

La alimentación de las vacas lecheras

Nuevos alimentos y problemas prácticos

A. Gómez Cabrera

Grupo de Investigación «Zootecnia»*
ETSIA. Universidad de Córdoba

1. Evolución del sector

A pesar del aparente panorama de escasez de oferta de leche vivido el año pasado, parece evidente que esta situación era coyuntural y que lo normal es que, con mayor o menor intensidad, según el éxito de la política de restricción a la producción (cuotas) y de fomento del abandono del sector, exista una tendencia a la creación de excedentes, que provoque un estado de permanente competitividad, la cual, a partir del año 1993 en el que termina el período transitorio de adaptación española a la CEE en este sector, a la vez que entra en vigor el mercado único, va a afectar de lleno a las empresas y explotaciones españolas.

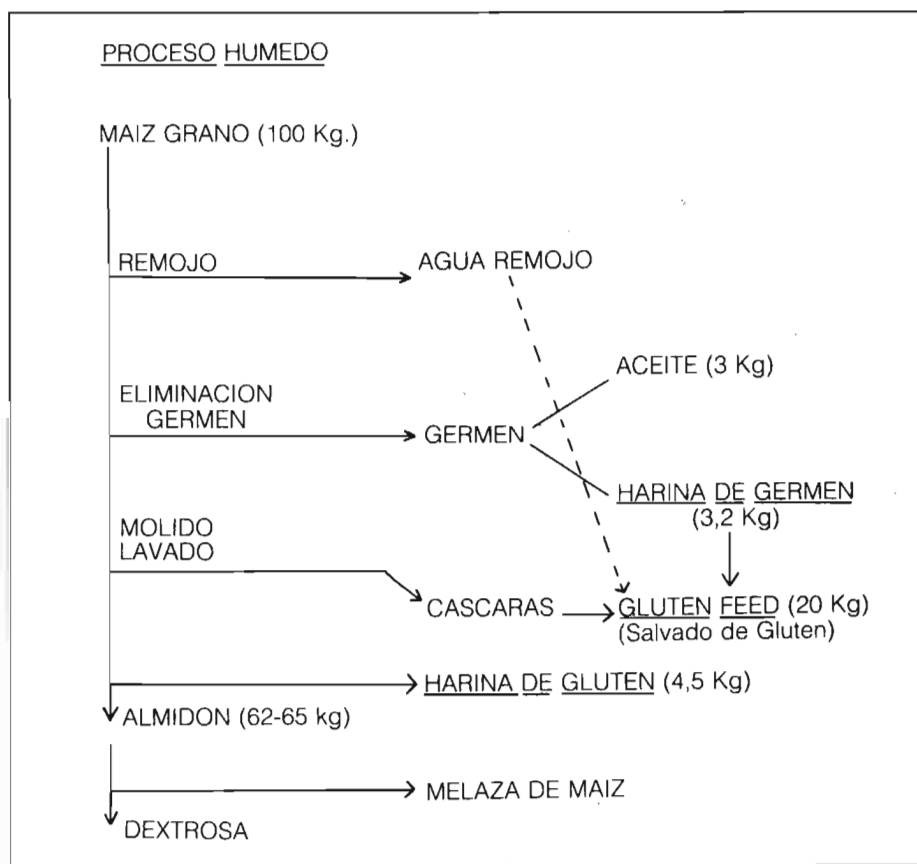
El efecto que esta situación ha provocado hasta ahora a nivel europeo en el sector industrial y comercial puede resumirse en concentración y especialización. A su vez este sector presenta una mayor integración y comunicación con el sector productor, potenciándose la prestación de servicios de asesoramiento y ayuda al ganadero.

Entre los efectos que esta situación ha provocado a nivel del productor, nos interesa destacar la elevación de la productividad de los animales y la sustitución de alimentos, que podríamos considerar como tradicionales, por nuevos alimentos, que abaratan el coste de la alimentación.

Por lo que respecta a la alimentación de los animales, debido a que el aumento de su capacidad productiva ha superado el aumento experimentado en su capacidad de ingesta, las raciones que deben recibir tienen que tener una

* Formado al amparo de la Orden de 14-X-88 de la Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Andalucía. Compuesto por 29 investigadores de diversas profesiones, con incidencia en el ámbito de la Producción Animal, y pertenecientes a la Universidad de Córdoba y a la Dirección General de Investigación y Extensión Agraria de la Junta de Andalucía.

Figura 1. Subproductos de la industria del almidón (Bouqué y Fiems, 1988)



mayor concentración de nutrientes. Esta necesidad de mayor concentración nutritiva de las raciones, unida a la búsqueda de alimentos más baratos, ha tenido como consecuencia los siguientes efectos:

- 1.º) Aumento de la calidad de los forrajes.
- 2.º) Aumento de la producción de alimentos concentrados.
- 3.º) Reducción de la proporción de cereales y aumento de diversos subproductos.

