

LA EFICACIA DE LA UTILIZACION DE LA ENERGIA POR LOS RUMIANTES: RECURSOS ENERGETICOS LOCALES

EFFICIENCY OF ENERGY UTILIZATION BY RUMINANTS: LOCAL ENERGY RESOURCES

Portugal, A. V.

Estação Zootécnica Nacional. 2000 Vale de Santarém. Santarém. Portugal.

Palabras clave adicionales

Valor nutritivo. Valor productivo. Producción de calor metabólico. Potencial cetogénico. Potencial glucogénico. Razas locales.

Additional Keywords

Nutritive value. Productive value. Production of metabolic heat. Acetogenic potential glucogenic potential. Local breeds.

RESUMEN

La valoración nutritiva de los alimentos depende en los rumiantes, más que en las especies llamadas monogástricas, de un conjunto de interacciones a nivel digestivo y del equilibrio y coordinación del metabolismo interno, que se traduce en la mayor o menor liberación de calor cuando se hace la partición, movilización y utilización de la energía absorbida. La producción de calor es un factor de coste en la producción animal y depende de la actividad metabólica y de la naturaleza y cantidad de proteína o grasa retenida en 24 horas. Depende también, de la naturaleza del alimento ingerido y de las condiciones y estado fisiológico del animal.

En el caso de los rumiantes, el mantenimiento del equilibrio entre los potenciales cetogénico y glucogénico a nivel retículo-ruminal y de la relación proteína/energía, evidencia el papel clave de los aminoácidos glucógeno-formadores. Parte de los aminoácidos glucógeno-formadores a nivel metabólico procede directamente de la proteína no degradable. Así, el valor nutritivo, puede variar para un mismo tipo de alimento, en especial para los alimentos que más favorecen una fermentación acética retículo-ruminal (aumento de la actividad celulolítica), dependiendo de valores específicos en los equilibrios citados. Un

determinado tipo de animal (constitución metabólica), cuando se somete a distintos sistemas energéticos de producción, manifiesta respuestas diferentes, esto es, utiliza los alimentos ingeridos con diferentes grados de eficacia.

En estas circunstancias, la elección del animal adecuado al tipo de alimento disponible (nivel de ingesta, calidad y continuidad de la oferta alimenticia a lo largo del año), será factor de eficacia en el desarrollo de sistemas de producción animal adaptados a la máxima utilización de los recursos locales disponibles.

SUMMARY

For ruminants specially, the nutritive value of feeds depends on a series of interactions at digestion level and, on the balance and coordination of internal metabolism. These interactions lead to a greater or smaller release of heat during partition, mobilization and utilization of absorbed energy. Heat production is a cost factor in animal production and depends on the metabolic activity, as well as on the nature and quantity of retained protein or energy, every 24 hours.

Heat production also depends, on the nature of feed given to animals and on the physiological state of the animal.

In the case of ruminants, the balance of the acetogenic/gluco-genic potentials ratio at reticulo-rumen level and the balance of the protein/energy ratio show the key role of gluco-genic former aminoacids. At metabolic level, a portion of these aminoacids is determined by by-pass protein. Therefore, and depending on the balances mentioned above, the nutritive value may vary for the same type of feed, specially for feeds which are more favourable for reticulo-rumen acetic fermentation (increase of cellulolytic activity). When the same type of animal (metabolic constitution), is compared to others, in different energetic systems of production, various responses are verified. In other words, the animal shows different levels of feed utilization efficiency.

Under these circumstances, the choice of the animal for the type of available feed (intake level, quality and continuity of feed availability during the year), is an efficiency factor in the development of animal production systems, which are adapted to the maximization of available local resources.

1. INTRODUCCION

Los diversos sistemas de producción animal procuran el resultado más eficiente del *encuentro animal/alimento*, siendo particularmente los rumiantes los que, ante la diversidad de alimentos vegetales, maximizan la eficacia de conversión de los recursos locales disponibles.

El nivel de ingestión (aprovechamiento de la biomasa disponible y potencialmente convertible en alimento), las interacciones a nivel digestivo entre alimentos y nutrientes, la complementariedad metabólica entre nutrientes absorbidos y metabolitos producidos y los mecanismos del control del metabolismo intermediario

(especificación genética y medio), influyen sobre el nivel y la calidad del producto animal formado. Cuestiones prácticas obligan a que se tengan en cuenta los fundamentos científicos para interpretar la eficiencia productiva en producción animal. Sólo el respeto por la cadena *clean feeds, healthy animals and clean food* (Research Highlights in Animal Nutrition, 1991) puede asegurar la recuperación de la imagen pública de la producción animal, ampliamente debilitada por una situación de paranoia, cuando se responsabiliza al consumo de alimentos de origen animal de provocar enfermedades cardíacas (Blaxter, 1991).

