

Efecto de la carga animal en una pastura mejorada sobre el desarrollo y aparición de celo en novillas*

G. S. Cajas, R. R. Vera**, L. E. Tergas** y H. Ayala**

Uno de los factores más limitantes para la producción animal en los trópicos bajos de América Latina es la poca disponibilidad y pobre calidad de los forrajes, especialmente durante las épocas secas. Este nivel nutricional insuficiente es la causa más común de los bajos porcentajes de concepción en vacas y de los retrasos en la iniciación de la actividad reproductiva de novillas (Lammond, 1970). Según Topps (1977), la nutrición deficiente en vacunos incrementa el tiempo necesario para alcanzar el peso compatible con la aparición de la pubertad y por lo tanto la edad a la cual ésta ocurre.

Los pastos constituyen el principal recurso para la alimentación de bovinos en el trópico. Sin embargo, los pastos son fibrosos y por tanto su digestibilidad varía de mediana a baja; cuando son la única fuente de alimentación de los animales, gran proporción de sus nutrimentos se utilizan para satisfacer los requerimientos de mantenimiento (Minson et al., 1970).

En las evaluaciones realizadas por el proyecto ETES* en varias fincas de los Llanos Orientales de Colombia, se encontró que el peso de novillas a los 36 meses de edad osciló entre 230-330 kg (Kleinheisterkamp et al., 1982), lo cual indica que las ganancias de peso posdestete variaron entre 140-300 g/día. Los autores hallaron, además, una correlación alta entre edad de las novillas, parámetro que puede ser considerado indicativo del peso,

y porcentaje acumulado de preñez. Esta correlación directa entre peso y probabilidad de concepción fue igualmente confirmada en vacas.

De lo anterior se deduce que el estado general de nutrición de todas las categorías de hembras reflejado en el peso vivo es deficiente y responsable del bajo desempeño reproductivo observado en la región. Consecuentemente, es importante estudiar en detalle el grado y forma en que la nutrición deficiente afecta la aparición de la pubertad, la regularidad en la aparición del celo y la relación entre las bajas ganancias de peso de novillas y su posterior eficiencia reproductiva.

Con el objeto de validar las consideraciones anteriores, a partir de 1982 en el centro de investigaciones ICA-CIAT, Carimagua, Llanos Orientales de Colombia, se inició un ensayo en una pastura asociada de *Melinis minutiflora*/*Brachiaria humidicola* CIAT 679/*Demodium ovalifolium* CIAT 350. En ella se midió el efecto de varias tasas de crecimiento animal, generadas por cargas contrastantes en la edad al primer celo y regularidad posterior de éste en novillas jóvenes. Asimismo, se evaluaron varios aspectos de la interacción pastura-animal.

* Resumen del trabajo de grado presentado por G.S. Cajas para obtener el título de Zootecnista. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira, U.N. Colombia.

** Zootecnista, jefe de la sección de Sistemas de Producción de Ganado; Agrónomo, jefe de la sección de Productividad y Manejo de Praderas hasta diciembre de 1984, y M.V. Zootecnista, asistente de la Sección de Sistemas de Producción de Ganado, respectivamente, Programa de Pastos Tropicales del CIAT.

* ETES = Estudio Técnico y Económico de Sistemas de Producción Pecuaria, 1978-1982.

Los resultados indicaron que la edad al primer celo de las novillas estuvo relacionada con su peso resultante de la carga animal.

Localización y manejo del ensayo

El centro de investigaciones Carimagua está localizado dentro del ecosistema de sabana bien drenada isohipertérmica, a 4° 37' de latitud norte y 70° 30' de longitud oeste, a 150 m.s.n.m., con 2100 mm de precipitación anual distribuida de abril a noviembre; su temperatura media es de 24°C.

Los suelos son franco-arcillosos, Oxisoles, Tropeptic, Haplustox, isohipertérmicos, con un pH de 4.2, bajo contenido de bases intercambiables y con una saturación de aluminio de 80% hasta 1 m de profundidad.

