

Suplementación mineral proteica de novillas a pastoreo en los Llanos Centrales de Venezuela

Luis Depablos^{1*}, Jorge Ordóñez², Susmira Godoy³ y Claudio F. Chicco⁴

¹Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Maracay, Aragua. Venezuela. *Correo electrónico: luisdepablos2@yahoo.com.

²Universidad Nacional Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora, Dep. Economía Agrícola. Barinas, Barinas. Venezuela.

³Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Maracay, Aragua. Venezuela.

⁴Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Aragua. Venezuela.

RESUMEN

Durante la transición lluvia-sequía y sequía en un bosque seco tropical, 166 novillas de $636 \pm 2,5$ días de edad inicial y $219,6 \pm 1,2$ kg de peso vivo (PV) promedio fueron asignadas por PV, estado uterino, estructuras ováricas y predominio racial a tres grupos experimentales (S = sal común, SM = suplemento mineral completo con 13,6% de P y 24% Ca y SMP = suplemento proteico-mineral con 42,5% PC y 0,58% P) 139 días previo a la temporada de servicio y 103 días de servicio. Tanto S y SM se suministraron *ad libitum* y SMP a razón de 700 g/animal/día. Se evaluó cambio de PV, condición corporal (CC), evolución de tracto reproductivo y tasa de preñez. Además, fueron medidos en suero sanguíneo la concentración de minerales, urea y ácidos grasos no esterificados. Los animales fueron rotados en 122 ha, divididas en seis potreros de *Cynodon sp.* y *Brachiaria sp.* fertilizados previamente con urea (50 kg/ha). La evaluación de la oferta forrajera mostró concentraciones de nutrientes y materia seca (> 34 kg MS/UA/d) adecuadas para la producción con vacunos de carne. SM y SMP no afectaron de manera significativa el PV o CC de los animales. Sin embargo, considerando la época del año en que se realizó la experiencia, la tasa promedio de crecimiento (0,483 kg/animal/d) fue satisfactoria debido al manejo general del rebaño, principalmente de la pastura. No se observaron diferencias significativas entre tratamientos sobre indicadores de química sanguínea, evolución del tracto uterino, estructuras ováricas y preñez de las novillas (84; 84,1 y 92% de preñez para S, SM y SMP, respectivamente). Bajo las condiciones experimentales, la suplementación mineral o proteico mineral no mejoró la respuesta biológica de los animales. Sólo un manejo racional de la pastura proporciona una adecuada oferta de material vegetal en calidad y cantidad, y consecuente nutrición satisfactoria.

Palabras clave: Suplementación, novillas, proteína, minerales, reproducción

Mineral proteic supplementation of grazing beef heifers in the central plains of Venezuela

ABSTRACT

During the transition rainy-dry and dry season in a dry tropical forest, 166 beef heifers with 636 ± 2.46 days old and 219.62 ± 15.68 kg average body weight (BW) were assigned by BW, uterine conditions, ovarian structure, and racial predominance to three experimental treatments (S = common salt, SM = complete mineral supplement with 13.6% of P and 24% Ca, and SMP = protein plus mineral supplement with 42.5% PC and 0.58% P) 139 days before matting and 103 in matting. S and SM were given *ad libitum* and SMP about 700 g/animal/d. Body weight changes, body condition scores (BCS), reproductive tract evolutions, and pregnancy rate were evaluated. In

addition, in blood serum, concentration of minerals, urea and non esterified fatty acids (AGNE) were measured. The animals were rotated in 122 ha divided in six paddocks of *Cynodon* sp. and *Brachiaria* sp. fertilized previously with urea (50 kg/ha). The evaluation of the offer of forages showed concentrations of nutrients and dry matter (> 34 kg DM/AU/d) adequate for beef cattle production. SM and SMP supplementations had no significant effect on BW or BCS of the animals. Nevertheless, considering the season of the year when the experiment was conducted, the average growth rate (0.483 kg/animal/d) was adequate for the general management of the herd, mainly in relation to pasture management. No significant differences among treatments were found for blood chemistry, uterine evolution, ovarian structure, and pregnancy (84, 84.1 and 92% of pregnancy for S, SM, and SMP, respectively). Under the experimental conditions, the mineral or protein plus mineral supplementations did not improve the biological response of the animals. Only rational management of pasture provides adequate vegetal material in quality and quantity, and consequently, satisfactory nutrition.

Keywords: supplementation, heifers, protein, minerals, reproduction.

INTRODUCCIÓN

La deficiencia de nutrientes en los forrajes tropicales ocasiona retardo en el crecimiento de los vacunos a pastoreo y condiciona el inicio de la actividad reproductiva. Un período prolongado para que la hembra bovina alcance el peso óptimo para reproducción, eleva los costos de producción, restringe el tamaño del rebaño, la disponibilidad de reemplazos y compromete el progreso genético.

Las sabanas bien drenadas del estado Cojedes, Venezuela, presentan marcadas deficiencias nutricionales, principalmente de nitrógeno y fósforo (Morillo *et al.*, 1989; McDowell *et al.*, 1989; Chicco y Godoy, 1996). El bajo consumo de proteína y energía y los desbalances minerales pueden comprometer seriamente el comportamiento productivo y reproductivo de los rebaños bovinos a pastoreo (Wiltbank *et al.*, 1962; Manrique, 1990).

La solución de los problemas señalados promueve la adopción de arreglos tecnológicos, los cuales, según Chicco y Godoy (1987) incluyen la búsqueda de alternativas en el manejo de las pasturas tendientes a optimizar la cantidad y calidad nutritiva del forraje, así como el uso de suplementos que potencien la eficiencia del uso de forraje o corrijan condiciones deficitarias para reducir la caída de la productividad durante las estaciones del año y las etapas fisiológicas críticas de los animales.

El presente trabajo tuvo como propósito medir el efecto de la suplementación mineral y mineral-proteica sobre crecimiento, indicadores de química sanguínea, evolución del tracto uterino, estructuras ováricas y preñez de novillas a pastoreo.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en una finca del sector Samán Viejo, municipio El Pao de San Juan Bautista, estado Cojedes, Venezuela. Los valores climatológicos anuales de la zona son: temperatura entre 27 y 30°C, precipitación de 1.424 mm distribuida biestacionalmente con un máximo lluvioso entre mayo y agosto y déficit entre diciembre y abril con evapotranspiración potencial de 1.590 mm (Tejos, 1996; Arriaga *et al.*, 2001). La zona de vida pertenece a bosque seco tropical (Holdridge, 1967). Los suelos de la región pertenecen a los órdenes Inceptisoles, Ultisoles, Alfisoles y Vertisoles (Mogollón y Comerma, 1994; Tejos, 1996).