La producción de rumiantes a base de alimentos no utilizables por el hombre y otras especies animales, conduce a sistemas de producción animal más naturales. Es el encuentro del rumiante con la hierba.

La conversión de alimentos vegetales en productos animales, justifica el desarrollo de sistemas de producción animal que, adecuados a la producción de hierba y forrajes, permitan *obtener siempre los más elevados rendimientos*. Estos, se traducen en *menos materia orgánica ingerida* por unidad de producto elaborado o de animal mantenido.

El aumento de la digestibilidad de alimentos ricos en fibra que, por manipulación de los mecanismos digestivos a nivel reticulo-ruminal, puede alcanzar valores del orden del 80 p. 100, e incluso 90 p. 100, con la casi eliminación de la producción de metano, será responsable, en el futuro, del aumento de la productividad biológica, acompañada, en este caso, por

UTILIZACION EFICAZ DE LOS RECURSOS ENERGETICOS LOCALES

un menor impacto del animal en la contaminación ambiental.

La máquina biológica al convertir la *energía ingerida* (EI) en *energía retenida* (ER), manifiesta su notable capacidad de adaptación a regímenes alimentarios y a condiciones ambientales diversas. Es el dominio de esta capacidad de adaptación digestiva y metabólica, el que permite, en zootecnia, escoger el tipo de animal adecuado al sistema que permita mayor rentabilidad a la producción local.

Los procesos digestivos y metabólicos, necesarios para satisfacer las necesidades de conservación y producción, determinan la liberación de energía en forma de calor (HP) que, constituyendo una pérdida, marca la eficiencia de los sistemas de producción animal.

La vida, es un proceso químico, en la definición de Lavoisier en 1791; la producción de calor es un indicador de los ritmos de producción. Los animales no viven para producir calor, pero *producen calor* mientras viven o *porque viven y producen!* El ritmo de producción de calor depende del tamaño y peso, especie, raza, estado fisiológico (crecimiento, gestación, lactación, etc), consumo de alimento y de agua, nivel de producción y nivel de actividades física y metabólica. La producción de calor es, como tal, consecuencia del *ritmo metabólico*, que expresa a su vez, la capacidad productiva del animal frente al medio.

Así, bajos ritmos metabólicos se traducen en menos calor liberado por el animal y, consecuentemente, menos producto y, por lo tanto, menores posibilidades de diluir los gastos de mantenimiento del animal (¡peso

muerto en la ecuación productiva!). Se considera así la *producción de calor* como un *factor de coste en producción animal* que marca el nivel de la eficiencia productiva en los sistemas de producción de rumiantes (Portugal, 1990 a).

La respuesta del animal a la ingestión de alimentos cualificados, se traduce en la obtención de mayor cantidad de producto. Por ello, los sistemas menos intensivos, presentan valores de productividad más bajos, lo que no significa necesariamente que sean menos económicos o menos tecnificados.

La producción animal en sistemas menos intensivos (con menos cabezas por hectárea, menores ganancias de peso por día y menos leche por animal) podrá permitir, *aprovechando los recursos disponibles*, costes de producción y manutención de los efectivos pecuarios inferiores, y justificar, si la empresa tiene dimensión suficiente, rendimientos económicos más interesantes para el agricultor.

La *productividad adecuada* a la máxima utilización de los recursos locales disponibles (*productividad pretendida*), exigirá la aplicación y el dominio de tecnologías adaptables a las circunstancias de producción, tales como, la estructura económica, organización y dimensión de las unidades de producción y del contexto socio-cultural de los agricultores.

Son elementos esenciales para la aplicación de estas tecnologías. (Portugal, 1990 b):

a) La elección del animal ideal para un determinado medio; gracias a la adaptación de su metabolismo y su control neuro-hormonal, a las condi-

ciones de clima, época del año, ingestión discontinua de alimentos y liberación de calor metabólico.

b) El ajuste y satisfacción de las necesidades del animal (estado fisiológico) a base de los forrajes locales disponibles, superando la estacionalidad de su producción.

c) La definición del tipo de producción animal que permita obtener mejores ventajas que otras producciones agrícolas del área.

d) La defensa de la calidad del producto, y su tipificación y especificación (obtención de superiores valores para lo que se vende, dirigiendo su producción hacia *mercados de origen*).

