

# EDAD Y PESO A LA PUBERTAD EN NOVILLAS ROMOSINUANO, CEBU Y SUS CRUCES EN EL VALLE DEL SINU

*Marco González T., MVZ, MSc.; Amado Espitia P., MVZ., MSc.; Esperanza Prieto M., Zoot., MSc.; Alvaro Castro H., MVZ, PhD.\**

## RESUMEN

Con el fin de conocer la edad y el peso a la pubertad en novillas Romosinuano, Cebú y sus cruces en el Centro de investigación Turipaná, se estudiaron 65 novillas Romosinuano (R), 23 Cebú (C), 21 Romosinuano x Cebú (RxC), 26 Romosinuano x Cebú F2 (RxC2) y 18 Cebú x Romosinuano (CxR) a partir del destete. Se realizó observación diaria a las 6 am, 1 y 6 pm desde del destete hasta la pubertad. Se tomó como pubertad, la aparición del primer calor manifiesto y la presencia del folículo ovulatorio comprobado por palpación rectal. Se encontró una edad y un peso promedio de  $587.9 \pm 88$  días y  $292.7 \pm 43$  kg para la raza Romosinuano,  $516.2 \pm 102$  días y  $296.6 \pm 44$  kg para la Cebú,  $453 \pm 77$  días y  $279.2 \pm 34$  kg para el cruce Romosinuano x Cebú,  $522 \pm 80$  días y  $290.4 \pm 47$  kg para el cruce Romosinuano x Cebú 2 y de  $464.8 \pm 87$  días y  $290.5 \pm 47$  kg para el cruce CxR. La edad a la pubertad fue significativamente mayor en las novillas Romosinuano ( $P < 0.0001$ ). No hubo diferencias significativas para el peso a la pubertad entre razas y entre cruces ( $P > 0.05$ ). Las novillas de los cruces RxC y CxR presentaron la pubertad a menor edad que las razas R y C, no sucediendo lo mismo con las novillas RxC2. El coeficiente de correlación entre la edad y el peso a la pubertad fue de 0.36, 0.40, 0.62, 0.52 y 0.95 para las novillas R, C, RxC, RxC2 y CxR, respectivamente. Lo anterior demuestra el efecto de la raza y de la heterosis sobre la edad y el peso a la pubertad. Al evaluar la ganancia de peso diaria desde el destete hasta la pubertad, se observaron variaciones marcadas en ésta, ocasionadas por períodos de subalimentación, los cuales influyen en el bajo peso y edad tardía a la pubertad. Se sugiere

\* Investigadores CORPOICA, C.I. Turipaná, Montería y C.I. Tibaitatá; Investigadora Línea de Fisiología, Facultad MVZ, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, D.C.

implementar normas de manejo y alimentación para prevenir la drástica caída de peso posdestete.

