

---

# Beneficios de los Suplementos Proteínados para la Ganadería Tropical en Pastoreo

---

## **José Manuel Correia de Simas**

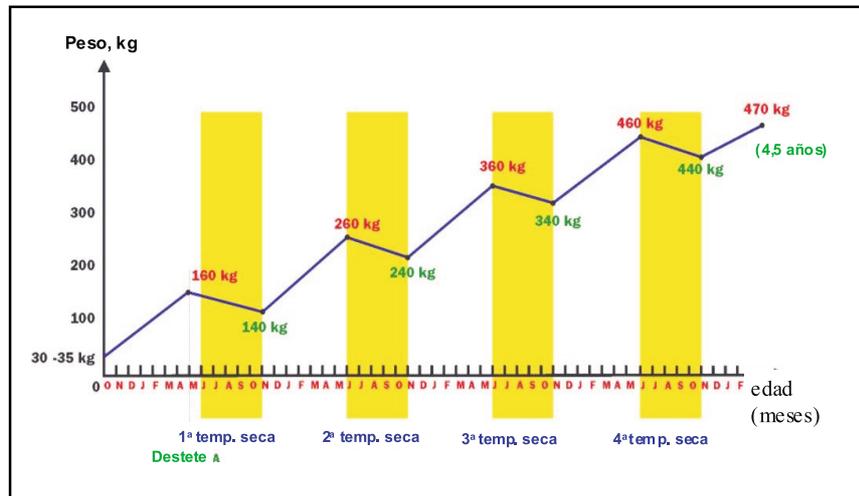
Zootecnista, Universidad Federal de Lavras, Brasil.  
MSc. y PhD en Ciencia Animal – Nutrición de Rumiantes,  
Universidad de Arizona, USA.  
Profesor Asistente Universidad Sao Paulo Brasil.  
Técnico de Ganadería, Empresa Elanco, Brasil.  
Gerente de Mercadeo Internacional de Ganadería, Elanco, USA.

**Brasil**

## Introducción

Del 55 al 60% de la población bovina en el mundo se cría en el trópico (entre 20°N y 20°S de latitud) y la más importante fuente de nutrientes para estos animales son los forrajes tropicales (C4). La producción forrajera en los trópicos se concentra en los meses de mayor pluviosidad, lo que representa del 70 al 80% del total de la material seca (MS) producida anualmente. El restante 20 a 30% de la MS es producido durante los 4 a 6 meses de la temporada seca. El crecimiento animal en estas pasturas refleja la disponibilidad de la pastura, con ganancias promedio diarias (GPD) razonables durante la temporada lluviosa y GPD sub-óptimas o hasta con pérdida de peso durante la temporada seca (Figura 1). El bajo desempeño durante la temporada seca es una consecuencia de la menor calidad y cantidad del forraje disponible. Por esto, la calidad y disponibilidad de forraje determina el ciclo de ganancia de peso de ganado de carne criado con forrajes tropicales. No es extraño que un animal tenga más de 48 meses de edad al sacrificio (450-480 kg de peso vivo).

**Gráfica 1**  
**Curva tradicional de crecimiento de animales de carne en regiones tropicales**



Un manejo apropiado de la pastura puede mejorar la disponibilidad de forraje durante la época seca; sin embargo la baja calidad de la pastura seguirá limitando el desempeño animal durante este período.

Básicamente hay dos estrategias que se usan para impactar el patrón de desempeño en la producción de carne. El objetivo de la primera estrategia es mejorar la actividad microbiana ruminal y la digestibilidad de la fibra durante la época seca. La otra estrategia es maximizar la GPD durante la época lluviosa. Ambas pueden usarse para disminuir la edad al sacrificio e incrementar la rentabilidad de los sistemas de producción de carne con pasturas tropicales (Boin and Tedeschi, 1997). Si el objetivo es prevenir la variación estacional en la ganancia de peso, el momento más apropiado del año para suplementar es la época seca. La proteína es el nutriente más limitante durante este período y se requiere para una adecuada actividad bacteriana en el rumen, digestibilidad de la fibra y consumo de forraje (Egan y Doyle, 1985).

## 1. Forrajes Tropicales (C4)

Los forrajes C4, de clima tropical, se diferencian de los forrajes C3 de climas templados en la ruta metabólica que utilizan para asimilar  $\text{CO}_2$ . La enzima que fija el  $\text{CO}_2$  (Ribulosa bifosfato carboxilasa/oxigenasa, Rubisco) añade el  $\text{CO}_2$  al azúcar de 5 carbonos ribulosa bifosfato. El azúcar resultante de 6 carbonos se fragmenta en dos moléculas de un compuesto de 3 carbonos (fosfoglicerato) en el mesófilo. El fosfoglicerato es luego utilizado para sintetizar glucosa. En las plantas C4, la forma principal de



capturar el  $\text{CO}_2$  es dentro de un compuesto de 4 carbonos (oxalacetato) en la capa celular del mesófilo. El oxalacetato luego es convertido a malato, del cual posteriormente se separa el  $\text{CO}_2$ . Este  $\text{CO}_2$  luego es movilizado dentro de las células de los haces de parénquima, lo que permite que la enzima Rubisco esté súper-saturada con  $\text{CO}_2$  (10 a 15 veces más alto que en el mesófilo). Estas células de los haces de parénquima están en la parte interior de la hoja, por lo que el oxígeno atmosférico no puede difundir fácilmente a ellas. Manteniendo la enzima Rubisco saturada con  $\text{CO}_2$  y manteniendo la concentración de  $\text{O}_2$  baja, se reduce la foto respiración. Esto previene la pérdida de energía acumulada, que se presenta en las plantas C3 cuando la temperatura excede los 30 °C. En general, las especies C4 son altamente efectivas en el uso tanto del agua como del nitrógeno. Las plantas C4 tienen unas mayores tasas de crecimiento y capacidad de producción; sin embargo, son nutricionalmente inferiores debido a que poseen un mayor contenido de pared celular y menores niveles de proteína (Van Soest, 1982). Esto se debe a que las plantas C4 son más eficientes en obtener  $\text{CO}_2$  del ambiente y por lo tanto, tienen menores concentraciones de Rubisco en los tejidos fotosintéticamente activos. Rubisco representa un gran porcentaje de la proteína en las células de la planta. Cuando la cantidad de Rubisco presente es menor, se reduce el contenido de proteína en la planta.

## 2. Estrategias para la Suplementación de Ganado de Carne

La mayoría de los suplementos contienen proteína y energía, y ambos afectan la utilización del forraje. La respuesta de los animales a los suplementos depende de la composición del suplemento, la cantidad de suplemento suministrado y la calidad del forraje siendo suplementado. De acuerdo con Boin (2001a) tres factores determinan el potencial para mejorar el desempeño del ganado al suplementar proteína y/o energía:

- Valor nutricional del forraje disponible que es consumido.
- Requerimientos de los microbios ruminales.
- Requerimientos del animal en los diferentes niveles de desempeño.