2. LA UTILIZACION DE LA ENERGIA POR LOS RUMIANTES

Los rumiantes, debido a la intervención de la actividad retículo-ruminal, antes de la digestión gastrointestinal, presentan aspectos específicos de la transformación del alimento en producto animal que son indicadores de la eficiencia de este proceso. La deposición de los constituyentes químicos que componen el producto animal, frente a la cantidad y naturaleza del alimento ingerido, es consecuencia del metabolismo orgánico, regulado por mecanismos neuroendocrinos complejos muy re-



Figura 1. Flujos de energía en el animal. (Energy fluxes in the animal).

lacionados con la capacidad heredada por el animal y su nivel de reacción, e incluso adaptación, al medio. El principal factor determinante de la producción animal es la ingestión de alimentos, regulada por diversos mecanismos: control multifactorial de Bañ y Forbes (1974).

En la **figura 1** se presentan los diferentes segmentos que, en el animal, muestra el flujo de la energía útil (energía metabolizable), responsable del nivel de deposición de proteína y grasa en 24 horas.

Se considerarán, solamente, los aspectos de la partición energética a nivel orgánico, en forma de producción de calor (HP), destacando sus principales responsables. Esta forma de energía constituye una pérdida de apreciable valor.

Se puede, de forma sintética, expresar la producción de calor orgánico y su liberación, mediante las siguientes ecuaciones:

$$(1) \text{ EMI} = \text{ER} + \text{HP}$$

$$(2) \text{ HP} = \text{HL} + \text{HS}$$

siendo:

EMI = energía metabolizable ingerida, ER = energía retenida en los componentes del producto animal, HP = calor producido a nivel orgánico, HL = calor liberado y HS = calor almacenado.

El rendimiento de la operación de conversión del alimento en producto animal, marcado por el nivel y ritmo de producción de calor, depende:

a) Del ritmo de los flujos que pasan a través de vías metabólicas dinámicas, *danza de los flujos metabólicos* (Portugal, 1990 c) y del ritmo de la actividad metabólica, que liberan diversos grados de calor en función del

nutriente y del metabolito utilizado o movilizado.

b) De la naturaleza del depósito de los componentes del producto animal, que es el resultado de un equilibrio lábil entre los procesos anabólicos y catabólicos, controlado por mecanismos neuroendocrinos y dependiente de las características genéticas del animal, según su fase de madurez (edad metabólica).

c) De la *adaptación metabólica* a varias condiciones (estación del año, clima, subnutrición, hormonas exógenas específicas e incluso a otros componentes o técnicas modernas de manipulación genética e inmunización fisiológica) que aseguran el éxito de la técnica de producción. No debe olvidarse que las alteraciones compensatorias generadas en el ambiente interno del rumiante, son consecuencia de la *adaptabilidad metabólica*, natural o provocada.

Se explica de esta forma la relación curvilínea entre energía retenida y energía ingerida (Brody, 1945; Blaxter y Boyne, 1978; ARC, 1980).

2.1 EFECTO CALORIGENICO DE LOS ALIMENTOS: SITUACION ESPECIAL DEL RUMIANTE, EN LA UTILIZACION METABOLICA DE COMPUESTOS C₂ O CONVERTIBLES EN UNIDADES C₂

El calor producido (HP) es inherente a los actos de ingerir, masticar, rumiar, digerir, propulsar el alimento, producir enzimas digestivos; así como, a la absorción de los nutrientes y utilización metabólica en los ciclos de síntesis y destrucción. La **figura 2** esquematiza el origen del calor producido tras la ingestión de alimento.

PORTUGAL

Las interacciones entre alimentos, nutrientes y metabolitos, son responsables en distinta medida del calor orgánico producido, lo cual, se traduce en diversos grados de eficiencia de la conversión alimenticia. A nivel orgánico, se necesita de la glucosa y de ácidos del ciclo glucógeno-formador, para conseguir el mejor aprovechamiento de la energía ingerida por el rumiante bajo la forma de ácidos grasos volátiles. Esta dependencia específica de la glucosa, o metabolitos del ciclo de la gluconeogénesis, se hace sentir en la producción del potencial reductor (vía ciclo de las pentosas o ciclo de la isocitrato deshidrogenasa). La demanda de H del NADPH_2 , para la cadena de ácidos grasos y síntesis de la grasa, la elongación es ampliamente consumidora de energía, determina un amplio consumo de glucosa.

