avena) para favorecer su completa digestión y evitar que aparezcan en las heces (debido a la elevada velocidad de tránsito intestinal en los caballos). Una molienda muy fina genera polvo y puede producir rechazos y, en el peor de los casos, problemas respiratorios. El procesado de los cereales (extrusión, laminado, etc.) evita estos inconvenientes, aunque encarece los gastos de alimentación. Si se suministra una mezcla de alimentos, es recomendable hacerlo granulado. De esta forma se evitan los problemas de polvo y la elección por parte del caballo, asegurando un aporte equilibrado en todo momento.

4. Resumen y primeras conclusiones

Los caballos son animales particulares desde el punto de vista de la alimentación. A los relativamente escasos conocimientos de sus necesidades (minerales y vitaminas, principalmente) hay que unir la gran variabilidad de las mismas dependiendo de la producción que se esté obteniendo de ellos (reproducción, trabajo, etc.).

Son animales muy individualistas en su comportamiento alimentario, pudiendo rechazar alimentos sin que exista un motivo aparente. Una observación detallada por parte del cuidador y una buena calidad y presentación de los alimentos son factores de importancia para garantizar el éxito de la alimentación.

El nivel de alimentación de los animales debe ser considerado, sobre todo, para las dos producciones más importantes de los caballos: reproducción y trabajo. Deben evitarse las deficiencias, pero también, y es un problema frecuente, la sobrealimentación.

Principales fuentes consultadas

- DOREAU, M., MARTIN-ROSSET, W. y BOULOT, S. (1988). *Energy requirements and the feeding of mares during lactation: a review*. Libest. Prod. Sci.
- HINTZ, H. F. (1982). *Equine medicine*. American Veterinary Publications. USA.
- INRA (1984). *Le cheval: reproduction, sélection, alimentation, exploitation*. Ed. INRA. París.
- INRA (1990). *L'alimentation des chevaux*. Ed. INRA. París.

Hidden page

Hidden page

Hidden page

0. Introducción

La nutrición animal es una ciencia con una evolución muy importante en los últimos años, tanto en forma cualitativa (conocemos mejor las necesidades de los animales con los que trabajamos) como de forma cuantitativa (disponemos de información sobre más especies animales).

Buena prueba de esta afirmación ha sido el desarrollo de la alimentación para animales de compañía, en inglés "pet", que ha pasado en los últimos años a ser una de las industrias ligadas a la nutrición animal que más dinero está moviendo a nivel mundial.

Dentro de los animales de compañía, son, sobre todo, los perros y, en segundo lugar, los gatos los que se ha investigado con mayor intensidad, haciendo que cada vez se conozcan mejor las necesidades de estos animales y se les pueda alimentar valorando no sólo características como aspecto del pelo o nivel de ejercicio del animal, sino también tamaño y forma de las heces, pues no olvidemos que una buena parte de estos animales vive en ciudades y para éstos es muy importante este último aspecto.

Hemos incluido también en este capítulo recomendaciones nutritivas para caracoles y lombrices, pues entendemos que son animales donde existe poca documentación sobre su alimentación y queríamos dar unas normas básicas.

1. Recomendaciones nutritivas para perros

1.1. Necesidades energéticas

Todo ser vivo gasta energía, tanto por mantener su actividad biológica, sin cambiar el resto de sus condiciones (energía de mantenimiento, EM) como para realizar cualquier tipo de actividad (producción de leche, gestación, engorde, trabajo, etc.) (energía de producción, EP).

Es difícil encontrar un ser vivo que se dedique exclusivamente a vivir sin tener ningún otro gasto, pues lo normal es que se mueva con más o menos actividad, desarrollando de esta forma un ejercicio moderado. Por tanto, en perros considerare-

mos, al hablar de necesidades de mantenimiento, aquellas que tiene el animal que desarrolla una vida con muy poco trabajo, sedentaria, en suma, lo que podría ser un perro de ciudad adulto que sólo pasee por la calle.