El área de estudio cuenta con sabanas intermedias a las bien y mal drenadas, que se inundan parcialmente (10-20 cm de lámina de agua) durante el período lluvioso. Durante la sequía, todos los animales reciben bloques multinutricionales. Las vacas paridas, novillas, mautas(es) y toretes reciben además 1 kg/animal/d de una mezcla de cama de pollo, afrechillo u otra harina y sal común. No obstante, históricamente en esta finca 20% de las novillas no alcanzaron, a los dos años de edad, el peso satisfactorio para el servicio. Durante el ensayo las novillas sometidas a estudio estuvieron excluidas de este manejo.

Manejo y alimentación de los animales

Ciento sesenta y seis novillas con peso vivo (PV) promedio inicial de $219,6 \pm 1,2$ kg y $636 \pm 2,5$ días de edad fueron asignadas a tres grupos experimentales: S: sal común, SM: suplemento mineral y SMP: suplemento proteico-mineral, estratificadas por PV, condición inicial del tracto reproductivo y predominio

racial (Cuadro 1). Los animales fueron mantenidos en pastoreo alterno, en 122 ha fertilizadas a razón de 50 kg de urea/ha 60 días antes de iniciar el experimento, donde predominan *Cynodon nlemfuensis*, *Brachiaria humidicola*, *Brachiaria radicans* y *Brachiaria decumbens* con una pequeña proporción de otras gramíneas (*Axonopus* sp., *Sporobolus* sp. y *Paspalum* sp.) y leguminosas nativas (*Desmodium* sp., *Centrosema* sp. y *Calopogonium* sp.), con acceso al suplemento y agua *ad libitum*.

Se realizó control de parásitos (Ivermectina 1 mL/50 kg de PV) y vacunaciones (aftosa y bacterina triple bovina) en todo rebaño. El ensayo se realizó durante 242 días (aproximadamente 100 días de transición lluvia-sequía y 142 de sequía). La temporada de servicio (monta natural) se extendió por 103 días, ubicándose durante el periodo seco. Seis potreros de similar tamaño fueron asignados para mantener sólo los animales del ensayo; tres de ellos eran pastoreados durante 24 días mientras los otros permanecían en reposo por el mismo periodo de tiempo. Cada uno de los tres grupos de animales pastoreó 8 días en cada uno de los tres potreros de la serie en uso para evitar efecto del potrero sobre las mediciones. La carga animal varió entre 0,66 y 0,94 UA/ha al inicio y final del ensayo por crecimiento animal.

Los suplementos S y SM fueron ofrecidos *ad libitum* y SMP a razón de 700 g/animal/d. La composición química de SM y SMP se observa en el Cuadro 2.

Variables medidas

Los animales fueron pesados individualmente a primeras horas del día con ayuno previo de 12 horas cada 24 días

El consumo por animal al día de SM y SMP fue estimado al hallar la diferencia entre el total ofertado y el consumo total realizado por un número conocido de animales en cada grupo en un tiempo determinado.

La condición corporal fue medida al inicio, mediados y final del ensayo como la relación existente entre la talla (altura a la cruz) y el peso vivo en kg/cm (Zambrano, 1992).

El efecto de la suplementación sobre la reproducción fue medido por el estado de desarrollo del tracto uterino y presencia de estructuras ováricas (cuerpos lúteos y folículos) determinadas ambas por palpación transrectal cada 24 días a lo largo del ensayo. De acuerdo al desarrollo y tonicidad se asignaron tres categorías al estado uterino: cero que correspondía a un útero flácido y escaso desarrollo, uno para animales con útero de mediano desarrollo y dos para un órgano tónico y de buen desarrollo. Una vez comenzada la temporada de servicio (TS), se determinó la proporción de animales en gestación por palpación cada 24 días, hasta 48 días post-temporada de servicio. Las novillas estuvieron en monta natural con 9 toros evaluados reproductivamente previa temporada de servicio. Grupos de toros (3 animales/grupo) permanecieron fijos en cada potrero rotando las novillas entre potreros y grupo de toros.

En suero de sangre obtenida por punción yugular de cerca del 20% del total de animales en el ensayo se determinó ácidos grasos no esterificados, urea y minerales. Los muestreos se realizaron en animales ayunados cada 48 días y coincidieron con el día de pesaje y palpación. Las condiciones de muestreo son las recomendadas por Álvarez (2001).

En áreas agroecológicas homogéneas, sobre una transecta se tomaron al azar muestras de

Cuadro 1. Estado inicial de los grupos experimentales.

	Tratamientos†		
	S	SM	SMP
Peso, kg ± error típico	220,0 ± 2,2	219,8 ± 2,1	218,9 ± 2,1
Grupo racial (n)	Predominante <i>B. taurus</i>	10	8
	Predominante <i>B. indicus</i>	45	48
Total	55	56	55

†S: sal común, SM: suplemento mineral, SMP: suplemento proteico-mineral

Nota: A mediados del ensayo dos animales del tratamiento SM fueron sacrificados en el potrero por abigeato.

Cuadro 2. Composición química de los suplementos mineral (SM) y mineral-proteico (SMP).

Nutriente o fracción	SM	SMP
	----- % -----	
Proteína cruda	-	42,5
Proteína degradable†	-	25,1
Proteína sobrepasante†	-	17,4
Energía metabolizable, Mcal/kg†	-	2,65
Grasa cruda	-	4,25
Calcio	24,16	0,54
Fósforo	13,63	0,58
Magnesio	2,63	0,39
Cobre	0,645	0,0128
Zinc	1,54	0,0273
Cobalto	0,0024	0,0004
Selenio†	0,0049	0,003
Azufre†	1,01	1,773
Sodio	10,75	0,28

† Según estimaciones por cálculo teórico

suelo a una profundidad de 20 cm y se mezclaron homogéneamente. Luego se tomó 1 kg de muestra compuesta de cada transecta para el análisis.