Como reflejo de ello, en el Cuadro 1, podemos observar la evolución sufrida por los sistemas de conservación y suministro de los forrajes cosechados en Holanda. Por un lado, el henificado ha sido sustituido por el ensilado y, en parte, por la oferta en verde, sistemas que permiten un mayor aporte de nutrientes al animal. Por otra parte, dentro del sistema de ensilado, ha habido una mejora en el método de realización (ensilados con contenidos en materia seca > 35%) que también favorece una mayor ingesta de nutrientes.

tes por parte del animal.

A su vez, en el Cuadro II, podemos observar el aumento de la productividad de las vacas lecheras holandesas y de la cantidad de concentrado que reciben por litro de leche producida.

A nivel global del conjunto de países de la CEE-9, entre los años 73/74 a 81/82 (LEE, 1988) se señala un descenso de la importancia relativa del aporte de nutrientes por parte de la hierba verde, de los henos y de las raíces, los cuales pasaron de cubrir, del 51,4% de la energía total de la ración, a sólo el 44,1% y del 58,0% al 41,1% de la proteína.

Este descenso fue compensado, en parte, por un mayor consumo de maíz forrajero y de forraje de plantas oleaginosas y de cereales. Por otra parte, se produjo un aumento en el consumo de concentrados, que fue de un 14,7% en relación a la energía y del 28% en relación a la proteína. No obstante, se produjo un descenso en el consumo global de granos de cereales, que afectó principalmente al maíz y la avena, permaneciendo estables la cebada y el trigo.

Parris y Tisserand (1988) confirman la continuidad de este fenómeno en los años siguientes, señalando el aumento de la proporción de concentrados en la ración del ganado vacuno y la reducción del uso de cereales en todas las especies.

Entre los alimentos concentrados que aumentaron su consumo destacan los siguientes (LEE; 1988):

Ricos en energía: Mandioca, Grasas animales y vegetales, Pulpas de cítricos y de otras frutas, Residuos de la industria conservera.

Ricos en proteína: Harinas de semillas oleaginosas, Cebadilla de cerveza, Granos de destilería, Residuos de la industria del almidón.

Junto a estos alimentos, en España, se ha producido un aumento significativo en la utilización de semilla de algodón en la alimentación de las vacas lecheras.

Muchos de estos alimentos constituyen un ejemplo de la presencia en el mercado de nuevos productos, como consecuencia del desarrollo de la

Cuadro I. Evolución método conservación forraje cosechado en Holanda (Van Dijk y col., 1983)

| Año | 1960 | 1965 | 1970 | 1975 | 1981 |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|
| Heno | 70 | 69 | 65 | 43 | 15 |
| Deshidratado y oferta verde | 5 | 6 | 5 | 6 | 12 |
| Ensilado | 25 | 25 | 30 | 51 | 73 |
| Prehenificado > 35% MS | — | 34 | 67 | 91 | 90 |
| Húmedo < 35% MS | — | 66 | 33 | 9 | 10 |

agroindustria. En la Figura 1 se recoge el proceso de obtención de almidón a partir de granos de maíz. Cabe señalar que en el mercado es posible encontrar los diversos subproductos que allí se expresan separados o agrupados como "Gluten Feed", lo que unido a la diversidad de los procesos y a la de las propias materias primas empleadas (variabilidad intraespecie e interespecies, ej.: trigo en lugar de maíz) obligan a prestar suma atención a las características particulares de cada partida.

Este mismo problema de variabilidad debido a factores de calidad del producto original, tecnologías aplicadas e intensidad de tratamiento de las diferentes partidas, junto a la forma de presentación, es general a otros subproductos similares, como los granos de destilería, subproductos de la industria cervecera, de la industria de elaboración de zumos de frutas, etc. (BOUCQUE Y FIEMS, 1988).

2. Problemas actuales en torno a la alimentación de las vacas lecheras

La situación que acabamos de comentar recoge el entorno en el que conviene enmarcar el problema, que no es otro que el que se deriva de la existencia inmediata de un mercado mucho más amplio y tecnificado que el que actualmente ocupamos y en el que, además, la competencia va a ser controlada a partir de normas emanadas de órganos de gobierno en los que tenemos menos presencia que nuestros competidores comunitarios. Así, es probable que no nos quede más remedio que competir en el terreno que marca su actual desarrollo tecnológico, lo que implica reducir costes de producción y, sobre todo, alcanzar determinadas cotas de calidad. En este contexto los principales problemas que se presentan a

las explotaciones de vacuno lechero, desde el punto de vista de la alimentación, para confeccionar raciones que abaraten el coste y mejoren la calidad, pueden agruparse dentro de los siguientes apartados: Información, Valoración, Formulación, Contrastación.

2.1. Información

La premisa básica para poder realizar un buen ajuste de las raciones que utilizamos para la alimentación de nuestros animales, se fundamenta en el conocimiento, tanto de la existencia de los productos en el mercado, como del interés de su uso desde el punto de vista de las características nutritivas medias que presentan.

