

## CAPÍTULO XXIII

### SUPLEMENTACIÓN ENERGÉTICA DEL GANADO DE DOBLE PROPÓSITO

- I INTRODUCCIÓN
- II ALGUNAS PARTICULARIDADES DE LA DIGESTIÓN EN RUMIANTES
- III LIMITACIONES NUTRICIONALES DE LOS FORRAJES
- IV SUPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA (ENERGÍA)
- V SUPLEMENTACIÓN CON CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURABLES
- VI SUPLEMENTACIÓN DE AZUCARES (MELAZA DE CAÑA)
- VII SUPLEMENTACIÓN CON LÍPIDOS
- VIII SUPLEMENTACIÓN CON LÍPIDOS Y REPRODUCCIÓN
- IX CONSIDERACIONES FINALES
- X LITERATURA CITADA

**Aquiles Escobar B.**

## I. INTRODUCCIÓN

Los bovinos doble propósito son productores de leche y carne y, en un sentido más general, son simples transformadores de la energía química contenida en los alimentos que ingieren. Como animales rumiantes, tienen una capacidad relativamente alta para digerir fibra (celulosa, hemicelulosa, pectina). Esta cualidad se deriva del mayor tiempo disponible para la fermentación, por la situación pregástrica de la actividad fermentativa y por casi completa separación de los compartimientos de fermentación y de secreción, lo cual permite un mejor control del ambiente fermentativo y el establecimiento de una compleja población microbial (*Lindsay, 1984*).

Debido a que los microorganismos digieren la mayor parte del alimento, la interdependencia entre el metabolismo de los carbohidratos (energía) y del nitrógeno es particularmente muy estrecha. Si hay deficiencia o una utilización ineficiente de la proteína cruda, la digestibilidad del carbohidrato puede decrecer. Si hay insuficiencia de carbohidratos fermentables en relación a la proteína cruda, el nitrógeno puede ser perdido como  $N-NH_3$ .

Es evidente que la cantidad de energía disponible que ingiere el animal y en particular, la materia orgánica fermentable en el rumen, es uno de los factores determinantes de la provisión de energía metabolizable, de aminoácidos y otros factores nutricionales para el animal.

En este trabajo, se pretende resaltar la fuerte interdependencia entre la energía y la proteína, las limitaciones energéticas de las dietas básicas (pasto tropical) del ganado doble propósito y los impactos de la suplementación energética (azúcares, almidones y lípidos) sobre la función digestiva, el crecimiento, la producción y la reproducción de los animales.

## II. ALGUNAS PARTICULARIDADES DE LA DIGESTIÓN EN LOS RUMIANTES.

El retículo-rumen representa en el animal adulto  $3/4$  partes de volumen digestivo, suma el 80% del tiempo de residencia del alimento, el 65-75% de la digestión de la materia orgánica y el 85-90% de la digestión de la fibra (*Ellis et al, 1987*). Además de la eficiente capacidad del rumiante para derivar de la energía de la fibra y de las fuentes de nitrógeno no proteico: proteína

microbial, vitaminas y ácidos grasos volátiles (AGV), otras consecuencias se derivan de la fermentación pregástrica:

- Además de la fibra, los azúcares, almidones y las proteínas son también fermentables. Los AGV representan el 60-70% del consumo de energía digerible aparente (*Van Soest, 1982*).
- Pérdidas energéticas (metano y calor de fermentación) equivalentes al 10-20% de la energía fermentable ocurren con la digestión ruminal de los substratos.
- La fermentación de la proteína dietaria es reemplazada por proteína microbial. 50 a 80% de la proteína que llega al intestino delgado es de origen microbiano (*Hogan, 1975*).
- Los lípidos esterificados (acilglicéridos, fosfolípidos y galactolípidos) son hidrolizados y los ácidos grasos insaturados son hidrogenados. Las moléculas de glicerol o galactosa son posteriormente fermentadas. Adicionalmente, hay síntesis microbiana de lípidos. (*Palmquist, 1987*).
- El reciclaje de nitrógeno por difusión en el rumen de la úrea de la sangre y de la úrea y muco-proteínas contenidas en la saliva, es un importante mecanismo de conservación del nitrógeno (*Egan et al, 1986*). Por ello, dietas consistiendo esencialmente de carbohidratos, deben ser observadas como conteniendo un "valor proteico" a pesar de que su contenido de nitrógeno sea cero (*Orskov, 1987*). Por esta razón, no es posible concluir que una respuesta positiva en crecimiento, producción de leche o reproducción de los animales a una suplementación energética es debido a una deficiencia exclusiva de energía.

