

SUPLEMENTACION MINERAL Y PROTEICA DE BOVINOS DE CARNE PASTOREANDO EN SABANAS NATURALES DONDE OCURRE EL SÍNDROME PARAPLÉJICO

Mineral and Protein Supplementation of Beef Cattle Grazing in Natural Savannas Where the Paraplegic Bovine Syndrome Occurs

Néstor E. Obispo¹, Julio Garmendia², Susmira Godoy¹, Claudio F. Chicco¹ y Daniel Acevedo¹

¹Instituto de investigaciones Zootécnicas, Ceniap, INIA. Zona universitaria Maracay de UCV, 2101. Apartado de correos 4653. Nobispo@reacciun.com. ²Facultad de Ciencias Veterinarias, UCV. Maracay.

RESUMEN

Dentro del área de influencia del síndrome parapléjico bovino (SPB), un rebaño de 213 animales fue suplementado con minerales y/o proteína, durante tres períodos, midiéndose las ganancias diarias de peso (GDP) y mortalidad por SPB. En el primer período (P1), a finales de las lluvias y durante toda la época de sequía (284 d), parte del rebaño fue suplementado con sal común (C) y la otra con minerales (M). En el segundo período (P2), transición de la época de sequía a lluvias (83 d), a partir de los grupos en P1, se configuró un tercer grupo, el cual recibió minerales y un kilogramo de un suplemento proteico (PS) compuesto por las harinas de algodón y de pescado. En el último período (P3) de 98 días en la época de lluvias, los animales en PS regresaron a su distribución en P1. Exceptuando a las hembras en crecimiento (208) y novillas preñadas (281), cuyas GDP fueron superiores ($P<0,05$) en M, no se observaron diferencias entre los estados fisiológicos entre tratamientos en P1. En P2, los animales del grupo PS ganaron 299 ± 42 g/d, contra pérdidas de peso de -80 y -70 g/d en los tratamientos C y M, respectivamente. En P3, se observó una respuesta mayor ($P<0,05$) para los animales en M (464 g/d) con respecto al C (361 g/d), destacándose el estado fisiológico vaca preñada con una GDP de 563 g/d. La suplementación mineral resultó fundamental para mejorar la GDP en la época seca, y la proteica igualmente provechosa durante la transición de verano a lluvias para los estados fisiológicos vaca preñada y novilla preñada. Adecuadas prácticas de manejo y la suplementación estratégica fueron cruciales para disminuir la tasa de

mortalidad del rebaño en estudio del 14,5% al 2%. No observándose casos de SPB al finalizar en el presente estudio.

Palabras clave: Rumiantes, suplementación, minerales, proteína, ganancia de peso, síndrome parapléjico.

ABSTRACT

Within a region affected by bovine paraplegic syndrome (BPS), a study was carried out on a herd of 213 animals, that was supplemented with minerals and protein during three periods in order to measure their effects on average daily weight gain (DWG) and mortality caused by SPB. The first one (P1), covered the end of the rainy season and the entire dry season (284 days), in which a part of the herd was supplemented with common salt (C) and the rest with a mineral mix (M). The second period (P2), was the transition from dry to rainy season (83 days), where a third group of animals was selected from those groups in P1. This group was fed with a kilogram of a protein supplement (PS). The final period (P3) lasted 98 days and covered the raining season, in which animals that were fed PS were placed back into their initial groups in P1. Except for young heifers (208) and pregnant heifers, whose DWG (g/d) were higher ($P<0.05$) in the M treatment, no differences were observed among the physiological groups between treatments in P1. In P2, the PS group gained 299 g/d, against weight losses in the C (-80) and M (-70) treatments. In P3, a higher DWG was observed ($P<0.05$) for those animals in M (464) when comparing with C (361), mostly influence by the pregnant cows group (563). Mineral supplements helped to improve DWG during the dry season. Supplementing protein during the transition period from drought to rains was likewise beneficial, particularly for pregnant cows and pregnant heifers. Appropriate preventive health and supplementation plans were keys to

diminishing the mortality rate in the herd from 14.5 to 2%, without visible cases of BPS by this end of the study.

Key words: Bovine, supplementation, minerals, protein, weight gain, paraplegic syndrome

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción de carne en Venezuela al igual que en el resto del trópico están caracterizados por ser de tipo extensivo y dependientes del pastoreo para la obtención de su única fuente de alimento, el forraje. En estas condiciones el aporte de nutrientes a través del tiempo es fluctuante en cantidad y calidad, encontrándose asociado a factores tales como la fertilidad del suelo, estacionalidad de las lluvias, disponibilidad de biomasa vegetal consumible, manejo del pastizal y del rebaño, lo cual se traduce en una respuesta animal disminuida por presentar un estado de subnutrición, con ganancias de peso oscilantes y parámetros productivos y reproductivos muy discretos.