**Palabras Claves Adicionales:** Pubertad, criollo, Cebú.

## ABSTRACT

### AGE AND WEIGHT AT PUBERTY IN ROMOSINUANO AND ZEBU HEIFERS AND THEIR CROSSES IN THE SINU VALLEY, COLOMBIA

A study was carried out to determine the weight and age at puberty in 65 Romosinuano (R), 23 zebu (C), 21 Romosinuano x zebu (RxC), 26 Romosinuano x zebu F2 (RxC<sub>F2</sub>) and 18 zebu x Romosinuano (C<sub>x</sub>R) heifers in the Experimental Station of Turipaná (Montería). The animals were followed from the time of weaning until parturition and were under daily observation for estrus detection at three different times during the day (6:00 am, 1:00 pm and 6:00 pm). Puberty was determined by the presence of an ovulatory follicle by rectal palpation. The age and weight at puberty found were  $587.9 \pm 88$  days and  $292.7 \pm 43$  kg for (R),  $516.2 \pm 102$  days and  $296.6 \pm 44$  kg for (C),  $453 \pm 77$  days and  $279.2 \pm 34$  kg for (RxC),  $522 \pm 80$  days and  $290.4 \pm 47$  kg for (C<sub>x</sub>R<sub>2</sub>), and  $464.8 \pm 87$  days and  $290.5 \pm 47$  for (C<sub>x</sub>R). The age at puberty was significantly greater for the (R) heifers ( $p < 0.0001$ ) while weight at puberty between breeds and among crosses was not significantly different ( $p > 0.05$ ). The crossbred heifers RxC and C<sub>x</sub>R entered to puberty earlier than the pure breeds (C and R) as well as RxC<sub>2</sub>. The correlation coefficients between age and weight at puberty were 0.36, 0.40, 0.62, 0.52 and 0.95 for R, C, RxC, RxC<sub>2</sub>, C<sub>x</sub>R, respectively. These coefficients indicate the effect of breed and heterosis for weight and age at puberty. There was a considerable variation in daily weight gain from weaning until puberty, probably due to periods of undernutrition. Undernutrition has been known as a factor that delays age at puberty, and adequate management tools should be implemented to avoid loss of weight gain particularly after weaning.

**Additional Index Words:** Puberty, criollo, zebu.

**L**a Costa Atlántica es la región más productora de carne y leche del país, con aportes del 70% al PIB agropecuario y el 41% de la producción total de alimentos de la región (CORPOICA, 1994). La raza más utilizada es la Cebú Brahmán y sus cruces, la cual incluye mestizaje

indeterminado con otras razas, con la Romosinuano que, por su rusticidad y adaptación al ambiente cálido tropical, ofrece ventajas comparativas que se manifiestan en un alto vigor híbrido en producción de carne (Hernández et al., 1976).

No obstante, esta ganadería presenta baja eficiencia reproductiva, con edad al primer parto mayor a 40 meses (Navarreté, 1994); situación que lleva a una disminución en el número de crías a lo largo de su vida productiva; así, novillas que tienen su primer parto a los dos años de edad producen más terneros durante su vida que las que lo tienen a los tres años de edad (Núñez-Domínguez et al., 1991; Patterson et al., 1992). Una de las causas de esta baja eficiencia reproductiva es el desconocimiento del inicio de la vida reproductiva del animal, situación que es agravada por las condiciones de manejo a que son sometidos los hatos.

Existen diferencias geográficas en la edad a la cual las novillas se cruzan por primera vez, que dependen de los sistemas de manejo, calidad y disponibilidad del forraje y adaptación de las respectivas razas a las condiciones ambientales específicas (Short et al., 1990). En adición, existen variaciones genéticas significativas dentro y entre razas de ganado de carne para la edad y el peso a la pubertad. En general, razas con ganancia rápida de peso y de tamaño corporal grande en la edad adulta obtienen la pubertad a mayor edad que las de ganancia lenta de peso y tamaño corporal pequeño en su edad adulta (Martin et al., 1992).

Este trabajo aporta al conocimiento de la edad y el peso a la pubertad en las razas Romosinuano, Cebú y sus cruces bajo condiciones de manejo y alimentación propias de la región del Valle del Senú, Montería (Colombia).

## MATERIALES Y METODOS

Se tomaron 65 novillas Romosinuano (R), 23 Cebú (C), 21 Romosinuano x Cebú (Rx C), 26 Romosinuano x Cebú F2 (Rx CF2) y 18 Cebú x Romosinuano (Cx R) a partir del destete (8 meses de edad), con peso promedio al destete de 169, 185, 207, 199 y 205 Kg., respectivamente. Estos animales fueron mantenidos en similares condiciones de manejo desde su nacimiento y a través del período experimental. En el período de cría se mantuvieron con amamantamiento *ad libitum*; después del destete los animales se manejaron en pastoreo rotacional en potreros de Angleton (*Dichantium Aristatum*), sal mineralizada al 10% y agua a voluntad. Además, se realizó control de endo y ectoparásitos.

