

SUPLEMENTACIÓN PROTEICA EN GANADO DE CARNE

Soto Silva, C.¹; Reinoso Ortiz, V.¹

RESUMEN

Los vacunos alimentados con forrajes de baja calidad, altos en fibra y deficientes en proteína (ej. campo natural muy empastado, rastrojos de sorgo y maíz, pajas de cereales, etc.) presentan una baja a negativa ganancia de peso vivo debido a que este tipo de forraje se degrada muy lentamente en rumen ocasionando un bajo consumo voluntario. La suplementación con proteína de alta degradabilidad ruminal corrige el déficit de nitrógeno, aumenta la velocidad de degradación, la llegada de proteína verdadera al duodeno y el consumo de forraje. Para lograr una respuesta positiva a la suplementación proteica, el forraje debe ser de baja calidad, deficiente en proteína (menor 6 a 8% PB, relación NDT : PB mayor a 7 o relación PDR : NDT menor a 11%) y encontrarse en alta disponibilidad para que los animales puedan expresar un incremento en el consumo de forraje. Se debe suplementar a bajo nivel (0.1 a 0.3% PV) con un suplemento de elevado tenor proteico (mayor a 30% PB) elaborado en base a proteína verdadera de alta degradabilidad en rumen preferentemente sin la incorporación de NNP o incorporado a bajo nivel. El suplemento proteico puede ser suministrado diariamente o cada 2 o 3 días sin pérdida de eficiencia.

Palabras clave: suplementación proteica, forrajes de baja calidad, bovinos a pastoreo.

INTRODUCCIÓN

En la zona templada las pasturas generalmente son de alta calidad (adecuadas en energía y proteína) siendo la principal limitante la cantidad de forraje, sin embargo, en determinadas condiciones algunas pasturas pueden aparecer deficientes en nitrógeno para los microorganismos del rumen lo cual limita la performance animal (1, 14, 53).

El objetivo del presente trabajo es discutir brevemente los principales aspectos de la suplementación con proteína de alta degradabilidad en rumen.

OBJETIVO DE LA SUPLEMENTACIÓN PROTEICA

Diversos trabajos han mostrado una baja a negativa ganancia de peso vivo (PV) y una pérdida de condición corporal (CC) en ganado de carne alimentado con forraje de baja calidad, lo cual se atribuye al bajo consumo de nutrientes que se logra con este tipo de alimento (14, 35, 47, 54). Los forrajes de baja calidad (deficientes en proteína) presentan un bajo consumo voluntario debido a su alto contenido de carbohidratos estructurales que se degradan muy lentamente y per-

manecen mucho tiempo retenidos en rumen. La suplementación proteica incrementa el consumo de este tipo de forraje debido a que aumenta su velocidad de digestión, la tasa de pasaje ruminal y la llegada de proteína verdadera al duodeno (18, 27, 33, 38). Para que esto suceda se requieren dos factores fundamentales:

1° el forraje debe ser de baja calidad, con alto contenido en fibra y bajo en proteína (1, 14, 27, 53). En forrajes con niveles adecuados de nitrógeno la suplementación proteica no incrementa el consumo de forraje (1, 34, 36, 41, 46, 52), ocasionando muchas veces una sustitución de forraje por suplemento, en estos casos los suplementos proteicos actuarían únicamente como fuente de energía (1). Dolberg y Finlayson (15) encontraron que con paja tratada con amoníaco, en la cual la proteína degradable en rumen no era limitante para los microorganismos ruminales, a medida que aumentaba el consumo de torta de semilla de algodón disminuía marcadamente el consumo de forraje, ocasionando una sustitución de forraje por suplemento aún con bajo nivel de suplementación.

2° la oferta forrajera no debe ser limitante, debe existir una alta disponibili-

dad de pastura, si la oferta de pastura por animal y/o por unidad de superficie es escasa no existe respuesta a la suplementación proteica por la imposibilidad de los animales de expresar un incremento en el consumo de forraje (14, 39, 53, 54).

DETERMINACIÓN DE LA NECESIDAD DE SUPLEMENTAR CON PROTEÍNA

Para determinar si es necesario suplementar con proteína se pueden emplear parámetros del forraje y/o del animal.

Los microorganismos del rumen necesitan un adecuado balance nitrógeno - energía para realizar una eficiente digestión ruminal (11, 18). Se ha sugerido que dietas con un contenido menor a 6 a 8% de Proteína Bruta (PB) serían limitantes para los microorganismos ruminales, en estas condiciones suplementar con una fuente de Proteína Degradable en Rumen (PDR) sería beneficioso (1, 14, 38, 39, 53). Moore y Kunkle (47) encontraron que el consumo declina rápidamente cuando el contenido en PB del forraje desciende por debajo de 7%, lo cual sería consecuencia directa de una deficiencia de nitrógeno en rumen que limitaría la actividad microbiana.