En las planicies orientales de Venezuela, caracterizadas por suelos ácidos e infértiles, con deficiencias severas de fósforo, se registra una enfermedad de carácter terminal, conocida como Síndrome Parapléjico de los Bovinos (SPB), que afecta principalmente a las novillas, vacas en el último tercio de gestación y en lactación, mayormente en el período de transición de verano-lluvias. La enfermedad tiene carácter irreversible, con muerte del animal en un lapso de 4-6 días después de la aparición de los primeros síntomas, y sin hallazgos aparentes en la autopsia. Las hipótesis planteadas para explicar la etiología de la problemática son diversas, las cuales involucran situaciones de tipo carencial e infeccioso.

La presente investigación se realizó para evaluar los efectos de la suplementación estratégica con minerales y proteína sobre la incidencia del SPB y algunos parámetros productivos y reproductivos de un rebaño bajo condiciones de explotación extensiva.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para evaluar los efectos de la suplementación con una mezcla mineral completa, sal ganadera y un suplemento proteico, sobre las ganancias de peso y eficiencia reproductiva de bovinos en diferentes estados fisiológicos y de crecimiento, pastoreando en sabanas naturales de *Trachypogon*, *Axonopus*, *Paspalum* y *Stylosanthes*, se realizó una intervención tecnológica en la Hacienda "La Candelaria, Santa. María de Ipíre, estado Guárico, zona de mayor incidencia del SPB en Venezuela. Esta validación tecnológica se realizó dentro del Programa de Cooperación Agrícola, Convenio MAC/PDVSA, Síndrome Parapléjico del Bovino y Mejoramiento Integral de la Ganadería.

El rebaño de la finca estuvo constituido por 213 animales mestizos cebú de tipo comercial, el cual una vez faenado, se dividió en dos grupos, balanceados de acuerdo al peso, es-

tado fisiológico (vacas vacías, preñadas, novillas vacías o preñadas, hembras en crecimiento, machos en crecimiento y toros). Un lote de 109 animales integrado por 18 vacas con su becerro, 20 vacas sin becerro, 5 vacas de primer parto con becerro, 4 vacas de primer parto sin becerro, 12 novillas, 10 mautes, 13 mautas y 4 toros; el otro lote con 18 vacas con su becerro, 15 vacas sin becerro, 5 vacas de primer parto con becerro, 5 vacas de primer parto sin becerro, 12 novillas, 10 mautes, 12 cautas y 4 toros. En cada período, los animales dentro de cada grupo fueron ubicados en potreros diferentes con libre acceso al agua y a los suplementos.

En un diseño completamente aleatorizado se comparó la suplementación habitual realizada en la explotación (sal ganadera *ad libitum*, tratamiento C) con la suplementación adicional de una mezcla mineral (M) ofrecida igualmente *ad libitum*, y un concentrado proteico (PS) conteniendo (%) harina de algodón (60), harina de pescado (20), melaza (15) y mezcla mineral (5), ofrecido a razón de 1 kg /animal/día.

La investigación tuvo una duración de 465 días la cual se dividió en tres periodos de acuerdo a la pluviosidad de la zona (reportes de la Estación meteorológica de la Fuerza Aérea en Carrizal, estado Guárico) correspondiéndose el período seco (verano) a aquel a la ausencia total de lluvia. El período de la transición del verano a lluvias se inició con la llegada de la temporada lluviosa, caracterizada por precipitaciones esporádicas que ocasionan la aparición de los primeros rebrotes de pasto. En la temporada de lluvias donde se alcanzan rangos de precipitación entre los 1000 a 1500 mm.

Los diferentes períodos del estudio quedaron definidos como:

1. Período 1 (P1): con una duración de 284 días (2 de julio-90 hasta el 11 de abril-91, correspondientes a la época, finales de lluvias y seca. En este período los animales en los lotes de 109 y 104 unidades fueron asignados a los tratamientos C y M, respectivamente.

2. Período 2 (P2): con una duración de 83 días (11 de abril-91 hasta 2 de julio-91), correspondiendo a la época de transición de sequía a lluvias. De los lotes de animales en P1 40 animales de C y 42 de M fueron asignados a una suplementación adicional con 1 kg del concentrado proteico anteriormente descrito.

3. Período 3 (P3): con una duración de 98 días (2 de julio-91 hasta 10 octubre-91), correspondiente a la época de lluvias, en donde los animales regresaron a la distribución inicial que tenían durante el P1.

La reagrupación de los animales en el período 3, permitió la realización de los análisis estadísticos respectivos en base al comportamiento histórico de los animales dentro de los grupos.