Se hizo seguimiento desde el destete hasta el primer parto. Un operario, previamente adiestrado, realizó tres observaciones diarias durante 1 h., a las 6 am, 1 pm y 6 pm desde el destete hasta la pubertad. Cuando las novillas eran detectadas en celo, se llevaban a los corrales para pesarlas y mediante palpación rectal comprobar la presencia de estro y de folículos. Se tomó como llegada a la pubertad la aparición del primer calor manifiesto y la presencia de folículo ovulatorio.

Durante el seguimiento de los animales se registró el peso al destete, a los 12 y 16 meses, la edad y peso a la pubertad y la edad y peso al primer parto. Mediante el sistema de análisis estadístico (SAS) se realizó la prueba de normalidad, estadística descriptiva (media y desviación estándar) para las anteriores variables en todos los grupos raciales y análisis de varianza, con el fin de probar el efecto de la raza sobre estas variables, usando el procedimiento GLM para modelos lineales en diseño a una vía. Seguidamente se aplicó la prueba de Tukey a los análisis de varianza que resultaron significativos. Así mismo, se hizo análisis de correlación entre edad y peso a la pubertad para todos los grupos.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En las novillas estudiadas se encontró una edad y un peso promedio a la pubertad de  $587.98 \pm 88.9$  días y  $292.71 \pm 43.89$  kg para la raza Romosinuano,  $516.27 \pm 102$  días y  $296.22 \pm 44$  kg para la Cebú,  $453 \pm 77$  días y  $279.27 \pm 34$  kg para el cruce RxC,  $522 \pm 80$  días y  $290.47 \pm 47$  kg para el cruce RxC<sub>2</sub>, y de  $464.87 \pm 87$  días y  $290.50 \pm 47$  kg para el cruce CxR (Tabla 1). Se presentaron diferencias significativas para la edad a la pubertad entre razas y entre cruces ( $P < 0.0001$ ), mas no para el peso a la pubertad ( $P > 0.05$ ). Lo anterior lleva a pensar que en ganado de carne el peso es un factor más determinante sobre la pubertad que la edad. Estas observaciones soportan la hipótesis de que al lograr un peso corporal crítico se disparan los eventos endocrinos que inducen la llegada de la pubertad (Schillo *et al.*, 1992). Sin embargo, novillas mantenidas en diferentes planos de nutrición, típicamente logran la pubertad a diferentes pesos del cuerpo (Wiltbank *et al.*, 1969; Short and Bellows, 1971; Schillo *et al.*, 1983). Otros autores como Gree *et al.* (1983), consideran que aunque la edad a la pubertad no está determinada por un peso *per se*, sí lo está por un orden indeterminado de condiciones fisiológicas que resultan de un peso dado.

La edad a la pubertad fue significativamente mayor en las novillas Romosinuano (Tabla 1), hecho que corrobora lo informado por Castro (1986) en la misma raza, utilizando una metodología similar. Esta diferencia puede deberse a que es una raza de crecimiento lento, ya que bajo condiciones similares de

**TABLA 1**  
**Edad y peso a la pubertad y al primer parto en novillas**  
**Romosinuano, Cebú y sus cruces.**

Parámetro	ROMO		CEBU		RxC		RxC2		CxR	
	Prom.	Días	Prom.	Días	Prom.	Días	Prom.	Días	Prom.	Días
Edad a la pubertad (días)	587.9 ***	88	516.9	102	453	77	522	80	464.8	87
Peso a la pubertad (kg)	292.7	43	296.6	44	279.2	34	290.4	47	290.5	47
Peso al destete (kg)	169.5 ***	28	185.3	23	207	28	199.3	32	205	20
Peso a los 12 meses (kg)	193.9 ***	35	215.7	33	232.9	32	226	35	228.9	34
Peso a los 16 meses (kg)	246.9 ***	33	272.9	25	290.4	33	270.1	29	304.9	38
Edad al 1er. parto (meses)	36.7	3.5	35.8	1.7	35.5	10.5	36.6	3.8	36.1	4.3
Edad parto-edad pubertad (meses)	17.2		18.69		20.44		19.24		20.67	
Peso al 1er. parto (kg)	460	53	451	63	460.7	81	482.5	55	460.7	70

\*\*\*Altamente significativo (P < 0.0001).