Para el ensayo se utilizó una pastura de *M. minutiflora*, destruida parcialmente por quema en febrero de 1981, la cual se rastrilló y sembró con estolones de *B. humidicola* CIAT 679 y semillas de *D. ovalifolium* CIAT 350 en el mismo surco. Al momento de la siembra se aplicaron 24 kg de sulfomag (22% de K₂O, 11% de Mg y 22% de S), 75 kg de hiperfosfato (14% de P) y 10 kg de S/ha. En mayo de 1983 se hizo una fertilización de mantenimiento con P, K y Mg. Desde diciembre de 1981 hasta octubre de 1982 la pastura se sometió a pastoreo controlado para evitar su maduración. En noviembre de ese último año se inició la fase experimental.

Las cargas animales se obtuvieron variando el área de pastoreo para un número constante de animales en épocas seca y lluviosa. Las áreas empleadas fueron 11.71, 8.75 y 6.24 ha para 23 animales por parcela durante la época seca. Esto representó las siguientes cargas, respectivamente: baja (1.96 animales/ha), media (2.62 animales/ha) y alta (3.68 animales/ha). Al inicio de la época lluviosa los animales en la carga alta perdieron en promedio 200 g diarios; se decidió entonces reducir en 25% la carga en todos los tratamientos, lo cual generó las cargas siguientes: baja (1.45 animales/ha), media (1.94 animales/ha) y alta (2.72 animales/ha). El peso promedio inicial de las novillas fue de 170 ± 13 kg y su edad inicial de 441 ± 69 días. Durante el período experimental los animales se pesaron cada 36 días.

La disponibilidad de MS y la composición botánica se determinaron cada 30 días, utilizando el método propuesto por Haydock et al. (1975). En el

forraje seco se determinaron la proteína cruda (PC), digestibilidad *in vitro* de la MS (DIVMS) y los minerales (P, K, Ca, Mg, Mn, S, Fe, Zn, B).

En septiembre y octubre de 1983 se tomaron muestras de sangre para medir el nivel de proteína y minerales (Ca, P, Mg) en el suero sanguíneo, y de heces para análisis de humedad, N, Ca y P. La condición del tracto reproductivo se evaluó por palpación rectal e incluyó estado de los ovarios, tono muscular y cambios en el tamaño del útero; estos parámetros fueron analizados con la prueba de X² (Ji cuadrada). El registro del celo se hizo por medio de un marcador externo adaptado a toros vasectomizados. Se suministró a voluntad un suplemento mineral completo.

Los resultados se analizaron con base en la ganancia diaria de peso por animal en las tres cargas. Esta medición se hizo durante la fase en que los tratamientos fueron simultáneos, o sea, hasta que el grupo en la carga baja salió del ensayo por haber alcanzado el peso de 270 kg considerado como adecuado para iniciar el servicio. Las ganancias diarias se calcularon a partir de la regresión entre peso vivo y días en el experimento. Los efectos de carga, de época y de la interacción carga por época se sometieron a análisis de varianza y los promedios se compararon por la prueba de rangos múltiples de Duncan.

Producción de MS y calidad nutritiva de la pastura

La disponibilidad de MS y los componentes de la pastura fueron afectados por la carga animal como se observa en la Figura 1. Las pasturas en las cargas media y baja permanecieron libres de la invasión de malezas, las cuales aparecieron en la carga alta hacia el final del experimento. La cantidad de hojas aumentó por efecto de la lluvia y la fertilización de mantenimiento; y la relación hoja/tallo fue mayor en *M. minutiflora* y menor en *B. humidicola*, especie ésta que también mostró la mayor proporción de material muerto.

En relación con la calidad del forraje en oferta, se encontró (Cuadro 1, Figura 2) que al aumentar la carga animal el nivel de proteína cruda (PC) aumentó en las especies evaluadas. A partir del análisis preliminar, los datos se ajustaron al modelo de regresión lineal de la forma $Y = a + bx$; donde b representa la tasa diaria de cambio de Y (% PC) en cada especie, la cual a su vez, es una función lineal de la carga animal, X es el número de días transcu-