1.1.1. *Valoración energética de los alimentos*

En los alimentos para perros se calcula su energía como energía metabolizable, valorando la aportada por su contenido en proteína, materia grasa y materias extractivas libres de nitrógeno, siendo estas últimas, básicamente, hidratos de carbono.

Los perros son animales carnívoros y, como tales, tienen gran capacidad para transformar la proteína en energía sin los problemas de exceso de residuos nitrogenados, como ocurre en el hombre.

La materia grasa es la mayor fuente de energía que tiene un alimento para perros, siendo el contenido en energía de ésta más del doble que el aportado por las proteínas o los hidratos de carbono.

El aporte de energía con hidratos de carbono debe ser moderado, dado que la capacidad de los perros para digerirlos es bastante baja.

No se toma en consideración el valor de los aportes de la fibra, pues la capacidad de los perros para digerirla es prácticamente nula, siendo, por tanto, un diluente de la ración; actúa, eso sí, como mejorador del tránsito intestinal, pero debemos limitarla en cantidad, pues puede llegar a deprimir la digestibilidad de las proteínas.

Para predecir el contenido en energía de un alimento podemos usar las ecuaciones que nos relacionan la energía que nos aporta un alimento con la proteína, la materia grasa y los hidratos de carbono que contiene y teniendo en cuenta su digestibilidad y su valor energético relativo (cuadro 22.1).

CUADRO 22.1
Ecuaciones de predicción de energía metabolizable (EM)

Coeficientes	NRC 85		Atwater	
	CUD	EM	CUD	EM
a	81%	3,5	88%	4,0
b	91%	8,5	95%	9,0
c	85%	3,5	95%	4,0

EM: Energía metabolizable en kcal/g.
CUD: Coeficiente de utilización digestiva.
PB: Proteína bruta en porcentaje.
MG: Materia grasa en porcentaje.
MELN: Materias extractivas libres de nitrógeno en porcentaje.

Fuente: NCR (1985), Heusner (1989).

Hidden page

Así, el NRC, en 1985, nos da las siguientes ecuaciones:

$$EM = 132 * PV^{0,75} \quad \text{y} \quad EM = 159 * PV^{0,67}$$

En la figura 22.1 la curva superior correspondería a la primera ecuación y la inferior a la segunda. Esta diferencia está motivada por la mayor energía necesaria por kilogramo de peso vivo en ciertas razas. En este sentido, y simplificando las experiencias de Lewis y otros (1987), podríamos concluir que mientras un perro de 1 kg necesitaría 132 kcal por kilogramo de peso vivo, un perro de 90 kg sólo necesitaría 40, como puede observarse en la figura 22.2.

Así pues, de las dos ecuaciones usaremos la primera para perros de razas pequeñas y la segunda para perros de razas medianas y grandes.

1.1.3. Variación de las necesidades energéticas

Las necesidades antes descritas son las básicas de un perro con una vida sedentaria, pero existen muchos casos en los que estas necesidades se ven incrementadas bien por un estado fisiológico (perros gestantes, cachorros en crecimiento etc.) o bien por un trabajo especial (galgos en entrenamiento, etc.).

Estas necesidades estarán asimismo relacionadas con la temperatura ambiente, pues la energía de mantenimiento estaba considerada en el intervalo de estabilidad