Recuérdese que el rumiante, además de recibir como principal fuente de energía compuestos C_2 , o convertibles en ellos (compuestos C_4), como el acetato y butirato, destruye la práctica totalidad de la glucosa ingerida

que casi no se absorbe como tal. Este hecho, pone de relieve, el efecto calorigénico del acetato absorbido, al exigir una acentuada movilización del potencial glucógeno-formador a nivel metabólico para su más eficaz utilización.

En sus estudios, ya clásicos, Armstrong y Blaxter (1957) y, más recientemente, Tyrrell *et al.* (1979) entre otros, demostraron en estudios calorimétricos, que la eficiente utilización del acetato depende de un adecuado suministro de glucosa o de sus precursores, que disminuyen la producción de calor (HP). Ello parece evidente aun cuando los trabajos de Hovell *et al.* (1976) y Orskov *et al.* (1979), parecen mostrar que el acetato no produce aumento calorigénico, aunque el nivel de proteína de la dieta base responsable del aumento de ácidos aminados en la absorción intestinal aumentaba, a nivel metabólico, el potencial glucogénico (MacRae y Lobley, 1982).

Los trabajos de Hennessy (1984) y Lee *et al.* (1985), revelan el papel de la proteína y los aminoácidos no



Figura 2. Incremento térmico de la alimentación. (Heat increase during feeding).

degradables, en la mejor utilización de la energía ingerida en forma de glúcidos de la pared celular en la dieta base. El balance de la relación entre *potencial acético*, *potencial propiónico* y *potencial glucógeno formador* en los tejidos, determinaría la eficiencia de la conversión de la energía metabolizable ingerida (EMI), en energía retenida o utilizada para conservación. Así, más que los valores absolutos de éstos compuestos metabólicos, cuenta la relación entre ellos.

Trabajos recientes de Cronjé *et al.* (1991), mostraron el papel de esta relación en el ritmo de utilización metabólica del acetato (*acetate clearance rate*) y el ritmo de utilización irreversible de la glucosa (*glucose irreversible loss rate*), ante suplementos de proteína y de propionato. Sugieren los autores, que el conocimiento de estos ritmos, puede contribuir a explicar las interacciones entre nutrientes, permitiendo valorar el interés relativo de diferentes suplementos utilizados para aumentar la productividad, en rumiantes alimentados con forrajes o alimentos ricos en glúcidos de la pared celular.

La **tabla I**, de trabajos citados por Leng (1986), muestra el papel de la proteína *no degradable* en el aumento de la energía retenida, traducido en aumento de la ganancia diaria de peso, posiblemente debido por una parte, al aumento del potencial glucógeno-formador a nivel metabólico y, por otra, al aumento de proteína microbiana sintetizada en el retículo-rumen.

Trabajos de Reynolds y Tyrrell (1989), con novillos en cebo, que ingerían los mismos niveles de energía

metabolizable a base de concentrados o de forrajes, pusieron en evidencia que, con los primeros, había aumentos de ER y reducción de HP, de glucosa y de oxígeno: cuando suministraron forrajes, obtuvieron menos ER, más HP y mayor degradación de compuestos nitrogenados, con mayor absorción de amoníaco y consecuente aumento de la urea producida.

Se pone así de relieve, el valor limitante del potencial glucogénico, en la eficiencia productiva de rumiantes que ingieren la misma cantidad de energía. En la **tabla II** (Blaxter, 1989), se subrayan las diferencias en la producción de calor (HP), imputables a la naturaleza del alimento y, consecuentemente, al tipo de fermentación retículo-ruminal, que provocan desequilibrios en la relación acetato/propionato.

De esta forma, una selección de alimentos y mezclas menos caloríficas, puede favorecer la produc-

Tabla I. Ritmos de crecimiento de novillos alimentados con una dieta base (melaza/urea + 1 kg de paja/día) con y sin suplemento de harina de pescado. (Weight gains of steers feeding a basal diet (molasses/urea + 1 kg cereal straw/day) with and without fish meal supplement).