Es evidente que, desde el punto de vista de una empresa, cuanto mayor sea la calidad de información sobre el mercado de materias primas, mayor será su capacidad para abaratar el coste de la alimentación. Si partimos de la base que aun queda por hacer en el terreno de la transparencia del mercado de las materias primas tradicionales, aún es mayor por lo que se refiere a los subproductos agroindustriales.

Un ejemplo de lo que expresamos podría representarlo la información sobre la comercialización de semilla de algodón. A partir de un estudio realizado en el seno de nuestro grupo (anónimo, 1989) sobre aspectos relacionados con la racionalización del sector caprino andaluz, se obtuvo la relación de empresas desmotadoras y de las relacionadas con la comercialización de semilla de algodón en España, obteniendo en algunos casos información como la que se recoge en el Cuadro III. De dicha información se desprende el nivel de recursos disponibles, la distribución temporal de oferta, la capacidad para evitar el enmohecimiento..., fac-



Las vacas lecheras necesitan raciones con mayor cantidad de nutrientes.

tores a tener en cuenta en el momento de la compra. Dicha información fue puesta a disposición de diversas asociaciones de ganaderos con el ánimo de que pudiesen establecer acuerdos de comercialización conjunta.

Por otra parte, es necesario disponer de la información sobre las características nutritivas medias de estos productos, de forma que podamos considerar, a priori, el interés de su adquisición. Un ejemplo de este tipo de información, referida a alguno de estos subproductos, se recoge en el Cuadro IV.

Es evidente que cuanto mayor sea el nivel de conocimientos que tengamos sobre las características nutritivas de los alimentos, mayor será nuestra capacidad para integrarlos en las raciones de nuestros animales. Así, siguiendo con el mismo ejemplo utilizado anteriormente, en relación a la semilla de algodón, de la revisión realizada por COPPOLK y col. (1987) sobre su utilización en la alimentación de las vacas lecheras, podríamos sacar las siguientes conclusiones:

— Su importancia actual se deriva de su alta concentración de nutrientes, repartidos casi al tercio entre proteína bruta, grasa bruta e hidratos de carbono, y que, como hemos expresado anteriormente, se rentabiliza al aumentar la capacidad productiva de

las vacas en explotación.

— La presencia de la borra favorece los fenómenos de rumia y salivación, de interés para facilitar un aprovechamiento escalonado de los nutrientes y evitar posibles problemas de acidosis en situaciones en las que existan excesos de elementos rápidamente fermentables (ej.: almidón). Cuanto mayor sea el grado de desborre, mayor será la concentración de proteína y grasa y, consecuentemente, la concentración energética y proteica. Sin embargo, el desborre, no debe ser tan drástico que afecte a la integridad de la cubierta protectora de la semilla, ya que ello favorecería el enranciamiento de la grasa a la vez que provocaría una liberación más rápida de ésta, actuando desfavorablemente sobre el valor nutritivo y la actividad microbiana.

— En relación a la producción de leche se observa un aumento en el porcentaje en grasa (entre 0,2 y 0,3 puntos), y, generalmente, de la cantidad de leche corregida al 4% de grasa, junto

a una disminución del contenido en proteína.

El incremento en el porcentaje de grasa no se produce si suministramos la semilla molida en lugar de entera, posiblemente como consecuencia de la liberación rápida de la grasa, como señalábamos anteriormente. En la grasa disminuye la proporción de ácidos grasos de cadena corta (C_6 - C_{12}) y aumenta la de ac. esteárico y oléico (C_{18} y $C_{18:1}$), lo que supone un efecto directo de la grasa aportada con la semilla, la cual sufre el efecto de hidrogenación característico del metabolismo rumial, ya que originalmente la semilla contiene un 15% de ac. oléico ($C_{18:1}$) y un 62% de ac. linoléico ($C_{18:2}$).

Por otra parte, se ha observado que estos cambios en la composición de la grasa de la leche afectan al valor analítico obtenido utilizando distintas técnicas de análisis. Así, en un ensayo realizado pasando del 15% al 30% de semilla de algodón en la ración de vacas lecheras, el MILKOTESTER señalaba un 0,13-0,2% más de grasa que el método GERBER standard y el INFRA-RED un 0,14% menos, posiblemente debido a que con este último se mide la absorbancia de los enlaces glicéridos, presentes en menor cuantía como consecuencia del aumento de la longitud de la cadena de los ácidos grasos. Vemos así, que con independencia del efecto real sobre la cantidad de grasa presente, esta variación puede tener un efecto sobre el pago de la leche, según sea el sistema de control utilizado en el análisis del laboratorio (normalmente estaría sobrevalorado, ya que suele utilizarse el MILKOTESTER).