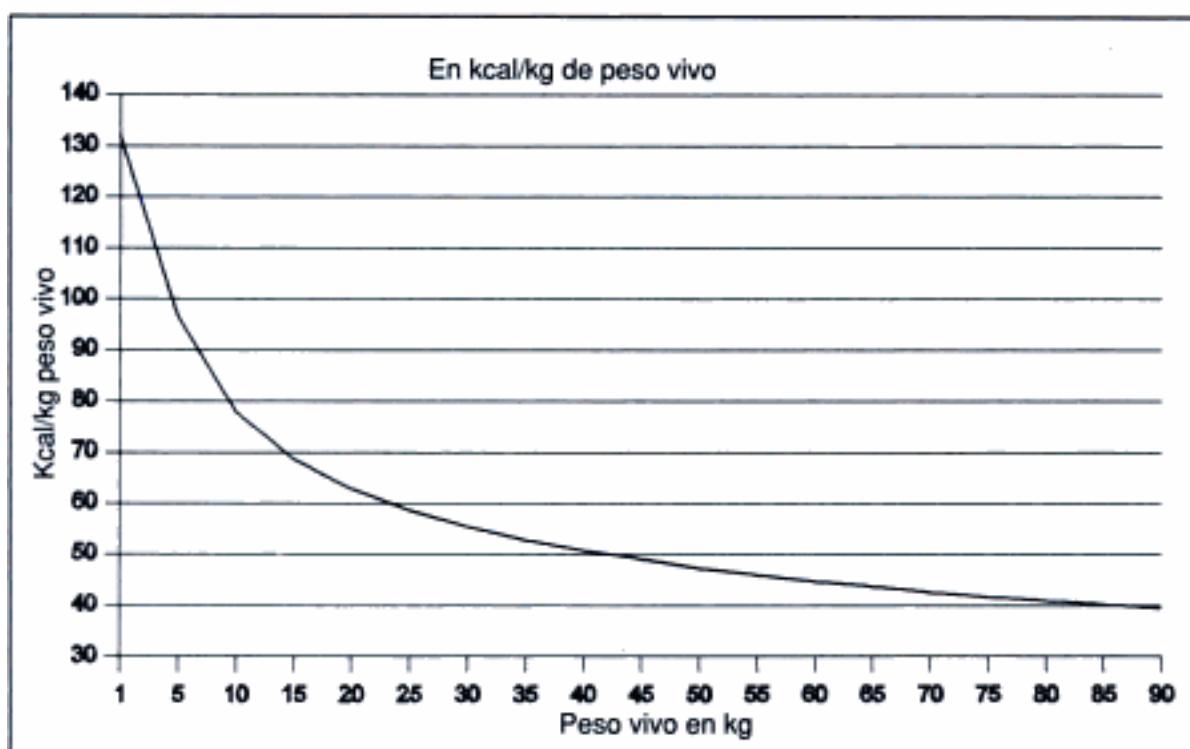


FIGURA 22.2
Necesidades energéticas (kcal/kg PV) de mantenimiento en perros.
Fuente: Royal Canin (1991).

térmica; a medida que vamos bajando la temperatura, las necesidades del perro aumentan.

Según los estudios de Durrer y Hannon (1962) y MacNamara (1972), basados en perros de la Armada de los Estados Unidos, las necesidades suplementarias por temperatura serán de unos 3 kcal/kg de peso vivo metabólico por cada grado por debajo de 20° C (cuadros 22.2 y 22.3).

CUADRO 22.2

*Variación de las necesidades energéticas en diferentes situaciones
(expresado como múltiplos de energía de mantenimiento)*

Mantenimiento	1,0	Mantenimiento 0°	1,5
Trabajo, 1 hora	1,1	Final gestación	1,4
Galgo, entrenamiento	1,2	Lactación	2,0 a 4,0
Trabajo, 1 día	1,4	Perros de trineo, competición	2,0 a 4,0

Fuente: Kronfeld (1982).

CUADRO 22.3

*Necesidades energéticas durante el crecimiento
(expresado en múltiplos de la energía de mantenimiento)*

Peso adulto	1 a 10 kg	11 a 30 kg	31 a 60	61 a 90
De 1 a 2 meses	2,5	2,5	2,5	2,5
De 3 a 4 meses	2,0	2,0	2,0	2,0
De 5 a 7 meses	1,5	1,5	1,5	1,6
De 8 a 12 meses	1,0	1,2	1,3	1,4

Fuente: Royal Canin (1991).

Hay dos momentos especialmente delicados, en cuanto a necesidades energéticas; éstos son el último tercio de la gestación, donde las necesidades pueden ser de 1,4 a 1,5 las necesidades de mantenimiento, y, sobre todo, en lactación. Una hembra con una camada numerosa puede llegar a producir dos veces su peso en leche; por este motivo sus necesidades pueden ser hasta cuatro veces las de mantenimiento.