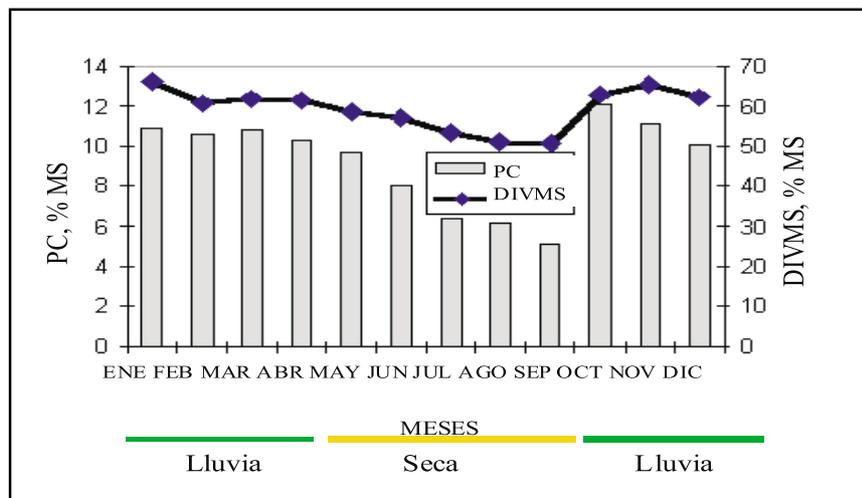
### Calidad de forraje

El potencial de las pasturas para promover una ganancia de peso depende de una compleja interacción de la planta, condiciones ambientales, valor nutricional de la planta (composición, digestibilidad) y la cantidad de materia seca consumida (disponibilidad, tasa de pastoreo). El potencial del animal para ganar peso es una función de su edad, estado de salud, sexo y genética. La expresión de este potencial está a veces limitado por el ambiente en el que el animal se cría. El consumo de la pastura está relacio-

nado con su digestibilidad y tasa de pasaje a través del rumen, y ambos están limitados por la calidad del forraje. La calidad del forraje, por lo tanto, limita el consumo total de nutrientes y a su vez el desempeño animal (Boin 2001a).

La máxima madurez de la planta coincide con el inicio de la temporada seca. A medida que la planta madura, el contenido de fibra aumenta y el de proteína disminuye, lo que conlleva a una disminución en la digestibilidad y en el consumo (Gráfica 2).

**Gráfica 2**  
**Brachiaria Decumbens - PC y DIVMS**



Varios factores afectan la calidad nutricional de los forrajes consumidos: Estado fisiológico, disponibilidad del forraje y fertilidad del suelo.

Al aumentar la madurez de la planta la concentración de hemicelulosa, celulosa, lignina y la lignificación de las paredes celulares se incrementa. Este aumento en los componentes estructurales reduce la proporción de los más altamente digestibles, no estructurales, contenidos celulares. La hemicelulosa es la fracción de la pared celular más afectada por la lignificación; los forrajes tropicales tienen un nivel más bajo de contenido celular soluble y la hemicelulosa representa una mayor proporción de la materia orgánica fermentable en el rumen. Esto explica en parte, porque los forrajes tropicales pierden más calidad al madurar que los forrajes templados (Balsalobre, 2001b).

Debido a que los forrajes C4 inherentemente tienen una menor concentración de proteína cruda (PC) y tienen una pérdida de calidad más pronunciada (disminución de PC) al madurar que los forrajes C3, la



suplementación en forrajes tropicales tiene un mayor impacto en la utilización del forraje que la suplementación en pasturas templadas. La suplementación con PC a animales consumiendo forrajes conteniendo menos del 7% de PC resulta en un aumento del consumo de materia seca (MS) debido a mayores digestibilidades de la fibra y tasas de pasaje, lo que permite un aumento en el consumo total de energía por parte del animal (McCollum III and Horn, 1989; Elliot and Topps, 1963; Grant, 1979; Galyean, 1987; Krysl and Hess, 1993).

### **Disponibilidad de forraje**

La calidad nutricional de los forrajes se puede afectar por las prácticas de manejo que se utilicen. Altos niveles de pastura residual permiten mejores ganancias de peso, pero también conllevan a pérdidas mayores de forraje. La cantidad óptima de residuo en una pradera pastoreada proporcionará un buen desempeño animal al igual que una eficiente utilización de la pastura (Balsalobre 2001c). Un animal en pastoreo aumentará su consumo de forraje al incrementar la disponibilidad de forraje hasta 2000 kg de MS/hectárea. Para alcanzar óptimos desempeños animales y utilidades de la pastura, el forraje disponible debe estar alrededor del 6% del peso corporal.

Se puede manipular la cantidad de pastura disponible durante la temporada seca, al evitar estratégicamente el pastoreo luego del período de crecimiento activo del pasto y al permitir que la MS del forraje permanezca en pie, de tal modo que pueda servir como una reserva para ser usada posteriormente como fuente de energía durante la época seca. El forraje perderá calidad, pero teniendo la posibilidad de suplementación esta práctica de manejo reduce la fluctuación en la disponibilidad de forraje, al igual que la fluctuación en la capacidad de carga animal.

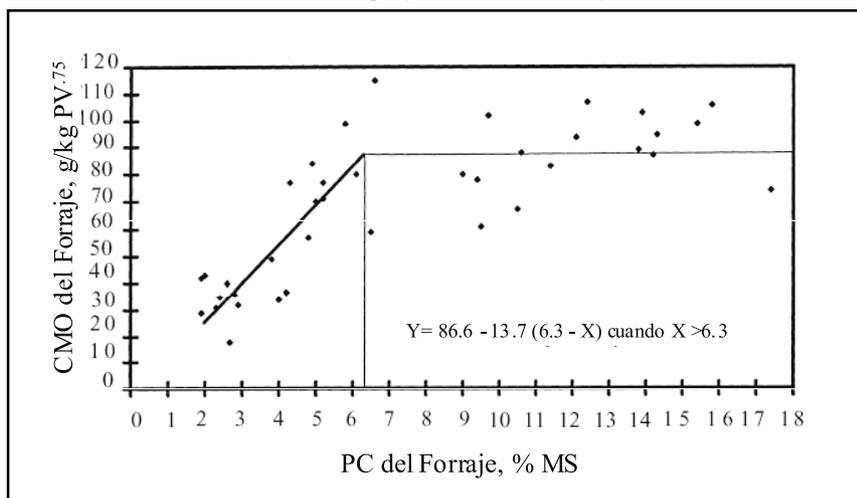
### **Consumo de forraje**

La interacción entre el forraje, los microorganismos del rumen y el tracto gastrointestinal (TGI) determinará el potencial de utilización del forraje. Un objetivo primario de cualquier programa nutricional es alcanzar un consumo máximo de MS. Esto se logra mediante un apropiado balance entre degradabilidad de la energía y proteína. Un consumo máximo de MS requiere una máxima capacidad en la digestión microbiana de la fibra. La digestibilidad de la fibra es un determinante clave del consumo de MS. Una vez que la fibra está en el rumen, sólo abandonará el rumen ya sea por digestión o por su tránsito al tracto digestivo inferior. La fibra indigestible ocupa espacio en el rumen, y por lo tanto impedirá que el animal consuma más forraje (Thiago and Gill, 1990).

El consumo de MS está controlado por la tasa de digestión y de pasaje. Los forrajes tropicales contienen bajos niveles de carbohidratos no fibrosos (CNF). A pesar de que en los forrajes de baja calidad

existe poca energía disponible, la falta de proteína degradable en el rumen es el factor limitante para alcanzar altos niveles de consumo (Heldt et al. 1997) (gráfica 3). Una disminución en la digestibilidad de la fibra también resulta en una menor producción de ácidos grasos volátiles, que son la más importante fuente de energía para los rumiantes (Van Soest, 1982).

**Gráfica 3**  
**Relación de la PC del forraje con el consumo de materia orgánica del forraje (Cochran, 1995)**



## Requerimientos Nutricionales de las Bacterias del Rumen

El número y la actividad metabólica de las bacterias que degradan la fibra tiene un efecto directo en la tasa y en el grado de digestión de los forrajes. Para maximizar el número y la actividad metabólica de estos organismos, sus requerimientos nutricionales deben ser suplidos. Una degradación de la fibra rápida y más completa tendrá un impacto positivo en el consumo de forraje resultando en una cantidad total mayor de energía disponible para el animal. En la mayoría de las ocasiones, los requerimientos para el mantenimiento del animal se suplen, con la excepción de cobalto, azufre y proteína de consumo degradable (PCD) (Boin 2001a).