También, algunas particularidades de la digestión post ruminal merecen resaltarse:

- Como consecuencia de la extensa fermentación ruminal de los carbohidratos no estructurales, la cantidad de estas fracciones que generalmente llegan al intestino delgado es muy pequeña. Una excepción esta representada por dietas constituidas por niveles altos de granos de cereales y en particular, de maíz y sorgo (*Nocek et al, 1988*).
- No hay secreción de sacarasa, de tal manera que la única forma de utilización de la sacarosa que eventualmente llegue al tracto posterior, es por vía fermentativa en el colon-ciego (*Lindsay, 1984*).

- La condición ácida del duodeno, asociada con el bajo contenido de bicarbonatos de las secreciones pancreáticas, limita la actividad amilolítica pero facilita la digestión de los ácidos grasos saponificados (*Freeman, 1969*).
- La capacidad de absorción de glucosa es aparentemente menor en rumiantes que en no rumiantes. El límite establecido para la amilólisis en el intestino delgado es de 7,7 gr. de almidón / Kg. de peso metabólico.

Contrastando con la pequeña cantidad de glucosa absorbida (particularmente con dietas altas en forraje) por los rumiantes, estos presentan tasas de uso de la glucosa similares a los observados en los no rumiantes (*Elliott, 1980*). Sin dudas, la gluconeogénesis a partir de propionato, aminoácidos, glicerol, lactato y la utilización selectiva de la glucosa para fines oxidativos o de síntesis, constituye desde el punto de vista cuantitativo la más conspicua particularidad del metabolismo de los rumiantes. A pesar de los mecanismos de conservación de la glucosa, este metabolito puede ser frecuentemente, uno de los nutrientes críticos de las funciones productivas y reproductivas de los rumiantes.

### III. LIMITACIONES NUTRICIONALES DE LOS FORRAJES

Factores ecológicos (clima, suelo, etc), la estructura de la pastura y las pautas de manejo son determinantes de la cantidad y calidad de los forrajes, así como de sus variaciones estacionales. Durante el período de lluvias, la disponibilidad es alta y la calidad es media. En contraste, durante el período seco, los dos atributos son suavemente deteriorados. En algunas regiones, situaciones críticas recurrentes pueden presentarse por extremos de lluvias y sequías (*Escobar et al, 1979*).

En general, se pueden listar cinco limitaciones de los forrajes: a) disponibilidad energética, b) deficiencias de nutrientes esenciales, c) distensión ruminal, d) desbalance de los productos finales de su digestión y e) toxicidad (*Escobar, 1990*).

a) Disponibilidad energética.

Las gramíneas constituyen el mayor porcentaje de recursos forrajeros tropicales y se caracterizan por sus contenidos muy altos de pared celular con un tenor elevado de lignina y sílice. Estos dos últimos constituyentes restringen de forma severa la tasa y la extensión de la fermentación ruminal de los carbohidratos estructurales. En consecuencia, es limitada la disponibilidad de energía (AGV) como la síntesis de masa microbiana (*Van Soest, 1982*).

b) Deficiencia de nutrientes esenciales.

Asociados con los altos niveles de fibra, las gramíneas tropicales presentan contenidos bajos o muy bajos de proteína cruda, minerales, carbohidratos no estructurales y de lípidos (*Minson, 1980*).

c) Distensión ruminal.

Las tasas bajas de fermentación y pasaje ruminal que muestran los forrajes (gramíneas) tropicales, generan un prolongado tiempo de retención ruminal que aunado al carácter voluminoso de la fibra, crea un factor de distensión ruminal que a su vez es uno de los factores causante de la reducción del consumo voluntario (*Conrad, 1964*).

d) Desbalance de nutrientes.

El patrón de fermentación típico de los forrajes tropicales está dado por las proporciones molares de acetato: propionato: butirato en los ordenes de 70:20:10 respectivamente, y una relación proteína/energía, deprimida (*Egan, 1986*).