El efecto de reducción del nivel de proteínas no es específico de este alimento, ya que ha sido observado también al utilizar otras grasas protegidas en la ración. La causa de este fenómeno no está clara, pudiendo estar relacionado con la reducción de la trans-

Cuadro II. Evolución consumo concentrados por litro leche en Holanda (Van Dijk y col., 1983)

| Año | 1960 | 1965 | 1970 | 1975 | 1981 |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Producción leche (k/vaca/lact.) | 4.205 | 4.200 | 4.390 | 4.650 | 5.100 |
| Grasa (%) | 3,79 | 3,86 | 3,85 | 3,94 | 4,06 |
| K Concent./k leche 4% | 0,150 | 0,180 | 0,205 | 0,260 | 0,306 |

Cuadro III. Características de algunas empresas desmotadoras. (Anónimo, 1989)

| | Producción | Secado | Almacén | Tratamiento |
|--------------------------------------|-----------------|--------|---------|-------------|
| S. Coop. «LAS MARISMAS» . | 18 ₁ | SI | SI | SI |
| S. Coop. «LAS PALMERAS» . | 3 ₁ | NO | NO | NO |
| S. Coop. TRAJANO | 4 ₁ | NO | SI | NO |
| Coop. Agric. Ganad. PINZON | 3 ₁ | NO | SI | NO |
| ALGOLESA. Lebrija. | 4 ₁ | SI | SI | NO |
| Algodonera de Las Cabezas | 4 ₁ | NO | SI | NO |

ferencia de AAs a la glándula mamaria, en la que participa la insulina, o con la inhibición de parte de la síntesis proteica microbiana...

— La presencia de gossipol en la semilla limita su uso. No obstante, esta sustancia presenta menor toxicidad en los rumiantes que en los monogástricos, al producirse una detoxificación parcial en el rumen, por enlace con los grupos C-amino de la lisina. En ensayos realizados con niveles de 0,115 % de gossipol en la ración se provocó depresión en el contenido en hemoglobina, fragilidad de los eritrocitos, llegándose incluso a la muerte de algún animal. También se han observado efectos perjudiciales sobre la fertilidad de los machos, no así en la de las hembras.

El contenido en gossipol varía en las semillas en función de la variedad y de la localización, existiendo un tope legal de uso establecido por el MAPA, según Orden de 11-X-88 (BOE, 19/11/88) en 1.200 ppm. En general, no se han señalado nunca efectos perjudiciales limitando el consumo a 3-4 k de semilla por vaca y día, siendo preferible no suministrarla a los machos.

— Otro problema potencial es el derivado de la presencia de aflatoxinas, como consecuencia del enmohecimiento de las semillas. Para reducir su incidencia se recomienda:

- a) Almacenar con un máximo del 10% de humedad.
- b) Aplicar aire forzado.
- c) Evitar que se mojen las semillas.
- d) Almacenar sobre el suelo de hormigón con pendiente.

Otra posibilidad de reducir el contenido de estas toxinas sería mediante el tratamiento con amoníaco. En tratamientos realizados al 1,5% de NH₃, sobre semillas con un 17% de hume-

dad, conteniendo de 0,4 a 7 ppm de aflatoxinas, se redujo dicho contenido hasta 0,015-0,8 ppm, al cabo de 21 días.

El MAPA, en la misma Orden anteriormente indicada, limita el uso de semillas de algodón a aquellas con contenidos inferiores a 0,2 ppm, que se incorporen como integrantes de una ración.

2.2. Valoración

Las diferentes partidas de un mismo alimento pueden diferir entre sí de forma acusada, sobre todo en los nuevos alimentos disponibles correspondientes a subproductos agroindustriales, como señalábamos anteriormente. Por tanto, es obligado proceder a algún tipo de control de calidad que nos oriente sobre el valor nutritivo real del alimento que se nos ofrece.

Un primer problema al respecto reside en la acusada variabilidad de los resultados analíticos obtenidos por diferentes laboratorios. En ausencia de controles interlaboratorios en España,

un ejemplo de este problema puede deducirse de los resultados obtenidos en una cadena de análisis de contrastación, organizada por el CIHEAM de Zaragoza, y que comprendía a un total de 20 laboratorios de investigación de países de la cuenca mediterránea CIHEAM (1985). En el correspondiente informe, y referido a uno de los productos analizados, el orujo de aceituna, se obtuvieron los siguientes valores medios y sus rangos: PB = 9,5 (3,4-6,3); FB = 33,6 (24,4-42,2); NDF = 66,4 (55,4-82,9); ADF = 54,1 (46,7-71,5); ADL = 33,6 (24,7-58,9).

Es evidente que con estos niveles de imprecisión el valor que puede otorgarse a los resultados analíticos es bien escaso. De este problema son conscientes en determinados países en los que el reconocimiento oficial de la capacidad de análisis a un determinado laboratorio requiere un control previo de sus resultados (ej.: Dinamarca).