Tratamientos	base	base+pescado
Peso inicial (kg)	166	164
Peso final (kg)	194	220
Aumento de peso (kg)	28	57
Ganancia media (g/d)	300	713
Conversión alimentaria	12,6	8,0

PORTUGAL

Tabla II. Distribución de la producción del calor (HP) en rumiantes alimentados por debajo (A) o por encima (E) de las necesidades de conservación. (Heat production (HP) distribution in ruminants feed above (E) or below (A) the conservation needs).

Dieta	Conservación	Distribución de la producción de calor (j/j)				Aumento de calor producido
		Coste Actividad	Fermentación	Metabolismo nutrientes	Total	
Fibrosa	A	0,07	0,13	0,16	0,36	0,41
	E	0,07	0,13	0,53	0,73	0,75
Concentrados	A	0,01	0,08	0,12	0,21	0,26
	E	0,01	0,08	0,44	0,53	0,45

tividad del animal. También, el aumento de la capacidad glucogénica a nivel metabólico (a base de proteína y aminoácidos *no degradables*), puede reducir la producción de calor, aumentando la producción y la productividad (mejor utilización de acetato, cuya acción dinámica específica es acentuada). Así, una misma cantidad de energía ingerida, provoca retenciones energéticas diferentes, o sea distinta cantidad de producto en función de la naturaleza de sus componentes. Esto es, se libera más o menos calor en función de la naturaleza del alimento.

Lo que demuestra que no es aditivo el cálculo del valor nutritivo de una dieta (ARC, 1980). Kellner (1908), ya tenía esta percepción.

En síntesis: para el mismo nivel de ingestión alimentaria, la producción de calor indica la eficiencia de conversión de la energía ingerida, e invita a identificar el nutriente o metabolito que limita la utilización eficaz de los demás (interacciones, no específicas, entre alimentos, nutrientes y metabolitos).

2.2. CARACTERÍSTICAS DEL ANIMAL

A causa de los condicionantes bioquímicos, ya aludidos, y de la naturaleza de la alimentación que favorece, a nivel retículo-ruminal, el aumento de la relación acetato/propionato, todos los sistemas de suministro discontinuo de alimentos, exigen animales con características adaptadas a ellos.

En los sistemas de producción de carne bovina (intensivo, semi-intensivo e incluso extensivo), con fuentes alimentarias diferentes (responsables de niveles variables de acetato retículo-ruminal y de glucosa disponible a nivel metabólico), las características del animal marcan la eficiencia productiva. Los sistemas semi-intensivos, que exigen animales de *maduración* más precoz y *engorde* también precoz, disminuyen su eficacia cuando los animales *maduran* y *engordan* más tarde. La **figura 3**, tomada del trabajo de Webster (1988), revela la capacidad de respuesta productiva de animales sometidos a tres situaciones de alimentación ampliamente

UTILIZACIÓN EFICAZ DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS LOCALES

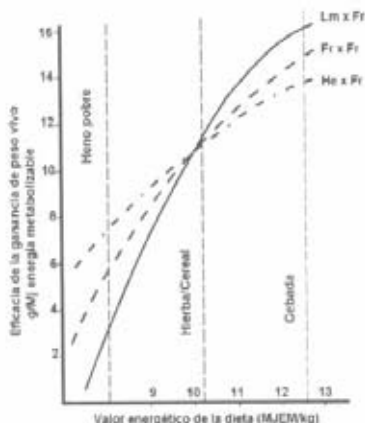


Figura 3. Relación esquemática entre la calidad de la dieta (MJ EM/kg) y la eficacia de la conversión alimenticia (g ganancia por MJ EM) para tres genotipos de bovinos (Webster, 1988). (Schematic relationships between diet quality (MJ EM/kg) and efficacy of feed conversion (g of weight gain/MJ of EM) in three bovine genotypes (Webster, 1988). He= Hereford; Fr= Frisia; Lm= Limousin.

diferentes. Esta situación, apoya la idea de que cuando un determinado tipo de animal es sometido a sistemas de producción diferentes, manifiesta respuestas diversas, más o menos eficaces según la naturaleza del alimento.

La elección del tipo de animal se convierte así, en un factor esencial en la aplicación de sistemas que maximicen la conversión de la materia orgánica ingerida (independientemente de su naturaleza) en producto animal, leche o carne.

El valor nutritivo de los alimentos, calculado a partir de experiencias realizadas con medios tecnológica-

mente más sofisticados, podría resultar inadecuado. La evaluación alimentaria con animales no adaptados al medio debe ser sustituida por nuevas tecnologías y también, deben definirse nuevos conceptos de producción y productividad que incluyan el concepto de calidad del alimento (Portugal y Ribeiro, 1991).