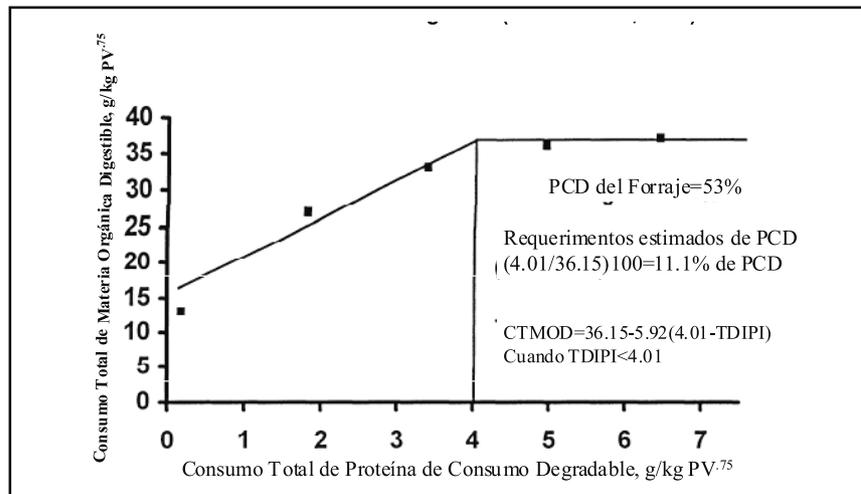
El National Research Council (NRC, 1996), ha propuesto que para una máxima eficiencia en el crecimiento microbial, la PCD debe corresponder al 13% de los nutrientes digestibles totales (NDT). Esta relación es similar a la propuesta por el Agricultural and Food Research Council (AFRC, 1992) para animales en mantenimiento. El Agricultural Research Council (ARC, 1980) propuso un promedio de 30

g de N microbial/kg de materia orgánica (MO) aparentemente digerida. Si el 65% de la MO es aparentemente digerida en el rumen, el requerimiento sería de 19g de N microbial/kg de MO digerida en el rumen. Expresando esto como unidades de proteína microbial por 100 g de MO digestible, el estimado sería de 12.2%. Koster et al (1994) estimaron los requerimientos de proteína degradable en el rumen (PDR) para maximizar el consumo de MO degradable y encontraron, que si se consideraba la degradabilidad de la PC de los forrajes en un 53%, el requerimiento de PDR era del 11.1% de la MO degradable en el rumen (Gráfica 4). Los requerimientos para una máxima eficiencia de crecimiento microbial son consistentes en los diferentes modelos nutricionales.

La proteína microbial es la fuente más importante de proteína para el animal huésped y su composición de aminoácidos es de alto valor biológico, teniendo relaciones similares a aquellas encontradas, por ejemplo, en músculo y leche (Van Soest, 1982).

El objetivo primario de cualquier estrategia de suplementación debe ser el de suplir la deficiencia nutricional que los forrajes puedan tener, para permitir un crecimiento microbial máximo.

**Gráfica 4**  
**Relación del consumo total de proteína de consumo degradable (PCD)**  
**con el consumo total de materia orgánica (Koster et al., 1994)**



## Suplementación proteica

La PC se determina por concentración de N X 6.25. Esta fracción está compuesta por varios compuestos nitrogenados: Nitrógeno no protéico (NNP) y proteína verdadera (PV), los cuales pueden ser usados



por los microbios del rumen para sintetizar proteína, y N ligado a la fibra, expresado como nitrógeno insoluble en ácido detergente (NIAD), el cual no es disponible para ser usado por los microbios.

En nutrición de rumiantes las fracciones de NNP y de PV se pueden dividir en proteína degradable en el rumen (PDR) y proteína no degradable en el rumen (PNDR). Todo el NNP y una fracción de la PV conforman PDR, mientras que PNDR sólo está representada por una fracción de la PV de la dieta.

Los animales tienen requerimientos de proteína metabolizable (PM) en el intestino, la cual, luego de la digestión, será absorbida por el animal como aminoácidos y péptidos. La PM es el resultado de la proteína microbiana sintetizada en el rumen y de la PNDR.

Las bacterias que digieren la fibra tienen requerimientos de amonio y de esqueletos carbonados para su crecimiento; estos esqueletos carbonados se pueden suministrar como carbohidratos e isoácidos.

En resumen, para una mejor digestión de la fibra y consumo, la fermentación microbiana en el rumen se debe maximizar. Los requerimientos microbianos deben ser llenados para que esto ocurra. El nutriente más importante que limita el crecimiento microbiano en los forrajes tropicales, especialmente en la época seca, es PDR.

### **Suplementación con proteína degradable en el rumen**

A partir de NRC (1996), AFRC (1992) y ARC (1980) los requerimientos de PDR para alcanzar una óptima fermentación microbiana en el rumen y digestión de fibra es:

$$\%PDR = \% NDT \times 0.125 \text{ (extracto etéreo } < 3\%)$$

Una mayor disponibilidad de energía en el rumen requiere más proteína degradable para una actividad máxima de las bacterias. Deficiencias en PDR disminuirán tanto la tasa como el grado de digestibilidad ruminal de la MS, lo cual conducirá a una disminución en el consumo de MS. Un consumo bajo de PDR disminuye el valor nutricional potencial del forraje. La respuesta esperada de la suplementación de PDR es un mayor consumo de pastura.

### **Fuentes de proteína degradable en el rumen**

La urea es la fuente más económica y más comúnmente usada de PDR. Es una fuente de amonio, que es utilizada principalmente por los microbios que digieren la fibra. El mayor problema asociado con el



uso de úrea como única fuente de PDR es la rapidez con la cual libera el amonio luego de la ingestión. En este punto, la eficiencia de la síntesis de proteína microbial está limitada en dietas altas en fibra.

La PDR de fuentes vegetales de proteína son mejores para suplir los requerimientos microbiales, debido a una mejor distribución de la PDR a lo largo del día y a unas necesidades específicas de algunas bacterias para aminoácidos y péptidos como factores de crecimiento. Las fuentes más importantes de PDR son torta de soya, torta de algodón, torta de girasol y torta de canola. La soya integral no debe usarse en suplementos con úrea debido a la actividad de la ureasa, la cual acelera aún más la liberación de amonio (Boin 2001b).

A manera de guía, la úrea no debe representar más del 75% del total de PDR en un suplemento.

**Cuadro 1**  
**Efecto del incremento en la proporción de PCD de úrea, sobre el consumo y digestión en vacas de carne alimentadas con un forraje alto de pradera en dormancia (Koster et al., 1995)**

Ítem	% de la PCD Suplementada como Urea					
	0	25	50	75	100	SEM
Consumo MO Forraje, g/kg PV <sup>75</sup>	54,6	53,9	51,5	51,6	50,8	2,8
Digestión de MO Ruminal Verdadera	58,7	57,5	58,0	58,9	50,3	1,4
Consumo MO Digestible, g/kg PV <sup>75</sup>	31,5	30,7	31,8	30,0	26,6	1,3

Cochran et al. (1998) también recomiendan que los niveles de úrea no representen más del 25% del total de PDR consumida.