¹DMTV, actividad privada. Manuel Oribe 389, Artigas - Uruguay; CP 55000; e-mail: srvt@adinet.com.uy

Recibido: 6/8/07 Aprobado: 24/9/07

Recientemente, investigadores de la Universidad de Florida en EE.UU. (44, 45, 46, 47) encontraron que más que el contenido aislado de un único nutriente del forraje, la relación energía – proteína conseguía explicar mucho mejor el efecto de la suplementación sobre el consumo de forraje y el balance de nutrientes (cuadro 1). Cuando la relación entre Nutrientes Digestibles Totales (NDT) y PB es mayor a 7 el forraje presenta un déficit de nitrógeno en relación a su contenido en energía (46) y en consecuencia respondería positivamente a la suplementación proteica (6, 30). El objetivo de la suplementación sería lograr dietas con una relación NDT:PB entre 4 y 6 (39). Un procedimiento más exacto para determinar las necesidades de proteína suplementaria es balancear la relación proteína: energía de la dieta utilizando la PDR en lugar de la PB. Para maximizar la fermentación ruminal y el consumo de nutrientes, la dieta debe tener una relación PDR:NDT de 10 a 11% dependiendo de

la calidad de la dieta (11, 26, 48). Usualmente el 65 a 75% de la proteína del forraje es degradada en rumen (30, 50), el óptimo aprovechamiento de forrajes de mediana a baja calidad (45 a 60% NDT) ocurre cuando el consumo de PDR representa aproximadamente el 11% del consumo de NDT (6, 7, 14, 25, 32). En consecuencia, forrajes con una relación PDR:NDT menor a 11% responderían favorablemente a la suplementación proteica (6, 7, 30).

En condiciones de pastoreo donde la calidad del forraje cambia con el tiempo y la selectividad animal es alta es dificultoso establecer con precisión la relación energía – proteína del forraje consumido (1, 20). En rumiantes la concentración de Nitrógeno Ureico en Sangre (NUS) es indicativo de la relación energía – proteína de la dieta (20). Cuando existe en rumen un exceso de nitrógeno en relación a la energía, la concentración de amoníaco (NH₃) ruminal se incrementa (6, 24, 25, 27) lo cual se refleja en un aumento en la

concentración de NUS (20). En cambio cuando existe una deficiencia dietética en proteína la concentración de NH₃ ruminal es baja (6, 21, 25, 27) y el reciclado de nitrógeno desde la sangre y por la saliva hacia el rumen es más eficiente (24) lo cual se traduce en una disminución en la concentración de NUS (20).

El NUS puede ser empleado para evaluar la respuesta biológica a la suplementación proteica o energética y los cambios en la cantidad o calidad del forraje (20). El criterio para iniciar o incrementar el nivel de suplementación proteica podría ser cuando el promedio de una muestra representativa del rodeo presenta una concentración de NUS menor a 7 mg/dl o el 25% de los animales de la muestra presentan una concentración menor a 6 mg/dl (19, 20). Bajo estas condiciones existe una respuesta muy favorable en ganancia de PV a la suplementación proteica en vacas de cría y en novillos en terminación (cuadro 2) (19, 20).

Cuadro 1. Balance energía – proteína del forraje y relación NDT:PB del forraje (adaptado de Moore y col. 1999 y Beck y col. 2005).

Balance energía – proteína del forraje	Relación NDT:PB del forraje	Ejemplos de forrajes	Suplementar con:
Excesivo en Nitrógeno	< 4	Verdeos de invierno de alta calidad en estado vegetativo	Energía
Adecuado en Nitrógeno	4 a 7	Mayoría de las praderas y del campo natural	Energía
Deficiente en Nitrógeno	7 a 12	Pasturas maduras, algunos ensilajes y henos de gramíneas	Proteínas
Muy deficiente en Nitrógeno	> 12	Algunas pajas de cereales y forrajes tropicales muy maduros	Proteínas (*)

(*) El forraje es tan deficiente en nitrógeno que responde a casi cualquier nivel de proteína del suplemento.

Cuadro 2. Relación entre la concentración de nitrógeno ureico en sangre y el balance energía – proteína de la dieta (adaptado de Hammond 1992, 1997).

Nitrógeno ureico en sangre (mg/dl)	Balance energía - proteína de la dieta	Respuesta suplementación:	
		Proteica	Energética
< 7	Deficiente en nitrógeno	Muy positiva	Negativa
8 a 12	Balanceada	Positiva marginal	Positiva
> 10 a 12	Excesiva en nitrógeno	Negativa	Muy positiva

SITUACIONES EN LAS CUALES EL FORRAJE SE PRESENTA DEFICIENTE EN PROTEÍNA

Campos muy empastados con abundante forraje maduro y restos secos presentan serias limitantes en calidad (43). A medida que la pastura madura se produce una pérdida progresiva de calidad que se traduce en una disminución de la digestibilidad y del contenido proteico (1).

La calidad del forraje disminuye a medida que se extiende el período de acumulación, aumenta la disponibilidad o la altura de la pastura. En Uruguay se ha constatado que el contenido de PB del forraje disminuye en forma importante cuando el período de descanso supera los 60 días (2, 5, 51) o se acumulan más de 2000 kg MS/ha (43).