Las muestras de forraje fueron cosechadas a inicio y final del ensayo sobre transectas con un marco metálico de 0,25 m², a 10 cm sobre el nivel del suelo, identificadas y almacenadas en bolsas de papel. Se determinó la cantidad de biomasa presente, y previo molido, se realizaron los análisis químicos correspondientes. Semanalmente se colectó forraje por escogencia manual que consistió en simular la dieta seleccionada por los animales para también ser analizado (Wallis de Vries, 1995).

La determinación de minerales (Ca, Mg, Na, K, Zn, Cu, Fe y Mn) en suelo, planta y suero sanguíneo se realizó por espectrofotometría de absorción atómica (AOAC, 1984). El fósforo fue determinado por el método colorimétrico descrito por Fiske y Subarrow (1925) para planta y suero sanguíneo y Olsen según Brito *et al.* (1990) para suelo. Los AGNE fueron determinados en suero sanguíneo con NEFA-C® de Waco Chemicals. La urea se determinó con Chemroy®, también disponible comercialmente.

Diseño y análisis estadístico

La investigación de tipo experimental fue realizada con un diseño completamente al azar tomando como

unidad experimental a cada novilla del ensayo. Se utilizó la estadística descriptiva (promedios y error típico) e inferencial por medio de un análisis de varianza-covarianza para preñez y concentraciones de compuestos químicos en sangre, teniendo como factor de estudio los tratamientos y como covariables el peso y CC al inicio de la TS y GDP durante la TS, según el caso. Para analizar los pesos tomados a cada una de las novillas en diferentes oportunidades, se realizó un análisis de medidas repetidas en el tiempo, teniendo como factor de estudio los tratamientos, como bloque el tipo racial y como covariable el peso individual a inicio del ensayo. Para las variables evolución uterina, estructuras ováricas y la proporción de animales gestantes en los diferentes meses de la temporada de servicio se aplicó *chi*-cuadrado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición química de suelo y forrajes. Oferta forrajera

Los suelos mostraron concentraciones minerales normales para una adecuada producción y calidad del forraje (Cuadro 3). Al inicio del ensayo (transición lluvia-sequía), la cantidad de materia seca forrajera por unidad de superficie fue de 2.468 ± 295 kg MS/ha. La biomasa vegetal presente se estimó en 155 kg MS/UA/d lo cual quintuplica la oferta de materia seca

limitante para permitir una adecuada producción a pastoreo. Al transcurrir el ensayo (sequía; abril 2006) la oferta de materia seca disminuyó a 34 kg MS/UA/d, valor que aún se encuentra por encima de los 30 kg MS/UA/d, limitantes para la producción animal (Lamela, 1992).

Los nutrientes del forraje muestreado (Cuadro 4) estuvieron dentro de los valores donde no se compromete el desempeño de los bovinos, con excepción de la proteína cruda del forraje en sequía que estuvo por debajo de 7% (Milford y Minson, 1965). Los elementos minerales en el forraje mostraron valores mayores que los reportados por Morillo *et al.* (1989) y McDowell *et al.* (1989), a excepción de magnesio, hierro y manganeso, aunque estos autores los obtuvieron de *Trachypogon plumosus*, *Paspalum* sp. y *Axonopus* sp., especies diferentes a las muestreadas en este estudio. Arriaga *et al.* (2001) en una zona con características agroecológicas similares a las del presente ensayo, encontraron en pasturas cultivadas (*Cynodon nlemfuensis*, *Brachiaria humidicola* y *B. radicans*) a inicios de lluvia, valores de proteína cruda, fósforo y potasio semejantes a los de este experimento. A diferencia de McDowell *et al.* (1989), quienes reportaron 100 y 67% de las muestras de forraje deficientes en zinc y cobre, respectivamente, en el presente estudio solo 14,3% de las muestras resultaron deficientes en zinc y ninguna en cobre.

La metodología de escogencia manual permitió, a través de mediciones semanales, estimar la calidad de la dieta que consumían los animales (Cuadro 4). Los valores de los nutrientes se encontraron en concentraciones adecuadas para favorecer una adecuada producción animal. Algunos de los nutrientes estudiados (fósforo y proteína cruda) en el

forraje muestreado por esta metodología presentaron mayor concentración que el tomado por cuadrícula (Cuadro 4), lo que concuerda con lo reportado por Hardison *et al.* (1954), quienes encontraron que la dieta seleccionada por los vacunos presentaba niveles más altos de proteína cruda, extracto etéreo y minerales e inferiores en fibra cruda al compararse con el forraje disponible para consumo. Casi todos los nutrientes fueron similares en las muestras tomadas por escogencia manual en la época de transición lluvia-sequía y sequía. Sólo los valores de proteína cruda ($P < 0,002$) y calcio ($P < 0,001$) mostraron tendencia a la disminución a medida que transcurrió el ensayo pero sin alcanzar valores críticos (Cuadro 4). El descenso del contenido de Ca en el forraje puede ser explicado por la disminución del contenido hídrico del suelo que afecta la absorción de nutrientes y cambios en la relación acumulación/transpiración (Richard, 1985; Casanova, 1991). La concentración de fósforo en el forraje muestreado por escogencia manual no mostró tendencia a disminución a medida que transcurrió el tiempo. Esta situación puede ser debida a que los animales tuvieron una oferta vegetal alta, donde la capacidad de selección no se vio comprometida.

La estimación de composición de la dieta y no de la oferta demostró que las deficiencias nutricionales en animales a pastoreo disminuyen cuando la cantidad de biomasa vegetal disponible es abundante y se maneja el pastoreo con racionalidad (carga, rotación y días de descanso adecuados). Esta situación donde las novillas fueron capaces de consumir una dieta basal adecuada permite explicar los hallazgos obtenidos.

Cuadro 3. Análisis de suelos (promedio \pm error típico) de los potreros de ensayo.

Época	P	K	Ca	Mg	Materia orgánica
	----- ppm -----				%
Transición Lluvia-Sequía	26,5 \pm 2,5	109,5 \pm 41	572,0 \pm 16	295,0 \pm 9	4,2 \pm 0,14
Sequía	9,5 \pm 1,5	66,0 \pm 5	2.120 \pm 420	323,0 \pm 17	-
Promedio general	18,0 \pm 5,1	87,8 \pm 21	1.346 \pm 479	309,0 \pm 11	4,2 \pm 0,14
Valores críticos [†]	10	37	500	15	2

[†] Según Morillo *et al.* (1989)

Cuadro 4. Concentración de fracciones químicas† del forraje pastoreado por novillas y obtenido por cosecha manual y cuadrícula durante dos épocas (TL-S: transición lluvia-sequia y sequía) del año. Valores son promedios con error típico entre paréntesis.