Otro factor a tener muy en cuenta en lo que se refiere a necesidades energéticas son la actividad deportiva del perro. En esta situación el caso más extremo que nos podemos encontrar son los perros de trineo, que participando en una carrera de resistencia pueden recorrer en un día 150 ó 200 km, necesitando del orden de cuatro veces sus necesidades de mantenimiento para compensar el tremendo esfuerzo que realizan.

1.2. Necesidades proteicas

El perro es un monogástrico y, por tanto, tenemos que aportarle en la composición de las proteínas que le aportemos los aminoácidos que necesita; de los 25 existentes, 12 son indispensables y deben ser tenidos en cuenta a la hora de diseñar el alimento para los animales. Además de las necesidades en aminoácidos específicos, existe una necesidad en proteína que puede ser cubierta con un aporte de aminoácidos inespecífico.

1.2.1. Determinación de las necesidades proteicas

A diferencia de los animales de producción, donde vamos buscando un beneficio económico, en los animales de compañía debemos buscar el óptimo en función de su bienestar, cuidando su longevidad y su buena salud.

El óptimo dependerá de la edad del animal (crecimiento, mantenimiento...), del estado fisiológico (gestación, etc.) y de su estado de salud. En este sentido todos los estudios demuestran que los estrés postoperatorios y las enfermedades se superan más rápidamente con niveles de proteína altos. Así, Schofer (1987) demostró sobre 150 perras con tumores mamarios que cuando la concentración proteica de la dieta pasaba de 10 al 40% la esperanza de vida a dos años pasaba del 26 al 40%.

El perro es un animal que soporta muy bien niveles muy altos de proteína, y realmente a los niveles que se ha investigado, de hasta el 60% de proteína en la dieta, no se han encontrado efectos nocivos.

Por tanto, el nivel óptimo de proteína en la dieta del perro es seguro superior al mínimo recomendado por la NRC en 1985, debido a que en sus estudios sólo consideraron animales en mantenimiento o con estado sanitario adecuado.

Por tanto, nosotros consideramos que los aportes recomendables de proteína, para la correcta vida del perro, desarrollando su actividad en un entorno que le permita una vida sana y longeva, deben ser netamente superiores a los descritos por ellos y deben estar en los entornos en los que aparecen en el cuadro 22.4. Teniendo en cuenta que lo que se marcan son entornos y, por tanto, el marco del óptimo es más o menos amplio teniendo en cuenta el momento fisiológico del animal.

CUADRO 22.4
Zona óptima del aporte de proteína

	PB/EM
Mantenimiento	14 al 65%
Crecimiento, reproducción	25 al 50%
Actividad	30 al 40%

Fuente: Kronfeld (1989).

1.2.2. Calidad del aporte proteico

En este apartado debemos estudiar la calidad bajo dos aspectos:

- Digestibilidad de la proteína. En este sentido los perros tienen una gran capacidad de digestión de proteínas de origen animal, no así las de origen vegetal, que deberemos trabajar con ellas con gran precaución, pues pueden originar desarreglos funcionales.

Un factor tecnológico ha venido a ayudarnos en la utilización de estas proteínas menos digestibles: la extrusión. La extrusión es una cocción moderada a presión del producto o de alguna de las materias primas que intervienen en la composición del alimento. Este proceso, por una parte, pasteuriza el producto y, además, destruye ciertos factores antinutricionales.

- Valor biológico de la proteína.

Como antes hemos mencionado, hay 12 aminoácidos limitantes en la alimentación de los perros. Por tanto, debemos asegurarnos que, cuando diseñamos una dieta, debemos estar cubriendo perfectamente éstos. En el cuadro 22.5 comparamos las recomendaciones del NRC del 85 junto con el aminograma de la carne de vacuno, por considerar que es una buena referencia en cuanto a conocer si nuestro perfil es correcto o no.