Al formular suplementos proteicos, existe una tendencia a sobreutilizar úrea debido a su bajo costo. Una relación máxima de 210g de PC por kg de materia orgánica digestible en la dieta fue propuesta por Poppi y MacLennan (1995), para indicar el máximo nivel para prevenir pérdidas de amonio en el rumen. La proteína en exceso es convertida a amonio en el rumen, absorbido a través de la pared ruminal y detoxificado en úrea en el hígado. Este proceso es costoso en términos de energía, por lo que niveles excesivos de amonio en el rumen deben evitarse. El NRC de 1996 calcula el costo energético de convertir amonio en úrea así: Costo (Mcal/día) =  $[0.012 * N (g/d) / 0.45]$ , por ejemplo, 100 g de exceso de N cuestan 2.66 Mcal de energía por día (equivalente a 2 kg de MS de forraje).



### 3. Consideraciones Prácticas y Respuestas Esperadas

#### a. Suplementación proteica:

Durante la temporada seca es cuando existe la mayor necesidad para suplementación proteica; sin embargo, algunos grupos de animales se pueden beneficiar de la suplementación durante la temporada lluviosa.

#### Temporada seca

Para que la suplementación proteica durante la temporada seca sea efectiva, la disponibilidad de pastura no puede ser limitante. El nivel adecuado de disponibilidad de forraje está entre 8 al 10% del peso corporal. Otro importante requerimiento es que el forraje consumido sea deficiente en PC (Boin 2001c). En sistemas de manejo que reservan pasturas durante la temporada lluviosa, para ser empleadas durante la temporada seca, la deficiencia en PC es una constante y todo tipo de animal se debe beneficiar de la suplementación con PDR (Boin, 2001c). En general, 7% de PC en la MS del forraje es el nivel que determina la necesidad de PDR para un suplemento.

#### Vacas

Las vacas usualmente tienen menores requerimientos que los animales en crecimiento. Con una adecuada condición corporal (5 en la escala de 1 a 9) y con tasas de preñez de 80%, se recomienda la inclusión de úrea (20 a 30g) en el suplemento de sal mineralizada como única fuente de PDR. Para vacas con menor condición corporal se requiere algo de proteína verdadera para aumentar la PDR, los productos deben contener 40 a 50% de PC, y el consumo esperado estará entre 0.5 a 1 g/kg de peso corporal. Vacas más jóvenes (< 4 años) y novillas preñadas, debido a sus requerimientos para crecimiento, deben suplementarse a razón de 0.7 a 1 g/kg de peso corporal, y durante un mayor período (Boin 2001c).

#### Toros/novillos

**Cuadro 2**  
**Consumo esperado y desempeño animal de toros/novillos suplementados durante la temporada seca con suplementos proteicos**

Categoría	% de PC del suplemento	Consumo del suplemento g/kg de PV	Respuesta g de ganancia de peso/g de suplemento
Destetos	40-50	0.5-1.0	0.5-1.0
Crecimiento	40-50	0.8-1.2	0.4-0.6
Acabado	40-50	0.5-0.8	0.3-0.5

Adaptada de Boin, 2001d



## Temporada lluviosa

La suplementación proteica durante la temporada lluviosa también puede ser benéfica cuando:

- El forraje consumido es deficiente en PDR
- Hay deficiencia de proteína metabolizable luego de suplementar con PDR
- Hay deficiencia de aminoácidos a nivel celular

El primer caso es comúnmente observado en pasturas de Braquiaria sin fertilizar, en suelos de baja fertilidad con bajos niveles de materia orgánica, que se manejan buscando una acumulación de forraje, a ser empleado en la temporada seca. Forrajes tropicales fertilizados con nitrógeno y con un manejo de pastoreo rotacional apropiado pueden beneficiarse cuando la respuesta a la fertilización nitrogenada ocurre al inicio del rebrote; los terneros lactantes y los animales en crecimiento tendrán la mejor respuesta (Boin, 2001c).

El segundo caso ocurre cuando la PM (proteína microbial verdadera más proteína de la dieta no degradada en el rumen) no es suficiente en cantidad o en perfil de aminoácidos para suplir los requerimientos celulares al nivel deseado de desempeño. En forrajes tropicales con buen manejo y fertilizados, y con animales con un gran potencial de crecimiento (p. ej. terneros al destete y toros en crecimiento) existiría la necesidad de un suplemento protéico de baja degradabilidad ruminal (Boin, 2001c).

### Cuadro 3

#### Consumo esperado y desempeño animal de animales lactantes y en crecimiento suplementados durante la temporada lluviosa con suplementos proteicos

Categoría	% de PC del Suplemento	Consumo del Suplemento g/kg de PV	Respuesta g de ganancia de peso/g de suplemento.
Lactantes	30-35	1-2	0.5-0.7
Crecimiento	30-35	1-2	0.3-0.5

Adaptada de Boin, 2001d

#### b. Suplementación energética:

En todos los suplementos proteicos que contienen una fuente de proteína verdadera, algo de energía se le suministra al animal; sin embargo, la cantidad de energía en estos suplementos no es significativa en relación con las necesidades del animal. Una porción significativa de la energía adicional que el animal consume provendrá del mayor consumo de pastura.



La estrategia de suplementación energética requiere de altos niveles de energía proveniente de granos para aumentar la cantidad total de energía disponible por encima de aquel máximo consumo potencial de energía de la pastura. Debido a que en general, los suplementos energéticos no promueven un mayor consumo de forraje, la energía adicional siendo consumida por el animal proviene únicamente del suplemento. Estos suplementos no son formulados para que su consumo se autolimita, ya que los consumos son usualmente tan altos que la sal ya no funciona como un depresor de consumo. Generalmente, los suplementos energéticos son ofrecidos diariamente en la cantidad promedio apropiada y se hacen disponibles a todos los animales al mismo tiempo con suficiente espacio de comedero, de tal forma que todos los animales tengan acceso al suplemento al mismo tiempo. Esto reduce la competencia y el riesgo de sobre o subconsumo (Boin, 2001d).

Los beneficios económicos de la suplementación energética se relacionan frecuentemente con la estructura del sistema productivo, el manejo y las metas. En general, el costo de la ganancia de peso adicional por los altos niveles del concentrado consumido no se ha demostrado que sea rentable.

Según Boin (2001d), existen 3 objetivos en la suplementación energética:

- a. Para animales en crecimiento, para los cuales se tiene un peso esperado al final de la temporada, la suplementación no debe generar ganancias de peso por encima del desempeño esperado, una vez que retornen exclusivamente al pastoreo debido a costos. Esta estrategia debe emplearse ya sea en la temporada seca o lluviosa. Niveles de suplementación entre 0.5 a 1% del PV representan una alta inversión; grupos animales de 400 a 500kg pueden consumir en promedio 4 a 5kg de concentrado, lo cual puede representar 1 a 1.5 dólares de Estados Unidos en inversión por animal por día.
- b. Para mejorar el desempeño animal y finalizar la ceba antes de terminar el período de lluvias, de manera que el animal no tenga que pasar por otra temporada “seca”.
- c. Para incrementar la cantidad de animales por unidad de área, con disponibilidad forrajera limitada, lo cual aumentará la producción por área.