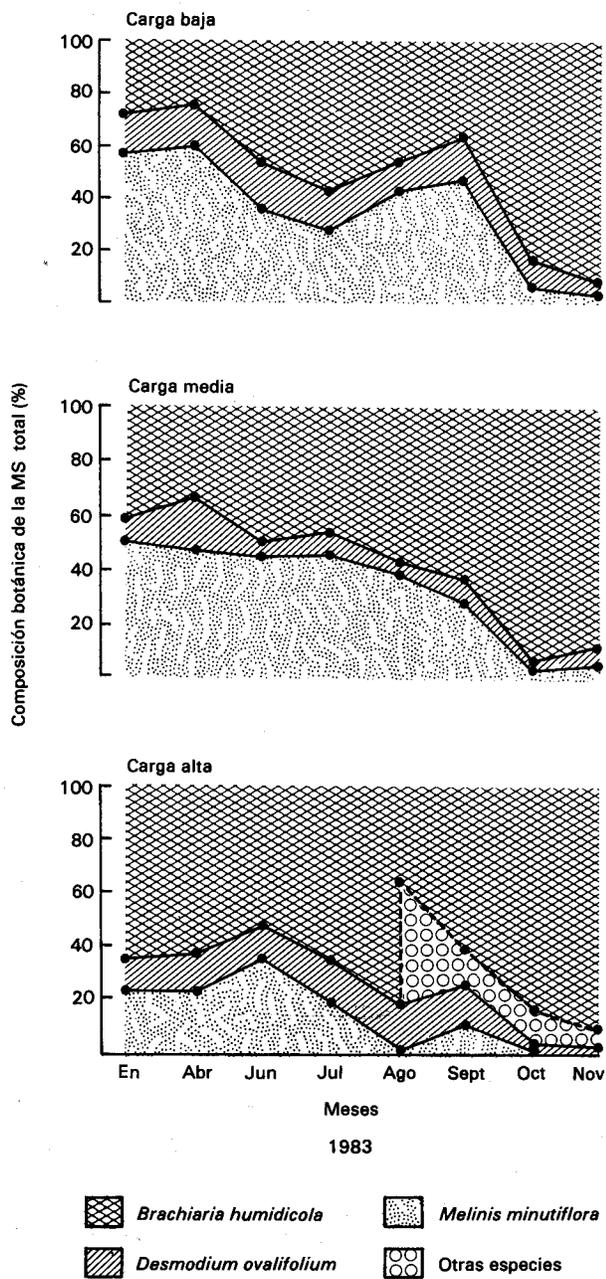


Figura 1. Composición botánica de la asociación *B. humidicola* CIAT 679/*M. minutiflora*/*D. ovalifolium* CIAT 350, con tres equivalentes de carga animal, bajo pastoreo continuo.

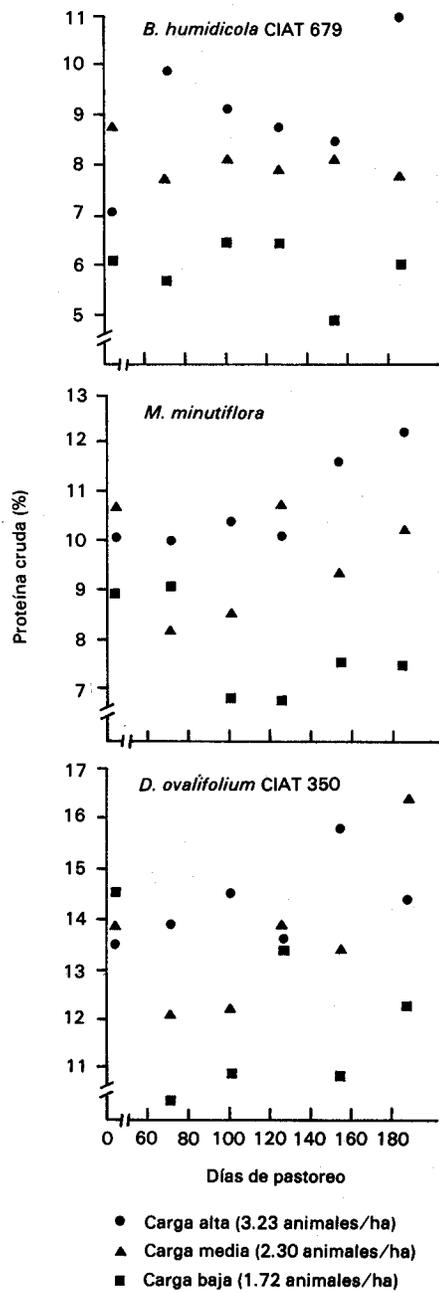


Figura 2. Relación entre el contenido de proteína cruda durante el tiempo de pastoreo y la carga animal en *Brachiaria humidicola* CIAT 679, *Melinis minutiflora*, y *Desmodium ovalifolium* CIAT 350.