En el cuadro 3 se puede apreciar como a partir de los 2300 kg MS/ha o un contenido en PB del forraje ofrecido menor a 7.7% ovinos pastoreando a campo natural cosecharían una dieta deficiente en nitrógeno (relación NDT:PB > 7), debido a la capacidad de los ovinos de cosechar una dieta de mayor calidad que los vacunos (43). Cabría esperar que estos últimos comiencen a cosechar una dieta deficiente en nitrógeno con menor disponibilidad de la pastura y mayor contenido proteico del forraje que los sugeridos en el cuadro 3.

En el cuadro 4 se presenta la relación energía – proteína de algunos forrajes de Uruguay, analizando los datos de dicho cuadro en general los henos y ensilajes de leguminosas, las praderas y los verdes de invierno aparecen con un balance de adecuado a excesivo en nitrógeno en relación a la energía que aportan, los verdes de verano, los henos y ensilajes de gramíneas aparecen con un contenido de adecuado a deficiente en nitrógeno mientras que el campo natural presenta un nivel intermedio de adecuado a marginal.

Si se asume que en promedio, los vacunos pastoreando campo natural en Uruguay cosechan un forraje con 55 – 59% NDT (43) y para la óptima utilización de forrajes de mediana a baja calidad se requiere una relación PDR:NDT igual a 11%, se puede inferir empíricamente del cuadro 5 que cuando el forraje cosechado presenta menos de 8 a 10% PB se estaría produciendo un déficit proteico.

CARACTERÍSTICAS DE UN BUEN SUPLEMENTO PROTEICO

Para estimular el consumo de forrajes de baja calidad un suplemento proteico debe aportar adecuada cantidad de PDR (6, 11, 14).

Origen de la fuente proteica: en ruminantes el nitrógeno de la dieta puede provenir de proteínas verdaderas (vegetal o animal) o de Nitrógeno No Proteico (NNP). Las proteínas verdaderas (Ej. harina de soja, expeller de girasol, harina de semilla de algodón, etc) son más efectivas en estimular el consumo y la digestión del forraje que el NNP (Ej. urea, biuret, fosfatos di y monoamonio, etc), a pesar que estos últimos son 100% degradables en rumen (11, 14, 28, 29). Las proteínas verdaderas además de nitrógeno aportan energía, azufre, aminoácidos, péptidos y esqueletos carbonados que tornan más eficiente los procesos de fermentación y crecimiento microbiano (11, 53), las fuentes de NNP aportan solo nitrógeno.

La urea es la fuente de NNP más comúnmente empleada en la dieta de ruminantes, es mejor aprovechada por los microorganismos del rumen con dietas altas en energía fermentecible (alta en granos) (37, 56), en cambio, en dietas a base de forraje la urea presenta una baja utilización debido en gran parte a su gran solubilidad en agua lo cual hace que sea hidrolizada en rumen muy rápidamente hasta NH₃, creando así una asincronía entre el pico de nitrógeno y la lenta fermentación de los sustratos energéticos del forraje (14, 37). La utilización de la urea

Cuadro 3. Relación entre disponibilidad de forraje del campo natural y balance energía – proteína de la dieta cosechada por ovinos (elaborado a partir de Montossi y col. 2000).

Disponibilidad (kg MS/ha)	PB forraje ofrecido (%MS)	PB forraje cosechado (%MS)	NDT forraje cosechado (%MS)	relación NDT:PB Forraje cosechado
1000	11.6	16.5	49.0	3.0
1500	10.1	14.0	61.5	4.4
2000	8.6	11.5	69.0	6.0
2300	7.7	10.0	71.1	7.1
2500	7.1	9.0	71.5	7.9
3000	5.6	6.5	69.0	10.6

Derivado del cuadro:

Relación NDT:PB dieta cosechada = $0.0000008 \cdot x^2 + 0.0003 \cdot x + 1.8733$; $r^2 = 0.9989$

donde x = Disponibilidad forraje, Kg MS/ha

Relación NDT:PB dieta cosechada = $0.0943x^2 - 2.8675x + 23.63$; $r^2 = 0.9989$

donde x = PB forraje ofrecido, % MS



Cuadro 4. Balance energía -- proteína de algunos forrajes de Uruguay (adaptado de Mieres 2004).

Alimento	PB (%MS)	NDT (%MS)	Relación NDT:PB
Praderas (mezcla gram. leg.)			
Verano	16,24	63,99	3,9
Otoño	19,25	61,83	3,2
Invierno	19,78	63,62	3,2
Primavera	17,03	62,65	3,7
Verdeos de invierno (avena + raigras)			
Invierno	17,74	63,46	3,6
Otoño	16,64	67,16	4,0
Primavera	14,80	63,68	4,3
Ensilajes y henos de leguminosas			
ensilaje de alfalfa	18,32	51,71	2,8
ensilaje de pradera	13,77	54,63	4,0
heno de alfalfa	18,82	57,03	3,0
heno de pradera	10,13	44,33	4,4
Campo natural			
Verano	8,63	54,73	6,3
Otoño	9,22	55,05	6,0
Invierno	9,15	56,01	6,1
Primavera	10,75	55,91	5,2
Verdeos de verano			
maíz, planta entera, verano	8,83	63,91	7,2
maíz, tallo, verano	3,96	50,85	12,8
maíz, tallo, otoño	2,77	54,35	19,6
sorgo forrajero, verano	8,99	54,99	6,1
sorgo forrajero, otoño	10,93	57,95	5,3
Ensilajes y henos de gramíneas			
ensilaje de maíz, grano pastoso	7,89	64,54	8,2
ensilaje de sorgo forrajero	6,06	58,26	9,6
heno de paja de avena	6,33	52,04	8,2
heno rastrojo sorgo forrajero	4,16	47,80	11,5

Cuadro 5. Nivel de PB necesario para lograr en el forraje una relación PDR:NDT igual a 11%.