El déficit relativo de precursores de glucosa y/o aminoácidos disponibles en el intestino delgado, crea un desbalance de nutrientes que limita la eficiencia de utilización de la energía y el consumo voluntario (*MacRae et al, 1982*).

e) Toxicidad.

La presencia de compuestos secundarios tóxicos no tiene una incidencia importante en gramíneas tropicales. En contraste, las dicotiledóneas (legu-

minosas, etc) con un mayor contenido de proteína, lípidos y minerales, presentan también, con alguna frecuencia, diversos compuestos secundarios que pueden deprimir su valor alimenticio (*Jansen, 1975*).

#### IV. SUPLEMENTACION ALIMENTICIA (Energía).

Las consecuencias de la fermentación pregástrica, las demandas de energía del animal según el estado fisiológico y las limitaciones nutricionales de los recursos alimenticios fibrosos, constituyen los puntos de partida para definir pautas de suplementación energética y alternativas de manipulación digestiva. En todo caso, la suplementación alimenticia de los rumiantes surge por algunas o todas las causas siguientes:

- El mediano o bajo valor alimenticio del forraje tropical.
- La recurrencia de períodos críticos extremos de lluvia sequía, que afectan la disponibilidad, accesibilidad y el valor nutritivo de los pastos tropicales.
- La necesidad de mejorar el comportamiento reproductivo del rebaño.
- Cubrir los requerimientos nutricionales elevados de los animales, en particular: primer tercio de la lactancia (dependiente del nivel de producción), crecimiento pre y post destete.
- La necesidad de mejorar el consumo voluntario de forraje y la eficiencia de utilización de la energía ingerida.

Una suplementación ideal debe ser fundamentalmente "complementarias", debe promover o mantener el consumo y la extensión de la digestión del forraje. mejorar la eficiencia de la utilización de la energía y, simultáneamente, garantizar una mejora satisfactoria del comportamiento reproductivo de los animales. Para lograr los objetivos señalados, la suplementación debe estar orientada a optimizar la función ruminal y a corregir el desbalance de nutrientes.

A continuación se revisa el impacto de la suplementación energética: azúcares, almidón y lípidos. Aún cuando existen fuertes interdependencias con la suplementación mineral y nitrogenada, estos aspectos son considerados por otros expositores en esta reunión.

## V. SUPLEMENTACION CON CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURALES (CNE).

El efecto de la suplementación con CNE (almidón, azúcares) sobre el consumo (tasa de sustitución) y la digestión de la fibra, está condicionado por el nivel y fuente de CNE suplementado, las características físico-químicas de la fibra y del ambiente ruminal.

Niveles de CNE inferiores al 30% de la ración, modifican poco o pueden mejorar la utilización de los forrajes. Cantidades relativamente bajas (menor o igual al 15% de la dieta) de CNE, estimulan la digestión microbiana de la fibra (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto del almidón sobre la digestión in vitro de una gramínea.

Almidón (%MS)	Digestión (%MS)	pH final
0.0	56.8	6.30
3.2	60.8	6.30
14.3	63.7	6.00
33.3	60.3	5.75
50.0	52.3	5.50

Fuente: Stewart et al, (1980).

La adición de cantidades mayores de CNE, reducen la digestión de la fibra y su consumo (*Allen et al, 1980*). Explicado por: preferencia de substrato, reducción del pH (menor de 6.2) y decrecimiento de organismos fibrolíticos. Es ampliamente reconocido que un requisito previo para la degradación de la fibra, es su colonización por los organismos fibrolíticos y, valores bajos de pH ruminal se correlacionan positivamente con la cantidad de bacterias asociadas con las partículas fibrosas (*Shriver et al, 1986*).

Solo niveles altos de CNE (almidón) y consumos voluntarios elevados generan aumentos importantes en la proporción molar de propionato (*Sutton, 1986*). Esto significa que los niveles de CNE que no afectan negativamente la digestión de la fibra no modifican el patrón de fermentación ruminal que se observa con dietas basadas en forrajes.

Suplementaciones muy elevadas con CNE generan la proliferación de bacterias productoras de ácido láctico que provoca una caída adicional del Ph ruminal y la consecuencia final es una completa inhibición de la digestión de la fibra y daño del epitelio del rumen (*Russel, 1987*).