## Temporada seca

**Cuadro 4**  
**Consumo esperado y desempeño animal de ganado de carne suplementados durante la temporada seca con suplementos energéticos**

Categoría	Suplemento	Consumo de Suplemento g/kg de PV	Respuesta g de ganancia de peso/g de suplemento
Lactante	Concentrado- “Creep Feeding”	En aumento	0.2
Crecimiento	20-30% PC	3-5	0.2-0.3
Finalización > 300 kg PV	20-30% PC	5-8	0.12-0.15
Finalización > 400 kg PV	16-20% PC	10-12	0.15-0.18

Adaptado de Boin, 2001d



## Temporada lluviosa

Debido a la mayor calidad del forraje en la temporada lluviosa, generalmente no hay necesidad de suplementación protéica. La suplementación energética debe usarse estratégicamente, ya que el potencial para una ganancia de peso adicional es limitado. El efecto de sustitución es probablemente el factor más importante que limita la respuesta. El uso estratégico de suplementos energéticos puede ser al comienzo de la temporada lluviosa para permitir que las pasturas en la finca se recuperen de la temporada seca, o al final de la temporada lluviosa para reservar MS de forraje que se use en la temporada seca con suplementación protéica. Estas estrategias permitirían un mejor manejo de la población animal en la finca y mejoran la disponibilidad de forraje a lo largo del año. Otra estrategia sería la manipulación de las ganancias diarias para finalizar los animales en cierta época del año, cuando haya mejores precios de la carne (Boin, 2001d).

El uso de ionóforos como anticoccidiales y como mejoradores de las ganancias diarias promedio también podría justificar la suplementación, aún con una respuesta limitada del suplemento. Los ionóforos que van incluidos en el suplemento garantizan el beneficio económico de la suplementación.

## Efecto de sustitución

Con la suplementación energética, el “efecto de sustitución” es un asunto importante a tener en cuenta. El efecto de sustitución representa la disminución en cantidad en el consumo de forraje por unidad de consumo de suplemento. Horn y McCollum (1987) revisaron la suplementación energética de rumiantes en pastoreo y concluyeron que los concentrados se pueden suministrar hasta 0.55% del PV sin que se ocasionen grandes disminuciones en el consumo del forraje. Bowman y Sanson (1996) revisaron la literatura sobre el efecto de diferentes tipos de suplementos y concluyeron que los suplementos a base de granos, suministrados hasta 0.25% del PV, tuvieron un efecto limitado sobre la utilización del forraje, pero por encima de 0.25% los efectos fueron mayores. En pasturas con baja disponibilidad forrajera, el efecto de sustitución no es un asunto de importancia, debido a que el consumo ya se encuentra limitado (Reis et al. 1996).

Sin embargo, en situaciones de alta disponibilidad forrajera sólo se observarán mejoras en la respuesta animal si el forraje tiene baja calidad. Con forrajes de alta disponibilidad y alta calidad, la reducción del consumo de forraje por la suplementación con concentrado es importante y se debe a la disminución del pH ruminal y de la actividad celulolítica (Pereira et al., 2001 y Horn and MacCollum, 1987). Sin embargo, ésta puede ser una estrategia para aumentar la producción por área, ya que se puede aumentar la densidad animal por la disminución en el consumo de forraje. Fuentes energéticas ricas en almi-



donde serán más efectivas en reducir el consumo de forraje (Reis et al., 1996; Canton and Dhuyvetter, 1997; Cardoso, 1997; Bowman and Sanson, 1996). Subproductos que tengan alto NDT (> 75% de la MS) y bajos carbohidratos no fibrosos (< 30% CNF de la MS), tales como pulpa cítrica, cascarilla de soya y afrecho de maíz, afrechillo de trigo, pulpa de remolacha, granos de destilería y afrecho de cervecería son menos efectivos en inducir la sustitución, al compararse con fuentes energéticas ricas en almidones.

**Cuadro 5**  
**Efecto de suplementos energéticos sobre el consumo de forraje y de materia orgánica (MO) total de vacas lecheras lactantes**

Ítem	0 kg/día	3 kg/día	6 kg/día
Consumo de Forraje, kg MO/día	9.3	7.6	6.4
Consumo Total/día	9.3	10.2	11.7
Producción de Leche, kg/día	8.3	9.2	9.9
Ganancia de Peso, kg/día	0.21	0.23	0.27

**Cuadro 6**  
**Efecto de la proteína degradable en el rumen y de la fuente de energía, sobre el consumo de forraje, materia orgánica (MO) y materia orgánica digestible (MOD), y sobre las digestibilidades de la materia orgánica (DMO) y de la fibra detergente neutro (DFDN)**

Ítem	Control	Baja PDR (0.031% PV)						Alta PDR (0.122% PV)						Contraste
		Almidón % PV		Dextrosa % PV		Fibra % PV		Almidón % PV		Dextrosa % PV		Fibra % PV		
		0.15	0.30	0.15	0.30	0.15	0.30	0.15	0.30	0.15	0.30	0.15	0.30	
CMO Forraje %PV	1.43	1.64	1.44	1.42	1.33	1.57	1.38	1.65	1.39	1.79	1.60	1.71	1.65	1,3,4,5,6,7,8
CMO Total %PV	1.43	1.84	1.81	1.62	1.70	1.75	1.71	1.94	1.85	2.07	2.06	1.99	2.08	1,3,4
CMOD Total %PV	0.71	1.05	0.99	0.89	0.99	0.95	0.88	1.21	1.09	1.28	1.31	1.12	1.29	1,2,3,4,6
DMO, %	50.0	57.4	54.3	55.4	59.2	54.3	51.4	62.6	59.2	62.0	63.5	56.7	62.2	1,2,3,4,6
DFDN, %	48.7	52.6	41.6	49.2	47.2	56.1	53.3	58.8	50.1	58.6	56.2	56.5	63.2	1,2,3,4,5,6

Contrastes (p<0.12): 1- baja vs. alta PDR; 2- baja vs. alta PDR para almidón; 3- baja vs. alta PDR para dextrosa; 4- baja vs. alta PDR para fibra; 5- baja vs. Alta para carbohidratos; 6- baja vs. alta para almidón; 7- baja vs. alta para dextrosa; 8- baja vs. alta para fibra.

PDR- proteína degradable en el rumen  
CMO- consumo de materia orgánica  
CMOD- consumo de materia orgánica digestible  
Fuente: Adaptado de Heldt et al. (1997)



#### 4. Ionóforos para Ganado de Carne en Pasturas

Gill y Lusby (1998a), mencionan que la suplementación de pasturas no sólo permite la suplementación protéica sino que además es una oportunidad para la utilización de ionóforos, con respuestas en GPD adicionales entre 70 y 90 g/día. Armentano y Young (1983) estiman que el beneficio adicional de la utilización de ionóforos es de cerca de un 6%. Muller et al., (1986) mostraron resultados positivos de la suplementación de ionóforos en animales alimentados con forrajes. En una revisión de literatura (Goodrich et al., 1984) con datos de cerca de 1.000 animales en 24 pruebas en pasturas se mostró 13% de aumento en las ganancias de peso al suministrar romensina sódica. En una revisión de 24 trabajos en pastoreo, incluyendo 1057 novillos y novillas, Potter et al. (1986), reportaron un incremento promedio en las ganancias diarias de 90g o 16.3%. Ellos concluyeron que la respuesta fue independiente de los niveles de energía y proteína del suplemento. De acuerdo con Kunkle et al., 2000, estas observaciones son de gran importancia práctica debido a que la calidad y cantidad del forraje pueden variar ampliamente dependiendo de la ubicación, temporada y efectos ambientales.