BIBLIOTECA AGRPECUARIA DE COLOMBIA

cría y levante este grupo racial presentó diferencias significativas para el peso al destete, a los 12 y a los 16 ( $P < 0.0001$ ), mostrando siempre el menor peso al compararla con la raza cebú y los cruces (Tabla 1), hecho que también se refleja en la llegada a la pubertad a edad tardía con respecto a la cebú y los cruces, las cuales son de crecimiento más rápido. El comportamiento de la raza Romosinuano con relación al crecimiento lento y mayor edad a la pubertad está en contraposición a lo sustentado por Martin *et al.* (1992).

De otra parte, lo anterior pone en evidencia la influencia de la raza (Hansel, Joubert, Bellows *et al.*, Wiltbank, Karsson and Ingalls, citados por Arije y Wiltbank, 1971) y de la tasa de crecimiento (Reynolds, DeRouen and High, Wiltbank *et al.* citados por Arije y Wiltbank, 1971) sobre la pubertad en novillas.

No obstante, es posible que las novillas del presente estudio inicien su ciclicidad antes, presentándose calores no manifiestos que no son detectados con la metodología empleada en este trabajo. Prieto y Hernández (1994), realizando observación diaria y seguimiento de progesterona desde la prepubertad hasta el tercer ciclo estral en raza Holstein, encontraron que en dos de las 10 novillas su primer calor no fue manifiesto.

Las novillas de los cruces RxC y CxR presentaron la pubertad a menor edad (pero no a mejor peso) que el Romosinuano y el Cebú, no sucediendo lo mismo con las novillas Rx CF2, las cuales alcanzaron la pubertad a una edad semejante al cebú, a menor edad que el Romo y a mayor edad que los cruces RxC y CxR (Tabla 1), hecho debido a que el mayor grado de heterosis se expresa en la F1 (Gregory and Cundiff, 1980), característica corroborada para esta raza criolla por Hernández (1976). Adicionalmente, al establecer la relación existente entre la edad y el peso a la pubertad se encontró un coeficiente de correlación de 0.36, 0.40, 0.62, 0.52 y 0.91 para las novillas Romosinuano, Cebú, RxC, RxCF2 y CxR, respectivamente, notándose que es mayor en los cruces que en las razas puras. Esta condición muestra el efecto de la heterosis sobre la edad a la pubertad (Martin et al., 1992), lo cual se debe posiblemente al mejoramiento sobre la ganancia de peso aportado por el Cebú, efecto que es más marcado en las novillas del cruce de padre Cebú por madre Romosinuana (CxR), las cuales obtuvieron la pubertad a edad similar a la del cruce de padre Romosinuano y madre Cebú (RxC), pero a menores pesos. Arije y Wiltbank (1971) encontraron una influencia significativa del padre sobre la edad y el peso a la pubertad, siendo esta influencia mayor sobre el peso que sobre la edad.