La utilización de la energía de los alimentos vía hidrólisis enzimática en el intestino delgado, es más eficiente que su uso vía fermentación ruminal. La digestión post ruminal de los almidones puede rendir de 11 a 30% más energía al animal que la fermentación en el rumen (*Leng et al, 1981*).

Las cantidades relativas de CNE que favorecen la digestión de la fibra y la tasa de digestión y absorción intestinal de glucosa, definen los límites de optimización para el uso de almidón en la alimentación de rumiantes. Si consideramos un animal de 400-500 kg de peso vivo, el nivel óptimo de suplementación de CNE estaría en el orden de 2 kg/día, 50% fermentado en el rumen (10% de la dieta) y el 50% remanente, digerido en el intestino delgado. Esta digestión post ruminal aunque significa un aumento en la eficiencia energética, involucra también, una reducción en la síntesis de proteína microbiana y el impacto final dependerá del nutriente limitante (glucosa o aminoácido) para un determinado estado fisiológico del animal.

La cantidad de almidón así repartida, aunque "optimizada" puede limitar la respuesta del animal, si la dieta básica (forraje) es de baja digestibilidad y/o si el potencial de producción de leche es muy alto. Es obvio entonces, que este enfoque armoniza con consumos voluntarios en el orden de dos veces el mantenimiento. Esto es, con producciones de leche en las magnitudes de 10-12 litros/día.

Para factibilizar que 50% de digestión de los almidones ocurra en el intestino delgado con suplementaciones iguales o inferiores al 20% de la dieta, es reducir la tasa de fermentación y/o aumentar la tasa de pasaje ruminal de la fuente de almidón. En vacas de alta producción de leche se han obtenido mayores producciones de leche con la suplementación de cebada protegida parcialmente de la fermentación ruminal con formaldehído (*Kassem et al, 1987*).

La absorción intestinal de glucosa puede reducir el consumo voluntario de materia seca si la disponibilidad de proteína en el intestino delgado es insuficiente. En todo caso, se aumenta la ganancia de peso vivo y mejora la conversión de alimento (*MacAllan, 1991*).

El efecto de la digestión intestinal del almidón sobre la producción de leche en el ganado doble propósito no ha sido estudiado todavía.

El recubrimiento de los granos de almidón (batata, maíz, arroz) con ácidos grasos libres y posterior saponificación con hidróxido de calcio permite reducir significativamente la tasa de fermentación del carbohidrato y su evaluación con bovinos doble propósito en crecimiento se está realizando en el IPA, Facultad de Agronomía, UCV.

La suplementación intermitente (suministro del alimento cada tres días) permite aumentar el consumo de alimento el día de la suplementación, aumentar la tasa de pasaje (menor tiempo de fermentación ruminal) y aumentar la digestión post ruminal de las fuentes de almidón (cereales). La suplementación intermitente de pulidura de arroz generó mayor ganancia de peso vivo que la suplementación diaria (Cuadro 2), con la ventaja adicional de reducir las labores de alimentación. En este caso, el efecto del almidón sobrepasante está confundido con la digestión intestinal de la proteína que está contenida en la pulidura de arroz.

Cuadro 2  
Suplementación intermitentes (SI) o diaria (SD) de  
pulidura de arroz en bovinos

	Tratamiento		SX
	SI	SD	
Peso vivo inicial (Kg)	244	231	--
Consumo (KgMS/100KgPV)			
- Heno	1.95	1.99	0.40 NS
- Total	2.50	2.44	0.54 NS
Gerencia de peso (g/d)	843	713	70.00 *
Conversión de alimento	8.39	9.06	0.41 NS

Fuente: J. Gabaldón y R. Leal (1982)

## VI. SUPLEMENTACION DE AZUCARES (MELAZA DE CAÑA).

La melaza de caña es la fuente de azúcar convencionalmente utilizada como suplemento energético para rumiantes. Su efecto sobre el consumo y digestibilidad de la fibra son similares a los ya indicados para los CNE. En constante, su inclusión creciente de la ración, incrementa sensiblemente la proporción molar de butirato, baja la relación proteína/energía de los productos finales de la digestión ruminal y limita la disponibilidad de precursores de glucosa (Preston et al, 1987).