Aunque discutible, parece correcto el concepto fisiológico de los ritmos metabólicos (*la teoría del reloj metabólico y edad metabólica*), que marcan las respuestas del animal al medio y explican su variabilidad. No se exagera diciendo que la *madurez, variable de una raza a otra, determina la eficiencia energética del crecimiento*, siendo la síntesis proteica un buen indicador de la producción de calor. De la *eficiencia alimentaria* depende, en todas las circunstancias, el acabado más rápido del animal para carne. Sin embargo, hay que considerar en el aumento de la eficiencia productiva las siguientes condiciones:

a) Cada raza tiene su peso ideal de sacrificio para un determinado sistema de producción;

b) El peso ideal de sacrificio depende del ritmo de crecimiento (ganancia de peso/día) y de la naturaleza química del alimento;

c) La eficiencia de formación y la distribución (conformación) de las reservas de grasa y de las masas musculares, están relacionadas con características genéticas;

d) A pesos de acabado semejantes, las diferencias en la composición corporal entre razas, disminuyen o desaparecen;

e) Los animales necesitan un acabado específico para mejorar el rendimien-

Tabla III. Porcentaje de grasa en las canales de tres razas a las que se administró durante dos meses y medio antes del sacrificio (peso de sacrificio equivalente) tres tipos de dieta. (Effect of feed on percentage of fat in the carcasses of three bovine breeds).

Dieta	Maíz	Forraje +Urea	Pastoreo
Etnia			
Frisia	12,45	12,25	9,34
Alentejano	13,58	13,13	7,47
CharolésxAlentejano	12,41	14,02	6,74

to de la canal y la calidad de la carne.

En la producción de carne, el *acabado* (grado *fine looking*) es indispensable y depende de las características genéticas del animal y tratamiento recibido a lo largo de su ciclo de producción. La **tabla III**, muestra los resultados obtenidos en la Estación Zootécnica Nacional (Claudio *et al.*, 1987) con animales en condiciones de engorde tardío (pesos elevados) consumiendo tres tipos de alimento. En el caso del pasto, la falta de potencial glucogénico y mayores valores para la relación acetato/propionato, se traduce, en los animales del ensayo, en mayores dificultades de acabado.

Las mencionadas consideraciones sobre las características del animal, determinan la necesidad de elegir el animal adecuado al sistema de producción. Siempre que se pretenda aumentar la eficiencia biológica del sistema productivo en la producción de carne, se debe considerar:

a) Para una misma ganancia diaria de peso, el porcentaje de grasa au-

menta a medida que son más precoces el índice de madurez y la tendencia a engordar, y la edad del animal aumenta. Animales que engordan más tardíamente, pueden tener ritmos de crecimiento diario más elevados. El índice de crecimiento es de naturaleza cuantitativa y el índice de madurez, cualitativa.

b) Siempre que las ganancias diarias sean importantes para el sistema, la raza deberá poseer una elevada potencialidad de crecimiento, con menor cantidad de grasa en los incrementos diarios de peso (tanto en los sistemas intensivos de producción, como cuando se exija mayor productividad/día para diluir costes de conservación del animal).

c) En todas las circunstancias debe estimularse el nivel de ingestión alimentaria, aunque en sistemas menos intensivos, debe procurarse ajustar las necesidades del animal a la disponibilidad estacional de alimentos, obteniendo el máximo fruto del crecimiento compensador en épocas de mayor abundancia.

d) En las crías, se deben optimizar las condiciones de producción, para alcanzar el *peso ideal* de sacrificio en un tiempo más corto, primando la *calidad* de la carne producida.

3. UTILIZACION DE SUBPRODUCTOS DE LOS CERALES Y DE LAS MONTANERAS

Estas fuentes alimentarias son muy ricas en glúcidos parietales (fibra). Su utilización plena en el espacio retículo-ruminal se traduce en el aumento de la producción de acetato

y de metano, lo que hace que sean menos eficaces para el mismo nivel de energía bruta e incluso metabolizable. La actividad microbiana a nivel retículo-ruminal debe ser estimulada y orientada para:

a) Maximizar la producción de proteína microbiana gracias a las cadenas carbonadas, energía disponible a nivel retículo-ruminal y reducción del *turnover* bacteriano.

b) Permitir una fracción de proteína alimentaria no degradable, que aumente la disponibilidad de aminoácidos en la absorción duodenal, para la síntesis y deposición de la proteína orgánica y para su participación en el aumento del potencial glucógeno formador.

c) Acelerar la destrucción de la celulosa, reduciendo la producción de metano y orientando el hidrógeno disponible hacia la formación de otros metabolitos de la actividad microbiana que retengan la energía potencial utilizable.