Un problema aún más grave que el anterior lo representa la dificultad de traducir en valores nutritivos de energía y proteína, los resultados analíticos obtenidos en el laboratorio. Así, sobre el mismo subproducto anterior, orujo de aceituna deshuesado (pulpa de aceituna), utilizando la sistemática de valoración aplicada normalmente en los laboratorios oficiales de análisis, basados en el contenido en fibra bruta, se obtienen valores de energía de unas 0,6 U. A.; sin embargo, utilizando los valores reales de digestibilidad obtenidos en ensayos realizados con animales, el contenido energético

Cuadro IV. Características nutritivas de diversos subproductos. (Piat, 1989)

| | PB % | UFL/kg | PDIA % | PDIN % | PDIE % |
|------------------------------|------|--------|--------|--------|--------|
| Maíz Gluten Feed | 21,0 | 1,05 | 6,1 | 14,1 | 11,7 |
| H. Germen Maíz | 19,5 | 0,96 | 8,8 | 14,2 | 14,8 |
| Cebadilla Cerveza | 25,5 | 0,78 | 13,3 | 19,0 | 16,1 |
| DDGS (Destillers) | 26,9 | 1,06 | 7,4 | 17,6 | 12,6 |
| Pulpa Remolacha | 8,8 | 0,91 | 3,6 | 5,7 | 9,5 |
| Pulpa Agrios | 6,0 | 1,00 | 1,8 | 4,2 | 8,0 |
| Semilla Algodón | 39,2 | 1,17 | 10,5 | 26,4 | 12,8 |
| Semilla Girasol | 16,2 | 1,09 | 1,6 | 9,9 | 8,6 |
| Fullfat Soybean | 36,0 | 1,13 | 17,3 | 26,3 | 20,1 |
| Harina Golza | 35,2 | 0,85 | 9,0 | 22,5 | 13,7 |
| Harina Algodón | 41,0 | 0,84 | 11,9 | 23,0 | 16,4 |
| Harina Girasol Desc. | 38,0 | 0,85 | 8,2 | 24,6 | 13,1 |
| Cebada 6 Carreras | 9,2 | 1,00 | 2,3 | 6,0 | 8,5 |

calculado es sólo de 0,3 U. A. Asimismo, hemos podido comprobar que la calidad del alimento no está relacionada con su contenido en fibra bruta, parámetro de referencia utilizado como control en relación al correspondiente orujo, sino en el de fibra ácido detergente, parámetro que debería ser el utilizado, en su caso, para la compra y la valoración a efectos de alimentación animal.

Sin que tenga que ser tan espectacular como en el caso que señalamos, la obtención de ecuaciones de predicción específicas sigue siendo uno de los principales problemas por resolver, sobre todo si tenemos en cuenta la escasa fiabilidad de los resultados analíticos a que antes hacíamos referencia.

2.3. Formulación

Hoy día el ajuste de raciones se hace prácticamente en exclusiva mediante la utilización de programas informatizados en los que se determina la ración de mínimo coste. En función de los resultados de este ajuste se decide la compra o no de una determinada materia prima.

Esta mecánica, que supone un gran avance, presenta a su vez algunas limitaciones concretas en nuestro caso. Por un lado, está el hecho de que la práctica totalidad de los programas presentes en el mercado han sido realizados por empresas extranjeras, habiendo introducido en sus bases de datos la información de los alimentos presentes en sus respectivos países de origen, incluyendo las características nutritivas medias normales en esos países, así como la información sobre las necesidades de los animales y el método de cálculo característico de cada uno.

En general, existe en la mayor parte de los programas la posibilidad de introducir nuevos alimentos o modificar las características nutritivas y las restricciones de uso de los mismos. De no ser así nunca podríamos realizar el ajuste teniendo en cuenta las características concretas del alimento de que disponemos realmente (si es que realmente somos capaces de obtenerlas).

Lo que no se produce nunca es que el usuario tenga acceso a la modifica-

ción de la base de datos de necesidades o a la mecánica de cálculo. Ello limita la autonomía del usuario y la posibilidad de ajuste de las respuestas del programa a los resultados obtenidos en nuestras explotaciones.

Para valorar esta falta de autonomía hay que tener en cuenta que estamos trabajando con un problema de tipo biológico, en el que existen muchas indefiniciones y criterios contrapuestos, y en el que, sin embargo, se adoptan unos valores fijos como base para el cálculo. Un ejemplo de esta indeterminación puede observarse en el Cuadro V, en el que se expresan distintas recomendaciones respecto a la restricción de uso de determinados alimentos, recomendaciones que, al no corresponder a una respuesta biológica unívoca, se ven influidas por las mayores o menores precauciones que pretende cada autor.

El problema que puede presentarse es que el usuario trabaje con el programa como una caja negra, sin saber en base a que considerados ha adoptado la respuesta que le proporciona y, por tanto, sin que pueda corregir la información errónea presente en sus bases de datos. En una situación extrema, pero no inusual se podría llegar a que, por falta de información sobre algunos alimentos disponibles en nuestro mercado (particularmente subproductos locales) o por errores en la valoración de los mismos, estemos trabajando en España con las mismas raciones que en el país de origen del programa.

2.4. Comprobación

Nos referimos con este apartado a la necesidad de establecer **Controles de Producción** que permitan valorar los resultados obtenidos en la explotación. Se trata de una necesidad que sirve para valorar todos los factores que intervienen en el sistema productivo, pero que comentamos aquí en relación estrictamente con la influencia de la alimentación.