Cuadro 1. Coeficiente de regresión múltiple, niveles de significancia y ajuste para el efecto del número de días en pastoreo y carga animal x días en pastoreo, en el contenido de PC de tres especies forrajeras.

Especie	Accesión CIAT No.	a	b'	c	R ²	P <
<i>B. humidicola</i>	679	7.402	-0.0371	0.0162	0.85	0.001
<i>M. minutiflora</i>	-	9.310	-0.0398	0.0166	0.85	0.001
<i>D. ovalifolium</i>	350	12.955	-0.0268	0.0123	0.62	0.032

rridos desde el inicio del pastoreo. De estas relaciones se obtiene la ecuación:

$$Y = a + b' \text{ días} + C \text{ días} \times \text{carga animal}$$

El último término de la ecuación representa el efecto de la interacción días x carga animal en el porcentaje de PC.

A pesar del escaso número de grados de libertad, se obtuvo un buen ajuste para las gramíneas, aunque para la leguminosa aquél fue bajo. Los resultados indican que la calidad del forraje con base en el nivel de PC aumentó con el tiempo de pastoreo en la carga alta, se mantuvo relativamente constante en la carga media y disminuyó en la carga baja.

Es probable que los cambios observados durante el tiempo experimental reflejen la contribución diferencial realizada por brotes tiernos y hojas en la calidad del forraje en oferta. Sin embargo, el aumento cualitativo observado en la carga alta no se manifestó en un mejor comportamiento de los animales (Figura 3). Esto se debió, posiblemente, a limitaciones en el consumo como consecuencia de la baja disponibilidad de forraje en esta carga.

La carga animal no afectó en forma significativa la digestibilidad de las especies; los valores de la DIVMS para las hojas de la gramínea fueron superiores a 57%; por el contrario, *D. ovalifolium* presentó porcentajes de DIVMS inferiores a 50%. El contenido de minerales en los pastos estuvo dentro de los niveles considerados adecuados por el NRC (1976) para este tipo de animales en pastoreo. Dicho contenido no varió por efecto de la

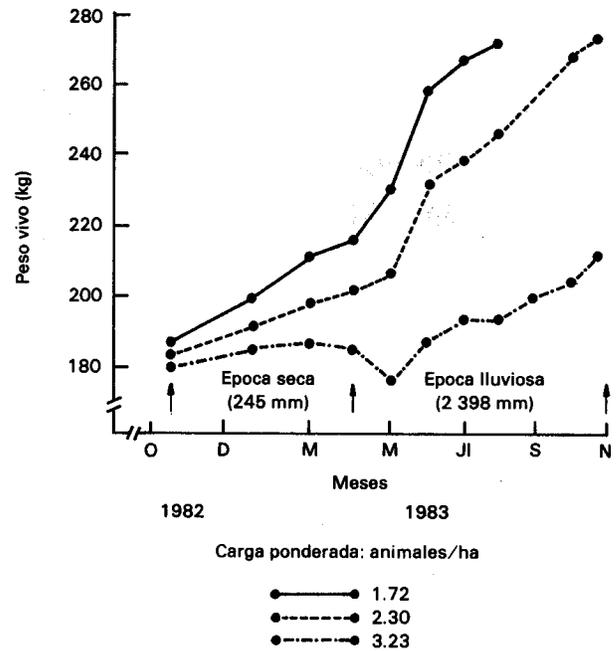


Figura 3. Ganancia de peso vivo de novillas bajo pastoreo continuo en una asociación de *B. humidicola* CIAT 679/*M. minutiflora*/*D. ovalifolium* CIAT 350, con tres equivalentes de carga animal.

carga, pero si tendió a aumentar por efecto de la época de lluvias y la fertilización.

Efecto de la carga animal en el desarrollo de las novillas

Se observó un efecto significativo ($P < 0.05$) de la carga animal sobre la ganancia diaria de peso vivo (Cuadro 2, Figura 3). El mayor aumento ocurrió en

Cuadro 2. Efecto de carga animal y época del año en la ganancia diaria de peso vivo de novillas en una asociación de *B. humidicola* CIAT 679/*M. minutiflora*/*D. ovalifolium* CIAT 350.