El estudio de los parámetros bioquímicos y productivos de los animales que ingieren distintas mezclas alimentarias con subproductos, resulta extremadamente útil para evaluar su potencialidad alimentaria y productiva integrada con otros alimentos. Se busca la mejor mezcla para la satisfacción específica de las necesidades del animal. Portugal y Ribeiro (1991) opinan que es difícil realizar una correcta evaluación alimentaria que tenga en cuenta la naturaleza de las necesidades animales que han de satisfacerse, resultando necesario:

a) Conocer mejor los aspectos comparativos del metabolismo y su con-

trol neuro-endocrino.

b) Dominar los mecanismos de la adaptación metabólica.

c) Identificar la causa de la variabilidad en las necesidades productivas entre diferentes razas y, dentro de estas, familias de animales.

d) Reducir el calor producido, para una cantidad de energía ingerida (partición de la energía recibida), sin afectar a la actividad metabólica.

e) Controlar la actividad de las adenociclasas de las membranas y los procesos de absorción celular y de transferencia de energía.

En lo que se refiere a las condiciones ambientales, en las que se integra la producción de rumiantes, como potenciales transformadores de recursos locales se aconsejan:

a) Animales adaptados al medio y cuyo tamaño, determine necesidades que puedan ser atendidas mediante los recursos locales disponibles (procurando el aumento de volumen retículo-ruminal y la reducción de los costes de conservación, sin afectar al ritmo de la actividad metabólica).

b) Animales con peso/edad, edad metabólica y ritmos de maduración y engorde adecuados a la naturaleza y al nivel energético del alimento ingerido (sistemas de producción).

c) Animales con buena capacidad para liberar el calor metabólico.

d) Utilizar recursos alimenticios menos termogénicos y más susceptibles de aumentar el potencial glucogénico a nivel metabólico, procurando obtener, también, la más conveniente relación *alimento fibroso/cereal*, teniendo en cuenta la relación *lipogénica/glucogénica* del alimento o mezcla alimentaria ingerida.

PORTUGAL

e) Aumentar la fracción no degradable de fuentes proteicas.

f) Hacer coincidir las mayores necesidades fisiológicas del animal con temperaturas del medio ambiente dentro de la *zona de confort* del animal.

g) Emplear métodos de manejo que eviten la alimentación durante los periodos más cálidos del día.

h) Estimular la ingestión de agua, para provocar un aumento del grado de dilución en el rículo-rumen, así como del *turnover* del agua en el organismo animal.

Un conocimiento mejor y más actual de la Bioenergética y de la variabilidad del comportamiento animal, respecto a la adaptación metabólica, permitirá aclarar los mecanismos responsables de atender a las necesidades relacionadas con el metabolismo basal y la partición de la energía retenida en sus principales componentes (síntesis de proteína, síntesis de grasa, actividad de la bomba tónica, inhibición de la lipólisis, etc).

Así, el desarrollo de la ingeniería genética, de la manipulación inmu-

nológica, del uso de procesos biotecnológicos de valoración de fuentes alimentarias potenciales y de la utilización de productos exógenos (fármacos y aditivos) permitirá abrir nuevas perspectivas de utilización de fuentes alimentarias locales en medios con poca expresión actual en el dominio de la producción animal.

Se procurará así, desarrollar sistemas de producción animal más adecuados al medio al que se transfieren. Las razas locales, que presentan necesidades de conservación más bajas y costes de producción competitivos, deben ser consideradas como la base de los sistemas de producción de rumiantes de carne, e incluso de leche, en países y áreas geográficas donde las condiciones de pastoreo están limitadas, aunque sea posible usar alimentos secos, subproductos y otros como suplementación. En épocas secas y difíciles, el mejor rumiante es el que mejora las condiciones locales de producción, cuando fluctúa la oferta de nutrientes, para obtener la productividad adecuada.

BIBLIOGRAFIA

ARC. 1980. The nutrient requirements of ruminant livestock, ed. Commonwealth Agricultural Bureau, Slough, England.