Método de muestreo	Época	%										ppm				
		PC	FDN	FDA	Ca	P	Mg	K	Na	Fe	Cu	Mn	Zn			
Cosecha manual	TL-S	12,67 (0,25)	78,03 (0,52)	38,75 (0,75)	0,58 (0,03)	0,36 (0,01)	0,24 (0,01)	1,74 (0,04)	0,33 (0,02)	131,78 (7,55)	12,61 (0,85)	65,22 (5,24)	54,87 (9,79)			
	Sequia	10,46 (0,29)	70,69 (1,15)	38,90 (0,13)	0,38 (0,02)	0,37 (0,01)	0,24 (0,01)	1,48 (0,08)	0,27 (0,02)	154,77 (10,90)	15,93 (1,24)	51,00 (4,26)	76,21 (10,60)			
Muestreo por cuadrícula	TL-S	10,73 (0,69)	76,77 (1,02)	-	0,67 (0,02)	0,28 (0,02)	0,15 (0,02)	1,91 (0,12)	0,31 (0,04)	245,14 (66,84)	12,86 (1,45)	63,43 (17,46)	213,86 (38,99)			
	Sequia	5,25 (0,38)	81,30 (0,76)	50,67 (1,37)	0,22 (0,01)	0,25 (0,02)	0,18 (0,02)	0,72 (0,12)	0,17 (0,03)	205,40 (26,88)	11,40 (0,60)	75,80 (15,96)	57,50 (6,18)			
Deficiencia‡		7			0,3	0,25	0,2	0,6	0,08	50	8	40	30			
Toxicidad‡										1.000	100	1.000	500			

†PC: proteína cruda, FDN: fibra detergente neutra, FDA: fibra detergente ácida, Ca: calcio, P: fósforo, Mg: magnesio, K: potasio, Na: sodio, Fe: hierro, Cu: cobre, Mn: manganeso, Zn: zinc

‡Según Morillo *et al.* (1989) y McDowell *et al.* (1989)

Crecimiento animal

El mayor incremento de peso vivo, sin distinción entre tratamientos, se obtuvo en la fase inicial del ensayo (Cuadro 5) coincidiendo con la mayor biomasa vegetal presente. El cambio de peso de los animales durante el ensayo no presentó diferencia atribuida a tratamiento. En el análisis de medidas repetidas se observó efecto ($P < 0,0001$) del día de pesaje y de la época (transición y verano) sobre el peso de los animales, lo cual explica que los aumentos de peso estuvieron condicionados a la época del año (dieta basal) y no al tratamiento. El predominio racial afectó ($P < 0,05$) el peso vivo; los individuos predominantemente *B. taurus* exhibieron una superioridad de 11,25 kg/animal comparados con los predominantemente *B. indicus*. En el Cuadro 5 se observan los pesos promedios ajustados, ganancias diarias de peso y CC por tratamiento y día de medición. Hay similitud de los valores por tratamientos para todas las variables. La ganancia de peso ajustada fue de 0,483 kg/animal/d, valor satisfactorio ya que el ensayo fue realizado en épocas de transición y sequía y se aproxima a la ganancia de peso a lograr en medio tropical (0,5 kg/animal/d) para alcanzar el peso de servicio entre 19 y 22 meses de edad (González Stagnaro, 1992). Los animales ingresaron a la temporada de servicio con un peso promedio de $288 \pm 1,6$ kg (con mínimo 244 y máximo 344 kg) a los 139 días de iniciado el ensayo; sin embargo, a los 100 días habían alcanzado en promedio el peso mínimo de servicio (280 kg/animal) recomendado por Plasse *et al.* (1989) para ganado cebú comercial.

El consumo promedio (medido en forma grupal) de suplementos S, SM y SMP fue 32, 30 y 700 g/animal/d, respectivamente. La sal y minerales se ofrecieron *ad libitum*. El consumo de minerales fue similar a los 27 g/animal/d reportados por Ríos (1974) para animales en crecimiento.

La CC no fue afectada por tratamiento (Cuadro 5). Sin embargo, la raza tuvo influencia ($P < 0,05$) sobre CC encontrándose en *B. indicus* predominante valores de $1,77 \pm 0,02$; $2,37 \pm 0,03$ y $2,46 \pm 0,03$ kg/cm a inicios, mediados y finales del ensayo, respectivamente, inferiores a los obtenidos con predominancia de *B. taurus* ($1,89 \pm 0,01$; $2,51 \pm 0,01$ y $2,60 \pm 0,01$ kg/cm). La CC tendió a aumentar a medida que transcurrió el ensayo. Se contó con tres mediciones de CC (inicios, mediados y finales del ensayo), siendo los promedios entre inicios y mediados diferentes (variación de 0,6

kg/cm), pero no entre mediados y finales (variación de 0,09 kg/cm). Zambrano (1992) encontró con la misma metodología de medición, en vacas de carne de diferente desarrollo corporal y estado fisiológico, valores de CC muy disímiles (2,99 – 3,34 kg/cm) a los determinados en las novillas de este estudio (1,77 – 2,49 kg/cm).

La proteína sobrepasante utilizada como suplemento de hembras bovinas de carne durante épocas donde los forrajes son de pobre calidad ha mostrado efecto favorable sobre el comportamiento productivo-reproductivo (Chicco *et al.*, 1998; Mancilla, 2002; Kane *et al.*, 2004). De igual manera, el efecto favorable de la suplementación con bloques multinutricionales sobre el crecimiento durante 60 días de la transición lluvia-sequía fue reportado por Herrera *et al.* (1995). Los animales suplementados ganaron diariamente 300 g en relación a pérdida de 182 g de los no suplementados. Ambos resultados contrastan con la ganancia obtenida durante esta experiencia (483 g/animal/d). Mientras que Godoy y Chicco (1995) observaron efecto positivo de la suplementación mineral, tanto en lluvia como en dos tercios de sequía, sobre el crecimiento de hembras bovinas (0,208 vs. 0,143 kg/animal/d en suplementadas y no suplementadas, respectivamente). Por el contrario a estas experiencias, los resultados del presente ensayo indican que la suplementación mineral no presentó efecto sobre el crecimiento, siendo el promedio de GDP en los animales tratados y no tratados, superior a la observada por los autores antes mencionados. Contrario a lo registrado en este experimento, Herrera (1998) observó mejoras de la CC de novillas cebú suplementadas con bloques multinutricionales, coincidiendo con aumento de la tasa de preñez.