Carga* (an/ha)	No.	Epoca		Promedio ponderado (g/an/día)
		Seca (g/an/día)	Lluviosa	
Baja (1.96/1.45)	17	195 ^{b**}	407 ^a	311 ± .042
Media (2.62/1.94)	17	100 ^c	366 ^a	220 ± .038
Alta (3.68/2.72)	17	- 1 ^d	178 ^b	17 ± .037
Promedio		98	317	

* La carga fue variable entre época seca (245 mm en 154 días) y lluviosa (1550 mm en 134 días).

** Promedios seguidos de la misma letra no difieren en forma significativa ($P < 0.05$).

la carga baja, siendo las novillas en este tratamiento las que en menor tiempo alcanzaron el peso de 270 kg establecido para iniciar el servicio. Las novillas en la carga media alcanzaron dicho peso tres meses después, mientras que las de la carga alta llegaron al final del experimento con un peso de 219 kg en promedio. Esto se debió principalmente a que la cantidad de forraje disponible en la carga alta limitó la producción animal; aunque su calidad fue relativamente buena, la cantidad no fue suficiente para llenar los requerimientos de consumo de MS del animal. Estos resultados concuerdan con los de Hoyos et al. (1985) quienes encontraron en pasturas de *B. humidicola* un efecto significativo de la carga animal en la disponibilidad de MS y calidad del forraje en oferta.

Se encontró una interacción significativa ($P < 0.05$) entre carga animal y época. Así, con carga baja en la época seca y alta en la época lluviosa las ganancias de peso vivo fueron similares.

Los estados fisiológicos de útero con o sin tono muscular, ovarios ciclando o estáticos, resultaron dependientes ($P < 0.05$) según la prueba de χ^2 . Cuando las novillas se agruparon por edad, el estado de los ovarios resultó dependiente de la carga, pero al agruparse por igual peso no existió significancia. Esto sugiere que el efecto del peso vivo fue de mayor importancia que la edad en la manifestación del celo.

En relación con la aparición del primer celo, se encontró que éste estuvo relacionado con el peso y la edad de los animales, de tal manera que las novillas con tasas de crecimiento mayores llegaron a la pubertad a una edad más temprana. Las diferencias significativas se presentaron entre las cargas baja y alta (Cuadro 3). En este estudio la pubertad se determinó como la ocurrencia del pri-

mer celo. En otros trabajos aquélla se considera como la aparición del primer cuerpo lúteo (Plasse et al., 1968).

El estrés nutricional de las novillas en la carga alta posiblemente trajo como consecuencia hipoproteinemia. En efecto, en las dos ocasiones en que se hicieron muestreos, los niveles de proteína sérica fueron bajos (6.67%) en dicha carga y significativamente ($P < 0.05$) inferiores a los de carga media (7.24%). Es probable que estos niveles reflejen el déficit energético de los animales, resultado de la baja oferta de forraje en la carga alta y de su limitado contenido proteínico. Guzmán et al. (1980) reportaron concentraciones similares de proteína sérica en vacas sometidas a estrés fisiológico por causa de la lactancia cuando pastoreaban sabana nativa y *M. minutiflora*.

Comentario

Los resultados de este estudio muestran claramente la influencia del peso de las novillas en la aparición de la pubertad, determinada por la manifestación del celo. Consecuentemente, la ganancia de peso posdestete afecta la edad en la cual una novilla está en condiciones de concebir. Al respecto, en este estudio se logró reproducir el rango de ganancias de peso observado en pastos nativos por medio del empleo de altas cargas en una pradera de baja calidad dominada por *B. humidicola*. Se obtuvieron indicaciones de que la naturaleza del estrés nutricional impuesto fue semejante al encontrado en sabana nativa.

Agradecimientos

Los autores agradecen al M.V. Obed García su colaboración en la realización de este estudio.

Cuadro 3. Peso, edad en promedio y número de novillas en celo en una asociación de *B. humidicola* CIAT 679/*M. minutiflora*/*D. ovalifolium* CIAT 350.