La edad y el peso promedio a la pubertad son similares a los obtenidos en estudios preliminares por Castro (1986), (de 570, 510, 450, 510 y 450 días y 289, 296, 279, 291 y 291 kg para las razas Romosinuano, Cebú y los cruces RxC, RxC2 y CxR, respectivamente), y superiores a los encontrados por Perón y Tarrero (1982b) en Cuba para ganado Cebú (478 días y 258 kg) con ganancia diaria entre 450 y 500 g/animal, y a los de Fajersson et al. (1991) en México para ganado cebú (369 días y 233 kg de peso) bajo condiciones nutricionales óptimas. Lo anterior pudo deberse a las variaciones nutricionales en que fueron mantenidas las novillas del presente experimento, las cuales se reflejan en las variaciones de la ganancia diaria de peso (Figura 1). En efecto, cuando se evalúa la ganancia de peso diaria estimada desde el nacimiento hasta el destete, ésta es relativamente alta (entre 0.571 y 0.737 kg) y posteriormente, del destete a la pubertad se observa una ganancia de peso menor (entre 0.323 y 0.401 kg/día), con un período crítico de baja ganancia de peso (199 a 254 g/día) entre el destete y los 12 meses, el cual obedece posiblemente a las condiciones de manejo durante los períodos de cría y levante. Durante el período de cría, el

amamantamiento *ad libitum* le suministra la mayoría de los requerimientos a la ternera; al momento del destete el animal debe consumir pasto de bajo contenido nutricional. Sumado a lo anterior está el estrés del destete *per se* que, además, coincide con la época de verano cuando se presenta menor disponibilidad de forraje, eventos que en su conjunto originan una subalimentación severa durante el levante. Estos factores indiscutiblemente influyen en la edad tardía y el bajo peso a la pubertad de estas novillas.

Perón y Tarrero (1982a), al subalimentar novillas entre 7 y 11 meses de edad, observaron que éstas presentan la pubertad 142 días más tarde y 41 kg más de peso corporal que aquellas que recibieron una alimentación adecuada. Algunos autores postulan que el estado nutricional está afectando la pulsatilidad de la LH, hormona crucial en los mecanismos que disparan la llegada a la pubertad (Schillo *et al.*, 1992). De otra parte, Short y Bellows (1971) demostraron que novillas criadas en un buen plano nutricional resultaron más pesadas y más jóvenes a la pubertad que las que tenían restricción nutricional. Así mismo, la tasa de crecimiento es inversamente proporcional a la edad a la pubertad en novillas (Wiltbank *et al.*, 1966; Arije y Wiltbank, 1971; Grass *et al.*, 1982; Smith *et al.*, 1976; Gardner *et al.*, 1977; Oyedipe *et al.*, 1982). En consecuencia, en los animales del presente estudio es muy probable que las condiciones nutricionales a que son sometidos estén retardando la llegada de la pubertad y afectando el peso a la pubertad.

Fajersson *et al.* (1991) concluyen que las novillas *Bos taurus taurus* y *Bos taurus indicus* en el trópico, pueden crecer y obtener la pubertad a edades comparables a las de las novillas para leche y carne en climas templados, cuando éstas se alimentan de acuerdo con las recomendaciones de la National Research Council (NRC).

De otra parte, el decrecimiento en la ganancia de peso entre la pubertad y el primer parto (Figura 1) refleja el grado de subalimentación de estas novillas en la etapa de gestación (etapa en la cual el animal necesita altos requerimientos para cubrir sus necesidades), lo cual puede influir posteriormente en involución uterina tardía y anestro posparto.

A pesar de existir diferencias significativas entre los grupos raciales para la edad a la pubertad ( $P < 0.0001$ ), no se hallaron diferencias significativas para la edad al parto ( $P < 0.05$ ) (Tabla 1 y Figura 2), a causa de la monta estacional practicada en Turipaná. Práctica de manejo que debería ser más flexible para no castigar desde el punto de vista reproductivo a las vacas que no conciben durante el período de monta, y a la vez, se podría utilizar la llegada a la pubertad de novillas en diferentes épocas del año. Los resultados encontrados