CUADRO 22.5
Equilibrio de aminoácidos (en % de la proteína)

Aminoácido	NRC 85 (%)	Carne de vacuno (%)
Arginina	4,8	5,0
Histidina	1,7	2,5
Isoleucina	3,4	4,7
Leucina	5,6	7,4
Lisina	4,9	7,6
Metionina + cistina	3,7	3,0
Fenilalanina + tirosina	6,8	5,6
Treonina	4,4	4,8
Triptófano	1,4	1,1
Valina	3,7	5,6
Otros aminoácidos	59,6	52,7

Fuente: NRC (1985).

1.3. Necesidades lipídicas

Los lípidos son la fuente de energía más importante para los perros, soportando sin problemas niveles muy altos (40 ó 50% de la materia seca), pero deberemos te-

ner cuidado, pues una dieta alta en grasa en animales con poca actividad originará obesidad y todos los problemas fisiológicos que ésta conlleva.

Los constituyentes de los lípidos son los ácidos grasos y éstos tienen dos funciones:

- Función energética. Esta es inespecífica. Parece que tienen una mejor digestibilidad y, por tanto, un mayor valor en EM los ácidos grasos insaturados que los saturados.
- Función biológicoestructural. Intervienen en la composición de los fosfolípidos y como precursores de mediadores celulares y de hormonas.

Debemos considerar especialmente dos familias de ácidos grasos poliinsaturados:

- La serie omega 6. Su precursor es el ácido linoleico (C18:2); es abundante en los vegetales y en las grasas de aves; su carencia produce problemas de piel y caída de pelo.

Dentro de esta serie se encuentra también el ácido araquidónico, que interviene en la síntesis de prostaglandinas.

El nivel que consideramos óptimo está entre el 3,5 y el 6% de la EM y el NRC 85 considera un mínimo del 2,5%.

- La serie omega 3. Su precursor es el ácido linolénico (C18:3); no son absolutamente esenciales, pues pueden ser sintetizados a partir del ácido linoleico, aunque su aporte es recomendable (interviene en la integridad de la membrana celular); se encuentra en los aceites de pescado.

1.4. Los glúcidos

El perro necesita un 25% de la energía metabolizable como glucosa, pero esto se cubre perfectamente a partir del glicerol de los lípidos, no necesitando, por tanto, un mínimo de éstos.

La digestibilidad de los almidones sin tratar es relativamente baja, provocando, en exceso, fermentaciones anormales en el intestino y posibles diarreas.

Parte de estos problemas se corrigen con la extrusión. Los almidones gelatinizados obtenidos por este procedimiento tienen una mayor digestibilidad, pero, en cualquier caso, no deben superar el 40% de la dieta.

1.5. Necesidades minerales

Los macrominerales más importantes son el calcio y el fósforo, debiéndose respetar una relación entre ambos en la dieta de Ca/P entre 1,2 a 1,4.

Hidden page

Hidden page

son contradictorios. Vamos a dividir las necesidades en animales adultos y crecimiento (cuadro 22.9).

La taurina es un aminoácido azufrado limitante únicamente en los gatos, pues no son capaces de sintetizarla a partir de la cisteína. Su falta ocasiona ceguera por degeneración de la retina y disminución del tamaño del bulbo olfativo; también actúa como neurotransmisor.

CUADRO 22.9
Necesidades nitrogenadas de los gatos

Nivel nutriente (% MS)	Adulto	Crecimiento
Proteína total	30	38
Lisina	0,60	0,80
Arginina	0,56	1,05
Metionina + cistina	0,50	0,90
Taurina	0,08	0,10
Treonina	0,41	0,80
Triptófano	0,09	0,15
Histidina	0,18	0,30
Leucina	0,85	1,20
Isoleucina	0,20	0,30
Valina	0,45	0,60
Fenilalanina	0,90	1,00

Fuente: R. Wolter (1984).

2.3. Necesidades en minerales

Debemos tener especial cuidado en la relación Ca/P, pues es muy corriente que, al utilizar productos de origen animal, exista un exceso de fósforo, muy perjudicial para la buena salud de los animales. La relación correcta estaría entorno a 1,2 (cuadro 22.10).