En ausencia de un adecuado control de producciones, lo normal es que la referencia del éxito o fracaso de una determinada ración se determine en base al nivel de producción de leche alcanzado globalmente, sin que, en ocasiones, se preste atención al efecto so-

bre la composición de esta leche, o al efecto diferencial en función del nivel de producción de los animales y, sobre todo, del efecto a medio o largo plazo, a través de factores como la evolución del estado corporal de los animales, la presentación de incidencias patológicas (clínicas o subclínicas) o el efecto sobre las tasas de reproducción o de sustitución. En definitiva, sin un control técnico-económico de los resultados.

3. Propuestas de actuación desde el sector público

Debemos de partir de la base de que la iniciativa para la solución de estos problemas debe plantearse desde el propio sector privado, a través de la creación de estructuras organizativas que permitan la prestación de los adecuados servicios. Ello implica diversos grados de asociación en estructuras de 1.º y 2.º grado, que permitan participar al ganadero en el propio desarrollo tecnológico, integrando en dicho desarrollo sus propias inquietudes y necesidades.

Es en el contexto de colaboración en el que es necesario colocar la participación del sector público, llenando los vacíos que no podrían ser cubiertos por la iniciativa privada, sobre todo en el terreno de la formación y de la investigación.

Nos parece evidente que gran parte de la labor a realizar por el sector público se encuentra en el terreno de la formación, tanto a nivel del ganadero, como de los técnicos de grado medio y superior, que son los que, en definitiva, han de poner en marcha los distintos servicios a que nos estamos refiriendo. Este tema de formación, sin embargo, podría considerarse que no entra dentro de la categoría de «problemas prácticos» a los que nos estamos refiriendo, a pesar de que, según mi criterio, estos son los verdaderos problemas del sector. Es por ello que me referiré a continuación a alguna de las actuaciones que pueden ser abordadas desde el sector público, como aportación a la solución de los diversos problemas enunciados, comentando algunas de las actuaciones realizadas desde el Grupo de Investigación Zootecnia.

a) Es necesario el conectar con programas de información sobre mercados.

A otro nivel, también es necesaria la organización de reuniones que traten de aportar información actualizada sobre la situación en determinados campos específicos.

En este sentido hemos coordinado la realización de tres reuniones científicas que, con el título de «Nuevas Fuentes de Alimentación para la Producción Animal», se han celebrado en Córdoba en los años 1978, 1983 y 1988. Dichas Reuniones han estado dedicadas al estudio de la problemática derivada de la utilización de nuevos alimentos, básicamente subproductos agroindustriales, en la alimentación animal. Gran parte de la información sobre el valor nutritivo de los subproductos, sistemática de valoración, problemas de empleo, etc., se encuentra en los correspondientes libros de Actas publicados (GOMEZ CABRERA y col., 1978, 1984, 19897 (los dos primeros agotados).

Uno de los problemas de este tipo de reuniones estriba en su falta de impacto, consecuencia de la ausencia en España de una única Asociación de Producción Animal, que acoja en su seno a este tipo de actividades, y en la cual estén integrados investigadores, técnicos y la propia administración.

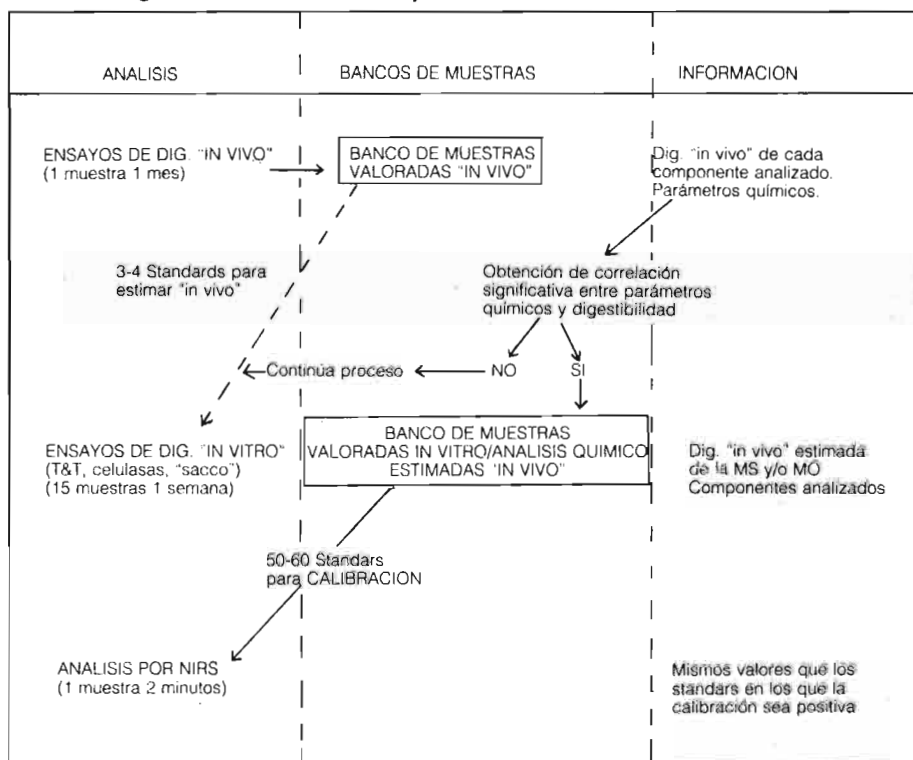
b) En relación a la mejora en las técnicas de valoración de alimentos es necesaria una labor sistemática de mejora de los resultados analíticos y de adecuación de las técnicas de análisis empleadas, así como la obtención de ecuaciones de previsión del valor nutritivo de cada alimento. No obstante, esta labor es lenta.