Al comienzo de la investigación, los animales fueron pesados y clasificados por su estado fisiológico. Se palparon transrectalmente las hembras para identificar las vacías, preñadas y funcionalmente aptas para el servicio, repitiéndose

esta actividad al comienzo y final de cada período. En cada período, cinco animales seleccionados al azar dentro de cada grupo fueron sangrados en la vena yugular. Los sueros fueron enviados al laboratorio para determinar su perfil mineral.

Se efectuaron tres muestreos de biomasa vegetal durante las diferentes épocas del año, a través de transectas a lo largo y ancho de los diferentes potreros, muestreando lo incluido en un marco de metal de 0.5 m² lanzado al azar, colectándose todo el material vegetal contenido hasta el nivel del suelo. Las muestras (20 por muestreo) fueron procesadas cada una individualmente y luego remitidas al laboratorio de Nutrición Animal del Instituto de Investigaciones Zootécnicas, Maracay, Edo. Aragua donde se analizaron por su composición botánica, contenido de materia seca, contenido de PC [2], FDN y lignina [14] y perfil mineral [10, 21].

Las ganancias diarias de peso (GDP) fueron calculadas por la diferencia de los pesos finales e iniciales de cada período, dividido entre los días de duración de los mismos. Dichas ganancias fueron sometidas luego a un análisis de la varianza utilizándose el modelo lineal: $y = \mu + \tau_i + \rho_k(\lambda_j) + \varepsilon$, donde μ representa la media general, τ el i-ésimo tratamiento (1..3), ρ el k-ésimo período (1..3), y λ el j-ésimo estado fisiológico (1..7) dentro del período. Las medias posteriormente fueron comparadas por la mínima diferencia significativa protegida de Fisher [25].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A lo largo del experimento la oferta forrajera más alta, expresada como biomasa total consumible presente (2700 kg MS/ha), correspondió como era de esperarse a los meses de agosto a diciembre del 90 (lluvias) y las más bajas (300 kg MS/ha) para mediados del mes de mayo del 91 (sequía). Como era de esperarse, se observó una disminución progresiva de la oferta de forraje a medida que avanzó la estación seca (TABLA I). Estos valores se encontraron en los rangos de MS presente (150-7400 kg/ha) reportados para las sabanas bien drenadas, coincidiendo también los valores máximos con los meses de agosto a diciembre. La producción de biomasa

en las sabanas por lo general se ve limitada a través del año por los efectos del clima, posición fisiográfica y características de los suelos [4]. La estacionalidad en la oferta obliga a realizar ajustes en la carga animal por unidad de superficie a manera de compensar la limitación. La carga animal (ha/UA) se fija en el período 1 y 3 en 2.1 para los tratamientos C y M, y durante el período 2 (transición a lluvias) pasó a 4,2 para los tratamientos C y M y 3, 2 para PS.

La biomasa consumible estuvo constituida principalmente por las especies forrajeras de los géneros *Trachypogon*, *Axonopus*, *Paspalum* y *Stylosantes*. En términos generales, los valores de la composición química de los mismos varió de mediana a baja calidad (Minson, 1990). Los contenidos (% MS) de PC variaron 4,8 y 10,2 en los períodos de menor y mayor disponibilidad de biomasa, respectivamente. Estos valores resultaron superiores al contenido de PC (7,19 y 3,5%) reportados por Chicco y Godoy [6]; aunque se encontraron valores superiores (13,0 y 6,5%) en rebrotes de *Trachypogon*, *Axonopus canescens*, respectivamente. En general, los patrones de variación del contenido de proteína son similares a los reportados por Chacón y Arriojas [4] con los valores más altos durante los meses de mayo a julio, y los más bajos en los meses de octubre a noviembre y de febrero a mayo [4]. Los contenidos de FDN resultaron en promedio altos (80,7) y los de lignina entre 10,8 – 11,3%.

En términos generales, en cuanto al contenido de macro y micro elementos, se observa una tendencia hacia la disminución a lo largo de los períodos evaluados. Los efectos de dilución y traslocación de los elementos minerales desde las partes vegetativas hacia la semilla que ocurren durante el proceso de maduración del forraje pudieran explicar esta diferencia [12].

A excepción del Ca, Mg, Na y Zn, cuyas concentraciones resultaron superiores, las concentraciones de minerales encontrados en el forraje, coinciden con los reportados por Chacón y Arriojas [4], Chicco y Godoy [6], Chicco et al. [7], para sabanas bien drenadas, durante la época seca. Igualmente a lo señalado por estos autores, se evidencian marca-

TABLA I
COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL FORRAJE

Tratamiento	Período	Biomasa (kg MS/ha)	PC	FDN	Ca	P	Mg	Na	Cu	Zn
			—		%		—			-ppm-
C	1	1800	10,19	76,88	0,47	0,09		0,16	3,16	76,6
	1	1020	6,47	75,93	0,40	0,06	0,32	0,15	11,20	34,0
	2	360	5,17	87,46	0,20	0,05	0,18	0,18	6,00	25,8
M	1	2700	7,68	80,72	0,34	0,06		0,12	3,36	81,6
	1	1260	7,07	76,23	0,31	0,06	0,28	0,14	11,80	22,9
	2	300	4,77	79,85	0,28	0,05	0,28	0,06	6,50	40,9
PS	2	420	4,97	87,81	0,24	0,07	0,22	0,06	3,50	33,0
V. Ref ² .			>7		0,22	0,20	0,10	0,08	8,00	30,0

¹Tratamiento: C = control; M = C + minerales; PS = C + M + proteína.