La melaza ha sido predominantemente utilizada en la ganadería de carne o para animales en crecimiento post destete. Su uso para la producción de leche ha sido menos satisfactorio, a medida que el nivel de melaza se incrementa en la ración alimenticia, el consumo y la producción de leche se reduce (Cuadro 3).

Cuadro 3  
Efecto del nivel de melaza sobre la producción de leche.

	Proporción harina de maíz: melaza			
	63:8	42:25	20:45	0:61
Consumo (KgMS/d)	17.4	16.5	15.1	12.5
Producción de leche (Kg/d)	12.4	11.4	9.7	7.4

Fuente: Clark et al (1973).

Los resultados reflejan un desbalance de nutrientes absorbidos para la secreción de leche, en particular, deficiencias de aminoácidos, glucosa y ácidos grasos de cadena larga.

## VII. SUPLEMENTACION CON LÍPIDOS.

Los pastos tropicales muestran contenidos de lípidos (extracto etéreo) inferiores al 3% de la materia seca, en pastos verdes y pueden reducirse a cifras inferiores al 1% en los pastos secos o pajas de cereales. Por otra parte, el 50% del extracto etéreo de los forrajes no son ácidos grasos esterificados, incluyen ceras cuticulares, pigmentos y otros productos no saponificables, que no tienen valor energético para el animal. Por lo tanto, el contenido real de lípidos se reduce a 0.5 - 1.5% de la materia seca del forraje (Minson, 1980).

En otros términos, la ingestión diaria de lípidos en un bovino adulto, alimentado con pasto tropical, puede estimarse en una cantidad de 50 a 200 g/d. Puede apreciarse que la secreción de grasa en la leche de una vaca de mediana a baja producción, usualmente excede la ingestión diaria de lípidos.

Generalmente, no se considera necesaria la incorporación de lípidos en las raciones alimenticias para rumiantes, en razón a su capacidad metabólica de sintetizarlos. Sin embargo, la síntesis de lípidos y en particular, de ácidos grasos de cadena larga, tanto a nivel ruminal (síntesis microbiana) como a nivel tisular involucra un alto costo energético. Así, por ejemplo, la síntesis tisular de un mol de ácido almítico a partir de 8 moles de acetato, requiere 58 moles de ATP, de los cuales 42 moles son usados para reducir los cofactores oxidados: NADP.

La apreciable cantidad de glucosas o de sus precursores que se requieren para la síntesis de ácidos grasos (reducción de NADP) y su posterior esterificación (glicerol), puede comprometer los usos metabólicos alternativos de la glucosa (MacRae et al, 1988). De tal modo que la suplementación de lípidos puede jugar un papel importante en la economía energética de los rumiantes alimentados con forrajes tropicales.

Existen resultados experimentales que evidencian que la incorporación del lípido reduce las pérdidas de energías en forma de gases, al disminuir la metanogénesis (Czer Kawski, 1984), aumenta la proporción de ácido propiónico, reduce la población de protozoarios del rumen e incrementa la eficiencia de la síntesis de proteína microbiana (Sutton et al, 1983).

Por otra parte, la suplementación con grasa también puede deprimir la digestibilidad de la fibra. Este efecto varía según el nivel y tipo de lípido incluido en la ración. El efecto es mayor con ácidos grasos libres que con ácidos grasos esterificados, con ácidos grasos de cadena corta que con ácidos grasos de cadena larga, con ácidos grasos insaturados que con ácidos grasos

saturados. El efecto puede ser minimizado si el lípido se incluye a niveles inferiores al 5% de la ración (Palmquist, 1984).

La transferencia directa de AGCL de origen dietario a la leche, es más eficiente que la síntesis *de novo* a partir de carbohidratos o de ácidos grasos volátiles. Ha sido estimado que la eficiencia energética para la producción de leche puede ser maximizada cuando la dieta aporta 16% de la energía metabolizada con AGCL (Kronfed, 1976).

Es aparte que la suplementación restringida (3 a 4% de la ración) de lípidos a los rumiantes alimentados con pastos tropicales, puede impactar positivamente la economía energética del animal, particularmente durante el engorde y la lactancia. El efecto de la suplementación de aceite crudo de palma africana sobre el crecimiento de bovinos doble propósito (cuadro 4) corroboran lo anterior.