NDT del forraje (% MS)	Degradabilidad de la PB del Forraje		
	65%	70%	75%
48	8.1	7.5	7.0
50	8.5	7.9	7.3
52	8.8	8.2	7.6
55	9.3	8.6	8.1
58	9.8	9.1	8.5

(*) Ejemplo (55% NDT, 70% degradabilidad) = $(55 * 0.11) / 0.70 = 8.6\%$ PB.

con dietas altas en forrajes puede ser mejorada con la adición de una fuente rica en energía rápidamente fermentable (ej. granos, melaza, etc) (56). Existe especial interés en el empleo de fuentes de NNP en dietas de rumiantes dado su bajo costo por unidad de nitrógeno (37).

Las proteínas verdaderas normalmente contienen suficiente azufre para cubrir los requerimientos de los microorganismos del rumen, sin embargo, cuando se suplementa con NNP se debe tener especial cuidado con el aporte de azufre, los microorganismos del rumen necesitan una relación nitrógeno : azufre en la dieta de 15 : 1 (3 g de azufre inorgánico cada 100 g de urea) (40, 57). La suplementación proteica es inefectiva si la dieta presenta un déficit de azufre (53, 57).

Nivel de proteína del suplemento: cuando se suplementan forrajes de baja calidad el suplemento debe poseer una relación PDR:NDT al menos suficiente para fermentar efectivamente la materia orgánica del suplemento sin necesidad de recurrir a la PDR del forraje, en consecuencia debe poseer como mínimo una relación PDR:NDT de 12 a 13% (11). Si el suplemento es bajo en proteína, la energía que este aporta exacerba la deficiencia de nitrógeno en rumen e impacta negativamente reduciendo el consumo y la digestibilidad del forraje (6, 13, 55). En la práctica, el suplemento debe poseer más de 25 a 30% PB, con una degradabilidad ruminal mínima de la proteína de 50 a 60% (14, 35, 39).

Nivel de NNP del suplemento: si bien el NNP es menos efectivo que la proteína verdadera en incrementar el consumo de forrajes de baja calidad, a bajo nivel de inclusión en el suplemento existe poca desventaja con respecto a las proteínas verdaderas (11, 29, 37). Clanton (10) en una serie de experimentos con ganado a pastoreo y diferentes niveles de inclusión de NNP al suplemento encontró que la performance animal disminuyó cuando el suplemento contenía más de 3% de urea en comparación con el ganado suplementado solo con proteína verdadera. Cuando el equivalente proteico aportado por la urea no supera el 25 a 30% de la PDR del suplemento (11, 29, 37) la diferencia en evolución de la CC en va-

cas de cría preñadas sería mínima comparado con animales suplementados solo con proteína verdadera. En animales en crecimiento es recomendable que el equivalente proteico aportado por el NNP no supere el 15% de la PDR del suplemento (37). A altos niveles de inclusión de urea (mayor a 45% PDR del suplemento) comienzan a aparecer problemas de palatabilidad y rechazo del suplemento lo cual dificulta lograr que los animales consuman todo el suplemento asignado (11).

Forma física del suplemento: los suplementos en forma de bloque y los de presentación líquida (Ej. melaza + urea) presentan mayor variabilidad individual en el consumo y mayor proporción de animales que no consumen suplemento en comparación con los de presentación seca (harinas, granos, cubos, pellets, etc) por lo cual se torna más difícil lograr que todos los animales consuman la cantidad de suplemento asignado (8). Además los bloques de bajo consumo (consistencia dura) presentan mayor variabilidad individual en el consumo que los de consistencia blanda (8).

NIVEL DE SUPLEMENTACIÓN

Para estimular significativamente el consumo y la digestión de forrajes de baja calidad se deben suministrar pequeñas cantidades de un suplemento de elevado contenido proteico (14, 35, 39, 54). A elevado nivel de suplementación (41, 46) una vez que el suplemento proteico cubre las necesidades de nitrógeno de los microorganismos del rumen actúa como energético lo cual puede ocasionar un efecto contrario al deseado, es decir una sustitución de forraje por suplemento (1, 11, 34, 52, 55). En estas condiciones la posible mejora en la performance se debe al surplus de energía que aporta el suplemento (1, 11). Además diversos trabajos han demostrado que un exceso de proteína en la dieta deprime el consumo de forraje (7, 12, 13, 25, 27). En general como guía práctica se recomienda un nivel de suplementación de 0.1 a 0.3% PV con un suplemento de elevado tenor proteico (> 30% PB) (39). Generalmente existe una respuesta positiva en ganancia de peso vivo cuando el consumo de PB proveniente del suplemento protei-

co supera el 0.05% PV y es siempre positiva cuando supera el 0.1% PV (46).