²V. Ref.= Valor de referencia.

das deficiencias de P y Cu, los cuales tienden a intensificarse aún más en la época seca.

Los resultados del análisis de laboratorio del suplemento mineral (TABLA II) señala que éste contenía 10% de P, con una relación Ca:P de 1.5:1, 13% de Na y un aporte de 50 al 100 de los requerimientos de los minerales trazas.

En el caso del suplemento proteico se determinó que éste contenía 42% de PC, lo que representó en base al consumo del kilogramo diario, un aporte de 427 g diarios de proteína. De los cuales, y en base a resultados de otras investigaciones [20], se aportaron aproximadamente unos 370 g diarios de proteína sobrepasante. Igualmente de acuerdo a nuestras estimaciones, basadas en las tablas de composición de la NRC [20], este suplemento proteico aportó 2,71 Mcal/kg EM.

En los contenidos de Ca y P de los sueros sanguíneos (TABLA III) se observó que los valores de P resultaron muy bajos (3,16 y 2,74%) al inicio de la suplementación al compararlos con los de referencia (4,5%). La relación Ca:P, antes del inicio de la investigación se ubicó en el rango de 3,4:1 y 3,9:1. Los altos valores obtenidos para la relación Ca:P, podrían ser explicados como una respuesta a los mecanismos homeostáticos que movilizan el calcio y fósforo del hueso [5, 27] ante la carencia de estos elementos en la dieta.

Las ganancias diarias de peso resultantes de la suplementación mineral en el período 1 (TABLA IV), muestran que hubo diferencias significativas en el grupo de hembras en crecimiento, siendo las ganancias (g/d) de 143 y 208 para los tratamientos C y M, respectivamente. Sin tenerse una explicación al momento por la mayor pérdida de peso observada en el grupo de vacas preñadas y mejores ganancias en las vacas vacías del grupo suplementado con minerales, en los demás estados fisiológicos se observaron tendencias de ganancias superiores en el grupo suplementado con minerales. Sin embargo, este período comprendió una parte de lluvia y de verano, con los problemas concomitantes de la disponibilidad y calidad forrajera, lo que pudo enmascarar la respuesta a esta suplementación.

En el período 2, en términos generales, se observa una respuesta significativamente superior ($P<0,05$) en las GDP de los animales del tratamiento PS (299,0 g/d) en relación con los tratamientos C y M, los cuales mostraron pérdida de peso (TABLA V). Cuando vemos la respuesta a la suplementación proteica desde la perspectiva de la oferta de forraje de 4,2 ha/UA de los grupos C y M, en comparación con 3,2 ha/UA del PS, se podría pensar que en igualdad de condiciones se observaría una diferencia mucho mayor.

El efecto de la suplementación proteica resulta bien manifiesto en el caso de los animales gestantes (vacas y novillas), destacándose pérdidas de peso en estos animales dentro de los grupos C y M. Los animales en crecimiento de los grupos C y M mostraron ganancias de peso discretas, las cuales fueron superadas por los del grupo suplementados con

TABLA II
COMPOSICIÓN DEL SUPLEMENTO MINERAL¹

Elemento mineral	Concentración (%)
Ca	15,00
P	10,00
Cl	17,00
Na	13,00
Mg	1,00
S	1,00
Zn	0,50
Mn	0,30
Fe	0,15
Cu	0,13
I	0,005
Co	0,002
Se	0,0015
Mo	Trazas

¹Análisis del laboratorio del Instituto de Investigaciones Zootécnicas del Ceniap.

proteínas, tanto en el grupo de hembras como en el de machos. Estos resultados son coincidentes con los de Anzola [1], Hussein y Jordán [15], Leng [16], Lidsay y Loxton [17], Lindsay et al. [18], Preston y Leng [22], Thonney y Hogue [26], quienes atribuyen a la suplementación con PS las siguientes acciones: a) liberación lenta del nitrógeno en el rumen, b) incremento en la proporción de nutrientes absorbidos como aminoácidos esenciales, c) incremento de la gluconeogénesis, d) y efecto estimulador sobre el consumo voluntario. Todo lo anterior se traduce en una mejor utilización de la energía ingerida.