2.4. Necesidades en vitaminas

Igual que comentamos con el perro, en el gato se pueden dar hipervitaminosis cuando aumentamos las dosis de vitaminas indiscriminadamente, provocando, por ejemplo, con un exceso de vitamina A, esterilidad en machos y abortos en hembras gestantes. Tendremos que tener especial cuidado al elegir comida, pues el hígado, por ejemplo, no debe ser consumido más de una vez a la semana, ya que, al ser muy rico en vitaminas liposolubles, puede originar hipervitaminosis.

Las necesidades vamos a expresarlas por kilogramos de materia seca de alimento, pues así será más fácil ver si tenemos que complementarlas en alguna vitamina o no es necesario (cuadro 22.11).

CUADRO 22.10
Necesidades en minerales

Mineral	Adulto	Crecimiento
Calcio (%)	1,10	1,20
Fósforo (%)	0,85	1,00
Magnesio (%)	0,08	0,08
Potasio (%)	0,55	0,55
Sodio (%)	0,45	0,45
Hierro (ppm)	260	300
Cobre (ppm)	20	25
Cinc (ppm)	180	230
Manganoso (ppm)	40	50
Yodo (ppm)	2,5	3,0
Selenio (ppm)	0,2	0,15

Fuente: R. Wolter (1984).

CUADRO 22.11
Necesidades en vitaminas

	Adulto	Crecimiento		Adulto	Crecimiento
Vit. A (UI/kg)	16000	20000	Vit. D ₃ (UI/kg)	1200	1500
Vit. E (ppm)	100	130	Vit. K (ppm)	3	4
Vit. B ₁ (ppm)	12	15	Vit. B ₆ (ppm)	25	32
Niacina (ppm)	80	100	Ácido pantoténico (ppm)	18	23
Vit. B ₂ (ppm)	12	15	Biotina (ppm)	0,15	0,20
Ácido fólico (ppm)	2	2,5	Vit. B ₁₂ (ppm)	0,08	0,10
Colina (ppm)	2200	2800			

Fuente: Royal Canin (1991).

3. Recomendaciones nutritivas para caracoles

Existen dos sistemas de alimentación para la explotación de caracoles en función del sistema de explotación.

3.1. Explotación extensiva, productos vegetales verdes

En los sistemas extensivos, donde la cría es prácticamente para autoconsumo, la alimentación se hace en base a plantas verdes, reproduciendo más o menos lo que ellos hacen en libertad. En este caso tenemos que seleccionar las plantas buscando,

por un lado, la apetencia del caracol por una u otra planta y, por otro lado, la disponibilidad de estos alimentos.

De la descripción de los ataques de estos animales a huertos y frutales podemos deducir cuáles son las plantas que más les gustan.

La alfalfa y el trébol no son bien aceptadas por los caracoles, eligiendo otras plantas, si esto es posible. Sienten predilección por las ortigas (*Urtica dioica* y *Urtica urens*) y el tupinabo (*Helianthus tuberosus*). Hay que tener especial cuidado en que las plantas no contengan restos de fitosanitarios u otras sustancias potencialmente tóxicas para estos animales.

3.2. Explotación intensiva, piensos compuestos

En la explotación industrial es común el usar piensos compuestos, pues la gran cantidad de vegetales que tendríamos que manejar nos dificultaría el trabajo.

Las materias primas con las que podemos fabricar los piensos son diversas, contándose entre ellas las siguientes:

- Harinas de cereales: maíz, trigo, cebada.
- Salvado de trigo.
- Harina de soja.
- Alfalfa deshidratada.
- Melazas.
- Complemento mineral, especialmente carbonato cálcico.

Las recomendaciones para el diseño de piensos son las que se expresan en el cuadro 22.12.