Efectos positivos similares han sido demostrados con amplias variaciones de calidades forrajeras. Varios autores han reportado los beneficios de la utilización de ionóforos en animales en pastoreo. Huntington (1996), en un artículo de revisión de literatura, observó una respuesta lineal a la adición de romensina sódica en sistemas basados en pasturas. Este autor estimó una ganancia adicional promedio de 6%. Varios autores han evaluado la respuesta a ionóforos en animales alimentados con pasturas: Kunkle et al. (1995), 70 a 120 gramos de GPD adicional; Gill y Lusby (1998a), 90 g/día. Según Lanna (1997) el factor más importante en determinar la respuesta al ionóforo en ganado alimentado con pasturas es la cantidad consumida de suplemento. Más recientemente, dos trabajos (uno durante la temporada seca y otro durante la temporada lluviosa) se llevaron a cabo para evaluar la respuesta a la adición de romensina sódica en suplementos minerales proteinados, que fueron formulados para lograr consumos de 0.1% del PV del animal. En ambas temporadas, la adición de romensina sódica al suplemento, a una dosis de 180 a 260 ppm de ingrediente activo, mejoró el desempeño animal sin afectar la cantidad del suplemento ingerido. La inclusión se determinó de tal forma que el consumo de romensina sódica estuviese entre 60 y 90mg de ingrediente activo/animal/día. Niveles mayores de romensina sódica (300 ppm) tendieron a reducir el consumo del suplemento, sin embargo, el desempeño animal no se vio afectado.

Según Kunkle et al., 2000, la coccidiosis puede ser un serio problema en ganado joven en pastoreo. Dependiendo de la severidad de la infección, los terneros pueden tener bajas ganancias de peso o perder peso. Las mortalidades son raras, pero se presentan. Los ionóforos son efectivos en matar los estadios invasivos del parásito mientras estén en el lumen intestinal. Esto reduce el reto, por lo tanto, controlando la infección (Smith et al., 1981).



Adicionalmente, romensina sódica se ha empleado para prevenir la acidosis ruminal que se presenta con frecuencia al suministrar suplementos altos en energía en altas cantidades.

## 5. Formulación de los Suplementos

El concepto de los suplementos proteínados en polvo es que contiene todos los minerales, la proteína degradable y que el consumo se autolimita.

Los ingredientes básicos en el suplemento son: Una fuente de fósforo, la mezcla de minerales traza, sal (una fuente de Na y regulador del consumo), úrea como una fuente económica de PDR, una fuente de proteína verdadera y algún grano de cereal (maíz, sorgo, millo) o subproducto (pulpa cítrica, afrecho de maíz, salvado de trigo) para completar la formulación deseada. El objetivo de los suplementos proteínados es que contengan todos los minerales requeridos y la PDR necesaria para maximizar el consumo de la pastura y, consecuentemente, el consumo de energía. La PDR se suministra para aumentar el consumo de energía. Los suplementos se diseñan para ser ofrecidos a voluntad, para que el consumo por parte de los animales se autolimita. Esto se logra ya sea con los niveles de sal (NaCl) o de úrea, o de ambos. El consumo de suplemento usualmente se busca que esté entre 0.05 a 0.2% del PV, dependiendo de la cantidad de proteína necesaria para llenar los requerimientos de los animales.

### Pasos para la formulación

- a. Determine los requerimientos del animal para minerales, y para PDR ( $NDT * 0.125$ ).
  - La cantidad de mineral debe ser similar a aquella que normalmente es usada en un suplemento mineral tradicional, para llenar los requerimientos de la categoría del animal.
  - Para determinar los requerimientos de PDR, se necesitan los valores del forraje para PC y NDT, al igual que un estimado del consumo de materia seca del grupo. La degradabilidad de la PC de los forrajes tropicales no está muy bien determinada, sin embargo, la información disponible revisada por Balsalobre (2002) sugieren valores alrededor de 65 a 80% de la PC.
  - La cantidad de PDR en el suplemento se calcula con base en el déficit de PDR en la planta para llenar el requerimiento de  $NDT * 0.125$ .

### Ejemplo

- Un forraje con 50% de NDT requiere 6.25% de PDR. Si el nivel de PC del forraje es 5% y la degradabilidad promedio de la proteína es 70%, el contenido de PDR en el forraje es de 3.5%, lo



cual está por debajo del requerimiento (6.25%) para una síntesis máxima de proteína microbial en el rumen. El déficit de 2.75% debe ser suplido por el suplemento.

- Cálculo de la PDR necesaria en el suplemento:
  - Déficit: 2.75%
  - Consumo de Materia Seca: 1.6% del PV
  - PV: 350 kg
  - Cantidad de PDR en el suplemento:  $350 * 1.6% * 2.75% = 154$  gramos

**b. Cálculo de la cantidad de úrea a ser incluida en el suplemento**

- Debido a que la úrea es una fuente económica de PDR, calcule la cantidad de úrea que se puede utilizar, de primero.
- El nivel de úrea debe estar limitado a 50-75% de la PCD suplementada.
  - $154 \text{ g} * 75\% = 115 \text{ g}$  de PDR de la úrea
  - Urea = 280% de equivalente de PC, y es 100% degradable
  - Cantidad de úrea en el suplemento =  $115 / 280\% = 41 \text{ g}$
  - Cálculo de la cantidad de la fuente de proteína verdadera en el suplemento
    - Torta de soya: entre 44% y 48% de PC con 70% de PDR = 34% de PDR, expresado en base seca
    - PDR necesaria con la torta de soya:  $165 \text{ g} - 115 \text{ g}$  de la úrea = 50 g
    - Torta de soya requerida:  $50 / 34\% = 147 \text{ g/día}$
  - Minerales – Macro y micro-minerales – 45 g/día
  - Sal – la cantidad de sal requerida en un suplemento para controlar el consumo varía con el tipo de animal, región, pastura, composición del suplemento, disponibilidad de agua, calidad del agua; sin embargo, valores entre 10 y 25% en el suplemento son usualmente suficientes para limitar el consumo al nivel deseado.
  - El consumo promedio esperado del suplemento es de 1g por kg de PV (0.1% del PV). Por ejemplo, el consumo esperado para un animal de 350kg sería de 350g del suplemento por animal por día.
  - Cálculo de la cantidad de sal a ser incluida en la mezcla, sumiendo 15% de sal en el suplemento =  $350 \text{ g} * 15\% = 53 \text{ g}$  de sal

**Cuadro 7**  
**Composición de ingredientes del suplemento**

Ingrediente	Cantidad, g
Macro/Micro	45
Urea	41
Torta de soya	147
Sal	53
<b>Total</b>	<b>286</b>



Los requerimientos del animal son llenados con 286g de esta mezcla, y el ajuste a 350g usualmente se realiza incluyendo una fuente de grano.

**Cuadro 8**  
**Composición de PC y PDR del suplemento, por ingrediente**

Ingrediente	Cantidad, g	%	PC, %	PD, %	Cantidad de PDR, g
Macro/Micro	45	13			
Urea	41	11.7	33	33	115
Torta de soya	147	42	21	14.7	50
Sal	53	15			
Sorgo	64	18.3	1.8	0.8	3.2
<b>Total</b>	<b>350</b>	<b>100</b>	<b>55.8</b>	<b>48.5</b>	<b>168.2</b>

### La sal como regulador del consumo

La logística y costo asociado con la suplementación de pasturas puede ser una inversión importante por el manejo. La estrategia para evitar que la suplementación sea una actividad diaria es usar la sal como un regulador del consumo (Cardoso, 1997; Gill, 1998; Lusby and Gill., 1998). Según Lusby y Gill, esta herramienta es muy efectiva y no causa efectos negativos en los animales. La utilización de sal no es una forma precisa para controlar el consumo debido a que los animales tienen diferentes sensibilidades, se pueden adaptar con el tiempo, y cambios en disponibilidad de forraje, calidad de agua y distancia entre el suplemento y la fuente de agua también afectan el consumo de suplemento. Según Gill (1998), el requerimiento diario de sal para un animal adulto es menos de 30 g/día; sin embargo, el consumo real puede ser varias veces este nivel. Este autor sugiere que el consumo de sal sea de 0.1% del PV del animal en los suplementos para que actúe como un regulador de consumo.