En el período 3, se observó una mayor ($P<0,05$) ganancia diaria de peso (g/d) en los animales correspondientes al tratamiento M (464,5) al compararlo con el C (362,0) y PS (373,0) (TABLA VI). Estas diferencias estuvieron influenciadas por las mayores ganancias observadas en el lote de animales vacas preñadas, donde se obtuvieron diferencias altamente significativas ($P<0,01$) a favor del grupo suplementado con la mezcla mineral.

Como es sabido el crecimiento compensatorio ocurre posteriormente a un período de restricción nutricional [9, 24]. En este período los animales más restringidos nutricionalmente fueron aquellos del grupo C. En la respuesta general las ganancias de este grupo resultaron similares a los del grupo PS, sin embargo, al momento, una explicación satisfactoria de estas diferencias entre grupo C con respecto a los grupos suplementados con minerales y proteínas no es posible. Si bien diferentes tasas de respuesta compensatoria pudieran explicar alguna de las variaciones alcanzadas. Varios autores [8, 9, 23, 24] coinciden que un crecimiento compensatorio después de un período de restricción nutricional

TABLA III

CONTENIDOS PORCENTUALES DE CA Y P DE LOS SUEROS SANGUÍNEOS DURANTE LOS PERIODOS EXPERIMENTALES

Mes de muestreo ¹	Tratamiento (Media $\pm$ error estándar)			
	Control		Mineral	
	Ca	P	Ca	P
Julio-90	10,81 $\pm$ 2,20	3,16 $\pm$ 0,66	10,61 $\pm$ 1,01	2,74 $\pm$ 0,53
Nov-90	9,28 $\pm$ 1,18	5,01 $\pm$ 3,21	9,21 $\pm$ 0,78	4,09 $\pm$ 2,01
Abril-91	9,98 $\pm$ 0,58	5,20 $\pm$ 1,01	9,56 $\pm$ 0,49	4,88 $\pm$ 1,11
Octubre-91		6,82 $\pm$ 0,38		5,02 $\pm$ 1,59

¹ Mes de muestreo: julio-90, inicio del período 1; abril-91, inicio del período 2; octubre-91, final del período 3.

TABLA IV

GANANCIAS DIARIAS DE PESO DE LOS DISTINTOS ESTADOS FISIOLÓGICOS DURANTE EL PRIMER PERÍODO DE SUPLEMENTACIÓN

Estado fisiológico	Tratamiento (Media $\pm$ error estándar)	
	C	M
Vacas vacías	143 $\pm$ 29	91 $\pm$ 45
Vacas preñadas	-69 $\pm$ 42	-107 $\pm$ 36
Novillas vacías	129 $\pm$ 38	141 $\pm$ 43
Novillas preñadas	5 $\pm$ 98 ^b	281 $\pm$ 80 ^a
Hembras en crecimiento	143 $\pm$ 12 ^b	208 $\pm$ 16 ^a
Machos en crecimiento	216 $\pm$ 41	312 $\pm$ 42
Toros	186 $\pm$ 31	291 $\pm$ 19
Total	117 $\pm$ 14	106 $\pm$ 23

^{a, b} Medias con distintas letras dentro de la misma fila, son diferentes (P<0,05).

TABLA V

GANANCIAS DIARIAS DE PESO (G/D) DE LOS ANIMALES DE ACUERDO A SU ESTADO FISIOLÓGICO DURANTE EL SEGUNDO PERÍODO DE SUPLEMENTACIÓN

Estado fisiológico	Tratamiento (Media $\pm$ error estándar)		
	C	M	PS
Vacas vacías	-127 $\pm$ 119 ^a	-106 $\pm$ 63 ^a	83 $\pm$ 75 ^b
Vacas preñadas	-598 $\pm$ 98 ^a	-665 $\pm$ 98 ^b	87 $\pm$ 163 ^b
Novillas vacías	32 $\pm$ 38	-72 $\pm$ 130 ^b	326 $\pm$ 86 ^a
Novillas preñadas	-443 $\pm$ 98 ^b	-572 $\pm$ 309 ^a	337 $\pm$ 50 ^b
Hembras en crecimiento	107 $\pm$ 12 ^b	253 $\pm$ 48 ^b	513 $\pm$ 51 ^a
Machos en crecimiento	168 $\pm$ 100 ^b	538 $\pm$ 110 ^a	537 $\pm$ 58 ^a
Toros	-349 $\pm$ 36 ^c	72 $\pm$ 95 ^b	138 $\pm$ 337 ^a
Total	-80 $\pm$ 51 ^b	-70 $\pm$ 64 ^b	299 $\pm$ 42 ^a

^{a, b} Medias con distintas, letras en la misma fila, difieren (P<0,05)

^{a, b} Medias con distintas letras en la misma fila, difieren (P<0,01).