Mayores producciones de leche, con mayor tenor de grasa y menores pérdidas de la condición corporal se ha reportado para vacas de alta producción de leche. (Garnsworthy *et al*, 1992). No se ha reportado resultados sobre el efecto de la suplementación de lípidos en vacas doble propósito.

Cuadro 4. Efecto del tipo de carbohidrato suplementado y de la adición de aceite de palma sobre el consumo y la ganancia de peso de bovinos en crecimiento.

	HM	HM+AP	Me	Me+AP		SX
Consumo (KgMS/d)						
forraje	5.98	5.94	6.15	6.11	0.62	NS
Suplemento	2.00	2.20	2.00	2.20	0.11	XX
Total	7.98	8.15	8.15	8.26	0.64	NS
Total (% PV)						
Ganancia (g/d)	2.63	2.62	2.65	2.73	0.24	NS
Conversión de 670		840	703	680	69	XX
alimento	12.2	9.8	11.6	12.2	1.67	X

HM: Harina de Maíz AP: Aceite de Palma Me: Melaza

Fuente: A. Escobar y J. Combellas (No publicado).

XX (P<0.01); X (P<0.05)

*Banks et al* (1976) alimentando vacas lecheras de mediana producción de leche con dietas purificadas, obtuvieron un incremento del 25% en la producción de leche cuando aumentaron el nivel de ingestión de lípidos de 80 g/d a 500 g/d.

## VIII. SUPLEMENTACION DE LÍPIDOS Y REPRODUCCIÓN.

Las mayores demandas de energía durante el primer tercio de la lactancia asociadas con consumo voluntario relativamente menores; con frecuencia generan marcadas pérdidas de peso vivo (lipólisis) para sostener la producción de leche. Esta pérdida de la condición corporal puede afectar severamente el comportamiento reproductivo del rebaño.

La suplementación de lípidos protegidos (jabones cálcicos) a vacas lecheras de alta producción aparentemente mejoran el comportamiento reproductivo del rebaño (cuadro 5). Además del mejor balance energético del animal, se ha postulado las explicaciones siguientes:

- Provisión de ácidos esenciales (linoleico) requerido para el síntesis de prostaglandina F<sub>2</sub> a, que es luteolítica y puede promover el desarrollo folicular, acelerar la involución uterina y mejorar la fertilidad del animal (Lucy et al, 1990).

- Aumento de la esteroidogénesis luteal: la suplementación de lípidos aumenta la concentración de colesterol y de progesterona circulante. El colesterol es un precursor para la síntesis ovariana de progesterona y una mayor de las vacas se ha asociado con concentraciones de progesterona elevadas durante la fase luteal (véase revisión de Grummer et al, 1991).

Cuadro 5  
Reproducción y suplementación de lípidos (AGS-Ca)

Autores	Tasa de concepción (%)	
	Control	AGS-Ca
<i>Skland et al, 1989</i>	58.0	75.9
<i>Ferguson et al, 1990</i>	40.7	59.3
<i>Skland et al, 1991</i>	62.5	82.4

Las investigaciones sobre suplementación de lípidos y reproducción del ganado doble propósito, recientemente han comenzado y todavía no hay resultados publicados.

## IX CONSIDERACIONES FINALES.

Aun cuando los animales doble propósito en crecimiento o produciendo leche, tienen requerimientos de energía moderados que pueden ser cubiertos con pastos tropicales adecuadamente manejados. Es evidente que existen situaciones recurrentes donde disminuye la calidad del pasto y se presentan deficiencias de energía y de otros nutrientes.

Por otra parte, las producciones de leche que expresan los animales no necesariamente significa una ingestión suficiente de energía. Frecuentemente ocurre una movilización de las reservas corporales para cubrir el déficit y si la magnitud del desbalance energético es alta, se puede afectar al comportamiento reproductivo del animal.

En cualquier caso, para mejorar la eficiencia de utilización de los pastos tropicales es necesario aumentar tanto la relación proteína/energía como la disponibilidad de precursores de glucosa. Esto tiene mayor significación cuando consideramos zonas ganaderas donde es posible producir 8 o más litros de leche/animal/día y se quiere alcanzar una alta eficiencia reproductiva.