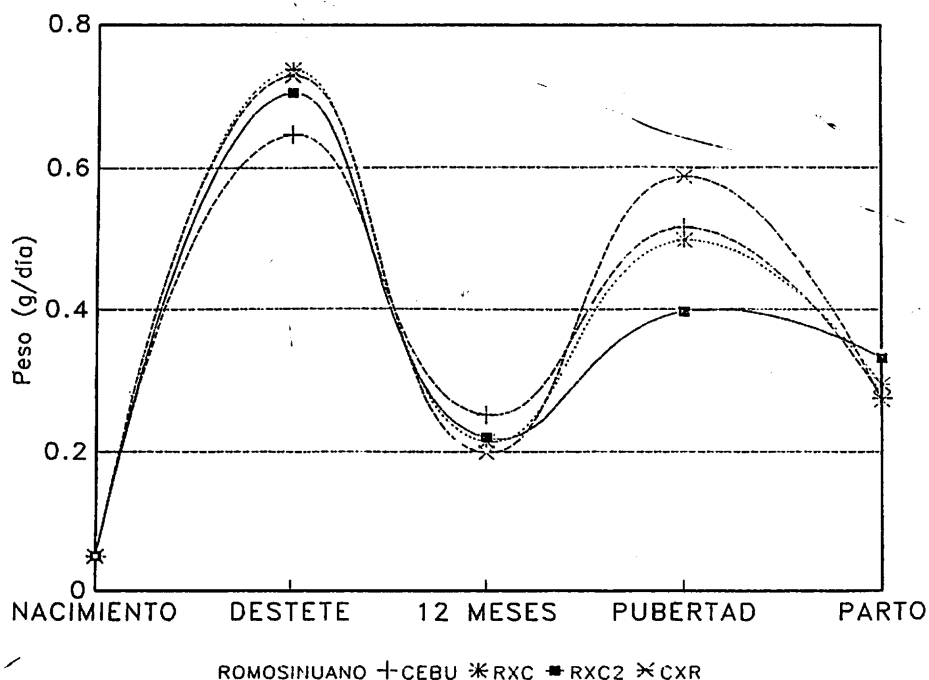
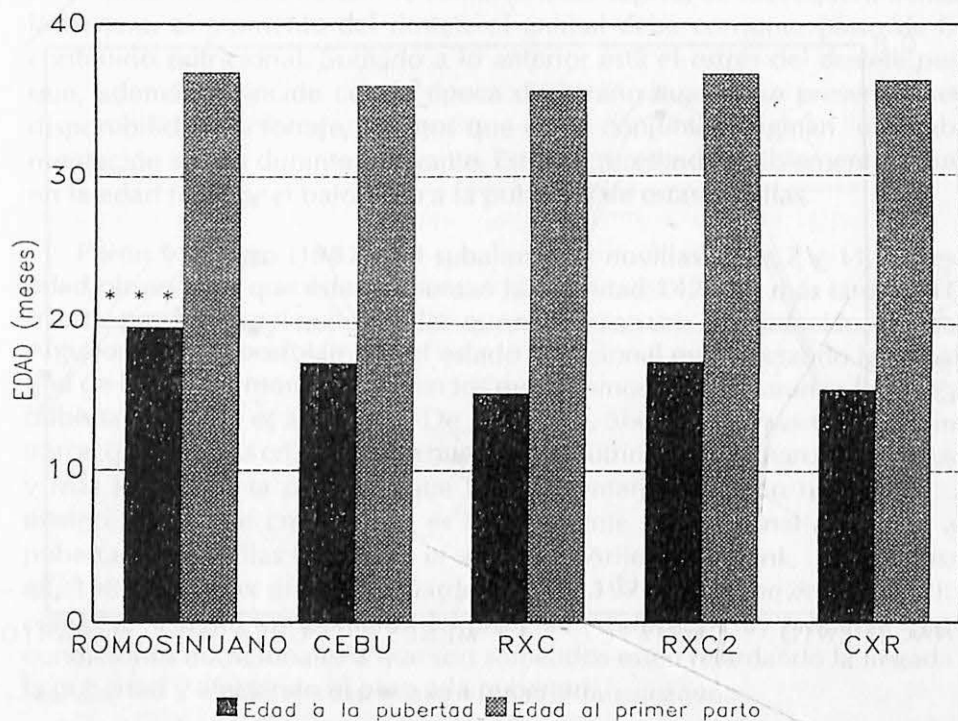