ocurre invariablemente dependiendo del nivel y tipo de suplementación, edad del animal, estado fisiológico y duración de la restricción. Shultz et al. [24] y Drouillard et al. [9] observan que

las mayores respuestas compensatorias correspondieron a los animales restringidos energéticamente en comparación con las proteicas, sugiriendo que la adición de proteína a las raciones

TABLA VI
GANANCIA DIARIA DE PESO DE LOS ANIMALES, DE ACUERDO A SU ESTADO FISIOLÓGICO, DURANTE EL TERCER PERÍODO DE SUPLEMENTACIÓN

Estado fisiológico	Tratamiento (Media $\pm$ error estándar)		
	C	M	PS
Vacas vacías	234 $\pm$ 67	382 $\pm$ 64	280 $\pm$ 47
Vacas preñadas	295 $\pm$ 13 ^b	563 $\pm$ 58 ^a	298 $\pm$ 77 ^b
Novillas vacías	320 $\pm$ 89 ^b	480 $\pm$ 46 ^a	443 $\pm$ 43 ^a
Novillas preñadas	465 $\pm$ 25 ^b	492 $\pm$ 82 ^a	523 $\pm$ 39 ^a
Hembras en crecimiento	580 $\pm$ 20		684 $\pm$ 46
Total	362 $\pm$ 37 ^b	464 $\pm$ 31 ^a	373 $\pm$ 27 ^b

^{a, b} Medias con letras distintas dentro de la misma fila son diferentes (P<0,05).

de mantenimiento energético podría mejorar un subsecuente crecimiento compensatorio. Al observar (TABLA VI), individualmente, los estados fisiológicos se destacan las mayores ganancias (P<0,05) en el grupo de novillas preñadas suplementadas con PS en comparación con los del grupo C y M. Las ganancias del grupo de novillas vacías de los tratamientos M y PS superaron (P<0,05) al grupo C. Las ganancias del grupo de vacas preñadas superó (P<0,05) cerca del doble las ganancias del mismo grupo fisiológico en los tratamientos C y PS. Como se observa estas variaciones en las ganancias de estos grupos influenciaron grandemente las ganancias generales anteriormente descritas.

Las mayores ganancias de peso durante la época de lluvias, en los animales restringidos durante la época seca, probablemente se debieron a una mejor eficiencia de conversión del alimento y a los menores requerimientos de mantenimiento [23]. Sin embargo la eficiencia global no mejoró con el crecimiento compensatorio, lo que es coincidente con la explicación de Verde *et al.* [28] quienes opinan que los animales no suplementados en la época seca van a requerir un tiempo mayor para alcanzar el peso final de sacrificio. La máxima respuesta compensatoria resulta de una ración altamente energética (no inferior a 2,8 Mcal EM/kg de MS). El alto porcentaje de humedad y el moderado valor nutritivo de los forrajes tropicales, durante la época lluviosa, difícilmente permiten un consumo mayor de 2,0 Mcal EM/kg de MS.

El porcentaje de preñez correspondientes a los diferentes períodos y tratamientos se mantuvo alrededor del 30% (TABLA VII). Este resultado no se corresponde con las observaciones de Godoy y Chicco [11] que reportan incrementos de hasta 18 unidades porcentuales por efectos de la suplementación con minerales. Es muy probable que el tiempo de duración de esta investigación haya sido muy corto para ver los efectos deseados en este parámetro. Cates y Christensen [3] y Hurley y Doane [14] son coincidentes con las mejoras en la eficiencia reproductiva por efectos de una suplementación mineral adecuada.

Cuando se hace una distribución promedio de las hembras aptas para la reproducción clasificadas como vacías y

TABLA VII
PORCENTAJES DE PREÑEZ DURANTE LOS DISTINTOS PERÍODOS DE SUPLEMENTACIÓN

Período	Tratamiento	% Preñez
1	C	32
	M	29
2	C	28
	M	28
	PS	26
3	C	30
	M	24
	PS	29

TABLA VIII
DISTRIBUCIÓN DE LAS HEMBRAS APTAS PARA LA REPRODUCCIÓN

Estado fisiológico	Vacías	Preñadas
Vaca con becerro	32	2
Vaca sin becerro	17	20
Vaca 1er parto con becerro	8	0
Vaca 1er parto sin becerro	7	4
Novilla	24	12

preñadas, edad y estado productivo (TABLA VIII), se observa que de 26 vacas preñadas, solamente 2 estaban con sus becerros al pie, y de 64 vacas vacías 40 estaban amamantando. Lo anterior lleva a suponer un efecto deletéreo del amamantamiento sobre la reproducción [29] en este rebaño, el cuál resultó mayor que la restricción nutricional existente, bien haya sido por la época del año o por el incremento de los requerimientos nutricionales en los diferentes estados fisiológicos. Esta distribución permite suponer que el intervalo entre partos estaría ubicado alrededor de los 22 meses, básicamente por el reposo posparto fisiológico, efecto inhibitorio del amamanta-

miento sobre el eje hipotálamo – hipófisis – gónadas, y adicionalmente una deficiencia nutricional estacionaria.