Por último, no podemos olvidar que la agricultura venezolana presenta entre sus características, un subsector agrícola vegetal con una producción per cápita muy inferior al compararla con los países subdesarrollados considerados globalmente y con la América Latina. Venezuela ha podido aumentar la producción del subsector agrícola animal (particularmente, aves y cerdos) a expensas de la importación masiva de materias primas (maíz, sorgo, zoya, etc). Esto implica que la producción nacional de alimentos energéticos (CNE) para la suplementación de los rumiantes es muy limitada y la importación adicional de materias primas no solo es costosa, además, generaría una gran inestabilidad de los sistemas de producción con rumiantes. Sin lugar a dudas, el único camino para mejorar la alimentación y la productividad de la ganadería de leche y carne, sin comprometer la estabilidad del sistema de producción, es adecuar el manejo de los pastos tropicales, producir en las fincas los recursos alimenticios (integración de cultivos) complementarios y

desarrollar técnicas sencillas para la manipulación de los alimentos y de la función digestiva, a fin de optimizar la eficiencia utilización del alimento.

## X LITERATURA CITADA

- Allen, M.S y D.R. Merten. 1988. Evaluating constraints on fibre digestion by rumen microbes. *J. Nutr.* 118: 261-270.
- Banks, W.; J.L. Clapperton; M.E. Fernie y A.G. Wilson. 1976. Effect of feeding fat to dairy cows receiving a fat-deficient basal diet. *J. of Dairy Res.* 43: 213-218.
- Clark, J.; T.R. Preston y A. Zamora. 1972. Molasses as an energy source in low fibre diets for milk production. 1. Effect of varying the level of forage. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola.* 6:19-25.
- Conrad, H.R.; A.D. Pratt y J.W. Hibbs. 1984. Regulation of feed intake in dairy cows 1. Changes in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. *J. Dairy Sci.* 47: 54-63.
- Czerkawski, J.W. y J.L. Clapperton. 1984. Fats as energy yielding compounds in the ruminant diet. En: W. Haresing (ed.) *Recent advances in animal nutrition.* pp. 249-263. London Butterworths.
- Egan, A. R.; K. Boda y J. Vardy. 1986. Regulation of nitrogen metabolism and recycling. En: Milligan. L.P.W.L. Grovum y A. Dobson (eds). *Control of digestion and metabolism in ruminants.* Prencice-Hall. N.Y. pp. 386-401.
- Escobar, A. 1990. Novedades en los sistemas de alimentación del ganado destinado a la producción de leche en América Latina y el Caribe. En: *Consulta de Expertos sobre Alimentación del Ganado para la Producción Lechera Sostenible.* FAO. Kingston, Jamaica. Junio 1990. 31 p.
- Escobar, A y E. González Jiménez. 1979. Production primaire de la savanne inondable (Venezuela). *Sep. Ecp-Trop.* 3: 53-70.
- Elliot, J.M. 1980. Propionate metabolism and vitamin B12. En: Ruckebusch, Y. y Thivend, P. (eds). *Digestive physiology and metabolism in ruminants.* MTP Press. Ltd. Lancaster, Engand. pp. 439-457.
- Ellis, W.C., M.J. Wyllie y J.H. Matis. 1987. Dietary digestive interactions determining the feeding value of forages and roughages. En: Orskov, E.R. (ed). *World Animal Science Subseries B.* Vol. 17. Elsevier, Amsterdam. pp. 177-229.
- Freeman. C.P. 1969. Properties of fatty acids in dispersions of emulsified lipid and bile asalt and the significance of these properties in fat absorption in the pig and the aheep. *Brit J. Nutr.* 23: 249-261.
- Ferguson, J.D., Skland, W.V. Chalupa y D.S. Kronfeld. 1990. Effects of hard fats on In Vitro and in Vivo rumen fermentation, milk production and reproduction in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 73: 2864-2879.
- Gamsworthy, P.C. y Huggett, C.D. 1992. The influence of the fat concentration of the diet on the response by dairy cows to body contion al calvig. *Anim. Prod.* 54: 7-13.
- Gabaldón, J. y R. Leal. 1992. Suplementación intermitente con pulidura de arroz para bovinos en crecimiento. Tesis de grado. Facultad de Agronomía, UCV. 100 p.