Carga ponderada (an/ha)	Peso (kg)	Edad (días)	Celo	
			no. de novillas	Celo posterior
Baja (1.72)	268 ± 25 ^{a*}	793 ± 88 ^b	11	8
Media (2.30)	249 ± 27 ^a	824 ± 37 ^{ab}	9	7
Alta (3.23)	205 ± 14 ^b	915 ± 21 ^a	2	1

* Promedios seguidos de la misma letra en la misma columna no difieren en forma significativa ($P < 0.05$).

Summary

The effect of three growth rates, similar to those normally observed in savanna-raised animals, on the age and weight at puberty of Zebu heifers was studied. A grazing trial was conducted in the ICA-CIAT station in Colombia (4°34'N, 71° 29'W and 150 m.a.s.l.). Stocking rates of 1.72, 2.30, and 3.23 animals/ha were applied to a *B. humidicola* CIAT 679/*M. minutiflora*/*D. ovalifolium* CIAT 350 pasture. These resulted in liveweight gains of 311, 220 and 17 g/d, respectively. Availability of forage decreased with increasing stocking rates, whereas the crude protein content of each of the species decreased with increasing time at the low stocking rate. On the other hand, at the highest stocking rate, forage quality tended to increase with time. Nevertheless, heifers on the latter treatment did not reach the target weight of 270kg during the experimental period, and there was evidence of severe undernutrition, which resulted in low levels of serum protein. The latter syndrome has also been observed in animals grazing savanna. Age at puberty, as indicated by manifestation of estrous, increased with decreasing growth rates; at the lowest stocking rate, puberty occurred at 793 days of age and a liveweight of 268 kg. In the medium and high stocking rate, puberty took place at 824 d and 249 kg, and 915 d and 205 kg respectively. Thus, there was limited evidence of a compensatory effect, whereby increasing ages at puberty tend to overcome the effects of low liveweights.

Referencias

- Guzmán, V.H.; Morales, G.A. 1980. Parámetros sanguíneos de vacas Cebú bajo diferentes prácticas de manejo y producción: perfiles metabólicos de secadera e hidramnios o vaca inflada. En: Verde, L.S.; Fernández, A., eds. Conferencia Mundial de Producción Animal, 4a, Buenos Aires, Argentina, 1978. Memorias. Argentina, Asociación Mundial para la Producción Animal. v.1:524-538.
- Hydock, K.P.; Shaw, N.H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. Aust. J. of Agric. and Anim. Husb. 15:663-670.
- Hoyos, P.; Lascano, C. 1985. Calidad de *Brachiaria humidicola* en pastoreo en un ecosistema de bosque semi-siempre verde estacional. Pasturas tropicales-boletín 7(2):3-5.
- Kleinheisterkamp, I.; Habich, G. 1982. Características de la producción de ganado bovino de carne en los Llanos Orientales de Colombia. Informe Final. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. pp.1-72.
- Lammond, D.R. 1970. The influence of undernutrition on reproduction in the cow. Animal Breeding Abstracts. 38:359-372.
- Minson, D.J.; McLeod, M.N. 1970. The digestibility of temperate and tropical grasses. En: International Grasslands Congress, 11th, Queensland, Australia, 1970. Proceedings. St. Lucia, University of Queensland Press. pp. 719-722.
- National Research Council. Subcommittee on Beef Cattle Nutrition. 1976. Nutrient requirements of beef cattle. Washington, D.C., National Academy of Sciences. Nutrient requirements of domestic animals, no.4. 56p.
- Plasse, D.; Warnick, A.C.; Koger, M. 1968. Reproductive behavior of *Bos indicus* females in a subtropical environment. 1. Puberty and ovulation frequency in Brahman x British heifers. J. of Anim. Sci. 27(1):94-100.
- Topps, J.H. 1977. Effect of energy and protein deprivation on the performance of beef cattle. En: Smith, A.J., ed. Beef cattle production in developing countries. Edinburgh, England, University of Edinburgh. Centre for Tropical Veterinary Medicine. pp.204-205.
- Wiltbank, J.N.; Gregory, K.E.; Swiger, L.A.; Ingalls, J.E.; Rothlisberger, J.A.; Koch, R.M. 1966. Effects of heterosis on age and weight at puberty in beef heifers. J. of Anim. Sci. 25(3):744-751.