La mortalidad en el año 1990 se ubicó en 14,5%, llamando la atención que el 30,5% de las causas correspondió a muertes diagnosticadas como SPB. En el año 1991, después de 15 meses de implementado un programa de suplementación continua con minerales y estratégica con proteínas, durante el período de transición a lluvias y un programa sanitario preventivo (adaptado a la epidemiología de la zona), se logró disminuir la mortalidad al 2%, sin observarse durante el mismo período ninguna muerte debida al SPB. De lo anterior se puede inferir que los correctivos implementados en la finca tuvieron un efecto marcadamente beneficioso sobre los índices de mortalidad y salud general del rebaño.

Aunque los aspectos económicos no fueron evaluados en la presente investigación, se puede derivar de la reducción en mortalidad y las mejoras en los parámetros productivos que la implementación de los cambios tecnológicos en estas explotaciones de porte tradicional resultó exitosa. Estas prácticas fueron consideradas por los productores de la zona de Valle de la Pascua como de mínimo costo, y al término de esta investigación demostrativa, las mismas pasaron a ser actividades regulares en el manejo de mucha de las explotaciones de la zona.

CONCLUSIONES

Los factores climáticos ejercen un efecto deletéreo sobre la producción y calidad de la biomasa vegetal consumible, sobre las concentraciones de los minerales, P, Na y Cu en las pasturas, las cuales declinan en la misma medida en que se avanza hacia la época seca.

Durante el período de sequía, en los sistemas de cría ganadera bajo condiciones de pastoreo en sabanas naturales, la suplementación mineral resulta crucial para mejorar las ganancias de diarias de peso, particularmente en las hembras en etapa de crecimiento. Una suplementación adicional con proteínas es igualmente importante, con sus efectos más notorios sobre los estados fisiológicos vaca y novillas preñadas durante la época de transición a lluvias.

En términos generales, el cambio de la suplementación tradicional, sólo sal ganadera, por el de una mezcla mineral y proteica, cuando es especialmente dirigida a aquellos estados fisiológicos con mayores requerimientos (vaca preñada, vacas de primer parto y animales en crecimiento), conjuntamente con un programa sanitario preventivo, son claves para asegurar bajas tasas de mortalidad en aquellas áreas de cría ganadera donde ocurren casos de síndrome parapléjico.

AGRADECIMIENTO

Este estudio fue realizado dentro del Programa de Cooperación Agrícola y Mejoramiento Integral de la Ganadería, Convenio MAC/PDVSA, con apoyo de los laboratorios del Ins-

tituto de Investigaciones Zootécnicas del Ceniap, INIA y de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ANZOLA, H.; MARTÍNEZ G.; GÓMEZ, F.; HERNÁNDEZ, Y.; HUERTAS, H. Strategic supplementation of bypass protein and fat to dual purpose cattle in the Colombian tropics during the dry season. *Livestock Research for Rural Development*. 2: 1-9. 1990.
- [2] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). *Official Methods of Analysis* (13th Edition.) William Horwitz (Ed.). George Banta Company Inc., Wisconsin. 1018 pp. 1980.
- [3] CATES, W.; CHRISTENSEN, D. The effect of nutrition on conception rate in beef cows at Cumberland house, Saskatchewan. *Can. J. Vet.* 24: 145-147. 1983.
- [4] CHACÓN, E.; ARRIOJAS, L. Producción de biomasa, valor nutritivo y valor alimenticio de pasturas naturales en Venezuela, En: V. Cursillo sobre bovinos de carne. Plasse, D. y N. Peña de Borsotti (Eds). Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela. Maracay. 197-229 pp. 1989.
- [5] CHICCO C. F.; GODOY, S. Alteraciones metabólicas en la nutrición mineral. En: Curso Internacional sobre nutrición mineral de rumiantes a pastoreo en regiones tropicales. División de Estudios para Graduados. Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia. 1-123 pp. 1990.
- [6] CHICCO C. F.; GODOY, S. Suplementación mineral de bovinos de carne a pastoreo. En II Cursillo sobre bovinos de carne. Plasse, D. y N. Peña de Borsotti (Eds). Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela. Maracay. 47-103 pp. 1987.
- [7] CHICCO, C.; ROSERO, O.; GILL G.; MULLER, B. Efecto de la época, fertilización y crecimiento sobre el contenido mineral de seis pastos tropicales. En: VII Jornadas Agronómicas. Araure. Resumen No. 82. 1969.
- [8] CHICCO, C.; GARMENDIA, J.; SHULTZ, T.; CARNEVALLI, A. Efecto de niveles de alimentación durante la época seca sobre el crecimiento compensatorio durante la época de lluvia en novillos mestizos. II. Congreso Venezolano de Zootecnia. Guanare. Venezuela. 62-63 pp. (Resumen). 1980.
- [9] DROUILLARD, J.; FERREL, C.; KLOPFESTEIN, T.; BRITTON, R. Compensatory growth following metabolizable protein or energy restriction in beef steers. *J. Anim. Sci.* 69: 3067-3071. 1991.
- [10] FISKE, C.; SUBBAROW, Y.Y. The colorimetric determination of phosphorus. *The Journal of Biological Chemistry*. 66: 375-400. 1925.