FIGURA 1. Ganancia de peso diaria estimada desde el nacimiento hasta el primer parto, en novillas Romosinuano, Cebú y sus cruces.

sugieren que la raza Romosinuano, aunque es la que presenta la pubertad a mayor edad, debe ser aprovechada en cruces con Cebú por su efecto de heterosis positivo sobre la edad a la pubertad; así, el cruce aconsejable será el de Cebú por Romosinuano, debido a que las novillas de este cruce son más jóvenes a la pubertad, y con mayor peso a los 16 meses ( $P < 0.0001$ ) (Tabla 1). Es muy posible que novillas de este cruce en condiciones nutricionales y de manejo reproductivo adecuadas, alcancen la pubertad a menor edad y a mayor peso, de tal forma que su primer parto se esté presentando hacia los 26-28. Esto podría representar un mejoramiento considerable de la edad de 40 al primer parto, hasta ahora común en el área de estudio. No obstante, se necesitan más estudios que permitan corroborar lo hallado en este experimento.

Como hechos destacables del presente trabajo se sugiere revisar las etapas de cría y levante de estas novillas, e implementar normas de manejo con el fin



\* \* \* altamente significativa

FIGURA 2. Edad a la pubertad y al primer parto en novillas Romosinuano, Cebú y sus cruces.

de prevenir la drástica caída en ganancia de peso durante el período posdestete. De igual manera, se propone flexibilizar la práctica de la monta estacional. Finalmente, se deben realizar estudios más controlados, donde se tengan en cuenta eventos endocrinos relacionados con la pubertad, que permitan establecer con exactitud el inicio de la vida reproductiva de estas novillas.

### Gratitudes

Los autores de este artículo expresan sinceros agradecimientos a todos los operarios de campo que con su trabajo hicieron posible esta investigación, y a todos los colegas que revisaron y aportaron su valiosa colaboración en la redacción final de este trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. **Arije, G. F.; Wiltbank, J. N.** 1971. Age and weight at puberty in hereford heifers. *J. Anim. Sci.* **33**: 401.
2. **Castro, A.** 1986. In: Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Bogotá (Colombia), Programa de Fisiología y Genética Animal. Informe de Progreso.
3. **Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA.** Bogotá (Colombia) 1994. Diagnóstico Integral Regional 2. Documento interno de trabajo.
4. **Fajersson, P.; Barradas, H. B.; Román-Ponce, H; Cook, R. M.** 1991. The effects of dietary protein on age and weight at the onset of puberty in brown swiss and zebu heifers in the tropics. *Theriogenology*, **35**: 845.
5. **Gardner, R. W.; Schuh, J. D.; Vargus, L. B.** 1977. Accelerated growth and early breeding of Holstein heifers. *J. Dairy Sci.* **60**: 1941.
6. **Grass, J. A.; Hansen, P. J.; Rutledge, J. J.; Hauser, E. R.** 1982. Genotype x environment interactions on reproductive traits of bovine females. I. Age at puberty as influenced by breed, breed of sire, dietary regimen and season. *J. Anim. Sci.* **55**: 1441.
7. **Gree, R. C.; Whitman, R. W.; Staigmillear, R. B.; Anderson, D. C.** 1983. Estimating the impact of management decisions on the occurrence of puberty in beef heifers. *J. Anim. Sci.* **56**: 30.
8. **Gregory, K. E.; Cundiff, L. V.** 1980. Crossbreeding in beef cattle: Evaluation of systems. *J. Anim. Sci.* **51**: 124.
9. **Hernández, G.; Botero, M.; González, F.; Rubio, R.** 1976. Razas criollas colombianas. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Manual de Asistencia Técnica No. 21. pp.63-81.
10. **Hernández B., G.** 1976. Genetic factors in beef. Collins Estados Unidos. Tesis Ph.D. Fort Collins (Estados Unidos), pp. 135-149.
11. **Martin, L. C.; Brinks, J. S.; Bourdon, R. M.; Cundiff, L. V.** 1992. Genetic effects on beef heifer puberty and subsequent reproduction. *J. Anim. Sci.* **70**: 4006.
12. **Navarrete, S. M.** 1994. Experiencias con monitoreo de la reproducción en ganaderías de doble propósito. In: Seminario Internacional "Manejo