Evolución del tracto uterino, estructuras ováricas y preñez de las novillas

En términos generales, la condición uterina y presencia de estructuras ováricas determinadas por palpación rectal no mostraron cambios que puedan ser debidos a la suplementación. A partir del segundo mes de temporada de servicio, en ningún tratamiento se registraron animales con escaso desarrollo uterino y muy pocos presentaron ovarios lisos. No existió efecto de tratamiento sobre el diagnóstico de preñez. Aunque en la palpación final, SMP presentó la mayor proporción de animales gestantes (90,9%)

Cuadro 5. Peso ajustado promedio, ganancia diaria de peso y condición corporal (promedio \pm error típico) por tratamiento (S: sal común, SM: suplemento mineral, SMP: suplemento proteico-mineral) y día de pesaje en novillas

Día	Pesos ajustados			Ganancia diaria de peso			Condición corporal		
	S	SM	SMP	S	SM	SMP	S	SM	SMP
0	223,6	223,7	222,5				1,81 \pm 0,02	1,79 \pm 0,01	1,77 \pm 0,01
33	254,2	252,8	253,5	0,928	0,882	0,940			
56	268,9	266,9	269,0	0,640	0,613	0,673			
81	280,4	280,6	281,3	0,461	0,548	0,492			
104	281,4	284,5	283,1	0,040	0,170	0,076			
128	285,2	280,8	277,2	0,162	-0,151	-0,245	2,40 \pm 0,02	2,39 \pm 0,02	2,38 \pm 0,02
152	301,6	301,8	302,5	0,683	0,872	1,053			
176	315,6	314,9	316,0	0,582	0,548	0,565			
201	318,6	317,6	322,0	0,119	0,108	0,243			
224	322,4	324,6	327,3	0,165	0,302	0,225			
242	320,2	320,3	322,5	-0,123	-0,237	-0,264	2,49 \pm 0,02	2,47 \pm 0,02	2,48 \pm 0,02

al compararse con S (81,8%) o SM (81,5%) (Cuadro 6), siendo las medias ajustadas de preñez 83,8; 84,1 y 91,7% para S, SM y SMP, respectivamente. Estos valores superaron los encontrados por Herrera (1998) para novillas suplementadas y no suplementadas con bloques multinutricionales (61,8 vs. 39,3%) y los de Botacio y Garmendia (1997) de 30 y 60% para animales suplementados con sal y minerales, respectivamente, sugiriendo que la calidad de la pastura y el manejo del pastoreo fueron factores determinantes de los resultados.

El análisis de mínimos cuadrados demostró que la suplementación, raza o CC estimada a inicios, mediados y final del ensayo no afectaron la preñez de las novillas. Por el contrario, aumentos en 100 g de GDP durante la temporada de monta incrementaron en 0,5% la preñez ($P < 0,2$) y 10 kg adicionales de peso al inicio de la temporada de monta significó 2% más animales gestando ($P < 0,3$).

Química sanguínea

Las concentraciones séricas de minerales (Cuadro 7) en los animales del experimento no mostraron diferencias estadísticas debidas a la suplementación a excepción de Ca y Cu.

El día de medición afectó significativamente ($P < 0,05$) la concentración en suero de los minerales, pero sin relación con las épocas de estudio (transición lluvia-sequía y sequía), las cuales transcurrieron con disminución de la calidad y cantidad de la pastura.

Algunos valores se encontraron cerca de las concentraciones críticas. Se presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$) en calcemia debido a

tratamiento presentando valores de 8,69; 9,01 y 9,07 mg/dL para S, SM y SMP, respectivamente. Sin embargo, todos se encontraron por arriba del nivel crítico (8 mg/dL) reportado por McDowell *et al.* (1997). La fosfatemia se ubicó ligeramente por debajo del valor crítico (4,5 mg/dL) reportado por McDowell *et al.* (1997). Sin embargo, algunos promedios se hallaron dentro de los niveles considerados normales (4,3 – 7,7 mg/dL) por González (2000). Los análisis de P de suelo y forraje no mostraron deficiencias del elemento.

La concentración de P en muestras de forraje tomadas por escogencia manual fue 36% mayor al requerimiento de los animales (NRC, 1996). Soto y Garmendia (1997), al igual que en el presente trabajo, no encontraron efecto del suplemento sobre el fósforo inorgánico en plasma. Los valores reportados por Morillo *et al.* (1989) y McDowell *et al.* (1989) de P en suero sanguíneo fueron mayores que los determinados en este estudio.

La magnesemia (Cuadro 7) presento concentraciones que se ubicaron por arriba del valor crítico (1 mg/dL; McDowell *et al.*, 1997). Esta situación guarda relación con los análisis de forraje (escogencia manual) y suelo, donde se evidenciaron valores normales o superiores a los considerados limitantes tanto para la producción animal como forrajera, respectivamente. Morillo *et al.* (1989) reportaron valores más elevados que los encontrados en este ensayo.

La concentración sérica de K fue adecuada, Por el contrario, el Na sérico (Cuadro 7) se aproximó al límite inferior de 306,7 mg/dL (Álvarez, 2001). La

Cuadro 6. Preñez acumulada durante de la temporada de servicio (TS) según tratamiento (S: sal común, SM: suplemento mineral, SMP: suplemento proteico-mineral).

Días†	Tratamiento			Global	P
	S	SM	SMP		
	----- % -----				
37	1,82	0	0	0,61	0,3735
62	47,27	44,44	50,91	47,56	0,7979
85	76,36	59,26	72,73	69,50	0,1261
103	78,18	68,52	78,18	75,00	0,5165
48 ‡	81,82	81,50	90,91	84,76	0,2642

† Días desde iniciada la TS.

‡ Días luego de finalizada la TS.