Cálculo de la cantidad de suplemento a suministrar: con forrajes de mediana a baja calidad (45 a 60% NDT) el objetivo de la suplementación es lograr una dieta con una relación PDR:NDT del 11% (6, 7, 14, 30, 32, 39).

Si representamos con:

$X1$ = consumo de MS de forraje con suplementación (kg o %PV).

$X2$ = consumo de MS de suplemento proteico (kg o %PV).

PDR_f , PDR_s = contenido en PDR del forraje y del suplemento respectivamente (%MS o kg/kgMS).

NDT_f , NDT_s = contenido en NDT del forraje y del suplemento respectivamente (%MS o kg/kgMS).

$[PDR:NDT]$ = relación deseada en la dieta entre el consumo de PDR y el consumo de NDT.

CMS_f = consumo proyectado de MS del forraje (kg o %PV), ej. 1.8 a 2.0% PV en vacas de crías preñadas no lactando, 2.3 a 2.5% PV en vacas de cría en lactación, 2.5% PV en animales en crecimiento (9, 32).

Matemáticamente el objetivo de lograr una determinada relación entre el consumo de PDR y NDT se expresa como:

$$\frac{PDR_f * X1 + PDR_s * X2}{NDT_f * X1 + NDT_s * X2} = [PDR:NDT]$$

Donde además se impone la condición que el consumo de forraje con suplementación sea igual al consumo estimado de forraje:

$$X1 = CMS_f$$

Luego de reducir apropiadamente los términos obtenemos el siguiente sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas:

$$(PDR_f - [PDR:NDT] * NDT_f) * X1 + (PDR_s - [PDR:NDT] * NDT_s) * X2 = 0$$

$$X1 = CMS_f$$

Este sistema de ecuaciones se resuelve por el método tradicional de eliminación de Gauss, o más sencillamente dado su especial configuración reduciéndolo a una única ecuación con una sola incógnita:

$$X2 = CMS_f * F / (-S)$$

Donde:

$$F = (PDR_f - [PDR:NDT] * NDT_f)$$

$$S = (PDR_s - [PDR:NDT] * NDT_s)$$

Si no se cuenta con la degradabilidad de la proteína de los alimentos, otra posibilidad es balancear la dieta en base a la relación NDT:PB (óptimo 4 a 6) (39), con lo cual las ecuaciones anteriores quedarían como:

$$X2 = CMS_f * F / (-S)$$

$$F = (NDT_f - [NDT:PB] * PB_f)$$

$$S = (NDT_s - [NDT:PB] * PB_s)$$

Donde:

PB_f , PB_s = contenido en PB del forraje y del suplemento respectivamente (%MS o kg/kgMS).

$[NDT:PB]$ = relación deseada entre el consumo de NDT y el consumo de PB.

Es importante destacar que la exactitud de la metodología de cálculo propuesta depende de la precisión con la cual se estimen los diferentes parámetros del modelo (Ej. degradabilidad de la proteína, calidad del forraje cosechado, consumo de forraje, etc.).

Ejemplo. Se estima que vacas de cría preñadas consumen el 2% PV de una pastura de alta disponibilidad y de mediana a baja calidad cuando la dieta presenta adecuado nivel de proteína. Si el forraje presenta 50% NDT y 6% PB (70% degradable en rumen, PDR = 4.2%) la relación PDR:NDT es de 8.4% (óptimo 11%) y la relación NDT:PB es de 7.7 (óptimo 4 a 6) lo cual está indicando una deficiencia en nitrógeno haciéndose necesario una suplementación proteica. La cantidad de suplemento (expeller de girasol con 91% MS, 65% NDT, 36% PB, 74% degradabilidad de la proteína = 26.6% PDR) necesario para corregir el déficit proteico de una vaca de cría preñada (395 kg PV) se calcula como:

$$CMS_f = 2\% \text{ PV}$$

$$F = 4.2 - [0.11] * 50 = -1.3$$

$$S = 26.6 - [0.11] * 65 = 19.45$$

$$X2 = 2 * (-1.3) / (-19.45) = 0.13\% \text{ PV} \\ (0.514 \text{ kg MS suplemento})$$

En este ejemplo se debería suministrar en base húmeda 0.565 kg de expeller de girasol/vaca/día (0.514 kg MS / 0.91 = 0.565 kg = 0.14% PV en base húmeda).