Actualmente se viene introduciendo una sistemática de actuación, complementaria de la anterior, que trata de dar solución a dos problemas principales:

1. La excesiva lentitud en la obtención de resultados analíticos.
2. La ausencia de parámetros de predicción de la digestibilidad en muchos de los alimentos.

Dicha sistemática se expresa en la Figura 2.

Figura 2. Sistemática para la valoración de alimentos



Básicamente se trata de utilizar técnicas de valoración en las que se corrijan los errores de laboratorio y de la serie de análisis, a la vez que se transformen los valores del análisis «in vitro» o del NIRS (Refractancia en el Infrarrojo Cercano) a los correspondientes valores de digestibilidad «in vivo», utilizando como patrones de corrección (Dig. «in vitro») o de calibración (NIRS) muestras de digestibilidad «in vivo» conocida. Dichas muestras deben ser conservadas en Bancos de Muestras en condiciones que impidan su alteración. (Van der MEER, 1989).

c) Por lo que respecta a la formulación de raciones, el problema a resolver es bien completo, en el caso de que se pretenda alcanzar una cierta autonomía, que permita disponer de una herramienta de cálculo adaptada a las condiciones del medio productivo español. El principal inconveniente reside en la falta de información propia sobre necesidades de los animales y valor nutritivo de los alimentos. No obstante, tanto la información publicada a nivel internacional, como la escasa y dispersa que se genera en España, permiten crear los bancos de datos necesarios para la puesta en marcha de este tipo de herramienta, la cual puede

ser actualizada a partir de la información que vaya siendo publicada y, sobre todo, puede ser adaptada en función de los resultados que se vayan obteniendo a medida que se vaya utilizando, a través de un proceso de retroalimentación del sistema.

Esta filosofía ha sido llevada también a la práctica en nuestro grupo, a través del cual ha sido desarrollado el programa de racionamiento animal «VIOLETA», el cual está siendo utilizado por los Servicios de Extensión Agraria de diversas Autonomías. El contenido y actuaciones realizadas han sido expuestas por ORTIZ y col. (1989).

El proyecto de mejora continua del programa VIOLETA no se refiere sólo al contenido de sus bases de datos (alimentos y necesidades), sino que afecta a los propios mecanismos de cálculo. Actualmente, sólo existen en el mercado programas que calculan la ración de mínimo coste, sin embargo, este tipo de solución puede no ser la más adecuada para una determinada empresa. En este sentido se está poniendo a punto un programa con Funciones Multiobjetivo, de forma que sea posible la búsqueda de soluciones en las que se conjunten el mínimo coste, con otros

Cuadro V. Variabilidad de los límites de inclusión de algunos subproductos en raciones de vacas lecheras (% ración)

| | Piat (1989) | Bouque's & Fiems (1988) |
|--------------------------|-------------|-------------------------|
| Maíz Gluten Feed | 15 | 20-30 |
| Cebadilla Cerveza | 15 | 20 |
| DDGS (Destillers) | 10 | 40 |
| Pulpa Remolacha | S. L. | 50-60 |
| Pulpa Manzana | 0 | 30 |
| Pulpa Agrios | 25 | 40 |
| Semilla Algodón | 5 | — |
| Fullfat Soybean | 7 | — |
| H. Cacahuete | 20 | S. L. |
| H. Colza | 0 | — |
| H. Algodón | 20 | 15 |
| Cascarilla Algodón | 5 | 25-30 |

S. L.: Sin límite

objetivos como la máxima autonomía en los alimentos utilizados, el mínimo peso, etc. Por otra parte, se plantea la introducción de mecanismos que corrijan la excesiva rigidez en los límites de las necesidades nutritivas que se imponen en la programación lineal, límites que, desde un punto de vista biológico, no son tan precisos como se plantean en las fórmulas matemáticas. Para ello se introducen **Funciones de Penalización** que permiten que el programa dé una solución más económica sin alcanzar el nivel mínimo en alguno de los requerimientos nutritivos, a pesar de haber penalizado dicha solución.