Cuadro 7. Concentraciones séricas (promedio \pm error típico) de minerales en novillas a pastoreo con diferentes suplementos (S: sal común, SM: suplemento mineral, SMP: suplemento proteico)

Fuente de variación	Ca	P	Mg	Na	K	Fe	Cu	Zn
	mg/dL ----- ppm							
Tratamiento								
S	8,69 \pm 0,15b†	4,53 \pm 0,11	1,64 \pm 0,05	319 \pm 3,4	21 \pm 0,40	0,14 \pm 0,006	0,76 \pm 0,02a	1,95 \pm 0,07
SM	9,01 \pm 0,15a	4,22 \pm 0,09	1,70 \pm 0,05	324 \pm 2,4	22 \pm 0,32	0,14 \pm 0,006	0,74 \pm 0,02b	1,94 \pm 0,09
SMP	9,07 \pm 0,17a	4,32 \pm 0,11	1,71 \pm 0,05	326 \pm 3,2	21 \pm 0,29	0,14 \pm 0,007	0,79 \pm 0,02a	2,06 \pm 0,10
Día de medición								
02/09/05	7,59 \pm 0,07c	4,45 \pm 0,15ab	1,23 \pm 0,02d	294 \pm 2,2b	19 \pm 0,3b	0,14 \pm 0,009ab	0,61 \pm 0,02c	2,71 \pm 0,18a
28/10/05	8,03 \pm 0,07c	4,36 \pm 0,13ab	1,52 \pm 0,03c	321 \pm 1,6a	19 \pm 0,3b	0,15 \pm 0,006ab	0,66 \pm 0,02c	2,15 \pm 0,09b
15/12/05	9,11 \pm 0,26b	4,07 \pm 0,11b	1,60 \pm 0,08c	333 \pm 2,8a	23 \pm 0,4a	0,16 \pm 0,009a	0,95 \pm 0,03a	2,22 \pm 0,05b
01/02/06	9,44 \pm 0,24ab	4,27 \pm 0,14ab	1,71 \pm 0,07bc	331 \pm 3,1a	22 \pm 0,4a	0,16 \pm 0,007a	0,79 \pm 0,02b	2,05 \pm 0,06b
22/03/06	9,92 \pm 0,14a	4,78 \pm 0,15a	2,12 \pm 0,04a	333 \pm 4,6a	23 \pm 0,4a	0,12 \pm 0,007bc	0,81 \pm 0,02b	1,30 \pm 0,03c
02/05/06	9,30 \pm 0,16ab	4,03 \pm 0,15b	1,91 \pm 0,05b	329 \pm 6,6a	23 \pm 0,5a	0,09 \pm 0,007c	0,79 \pm 0,02b	1,46 \pm 0,10c
Media general	8,93 \pm 0,09	4,35 \pm 0,06	1,68 \pm 0,03	323 \pm 1,7	21 \pm 0,2	0,14 \pm 0,003	0,76 \pm 0,01	1,99 \pm 0,05
Valores críticos‡	8	4,5	1				0,65	0,6

† Letras distintas indican diferencias significativas ($P < 0,05$) entre tratamientos o días de medición.

‡ McDowell *et al.* (1997).

concentración sérica promedio de Cu (Cuadro 8) se encontró por encima de 0,65 ppm, valor crítico reportado por McDowell *et al.* (1997), estando 25% de las muestras de suero por debajo de este nivel. McDowell *et al.* (1989) y Morillo *et al.* (1989) reportaron valores de Cu sérico mayores a los determinados en este estudio. La concentración promedio de Cu en suero fue afectada ($P < 0,05$) por tratamiento siendo de 0,76; 0,74 y 0,79 ppm para S, SM y SMP, respectivamente. El Zn sérico fue mayor que el valor crítico (0,6 ppm; McDowell *et al.*, 1997), lo que se corresponde con su concentración en la dieta. Tanto Cu como Zn en suelo y forraje estuvieron por encima del nivel crítico.

El valor de Zn en suero reportado por McDowell *et al.* (1989) fue ligeramente inferior al de este estudio. Sin embargo, es importante considerar que en el forraje las concentraciones de Fe fueron altas, elemento que es antagonista del zinc (Chicco y Godoy, 1987).

Aun cuando existieron diferencias debidas a tratamiento y tiempo de medición, los valores determinados de urea en suero estuvieron dentro del intervalo considerado normal por Wittwer (1994) y Bouda *et al.* (2005) cuyos valores oscilan entre 16,8 y 45 mg/dL (2,8 – 7,5 mmol/L) y 15 y 40 mg/dL, respectivamente. La urea en suero sanguíneo (Cuadro 8) apenas presentó diferencias ($P = 0,08$) debidas a tratamiento, siendo sus valores de 23,05; 23,38 y 23,88 mg/dL para S, SM y SMP, respectivamente. También la uremia fue afectada por el periodo de medición ($P < 0,05$) sin seguir una tendencia clara en el tiempo. La concentración sérica de urea (Cuadro 8) a lo largo del ensayo se encontró dentro del intervalo reportado por Hammond (1997), donde pudiese existir una posible desproporción energía/proteína. Rusche *et al.* (1993) encontraron que, indiferentemente del tipo de proteína (alta o baja degradabilidad), el nivel de la misma afectó la concentración de urea, siendo estos resultados similares a los del presente estudio.

Los ácidos grasos no esterificados (AGNE) (Cuadro 8) no fueron afectados por tratamiento. Los valores de AGNE en suero sanguíneo (0,7 – 1,0 meq/L) estuvieron por encima de los niveles críticos para vacas lecheras (0,8 meq/L de AGNE; Wittwer, 1994). Whitaker y Kelly (1994) en vacas secas o al final de la preñez reportaron valores normales de 0,4 meq/L. Por su parte, González (2000) señaló inconvenientes en el trópico con las interpretaciones

de AGNE ya que estos son susceptibles de aumentar en ganado poco dócil por efecto del estrés. De difícil y cuidadosa interpretación resultó relacionar los altos valores de AGNE en suero sanguíneo con la CC en incremento a lo largo del ensayo

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las cuales se realizó la experimentación, la suplementación mineral y proteico-mineral no mostró efecto sobre el crecimiento, evolución del tracto uterino, estructuras ováricas, preñez e indicadores de química sanguínea de novillas a pastoreo. Sólo un manejo racional de la pastura proporciona a este tipo de animal una oferta de material vegetal en calidad y cantidad y consecuente nutrición satisfactoria que no requiere alimentación suplementaria.