Por estas razones, los niveles de sal en un suplemento para un consumo esperado, deben tener suficiente flexibilidad (Chicco et al., 1971, Gill, 1998).

### Conclusiones

Los objetivos de la suplementación de pasturas son corregir las deficiencias nutricionales, conservar forraje, mejorar la utilización del forraje, aumentar el desempeño animal y aumentar el retorno económico. El reto es determinar los ingredientes, la formulación, cantidades, sistemas de suministro y los



aditivos para los suplementos para alcanzar el mayor retorno económico. Al formular suplementos se debe tener una meta clara en mente. La suplementación protéica en forrajes de baja calidad puede ser la alternativa de suplementación más benéfica, debido a la oportunidad para incrementar el consumo de energía mediante un aumento en el consumo de pastura.

Los forrajes tropicales por naturaleza tienen menores contenidos de proteína y los ciclos de lluvias imponen un reto adicional en términos del mantenimiento de una calidad uniforme. Una relación adecuada de PDR:NDT se requiere para una máxima síntesis de proteína microbial, y consumo de forraje y energía. Durante el patrón estacional de crecimiento del forraje y de calidad, existe la oportunidad para ajustar el suministro de PDR, para optimizar el consumo de forraje y de energía. La suplementación energética puede ser benéfica, de acuerdo con la estructura del sistema de producción y objetivos, pero puede no resultar en un desempeño animal adicional.

- Los suplementos protéicos incrementan el consumo de forraje, en forrajes con niveles de PC inferiores al 7%.
- La estrategia de suplementación debe ser alimentar los microbios del rumen a razón del 12.5% de la materia orgánica fermentable en PDR.
- Para determinar la cantidad de PDR a suplementar, es necesario estimar el consumo de forraje de los animales y determinar la composición del forraje.
- La úrea debe usarse entre 50 y 75% de la PDR del suplemento.
- Para obtener respuesta a la suplementación protéica, el forraje disponible debe ser mayor de 2000 kg de MS/ha (o 6% del PV).
- La sal debe usarse para ajustar el consumo del suplemento al nivel deseado.
- Los suplementos energéticos pueden mejorar el desempeño animal, sin embargo pueden no ser económicamente ventajosos.
- Los suplementos energéticos pueden inducir sustitución con consumos mayores al 0.4% del PV.
- Subproductos altos en energía-bajos en CNF tienen un menor impacto sobre el consumo de la pastura, cuando se comparan con alimentos altos en energía-altos en CNF.
- La suplementación energética debe usarse estratégicamente según el sistema de producción.
- Los ionóforos mejoran la respuesta animal al uso de suplementos, y controlan la coccidiosis, incrementando y/o garantizando el beneficio económico de la suplementación.



## Bibliografía

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. Nutritive requirements of ruminant animals: In: Protein. Nutrition Abstracts Review. (Series B) No. 62 (1992); p. 787-835.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. The Nutrient Requirements of the Ruminant Livestock., Wallingford : C.A.B. International, 1980.
- ARMENTANO, L. E.; YOUNG, J. W. Production and metabolism of volatile fatty acids, glucose and CO<sub>2</sub> in steers and the effects of monensin on volatile fatty acid kinetics. In: Journal Nutrition. Vol. 11, No. 6 ( Jun. 1983); p. 1265-1277.
- BALSALOBRE, M. A . Animais a pasto: suplementação protéica ou energética? 2001d.
- BALSALOBRE, M. A. Suplementação 1. 2001b. Online. <<[http://beefpoint.com.br/bn/radarestecnicos/artigo.asp?area=16&area\\_desc=Pastagens&id\\_artigo=1812&perM=8&perA=2002](http://beefpoint.com.br/bn/radarestecnicos/artigo.asp?area=16&area_desc=Pastagens&id_artigo=1812&perM=8&perA=2002)>>.
- BALSALOBRE, M. A. Suplementação de animais a pasto 2. 2001c. Online. <<[http://beefpoint.com.br/bn/radarestecnicos/artigo.asp?area=16&area\\_desc=Pastagens&id\\_artigo=1813&perM=8&perA=2002](http://beefpoint.com.br/bn/radarestecnicos/artigo.asp?area=16&area_desc=Pastagens&id_artigo=1813&perM=8&perA=2002)>>.
- BALSALOBRE, M. A. Valor alimentar do Capim Tanzania Irrigado. Sao Paulo : Universidade de Sao Paulo, 2002. 113 p. Thesis (Ph.D.). Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz. Universidade de Sao Paulo.
- BOIN, C. Suplementação protéica e energética de animais em pastejo, manejo e custo benefício. Parte I: considerações gerais. 2001a. Online. <<[http://beefpoint.com.br/bn/radarestecnicos/artigo.asp?area=15&area\\_desc=Nutri%E7%E3o&id\\_artigo=1774&perM=8&perA=2002](http://beefpoint.com.br/bn/radarestecnicos/artigo.asp?area=15&area_desc=Nutri%E7%E3o&id_artigo=1774&perM=8&perA=2002)>>.
- BOIN, C. Suplementação protéica e energética de animais em pastejo, manejo e custo benefício. Parte II: Suplementação protéica. 2001b. Online. <<[http://beefpoint.com.br/bn/radarestecnicos/artigo.asp?area=15&area\\_desc=Nutri%E7%E3o&id\\_artigo=1775&perM=8&perA=2002](http://beefpoint.com.br/bn/radarestecnicos/artigo.asp?area=15&area_desc=Nutri%E7%E3o&id_artigo=1775&perM=8&perA=2002)>>.
- BOIN, C. Suplementação protéica e energética de animais em pastejo, manejo e custo benefício. Parte I: considerações gerais. 2001c. Online. <<[http://beefpoint.com.br/bn/radarestecnicos/artigo.asp?area=15&area\\_desc=Nutri%E7%E3o&id\\_artigo=1776&perM=8&perA=2002](http://beefpoint.com.br/bn/radarestecnicos/artigo.asp?area=15&area_desc=Nutri%E7%E3o&id_artigo=1776&perM=8&perA=2002)>>
- BOIN, C. Suplementação protéica e energética de animais em pastejo, manejo e custo benefício. Parte IV: Suplementação energética. 2001 d. Online. <<[http://beefpoint.com.br/bn/radarestecnicos/artigo.asp?area=15&area\\_desc=Nutri%E7%E3o&id\\_artigo=1777&perM=8&perA=2002](http://beefpoint.com.br/bn/radarestecnicos/artigo.asp?area=15&area_desc=Nutri%E7%E3o&id_artigo=1777&perM=8&perA=2002)>>.