- Grummer, R.R. y D.J. Carroll. 1991. Effects of dietary fat on metabolic disorders and reproductive performance of dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 69: 3838-3552.
- Hogan, J.P. 1975. Symposium: Protein and aminoacid nutrition in the high producing cow. Quantitative aspects of nitrogen utilization in ruminants. *J. Dairy Sci.* 58: 1164-1177.
- Jansen, D.H. 1975 Ecology of plants in the tropics. En: Arnold, E. (ed) *Studies in Biology* No 58 UK 66 pp.
- Kassen, M.M., P.C. Thomas, D.G. Chamberlain y S. Robertson. 1987. Silage intake and milk production in cows given barley supplements of reduced ruminal degradability. *Grass Forage Sci.* 42: 175-183.
- Kronfeld, D.S. 1976. The potential importance of the proportions of glucogenic, lipogenic and productivity of dairy cows. *Advances in animal physiology and animal nutrition.* 7: 5-26.
- Leng, R., M. Gill, T.T. Kempton, J.B. Rowe, J.V. Nolan, S.J. Stachiw y T.R. Preston. 1981. Kinetics of large ciliate protozoa in the rumen of cattle given sugar diets. *Br.J.Nutr.* 46: 371-384.
- Lindsay, D.B. 1984. Some peculiarities in the metabolism of ruminants. En: Baker, S.K. et al (ed) *Ruminant Western Australia. Needlands* pp: 25-36.
- Lucy, M.C., T.S. Gross y W.W. Thatcher. 1990. Effect of intravenous infusion of a soybean oil emulsion on plasma concentration of 15-Keto-13, 14-dihydroprosta-glandin F2a and ovarian function in cycling Holstein heifers. En: *Livestock Reproduction in Latin America.* Int. Atomic Energy. Vienna. Austria. pp. 119-132.
- McAllan, A.B. 1991. Optimizing the use of poor quality forage feed resources for ruminant production: Supplementation with bypass nutrients. En: *Proceeding of a Symposium on Isotope and Related Techniques in animal Production and Health.* Int. Atomic Energy Agency. Vienna. Austria. pp 25-41.
- MacRae, J.C. y G.E. Lobley. 1982. Some factors which influence thermal energy losses during the metabolism of ruminants. *Livest. Prod. Sci.* 9: 447-456.
- Minson, D.J. 1980. Nutritional differences between tropical and temperate pasture. En: Morley, F.H.W. (ed) *Grazing Animals.* Elsevier. Amsterdam.
- Nocek, J.E. y J.B. Russell 1988. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability microbial synthesis and milk production. *J. Dairy Sci.* 71: 2070-2107.
- Orskov, E.R. 1987. *World Animal Science. Subseries B. Vol. 17.* Wlsevier. Amsterdam.
- Palmquist, D.L. 1984. Use of fats in diets for lactating dairy cows. En: Haresing W. (ed). *Recent advances in the tropis and sub-tropis.* Penambul Books. Armidale, Australia.
- Russel, J.B. 1987. Ecology of rumen microorganisms: energy use. En: Dobson, A. y M.J. Dobson (eds). *Aspects of digestive physiology in ruminants.* Cornell Univ. Press. N.Y. pp. 75-98.
- Skland D., V. Moallen y. Folman. 1990. Effect of feeding calcium soaps of fatty acids on production and reproductivew responses in high producing lactating cows. *J. Dairy Sci.* 74: 510-517.
- Shriver, B.J; W.H.Hoover, J.P. Sargent, R.J. Crawford Jr. and W.V. Thayne. 1986. Fermentation of a high concentrate diet as affected by ruminal ptt and digesta flow. *J.Dairy Sci.* 69: 413-419.

- Stewart, C.S; Dinsdale, K., J. Chang y C. Paniagua. 1980. The digestión of straw in the rumen. En. Grossbard, E. (ed). Straw decay and its effects on disposal and utilization. J. Willey. N.Y. pp. 123-130.
- Sutton, J.D; R. Knight, A.B. McAllen y R.H.Smith. 1983. Digestión and syntesis in the rumen of sheep given diets supplemented with free and protected oils. Br.J.Nutr. 49: 419-432.
- Sutton, J.D. 1986. Rumen fermentation and gastro-intestinal absorption: carbohydrates. En: Neimann-Sorensen A. (ed). New developments and future perspectives in research on rumen function C.E.E. Bruselas. pp. 21-328.
- Van Soest. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. O&B Books. USA. 374 p.