Estos mecanismos, que en un futuro estarán presentes en los programas comerciales, se contemplan también con la elaboración de **Programas Expertos**, que introduzcan, junto a las bases de datos, **bases de conocimientos**, de forma que puedan aplicarse los conocimientos empíricos que forman parte de la experiencia acumulada por los profesionales y que les sirven actualmente en sus mecanismos de evaluación de las fórmulas que elabora el programa y de las respuestas que se obtienen al aplicarlas.

d) El control técnico-económico constituye la base para la implantación de un servicio de asistencia a la gestión de las explotaciones. Actualmente estamos desarrollando en nuestro grupo de investigación un programa (Tauro) que, aplicado en una determinada explotación, permite obtener en épocas variables o en períodos prefijados (ej.: anualmente) índices sobre la cantidad y calidad de los productos obtenidos,

alimentación, reproducción, sanidad, mano de obra y rendimientos económicos, de forma que sea posible estudiar el efecto de determinadas medidas adoptadas o la evolución temporal de estos índices.

Por otra parte, a partir de la información acumulada de distintas explotaciones, se pretende obtener los valores óptimos alcanzados en distintas zonas y/o por grupos homogéneos de explotaciones, de forma que sirvan como patrones de referencia para identificar los puntos más débiles de cada explotación.

4. Conclusión

La adecuación del sector a las condiciones del mercado único requiere el desarrollo por cada empresa o asociación de una serie de **Servicios de Apoyo al Ganadero**.

Entre dichos servicios, y en relación con la alimentación animal, podríamos señalar:

- Información sobre mercados.
- Compra en común de materias primas y elaboración de piensos.
- Asesoramiento sobre producción y conservación de alimentos y sobre alimentación animal.
- Control de resultados productivos.

En esta exposición se ha pretendido poner en evidencia la problemática que existe en el campo de la alimentación de la vaca lechera, y la necesidad, para resolverla en España, de establecer una estrecha colaboración entre el sector público y el privado.

BIBLIOGRAFIA

ANONIMO (1989). Estudio del sector caprino andaluz. Tomo II. Anejo. «Compra de Materias Primas». Informe del Grupo de Investigación Zootecnia a la Dirección General de Política Agroalimentaria y Entidades Asociativas. Junta de Andalucía. Sevilla. 436 pp + Anejos.

BOUCQUÉ, CH. V., FIEMS, L. O. (1988). Feedstuffs. Vegetable By-Products of Agro-Industrial Origin. *Livest. Prod. Sci.*, 19:97-135.

CIHEAM (1985). *Report of the Chain Analysis 1984/85*. Zaragoza. España. 32 pp.

COPPOCK, C.E., LANHAM, J. K., HORNIER, J. I. (1987). A Review of the Nutritive Value and Utilization of Whole Cottonseed, Cottonseed Meal and Associated By-Products by Dairy Cattle. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 18:89-129.

GÓMEZ CABRERA, A., GARCÍA DE SILES, J. L. (1978). *Nuevas Fuentes de Alimentos para la Producción Animal*. ETSIA Universidad de Córdoba, 340 pp.

GÓMEZ CABRERA, A., GERRERO GINEL, J. E., GARRIDO VARO, A. (1984). *Nuevas Fuentes de Alimentos para la Producción Animal II*. Universidad de Córdoba. Actas núm. 3. 277 pp.

GÓMEZ CABRERA, A., MOLINA ALCAIDE, E., GARRIDO VARO, A. (1989). *Nuevas Fuentes de Alimentos para la Producción Animal III*. DGIEA. Junta de Andalucía. Colección Congresos y Jornadas núm. 12. 605 pp.

LEE, J. (1988). Feedstuffs. Forages. *Livest. Prod. Sci.*, 19:13-46.

ORTIZ, V., LARA, F., LANZAC, J., SALVATIERRA, J., GÓMEZ, A., PERICET, M., GUERRERO, J. Bases para una sistemática de asesoramiento en alimentación animal. En *Nuevas Fuentes de Alimentos para la Producción Animal III*. DGIEA. Junta de Andalucía. Colección Congresos y Jornadas núm. 12. pp. 255-278.

PRIS, K. P., TISSERAND, J. L. (1988). A methodology to complete a national feed utilization matrix using european data. *Livest. prod. Sci.*, 19:375-388.

PIAT, D. M. C. (1989). Materias primas alternativas vegetales en la fabricación de piensos compuestos en España. En *Nuevas Fuentes de Alimentos para la Producción Animal III*. DGIEA. Junta de Andalucía. Colección Congresos y Jornadas núm. 12, pp. 73-175.

VAN DER MEER, J. (1989). Trends in Methods for Feed Evaluation. En «Nuevas Fuentes de Alimentos para la Producción Animal III». Gómez Cabrera, A., Molina Alcaide, E. Garrido Varo, A., ed., DGIEA. Junta de Andalucía. Sevilla, pp. 541-554.

VAN DIJK, H., OOSTENDORP, D., WISSELINK, G. J., LIEFBROER, P. J., VAN DIEGEN, M. D. C. (1983). Information Statistique sur L'Élevage Bovin, Ovin et Chevalin aux Pays-Bas. Proefstation Voor de Rundveehouderij, Schaphouderij en Paardenhouderij (PR). Lelystad, 26 pp.