- BOIN,C; TEDESCHI,L.O. Sistemas intensivos de producao de carne bovina: II. Crescimento e acabamento. Na: SIMPOSIO SOBRE PECUARIA DE CORTE (4 : 1996 : Piracicaba). Anais IV Simposio sobre pecuaria de corte. Piracicaba : FEALQ, 1997. p. 205-228.
- BOWMAN, J. G. P., SANSON, D. W. Starch- or fiber-based energy supplements for grazing ruminants. In: GRAZING LIVESTOCK NUTRITION CONFERENCE (3 : 1996). Proceedings III Grazing Livestock Nutrition Conference . [s.l.] : American Society Animal Science. (Suppl.1); 1996. p. 118-135 (Abstr).
- CANTON,J. S.; DHUYVETTER, D. V. Influence of energy supplementation on grazing ruminants requirements and responses. In: Journal of Animal Science. Vol. 75 (1997); p.533-542.
- CARDOSO, E. G. Suplementacao de bovinos de corte em pastejo (semiconfinamento). Na: SIMPOSIO SOBRE PRODUCAO ANIMAL (9 : 1996 : Piracicaba). Anais IX Simposio sobre Producao Animal. Piracicaba : FEALQ, 1997. p. 97-120.
- CHICCO,C. F.;SHULTZ.T, A.; RIOS, J. Self-fed salt-supplements to grazing steers under tropical conditions. In: Journal of Animal Sciences. Vol. 33 (1971); p.142.
- COCHRAN, H. H. ;KOSTER, H. H.;OLSON, K. C. Supplemental protein sources for grazing beef cattle. In: ANNUAL RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM (9 : 1998 : Gainesville). Proceedings Annual Ruminant Nutrition Symposium. Gainesville : University of Florida, 1998.
- COCHRAN, R. C. Developing optimal supplementation programs for range livestock. In: 50 years of range research revisited. Ksu range field day. 1995. custo benefício. Parte III: Custo benefício da suplementação protéica.
- EGAN, J. K; DOYLE, P.T. Effect of intrarumen infusion of urea on the response of voluntary feed intake by sheep. In: Australian Journal of Agricultural Research, Victoria. Vol. 36, No. 3 (1985); p. 483-495.
- ELLIOT, R.C.; TOPPS, J. H. Voluntary intake of low protein diets by sheep. In: Animal Production. Vol. 5, No. 2 (1963); p.209-276.
- GALYEAN, M.L. Factors influencing digesta flow in grazing ruminants. In: GRAZING LIVESTOCK NUTRITION CONFERENCE (1987 : Laramie). Proceedings I Grazing Livestock Nutrition Conference. Laramie : University of Wyoming, 1987.
- GILL, D. R. Limiting feeding intake with salt. Oklahoma Cooperative Extension
- ——— Feeding high protein range cubes. Oklahoma Cooperative Extension Service. OSU-3017. Mar. 1998b. Online. <<[169](http://www.ansi.okstate.edu/exten/beef.>></a>.</li></ul></div><div data-bbox=)



- GILL, D. R.; LUSBY, K. S. How to estimate the value of supplementing grazing stocker cattle. Oklahoma Cooperative Extension Service. CR-3253. Mar. 1998. Online.: <<<http://www.ansi.okstate.edu/exten/beef.>>>
- GOODRICH, T. B.; GARRETH, J. E.; GAST, D. R. Influence of monensin on the performance of cattle. In: Journal Animal Science. Vol. 58 (1984); p. 1484.
- GRANT, J. L. Urea in supplements of growing young cattle on veld grazing in the dry season. S. Af. In: Journal Animal Science. Vol. 9 (1979); p. 33-39.
- HELDT, J. S et. al. Evaluation of the effects of carbohydrate sources and level of degradable intake protein on the intake and digestion of Tallgrass-Prairie hay by beef steers. Ag. Exp. Sta. Rep. of Progress. Manhattan : Kansas State University. 1997. p. 783.
- HORN, G. W.; MCCOLLUM, F. T. Energy Supplementation of grazing ruminants. In: GRAZING LIVESTOCK NUTRITION CONFERENCE (1997 : Jackson). Proceedings Grazing Livestock Nutrition Conference. Jackson, WY : 1997. p. 125-136.
- HUNTINGTON, G. B. Grazing ruminant response to ionophores affected by management, environment. In: Feedstuffs. No. 21 (Oct. 1996); p. 14-16.
- KÖSTER, H. H. et. al. Effect of increasing ruminal degradable protein on site and extent on digestion of beef cows fed dormant, tallgrass prairie forage. In: Journal Animal Science. Supplement 1. No. 72 (1994); p. 387.
- ——— Influence of increasing proportion of supplemental N from urea on site and extent of digestion in beef steers fed dormant, tallgrass prairie forage. In: Journal Animal Science. Supplement 1. No. 73 (1995); p. 260.
- KRYSL, L. J.; HESS, B. W. Influence of supplementation on behavior of grazing cattle. In: Journal Animal Science. No. 71 (1993); p.2546.
- KUNKLE, W. E. et.al. Effects of carbohydrate source, feed additives and feeding systems on response to supplements for cattle fed forage based diets. In: ANNUAL FLORIDA RUMINANT SYMPOSIUM (11 : 2000 : Gainesville). Proceedings XI Annual Florida Ruminant Symposium. Gainesville : University of Florida, 2000.
- KUNKLE, W. E.; SAND, R. S.; GARCES-UEPES, P. Strategies for successful development of beef heifers. [s.l.] : University of Florida, Cooperative Extension Service, 1995.
- LANNA, D. P. Fatores condicionantes e predisponentes da puberdade e da idade de abate. Na: SIM-POSIO SOBRE PECUARIA DE CORTE (4 : Piracicaba : 1996). Anais IV Simposio sobre Pecuaria de Corte. Piracicaba : FEALQ, 1997. p.41-78.



- LUSBY, K. S.; GILL, D. R. Stocker cattle nutrition III: formulating supplements. Oklahoma Cooperative Extension Service. OSU-3014 Mar. 1998a.
- MCCOLLUM III, F. T.; HORN, G. W. Protein supplementation of grazing ruminants. *In: Journal Animal Science. Supplement 1. Vol. 67 (1989); p.304.*
- MULLER, R. D.; POTTER, E. L.; WRAY, L. R. Administration of monensin in self-fed (salt limiting) dry supplements or on an alternate-day feeding schedule. *In: Journal Animal Science. Vol. 62 (1986); p.593-600.*
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of beef cattle. 7.ed. Washington : National Academy Press, 1996. 242 p. (Nutrient Requirement of Domestic Animals; no. 4). Online. <<<http://www.ansi.okstate.edu/exten/beef.>>>
- PEREIRA, J. R. A. et. al. Effects of supplements on forage degradability of *Brachiaria bryzanta* cv. Marandu grazed by steers. *Na: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS (19 : Sao Pedro, 2001). Anais XIX International Grassland Congress. Piracicaba : FEALQ, 2001 . p. 696-670.*
- POPPI, D. P.; MCLENNAN, S. R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. *In: Journal Animal Science. No. 73 (1995); p. 278-290.*
- POTTER, E. L. et. al. Effect of monensin on the performance of cattle on pasture on fed harvest forages in confinement. *In: Journal Animal Science. No. 62 (1986); p.583-592.*
- REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A.; PEREIRA, J. R. A. A suplementacao como estrategia de manejo de Pastagens. *Na: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS (13 : 1996 : Piracicaba). Anais XXIII Simposio sobre Manejo de Pastagens. Piracicaba : FEALQ, 1997. p. 123-151. Service. OSU-F3008. Mar. 1998. Online.<<<http://www.ansi.okstate.edu/exten/beef.>>>.*
- SMITH, C. K.; GALLOWAY, R. B.; WHITE, S. L.. Effect of ionophors on survival, penetration and development of *Eimeria tenella* in vitro. *In: Journal Parasitology. No. 67 (1981); p. 511-516.*
- THIAGO, L. R.; GILL, M. Consumo Voluntario de forragem por ruminantes: mecanismo fisico ou fisiologico? *Na: Sociedade Brasileira de Zootecnia, Bovinocultura de Corte. [s.l.] : Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1990. p. 47-78.*
- VAN SOEST, P. J. Nutritional Ecology of the Ruminant. New York: Books and Books, 1982. p. 374.