- [11] GODOY DE LEÓN, S.; CHICCO, C.F. Respuesta productiva a la suplementación mineral a pastoreo. En: Plasse, D., Peña de Borsotti, N. y Romero, R. (Eds.), **XI Cursillo sobre bovinos de carne**. Facultad de Ciencias Veterinarias, UCV. Maracay. 25-59 pp. 1995.
- [12] GOMIDE, J.; ZOMETA, A. Composición mineral de los forrajes cultivados bajo condiciones tropicales. En: McDowell, L. y J. Conrad (Eds.), **Simposio Latinoamericano sobre Investigaciones en Nutrición Mineral de los Rumiantes a Pastoreo**. Universidad de Florida, Gainesville, Fl. 39-46 pp. 1978.
- [13] GOERING, H.; VAN SOEST, P. Forages fiber Analysis. Agr. Handbook N°. 379. ARS, USDA. 1975.
- [14] HURLEY, W.; DOANE, R. Recent developments in the roles of vitamins and minerals in reproduction. **J. Dairy Sci.** 72: 784-804. 1989.
- [15] HUSSEIN, H.; JORDAN, R. Fish meal as a protein supplement in ruminant diets: a review. **J. Animal. Sci.** 69: 2147-2156. 1991.
- [16] LENG, R.A. Recent advances in applied aspects of ruminant physiology and nutrition. In: Ruminant physiology and nutrition in Asia. Proceeding of the satellite symposium held during the VII international symposium on ruminant physiology. Sendai, Japan. August 28. Devendra, C. y E. Imaizumi. (Eds.). **Japan Soc. of Zoothec. Sci.** 1-26 pp. 1989.
- [17] LINDSAY, J.; LOXTON, I. 1981. Supplementation of tropical forage diets with protected proteins. En: Farrell, D.J. (Ed.), **Recent advances in animal nutrition in Australia**. University of New England, Armindale, Australia. 1A (Abstract).
- [18] LINDSAY, J.; MASON, G.; TOLEMAN, M. Supplementation of pregnant cows with protected proteins when fed tropical forage diets. **Proceeding of Australia Society in Animal Production**. 67-78 pp. 1982.
- [19] MINSON, D.J. Forages in ruminant nutrition. Academic Press, Inc. California. 680 pp. 1990.
- [20] NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient Requirement of Beef Cattle**. Sixth revised edition. National Academy of Science. Washington. D.C. 1984.
- [21] PERKIN ELMER. **Analytical Method for Atomic Absorption Spectrophotometry**. 1982.
- [22] PRESTON, T.; LENG, R.A. **Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos Básicos y Aplicados del Nuevo enfoque sobre la Nutrición de Rumiantes en el Trópico**. Condit Ltda. Cali, Colombia. 312 pp. 1989.
- [23] PRESTON, T.; WILLIS, I. **Intensive Beef Production**. Pergamon Press, Ltd, Oxford. 303-306 pp. 1970.
- [24] SHULTZ, T.; SHULTZ, E.; GARMENDIA, J.; CHICCO, C. Efectos de niveles alimenticios e implantación hormonal sobre el desarrollo compensatorio de novillos en el trópico. **Agronomía Tropical** Vol XXVII: 601-612. 1977.
- [25] STEEL, R.; TORRIE, J. **Bioestadística, Principios y Procedimientos** (2da Ed.). McGraw Hill. New York. 622 pp. 1985.
- [26] THONNEY, M., HOGUE, D. Fish meal or cotton seed meal as supplemental protein for growing Holstein steers. **J. Dairy Sci.** 69:1648-1651. 1985.
- [27] UNDERWOOD, E.J. **The Mineral Nutrition of Livestock**. Commonwealth Agricultural Bureau. London. 180 pp. 1981.
- [28] VERDE, L.; JOANDET, G.; GIL, E.; TORRES, F.; FLORES, J. Efecto de la alimentación y el padre en el crecimiento compensatorio de novillos. **Memorias de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA)** 10: 75-97. 1975.
- [29] WILLIAMS, G. Suckling as regulator of postpartum re-breeding in cattle: a review. **J. Anim. Sci.** 68: 831-852. 1990.