Armstrong, D. G. and R. L. Blaxter. 1957. The heat increment of steam volatile fatty acids in fasting sheep. *Brit. J. Nutr.* 11:247.

Balle, C. A. and J. M. Forbes. 1974. Control of feed intake and regulation of energy balance in ruminants. *Physiol. Revs.* 54:160.

Blaxter, R. L. and A. W. Boyne. 1978. The estimation of the nutritive value of feeds as energy sources for ruminants and the derivation of feeding systems. *J. Agr. Sci. (Camb.)* 90:47.

Blaxter, K. L. 1980. Energy metabolism of farm animals. EAAP Pub. no43, Pub. Pudoc, Wageningen.

Blaxter, K. L. 1991. Animal production and food, real problems and paranoia. *Anim. Prod.* 53:261.

UTILIZACION EFICAZ DE LOS RECURSOS ENERGETICOS LOCALES

- Brody, S. 1945.** Bioenergetics and growth. Reynolds Pub. Corp. New York.
- Claudio, D., L. C. Martins and A. V. Portugal. 1987.** Production and selection systems for specialized and non-specialized beef breeds in the Mediterranean area. pp. 692, II Volumen. In: Abstracts of the 38th Annual Meeting of the EAAP. Lisboa.
- Cronjé, P. B., J. V. Nolan and R. A. Leng. 1991.** Acetate clearance rate as a potential index of the availability of glucogenic precursors in ruminants fed on roughage-based diets. *Brit. J. Nut.* 66:301.
- Hennessy, D. W. 1984.** The role of protein in improving production of cattle grazing native pastures in subtropical New South Wales, PhD Thesis, University of New England.
- Hovell, F. D. DeB., J. F. D. Greenhalgh and F. W. Wainman. 1976.** The utilization of diets containing acetate salts by growing lambs as measured by comparative slaughter and respiration calorimetry, together with rumen fermentation. *Brit. J. Nut.* 35:343.
- Kellner, O. 1908.** Gundzuge der Futterungslehsz. Pub. Paul Parey, Berlin.
- Lee, G. J., D. W. Hennessy, P. J. Williamson, J. V. Nolan, T. J. Kempton and R. A. Leng. 1985.** Responses to protein meal supplements by lactating beef cattle given a low-quality pasture hay. *Aust. J. Agr. Res.* 36:729.
- Leng, R. A. 1986.** Drought feeding strategies: theory and practice. Ed. Paul Valley Printery, Tamworth, N.S.W. Australia.
- Macrae, J. C. and G. E. Lobley. 1991.** Physiological and metabolic implications of conventional and novel methods of the manipulation of growth and production. *Livestock Production Sci.* 27:43.
- Orskov, B. R., D. A. Grubb, J. S. Smith, A. J. F. Webster and W. Corrigal. 1979.** Efficiency of utilization of volatile fatty acids for maintenance and energy retention by sheep. *Brit. J. Nut.* 41:441-451.
- Portugal, A. V. 1990. a)** Ruminant production strategies in warm climates, a case study: the Iberian Peninsula. In: Animal Husbandry in warm climates. Ed. B. Rouchi, A. Nardone & J. G. Boyazoglu, EAAP Publ. n° 55, Pudoc, Wageningen.
- Portugal, A. V. 1990. b)** Some aspects of beef production in drought conditions. In: 41st Annual Meeting of EAAP, Toulouse, France.
- Portugal, A. V. 1990. c)** Note sur l'influence de l'activité du réseau rumen vis-à-vis de la productivité d'un ruminant. *Bull. Acad. Vet.*, n° 2, pp. 253, France.
- Portugal, A. V. and J. M. R. Ribeiro. 1991.** Contribution of nutrition to animal production. In: I Symposium Internacional de Producción Animal, Madrid. Research Highlights in Animal Nutrition, n° 8.
- Reynolds, C. R. and H. F. Tyrrell. 1989.** In: Energy metabolism of farm animals. EAAP Pub. n° 43 Pudoc, Wageningen.
- Tyrrell, H. F., P. J. Reynolds and P. W. Moe. 1979.** Effect of diet on partial efficiency of acetate use for body tissue synthesis by mature cattle. *J. Anim. Sci.* 48:598.
- Webster, A. J. F. 1988.** In: Management and welfare of farm animals. Ed. The University Federation of Welfare Handbook. Pub. Bailliere, Tindale, London.

Recibido: 6-7-93. Aceptado: 15-9-94