LITERATURA CITADA

- Álvarez J. 2001. Bioquímica Nutricional y Metabólica del Bovino en el Trópico. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.
- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. 14^{ce} ed. Association of Official Agricultural Chemists. Washington, EUA.
- Arriaga L., C. Chicco y G. Arriaga. 2001. Comportamiento productivo de vacas Brahman de primer servicio y primera lactancia con suplementación estratégica. *En* Romero R., J. Arango y J. Salomón (Eds.) XVII Cursillo sobre Bovinos de Carne. Fac. Ciencias Veterinarias. Univ. Central de Venezuela. Maracay. pp. 35-61.
- Botacio R. y J. Garmendia. 1997. Efecto de la suplementación mineral sobre el status mineral, parámetros productivos y reproductivos en bovinos a pastoreo. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.*, 5(Supl. 1): 245-247.
- Bouda J., A. Gutiérrez, G. Salgado y C. Kawabata. 2005. Monitoreo, diagnóstico y prevención de trastornos metabólicos en vacas lecheras. *Bovino.*, 6: www.fmvz.unam.mx/bovinotecnia/BtRgCliG005.pdf [Octubre, 2007].
- Brito J., I. Rojas y R. Roberti. 1990. Análisis de suelos para diagnóstico de fertilidad. Manual de Métodos y Procedimientos de Referencias.

Cuadro 8. Concentración (promedio \pm error típico) de urea y ácidos grasos no esterificados (AGNE) en suero sanguíneo de novillas con diferentes tipos de suplementación (S: sal común, SM: suplemento mineral, SMP: suplemento proteico-mineral) en distintas fechas de medición.

Metabolito	Tratamiento	Fecha de medición							General
		02/09/05	28/10/05	15/12/05	01/02/06	22/03/06	02/05/06		
Urea, mg/dL	S	22,33 \pm 0,49	24,60 \pm 0,80	22,49 \pm 0,27	22,47 \pm 0,55	21,34 \pm 0,20	24,64 \pm 1,20	23,05 \pm 0,36A [†]	
	SM	22,13 \pm 0,20	23,95 \pm 0,80	22,64 \pm 0,27	23,03 \pm 0,43	22,22 \pm 0,39	25,05 \pm 0,60	23,38 \pm 0,28AB	
	SMP	22,73 \pm 0,42	25,04 \pm 1,06	23,91 \pm 0,30	23,76 \pm 0,36	21,86 \pm 0,39	25,00 \pm 0,72	23,88 \pm 0,32B	
	General	22,36 \pm 0,22bc	24,59 \pm 0,50a	23,07 \pm 0,23b	23,08 \pm 0,28b	21,78 \pm 0,20c	24,91 \pm 0,47a	23,44 \pm 0,19	
AGNE, meq/L	S	0,945 \pm 0,032	0,997 \pm 0,012	0,772 \pm 0,015	0,884 \pm 0,031	0,905 \pm 0,042	0,865 \pm 0,041	0,897 \pm 0,016	
	SM	0,932 \pm 0,019	1,008 \pm 0,026	0,800 \pm 0,016	0,871 \pm 0,031	0,827 \pm 0,037	0,822 \pm 0,025	0,882 \pm 0,016	
	SMP	0,984 \pm 0,044	0,915 \pm 0,010	0,785 \pm 0,026	0,918 \pm 0,020	0,859 \pm 0,020	0,709 \pm 0,029	0,874 \pm 0,021	
	General	0,954 \pm 0,019a	0,973 \pm 0,014a	0,786 \pm 0,010c	0,891 \pm 0,012b	0,864 \pm 0,019b	0,799 \pm 0,024c	0,884 \pm 0,010	

[†] Letras mayúsculas indican diferencias significativas ($P < 0,05$) en la misma columna, mientras que letras minúsculas indican diferencias significativas ($P < 0,05$) en la misma fila.

- FONAIAP. Serie D, N° 26. Maracay, Venezuela.
- Casanova E. 1991. Introducción a la Ciencia del Suelo. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Univ. Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Chicco C. y S. Godoy. 1987. Suplementación mineral de bovinos de carne a pastoreo. *En* Plasse D., N. Peña de Borsotti y J. Arango (Eds.) III Cursillo sobre Bovinos de Carne. Univ. Central de Venezuela. Fac. Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp. 47-103.
- Chicco C. y S. Godoy. 1996. Estrategias para la suplementación mineral de los bovinos de carne a pastoreo. *En* Plasse D., N. Peña de Borsotti y J. Arango (Eds.) XII Cursillo sobre Bovinos de Carne. Univ. Central de Venezuela. Fac. de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp. 27-43.
- Chicco C., S. Godoy y N. Obispo. 1998. Corrección de los factores nutricionales que limita la producción de bovinos a pastoreo. *En* D. Plasse, N. Peña de Borsotti y J. Arango (Eds.) XIV Cursillo sobre Bovinos de Carne. Univ. Central de Venezuela. Fac. Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp. 89-116.
- Fiske C. y Y. Subbarrow. 1925. The colorimetric determination of phosphorus. *J. Biol. Chem.*, 66: 375- 400.
- Godoy S. y C. Chicco. 1995. Respuesta productiva a la suplementación mineral de los bovinos de a pastoreo. *En* Plasse D., N. Peña de Borsotti y J. Arango (Eds.) XI Cursillo sobre Bovinos de Carne. Univ. Central de Venezuela. Fac. Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp. 25-59.
- González F. 2000. Uso de perfil metabólico para determinar status nutricional em gado de corte. *En* González F., J. Barcellos, H. Ospina y L. Ribeiro (Eds.) Perfil Metabólico em Ruminantes: Seu Uso em Nutrição e Doenças Nutricionais. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Brasil. Disponible en línea en <http://www6.ufrgs.br/bioquimica/extensao/pmr2000.pdf> [Diciembre, 2004].
- González Stagnaro C. 1992. Fisiología reproductiva en vacas mestizas de doble propósito. *En* González Stagnaro C. (Ed.) Ganadería Mestiza de Doble Propósito. Universidad del Zulia. Maracaibo. Venezuela. pp. 155-188.
- Hammond A. 1997. Update on BUN and MUN as a guide for protein supplementation in cattle. 8^{vo} Ruminant Nutrition Symposium, Univ. Florida, Gainesville, EUA. Disponible en línea: <http://dairy.ifas.ufl.edu/rns/1997/frns1997.pdf> [Agosto, 2007].
- Hardison W., J. Reid, C. Martin y P. Woolfolk 1954. Degree of herbage selection by grazing cattle. *J. Anim. Sci.*, 37: 89 – 102.
- Herrera P., B. Birbe y N. Martínez. 1995. Suplementación estratégica con bloques multinutricionales. *En* Plasse D., N. Peña de Borsotti y J. Arango (Eds.) XI Cursillo sobre Bovinos de Carne. Univ. Central de Venezuela. Fac. Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp. 129-159.
- Herrera P. 1998. Efecto de la suplementación post-parto sobre parámetros productivos y reproductivos de vacas doble propósito. Trabajo de Ascenso. Universidad Simón Rodríguez. Maracay. Venezuela.
- Holdridge L. 1967. Ecología Basada en Zonas de Vida. Instituto Iberoamericano de Cooperacion para la Agricultura. Turrialba, Costa Rica.
- Kane K., D. Hawkins, G. Pulsipher, D. Denniston, C. Krehbiel, M. Thomas, M. Petersen, D. Hallford, M. Remmenga, A. Roberts y D. Keisler. 2004. Effect of increasing levels of undegradable intake protein on metabolic and endocrine factors in estrous cycling beef heifers. *J. Anim. Sci.*, 82: 283–291.
- Lamela L. 1992. Sistemas de producción de leche. *En* Clavero T. (Ed.) Producción e Investigación en Pastos Tropicales. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. pp. 151-160.
- Mancilla L. 2002. Suplementación estratégica de los bovinos a pastoreo. *Venezuela Bov.*, 44: 34-39.
- Manrique J.R. 1990. Fisiología de la reproducción del ganado lechero. *Fonaiap Divulga*, 33: 15-20.