Para lograr el máximo consumo de forraje en pastoreo la oferta de pastura por animal debe ser de 2 a 5 veces el máximo consumo esperado de forraje (Hodgson 1990, NRC 1996). Continuando con el ejemplo, si la suplementación es por 60 días, la pastura presenta 2580 kg MS/ha y la oferta deseada es 3 veces superior al consumo voluntario, la carga del potrero se estima como:

$$\text{Oferta} = (2580 \text{ kg MS/ha}) / 60 \text{ días} = 43 \text{ kg MS/ha/día}$$

$$\text{CMSf} = (395 \text{ kg} * 2 \% \text{PV}) / 100 = 7.9 \text{ kg MS/día}$$

$$\text{Demanda} = \text{CMSf} * 3 \text{ veces} = 23.7 \text{ kg MS/día}$$

$$\text{Carga} = \text{Oferta} / \text{Demanda} = 1.84 \text{ vacas/ha}$$

FRECUENCIA EN EL SUMINISTRO DE SUPLEMENTO

Debido a la capacidad de los rumiantes de retener y reciclar el nitrógeno ingerido en la dieta (24), el suministro de su-

plementos proteicos en forma infrecuente generalmente no presentaría desventaja frente al suministro diario cuando se compara a través de la evolución de la ganancia diaria del peso vivo, CC o performance reproductiva (3, 16, 23, 35, 49), pero dada la rápida degradación de las fuentes de NNP, cuando el suplemento posee elevadas cantidades de urea (equivalente proteico aportado por la urea > 15% PDR del suplemento) es conveniente el suministro diario (17, 37).

En general se recomienda suministrar el suplemento proteico diariamente o cada 2 a 3 días (16, 39), por ejemplo si el nivel de suplementación es de 0.5 kg/animal/día y el suministro es cada 3 días, significa que cada 3 días se suministrarán 1.5 kg suplemento/animal (0.5 kg * 3 días = 1.5 kg).

RESPUESTA A LA SUPLEMENTACIÓN PROTEICA

Cuando la proteína es deficiente muchos estudios indican que la suplementación

proteica incrementa el consumo de forraje en un 15 a 45% y algunos estudios han demostrado un incremento de 2 a 5 puntos porcentuales en la digestibilidad del forraje (30), obteniéndose generalmente una eficiencia de conversión de 1.5 a 3 kg de suplemento por kg de ganancia de peso vivo adicional (39, 41). La eficiencia de conversión disminuye a medida que aumenta el nivel de suplementación (41).

Debe quedar claro que la suplementación proteica mejora la performance del ganado alimentado con forrajes de baja calidad principalmente debido a un aumento en el consumo de forraje, si por alguna razón (baja disponibilidad forrajera, adecuado contenido proteico del forraje, alto nivel de suplementación, bajo contenido proteico del suplemento, etc.) el ganado no puede aumentar el consumo de forraje, la suplementación proteica se torna ineficaz y antieconómica (14, 39, 53, 54).

Referencias bibliográficas

1. **Allden, W.** (1981). Energy and protein supplements for grazing livestock. *En:* F. H. W. Morley (Ed.): *Grazing Ruminants*, Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, pp. 289 – 307.
2. **Ayala, W; Bermúdez, R.** (2005). "Estrategias de manejo en campos naturales sobre suelos de lomadas en la región este". *En:* Seminario de actualización técnica en manejo de campo natural, INIA, Serie Técnica 151, pp. 41 – 50.
3. **Beaty, J; Cochran, R; Lintzenich, B; Vanzant, E; Morrill, J; Brandt, R; Johnson, D.** (1994). Effect of frequency of supplementation and protein concentration in supplements on performance and digestion characteristics of beef cattle consuming low-quality forages. *J. Anim. Sci.* 72: 2475 – 2486.
4. **Beck, P; Gunter, S; Gadberry, S.** (2005). *Growing cattle on cool-season annual grasses*, University of Arkansas, Cooperative Extension Service.
5. **Bermúdez, R; Ayala, W.** (2005). "Producción de forraje de un campo natural de la zona de lomadas del este". *En:* Seminario de actualización técnica en manejo de campo natural, INIA, Serie Técnica 151, pp. 33 – 39.
6. **Bodine, T; Purvis, H.** (2003). Effects of supplemental energy and/or degradable intake protein on performance, grazing behavior, intake, digestibility, and fecal and blood indices by beef steers grazed on dormant native tallgrass prairie. *J. Anim. Sci.* 81: 304 – 317.
7. **Bodine, T; Purvis, H; Ackerman, C; Goad, C.** (2000). Effects of supplementing prairie hay with corn and soybean meal on intake, digestion, and ruminal measurements by beef steers. *J. Anim. Sci.* 78: 3144 – 3154.
8. **Bowman, J; Sowell, B.** (1997). Delivery method and supplement consumption by grazing ruminants: A review. *J. Anim. Sci.* 75:543-550.
9. **Burns, J.** (1982). "Integration of grazing to other feed resources". *En:* J. B. Hacker (Ed.), *Nutritional limits to animal production from pasture*. Farnham Royal, UK, Commonwealth Agricultural Bureaux, pp 455-471.
10. **Clanton, D. C.** (1978). Non-protein nitrogen in range supplements. *J. Anim. Sci.* 47 :765-779.
11. **Cochran, R; Koster, H; Olson, K; Heldt, J; Mathis, C; Woods, B.** (1998). Supplemental protein sources for grazing beef cattle, Proc. 9th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium, University of Florida, Gainesville.
12. **Del Curto, T; Cochran, R; Corah, A; Beharka, A; Vanzant, E; Johnson, D.** (1990b). Supplementation of dormant tallgrass-prairie forage: II. Performance and forage utilization characteristics in grazing beef cattle receiving supplements of different protein concentration. *J. Anim. Sci.* 68: 532 – 542.
13. **Del Curto, T; Cochran, R; Harmon, D; Beharka, A; Jacques, K; Towne, G; Vanzant, E.** (1990a). Supplementation of dormant tallgrass-prairie forage: I. Influence of varying supplemental protein and