de la reproducción bovina en condiciones tropicales". Cartagena octubre 12-14. pp. 133-146.

13. **Núñez-Domínguez, R.; Cundiff, L. V.; Dickerson, G. E.; Gregory, K. E.; Koch, R. M.** 1991. Lifetime production of beef heifers calving first at two versus three years age. *J. Anim. Sci.* **69**: 3467.
14. **Oyedipe, E. O.; Osorio, D. I. K.; Akerejola, O.; Saror, D.** 1982. Effect of level of nutrition on onset of puberty and conception rates of Zebu heifers. *Theriogenology* **18**: 525.
15. **Patterson, D. J.; Perry, R. C.; Kiracofe, G. H.; Bellows, R. A.; Staigmiller, R. B.; Corah, L. R.** 1992. Management considerations in heifer development and puberty. *J. Anim. Sci.* **70**: 4018.
16. **Perón, N.; Tarrero, R.** 1982a. Efecto de un régimen de subalimentación durante el crecimiento para novillas lecheras en la edad y peso a la pubertad. *Rev. Cub. Reprod. Anim.* **8**: 33.
17. **Perón, N.; Tarrero, R.** 1982b. Edad y peso a la pubertad en novillas Holstein, Cebú y 3/4 Cebú x 1/4 Holstein. *Rev. Cub. Reprod. Anim.* **8**: 31.
18. **Prieto, M. E.; Hernández V., A.** 1994. Edad y peso a la pubertad y seguimiento de los tres primeros ciclos estrales en novillas Holstein. *Rev. de Med. Vet. y de Zoot. Univ. Nac. de Col.* **42** (1): 7.
19. **Schillo, K.; Hansen, L.; Kamwanja, D.; Dierschke, P.; Hanser, E. R.** 1983. Influence of season on sexual development in heifers: age at puberty as related to growth and serum concentrations of gonadotropins prolactin, thyroxine and progesterone. *Biol. Reprod.* **28**: 189.
20. **Schillo, K.; Hall, J.; Hileman, S.** 1992. Effects of nutrition and season on the onset of puberty in the beef heifer. *J. Anim. Sci.*, **70**: 3994.
21. **Short, R. E.; Bellows, R. A.** 1971. Relationship among weight gains, age at puberty and reproductive performance in heifers. *J. Anim. Sci.*, **32**: 127.
22. **Short, R. E.; Staigmiller, R. B., Bellows, R. A.; Greer, R. C.** 1990. Breeding heifers at one year of age: Biological and economic considerations. In: *Proc. 39<sup>th</sup> Annu. Beef Cattle Short Course.* pp 93-106. Univ. of Florida, Gainesville.

23. **Smith, G. M.; Fitzhugh, H. A.; Cundiff, L. V.; Cartwright, T. C.; Gregory, K. E.** 1976. A genetic analysis of maturing patterns in straightbred and crossbred Hereford, Angus and Shorthorn cattle. *J. Anim. Sci.* **43**: 389.
24. **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. Anim. Sci.* **25**: 744
25. **Wiltbank, J. N.; Kasson, C. W.; Ingalls, J. E.** 1969. Puberty in crossbred and straightbred beef heifers on two levels of feed. *J. Anim. Sci.* **29**: 602.