- McDowell L., D. Morillo, C. Chicco, J. Perdomo, J. Conrad y F. Martin. 1989. Nutritional status of beef cattle in specific regions of Venezuela. II. Microminerals. *Nut. Rep. Int.*, 40: 17-31.
- McDowell L., J. Velásquez Pereira y G. Valle. 1997. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. *Boletín*. 3^{ra} ed. Universidad de Florida. Gainesville, EUA.
- Milford R. y D. Minson. 1965. Intake of tropical pasture species. *Proc. 9^{no} International Grassland Congress*. Sao Paulo, Brasil. pp. 815-822.
- Mogollón L. y J. Comerma. 1994. Suelos de Venezuela. PDVSA. Palmaven. Caracas, Venezuela.
- Morillo D., L. McDowell, C. Chicco, J. Perdomo, J. Conrad y F. Martin. 1989. Nutritional status of beef cattle in specific regions of Venezuela. I. Macrominerals and forage organic constituents. *Nut. Rep. Int.*, 39: 1247-1262.
- NRC. 1996. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. 7^{ma} ed. National Academy Press. Washington, EUA.
- Plasse D., T. Linares, R. Hoogesteijn y H. Fossi. 1989. Programa de aplicación tecnológica para el mejoramiento de la producción bovina de carne. *Fac. Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. Programa de Cooperación Agrícola SPB – MIG, Convenio MAC – PDVSA. Serie C, N° 29. Maracay, Venezuela.*
- Ríos J. 1974. Una nota sobre el consumo de sales minerales en bovinos de carne a pastoreo. *Agronomía Trop.*, 24: 227-234.
- Rusche W., R. Cochran, L. Corah, J. Stevenson, D. Harmon, R. Brandt, Jr. y J. Minton. 1993. Influence of source and amount of dietary protein on performance, blood metabolites, and reproductive function of primiparous beef cows. *J. Anim. Sci.*, 71: 557-563.
- Soto H., y J. Garmendia. 1997. Uso de una fuente nacional de fósforo en la suplementación de novillas Brahman. *Zootecnia Trop.*, 15: 159-175.
- Tejos R. 1996. Muestreo, análisis e interpretación de suelo y plantas con fines forrajeros. II Seminario Alternativas para una Mejor Utilización de Pastos Cultivados. Asociación de Ganaderos de Valencia. Valencia, Venezuela. pp. 1-9.
- Tejos R. 1998. Fertilización estratégica de pasturas introducidas. *En Plasse D., N. Peña de Borsotti y R. Romero (Eds.) XIV Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela. Fac. Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp. 143-165.*
- Wallis de Vries M. 1995. Estimating forage intake and quality in grazing cattle: A reconsideration of the hand-plucking method. *J. Range Manag.*, 48: 370-375.
- Whitaker D. y J. Kelly. 1994. Use and interpretation of metabolic profiles in dairy cows. *En Pérez T. y N. Martínez (Eds.) I Curso Nacional de Divulgación en Técnicas de RIA y Evaluación de Metabolitos Sanguíneos y Cinéticas Digestivas Relacionadas en la Nutrición y Reproducción en Bovinos. Org. Int. Energía Atómica, Fac. Agronomía y Ciencias Veterinarias, Univ. Central de Venezuela y Ministerio de Energía y Minas. Maracay, Venezuela.*
- Wiltbank J., W. Rowden, J. Ingalls, K. Gregory y R. Koch. 1962. Effect of energy level on reproductive phenomena of mature Hereford cows. *J. Anim. Sci.*, 21: 219-225.
- Wittwer F. 1994. Diagnóstico de desbalances metabólicos nutricionales en animales en producción. *En Pérez T. y N. Martínez (Eds.) I Curso Nacional de Divulgación en Técnicas de RIA y Evaluación de Metabolitos Sanguíneos y Cinéticas Digestivas Relacionadas en la Nutrición y Reproducción en Bovinos. Org. Int. Energía Atómica, Fac. Agronomía y Ciencias Veterinarias, Univ. Central de Venezuela y Ministerio de Energía y Minas. Maracay, Venezuela.*
- Zambrano C. 1992. Ordeño estacional en ganadería de carne. Tesis de Maestría. Postgrado de Producción Animal. *Fac. Agronomía y Ciencias Veterinarias. Univ. Central de Venezuela. Maracay, Venezuela.*