- (or) energy levels on forage utilization characteristics of beef steers in confinement. *J. Anim. Sci.* 68: 515 – 531.
14. **Del Curto, T; Hess, B; Huston, J; Olson, K.** (2000). Optimum supplementation strategies for beef cattle consuming low-quality roughages in the western United States, *Proc. of Am. Soc. of Anim. Sci.* 1999.
 15. **Dolberg, F; Finlayson, P.** (1995). Treated straw for beef production in China. *World Animal Review* 82 (1):14.
 16. **Farmer, C; Cochran, R; Simms, D; Klevesahl, E; Wichersahm, T; Johnson, D.** (2001). The effects of several supplementation frequencies on forage use and the performance of beef cattle consuming dormant tallgrass prairie forage. *J. Anim. Sci.* 79: 2276 – 2285.
 17. **Farmer, C; Woods, B; Cochran, R; Heldt, J; Mathis, C; Olson, K; Titgemeyer, E; Wickersham, T.** (2004). Effect of supplementation frequency and supplemental urea level on dormant tallgrass-prairie hay intake and digestion by beef steers and prepartum performance of beef cows grazing dormant tallgrass-prairie. *J. Anim. Sci.* 82: 884 – 894.
 18. **Galyean, M.; y Goetsch, A.** (1993). Utilization of forage fiber by ruminants. *En:* H. G. Jung, D. R. Buxton, R. D. Hatfield, y J. Ralph (Ed.) *Forage cell wall structure and digestibility*, ASA-CSSA-SSSA, Madison, pp. 33-71.
 19. **Hammond, A.** (1992). Use of blood urea nitrogen concentration to guide protein supplementation in cattle, *Proc. 3rd Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium*, University of Florida, Gainesville.
 20. **Hammond, A.** (1997).: Update on BUN and MUN as a guide for protein supplementation in cattle, *Proc. 8th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium*, University of Florida, Gainesville.
 21. **Heldt, J; Cochran, R; Mathis, C; Woods, B; Olson, K; Titgemeyer, E; Nagaraja, T; Vanzant, E; Johnson, D.** (1999). Effects of level and source of carbohydrate and level of degradable intake protein on intake and digestion of low-quality tallgrass-prairie hay by beef steers. *J. Anim. Sci.* 77: 2846 – 2854.
 22. **Hodgson, J.** (1990).: "Grazing management. Science into Practice", Longman Handbooks in Agriculture, 201 p.
 23. **Holechek, J; Herbel, C.** (1986). Supplementing range livestock, *Rangelands* 8:29-33.
 24. **Huntington, G; Archibeque, S.** (2000). Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants, *Proc. of Am. Soc. of Anim. Sci.* 1999.
 25. **Klevesahl, E; Cochran, R; Titgemeyer, E; Wickersham, T; Farmer, C; Arroquy, J; Johnson, D.** (2003). Effect of a wide range in the ratio of supplemental rumen degradable protein to starch on utilization of low-quality, grass hay by beef steers. *Anim. Feed Sci. Technol.* 105: 5 – 20.
 26. **Klopfenstein, T.** (1993). Strategies for predicting the first limitin nutrient for grazing cattle. *Proc. 4th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium*, University of Florida, Gainesville.
 27. **Koster, H; Cochran, R; Titgemeyer, E; Vanzant, E; Abdelgadir, I; St-Jean, G.** (1996). Effect of increasing degradable intake protein on intake and digestion of low-quality, tallgrass-prairie forage by beef cows. *J. Anim. Sci.* 74:2473 – 2481.
 28. **Koster, H; Cochran, R; Titgemeyer, E; Vanzant, E; Nagaraja, T; Kreikemeier, K; St. Jean, G.** (1997). Effect of increasing proportion of supplemental nitrogen from urea on intake and utilization of low-quality, tallgrass-prairie forage by beef steers. *J. Anim. Sci.* 75:1393 – 1399.
 29. **Koster, H; Woods, B; Cochran, R; Vanzant, E; Titgemeyer, E; Grieger, D; Olson, K; Stokka, G.** (2002): Effect of increasing proportion of supplemental N from urea in prepartum supplements on range beef cow performance and on forage intake and digestibility by steers fed low-quality forage. *J. Anim. Sci.* 80: 1652 – 1662.
 30. **Kunkle, W; Bates, D.** (1998). Evaluating feed purchasing options: energy, protein, and mineral supplements, *Proc. of the 47th Annual Florida Beef Cattle Short Course*, University of Florida, Gainesville.
 31. **Kunkle, W; Johns, J.; Poore, M; Herd, D.** (2000). Designing supplementation programs for beef cattle fed forage – bases diets, *Proc. of Am. Soc. of Anim. Sci.* 1999.
 32. **Lardy, G; Adams, D; Klopfenstein, T; Patterson, H.** (2004). Building beef cow nutritional programs with the 1996 NRC beef cattle requirements model. *J. Anim. Sci.* 82 (E. Suppl.): E83 – E92.
 33. **Leng, R. ; Jessop, N.; Kanjanapruthipong, J.** (1993). Control of feed intake and the efficiency of utilisation of feed by ruminants. *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia*, 12:70 – 88.
 34. **Matejovsky, K; Sanson, D.** (1995). Intake and digestion of low-, medium-, and high-quality grass hays by lambs receiving increasing levels of corn supplementation. *J. Anim. Sci.* 73: 2156 – 2163.
 35. **Mathis, C.** (2003). Protein and energy supplementation to beef cows grazing New Mexico rangelands, *New Mexico State University, College of Agriculture and Home Economics, Circular* 564.
 36. **Mathis, C; Cochran, R; Heldt, J; Woods, B; Abdelgadir, I; Olson, K; Titgemeyer, E; Vanzant, E.** (2000). Effects of supplemental degradable intake protein on utilization of medium- to low-quality forages. *J. Anim. Sci.* 78:224 – 232.