CUADRO 22.12

Recomendaciones para la elaboración de piensos para caracoles

	Mínimo	Máximo
Materia seca	97,00	85,00
Proteína bruta	25,00	11,00
Grasa bruta	3,70	2,50
Fibra bruta	7,00	4,00
Cenizas	45,00	25,00
MELN	45,00	37,00
Calcio	15,00	11,00

Fuente: Elaboración propia.

Hay que tener especial cuidado en poner agua a disposición de los caracoles, pues en libertad toman productos vegetales con alto contenido en agua, mientras que el pienso tendrá como máximo un 15% de ésta, teniendo que tomar el resto como agua tal cual.

4. Recomendaciones para lombrices

Hay varios factores a considerar en la alimentación de anélidos. El primer factor a considerar es la humedad, pues ellos mismos están compuestos por un 85% de agua; así el nivel correcto de humedad en su hábitat debe estar entre el 70 y el 80%, teniendo que tener, por tanto, un buen drenaje los lechos para que no exista exceso y deberemos aportar agua en aquellas épocas en que las precipitaciones sean escasas.

El agua deberá estar exenta de sustancias tóxicas, que puedan, por un lado, matar a las lombrices y, por otro, hacer que existan residuos en el compost formado o en las lombrices, que pueden ser luego usadas como alimento en piscifactorías.

El segundo factor a considerar es el pH del sustrato, debiendo ser ligeramente ácido, alrededor de 6.

Los productos que podemos emplear en la alimentación de las lombrices son muy variados, siendo en gran medida productos de desecho o basuras:

Restos de serrerías.

Estiércol de especies domésticas.

Desperdicios de mataderos.

Restos vegetales de fábricas de conservas, explotaciones agrícolas y mercados de abastos.

Basuras y fangos de depuradoras.

Dentro de los desperdicios vegetales deberemos tener especial cuidado con los restos y hojas de ciertos árboles, pues son tóxicos para las lombrices, por contener un exceso de taninos, como es el caso de los restos de robles y castaños.

En estos últimos habrá que tener especial cuidado, pues con bastante seguridad tendrán metales pesados y, por tanto, sólo podremos usar el compost en plantas ornamentales.

La composición de la materia a usar debe estar equilibrada entre sus diferentes fracciones, pues un exceso de, por ejemplo, proteína aumentará el tiempo de pre-compostaje, incrementando el período de maduración.

4.1. Preparación del alimento

4.1.1. Precompostaje

Comprende las operaciones de manejo de la basura que será el sustrato alimenticio de las lombrices:

Hidden page

Los caracoles son una fuente alternativa de carne y para muchos un auténtico plato de gourmet. Por tanto, y dependiendo de los mercados, es posible que vayamos viendo cada vez más granjas de estos animales, al mismo tiempo que se irán desarrollando otros productos de estos animales, como son los huevos de caracol, que muchos comparan con el caviar.

Por último, las lombrices podrían ser una solución parcial al problema de contaminación por basuras, que a todos nos preocupa en este momento, siendo, además, una fuente de proteína utilizable en buen número de producciones.

Principales fuentes consultadas

- ANÓNIMO (1991). *Principios generales de la nutrición canina*. Royal Canin. Centro de investigaciones de Saint Nolff Morbihan. Francia.
- ANÓNIMO (1985). *Nutrient requirements for dogs*. NRC.
- BURNS, et al. (1982). Effect of dietary protein quantity and quality on the growth of dogs and rats. *Journal of Nutrition*, 112: 1845.
- CUÉLLAR, R. et al. (1991). *Helicultura. Cría moderna de caracoles*. Mundi-Prensa.
- GALLO, G. (1990). *El caracol. Cría y explotación*. Mundi-Prensa.
- HEUSNER, A. A. (1982). Energy metabolism and body size. *Resp. physiol.*, 48: 1.
- KRONFELD, D. S. (1989). Vitamin and mineral supplementation for dogs and cats. *A monograph on micronutrients*. Veterinary Practice Publishing Company.
- KRONFELD, D. S. (1989). *Optimal ranges of actual nutrients. The nutrition of dogs and cats*. Cambridge University Press.
- KRONFELD, D. S. (1982). *Feeding dogs for hard work and stress*. Dog and cat nutrition.
- RIVERO, R. (1993). *La lombricultura y sus fundamentos*. S.A.P.T. Publicaciones Técnicas.
- WOLTER, R. (1984). *La alimentación del perro y gato*. Editorial Academia, S. L. León.