37. **Mathis, C; Sawyer, J; Waterman, R.** (2003). Urea in range cattle supplements, New Mexico State University, College of Agriculture and Home Economics, Circular 583.
38. **McCollum, F; Galyean, M.** (1985). Influence of cottonseed meal supplementation on voluntary intake, rumen fermentation and rate of passage of prairie hay in beef steers. *J. Anim. Sci.* 60: 570 – 577.
39. **McCollum, T.** (1997). Supplementation strategies for beef cattle, Texas A & M University System, Texas Agric. Ext. Service, Publ. B – 6067.
40. **McDowell, L. R.** (1992). Minerals in animal and human nutrition, Academic Press, pp. 524.
41. **McLennan, S. ; Poppi, D. ; Gulbransen, B.** (1995). Supplementation to increase growth rates of cattle in the tropics-protein or energy. *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia*, p. 89 – 96.
42. **Mieres, J.** (2004). Guía para la alimentación de rumiantes, 3ra. Edición, INIA, Serie Técnica 142.
43. **Montossi, F; Pigurina, G; Santamarina, I; Berretta, E.** (2000). “Selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistemas ganaderos: teoría y práctica”. INIA, Serie Técnica Nro. 113.
44. **Moore, J.** (1992). Matching protein and energy supplements to forage quality. *Proc. 3rd Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium*, University of Florida, Gainesville.
45. **Moore, J; Bowman, J; Kunkle, W.** (1996). Liquid vs. Dry supplements for grazing beef cattle. *Proc. 7th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium*, University of Florida, Gainesville.
46. **Moore, J; Brant, M; Kunkle, W; Hopkins, D.** (1999). Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility, and animal performance, *J. Anim. Sci.* 77(Suppl. 2):122-135.
47. **Moore, J; Kunkle, W.** (1995). Improving forage supplementation programs for beef cattle, *Proc. 6th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium*, University of Florida, Gainesville.
48. **NRC** (1996). Nutrient requirements of beef cattle. 7th Revised Edition, National Academy Press, 242 p.
49. **Porath, M; Males, J.** (2004). Supplements and supplementation strategies. *En: D. Bohnert, S. Felley, C. Parsons, R. White (Ed.): Beef Cattle Nutrition WorkBook*, Oregon State University, EM 8883 – E, pp. 49 – 56.
50. **Repetto, J.; Cajarville, C.; D’Alessandro, J.; Curbelo, A.; Soto, C.; Garín, D.** (2005). Effect of wilting and ensiling on ruminal degradability of temperate grass and legume mixtures, *Anim. Res.* 54:73–80.
51. **Saldaña, S.** (2005). “Manejo del pastoreo en campos naturales sobre suelos medios de basalto y suelos arenosos de cretácico”. *En: Seminario de actualización técnica en manejo de campo natural*, INIA, Serie Técnica 151, pp. 75 – 84.
52. **Sanson, D.** (1993). Effects of increasing levels of corn or beet pulp on utilization of low-quality creste wheatgrass hay by lambs and in vitro dry matter disappearance of forages. *J. Anim. Sci.* 71: 1615 – 1622.
53. **Siebert, B; Hunter, R.** (1982). “Supplementary feeding of grazing animals”. *En: J. B. Hacker (Ed.), Nutritional limits to animal production from pasture*. Farnham Royal, UK, Commonwealth Agricultural Bureaux, pp 409-426.
54. **Sprinkle, J.** (2000). Protein supplementation, The University of Arizona, Cooperative Extension.
55. **Stafford, S; Cochran, R; Vanzant, E; Fritz, J.** (1996). Evaluation of the potential of supplements to substitute for low-quality, tallgrass-prairie forage. *J. Anim. Sci.* 74: 639 – 647.
56. **Stanton, T.** (1998). Urea and NPN for cattle and sheep, Colorado State University, Cooperative Extension, Bull. No. 1608.
57. **Underwood, E.; Suttle, N.** (1999). The mineral nutrition of livestock, 3rd. Edition, CAB International, pp. 614.