CONCLUSIONES AL TOMO III

CARLOS BUxadé CARBÓ

Hidden page

A lo largo del presente volumen, tal y como ya lo habíamos anticipado en nuestro prólogo, se ha pretendido exponer, con una visión fundamentalmente pedagógica, aspectos básicos de los alimentos y del racionamiento en el ámbito pecuario.

Con esta finalidad, 29 autores han desarrollado, a lo largo de 22 capítulos y más de 350 páginas, los aspectos más importantes de las dos áreas de conocimientos apuntadas con anterioridad.

El Tomo III se inicia con el análisis de los alimentos y su clasificación, así como del balance alimenticio de la ganadería española. A continuación, en lo que podríamos denominar el "segundo bloque" del presente tomo, se estudian los alimentos energéticos, los alimentos proteicos, los pastos y los forrajes verdes, los henos, los ensilados, los subproductos, los aditivos, los suplementos y los correctores utilizados actualmente en alimentación animal, fundamentalmente en el marco de la Unión Europea y, muy especialmente, en España. Este segundo bloque termina con un tema dedicado a los fundamentos de la fabricación de piensos compuestos.

El "tercer bloque" se dedica al análisis de las recomendaciones generales en racionamiento animal, para luego entrar a analizar estas recomendaciones en las distintas especies de animales útiles al hombre: vacuno de leche, vacuno de carne, ovino de leche y carne, caprino de leche y carne, ganado porcino, avicultura de puesta, avicultura de carne, conejos, caballos, perros, gatos, caracoles y lombrices.

A lo largo de todos los capítulos que componen este tercer tomo se ha pretendido, al igual que en los dos tomos anteriores, aportar unas bases útiles para la formación e información de todas aquellas personas que estén interesadas en el estudio de las producciones animales en el sentido amplio de la palabra. Somos perfectamente conscientes de que en un capítulo de unas 15 páginas no puede quedar plasmado todo el cúmulo de conocimientos que los diversos autores poseen sobre el tema del que se han responsabilizado. Nunca fue ésta nuestra finalidad.

Nuestra intención, y lo hemos puesto de manifiesto reiteradas veces, es la de poner, a lo largo de los 10 tomos que van a conformar la mencionada colección, a disposición de los alumnos de las Escuelas de Ingeniería Técnica Agrícola, de las Facultades de Veterinaria, de las Escuelas de Ingenieros Agrónomos y, en general, de

Hidden page

Hidden page

La presente colección: ZOOTECNIA: BASES DE PRODUCCION ANIMAL ha dejado de constituir un reto para ir convirtiéndose, tomo a tomo, en una realidad empresarial cuyo objetivo es adentrarse, a través de diez volúmenes y con una gran componente pedagógica en el estudio de las áreas más importantes de las Producciones Animales.

En este contexto hemos considerado a las Producciones Animales como un conjunto armónico integrado, fundamentalmente, por conocimientos biológicos, técnicas de producción y sistemas de explotación, aplicados siempre con la visión empresarial de obtener, a través de una correcta gestión, que incluya el máximo respeto al medio ambiente y a todos los seres vivos implicados, la mayor cantidad de productos útiles al hombre, de la mejor calidad y con una relación coste-calidad que les posibilite para estar presentes en la realidad de cada mercado.

En este tercer tomo se abordan con una marcada visión sintetizadora y pedagógica, los aspectos que hemos considerado más relevantes de los alimentos, y del racionamiento, vinculados a los animales útiles al hombre.

La intención es la de poner al alcance de todas las personas interesadas en los temas ganaderos una información actualizada de lo que son aspectos claves de la que denominamos "La ganadería del Siglo XXI".



ISBN: 84-7114-565-0



Copyrighted material