

PUBERTAD EN NOVILLAS Y TOROS BRAHMAN

P. S. Bastidas-Mendoza². Rev. Fac. Agron. (LUZ). 1999, 16: 690-707. Conferencia presentada en la XV Reunión Latinoamericana de Producción Animal y IX Congreso Venezolano de Zootecnia en Maracaibo, Venezuela, nov. de 1997. (2). Universidad Central de Venezuela, Fac. de Ciencias Veterinarias, Inst. de Reproducción Animal e Inseminación Artificial, Maracay, Venezuela.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Cría](#)

RESUMEN

La selección y el manejo de machos y novillas Brahman para reemplazos, envuelve decisiones que afectan el futuro productivo de un rebaño completo. Por tanto, la edad a la pubertad es importante como un tratamiento cuando ambos son expuestos a cruzamientos a los dos años de edad y en sistemas que imponen períodos de cruzamientos restringidos. Debido a que el sistema reproductivo es el último gran sistema de órganos en madurar, los factores que influyen sobre la pubertad son críticos. Los machos y novillas Brahman alcanzan la pubertad a los 17 y 18 meses con un peso corporal de 361 y 320 kg, respectivamente. En novillas Brahman un 52% de signos de estro no son seguidos de ovulación y la presencia de un cuerpo lúteo. Al exponer las novillas Brahman prepúberes por un período de 34 semanas se incrementa la proporción de hembras ciclando. Las concentraciones de progesterona y el número de folículos pequeños y grandes fueron mayores en las hembras expuestas a machos. Los estudios de pubertad en machos Brahman jóvenes indican que la circunferencia escrotal y el volumen testicular están positivamente asociados con las características seminales y la eficiencia reproductiva potencial total. Sin embargo, muchos machos Brahman que permanecieron bajo condiciones de pastoreo son incapaces de pasar la evaluación reproductiva a la edad y escala sugeridas por la Sociedad de Teriogenología. Sin embargo, los datos indican que la circunferencia escrotal es un indicador potencial de fertilidad, el cual debe ser incluido como un tratamiento de selección para machos Brahman.

Palabras clave: novillas Brahman, toros Brahman, pubertad, progesterona, folículos ováricos, circunferencia escrotal, características seminales, evaluación reproductiva.

INTRODUCCIÓN

La eficiencia reproductiva es el factor más importante que afecta la rentabilidad del sistema vaca-maute, teniendo un mayor impacto sobre el retorno económico en la producción de carne que la tasa de crecimiento o la calidad del producto. En conjunto, la eficiencia reproductiva del macho y de la hembra contribuyen a expresar el desempeño reproductivo del rebaño. Es completamente factible que aunque se eliminen hembras del rebaño por expresar baja reproducción y se utilicen toros con un potencial reproductivo bajo o promedio, pueda resultar una progenie que necesite también ser eliminada debido a un bajo desempeño reproductivo.

Una de las metas de la mayoría de los programas de manejo en ganado de carne es el desarrollo de las hembras y machos de reemplazo, particularmente en sistemas de producción que utilizan temporadas de servicio restringidas. De allí que la edad a pubertad tiene un gran impacto económico en la industria bovina de carne.

La pubertad es un período transicional entre el estado juvenil y el estado adulto. Aunque la pubertad no debe ser sinónimo de madurez sexual, se asume que al final del período puberal el individuo es capaz de participar en el proceso reproductivo. Así, el alcance de la pubertad involucra una maduración y función subsecuente del eje hipotálamo-hipófisis-gónadas. Un número de factores influyen sobre la tasa de maduración, y como resultado de ello, la edad en la cual se adquiere la pubertad. Entre estos factores se incluye el peso y tamaño corporal, el plano nutricional, la raza, el sistema de apareamiento, la estación del año y el ambiente social (23).

Información del área tropical y subtropical indica que el proceso puberal es más lento en las razas *Bos indicus* que en las razas *Bos taurus* (15, 18, 31). Por consiguiente, el objetivo de este trabajo es revisar las características puberales, postpuberales y factores asociados al proceso puberal en machos y hembras Brahman mantenidos en condiciones tropicales y/o subtropicales.

Pubertad en hembras

Factores que influyen. La selección y manejo de las hembras de reemplazo involucran decisiones que afectan la productividad futura de un rebaño. Por consiguiente, los programas para desarrollar novillas se han enfocado sobre los procesos fisiológicos que influyen a la pubertad. La pubertad en novillas está influida por la raza (22), plano de nutrición y crecimiento (37, 38), bioestimulación (34) y clima (32).

Edad y peso a pubertad. La edad a pubertad es más importante como una característica productiva cuando las novillas son apareadas para parir con 3 años de edad, especialmente en sistemas que manejan una temporada de servicio limitada (30).

Novillas *Bos taurus* de carne que paren en la zona templada a los 2 años de edad producen más becerros en su vida productiva que novillas que paren a los 3 años de edad o más (6). Datos en novillas Brahman que parieron por primera vez a los 2 y 3 años de edad indican que se requiere un plano nutricional alto, un alto peso al destete de las novillas y una selección por pubertad temprana para obtener una ligera ventaja en la reproducción por vida en las hembras de esta raza (48).

La pubertad se define como la primera manifestación de celo en la hembra, la cual es acompañada por el desarrollo de un cuerpo lúteo. En la hembra prepuberal bovina, esto involucra la transición de un estado de inactividad ovárica a otro donde ocurren ovulaciones regulares. La edad al primer cuerpo lúteo en novillas Brahman se ha reportado que oscila en un rango de 14 a 27 meses (cuadro 1).

En el cuadro 2 se resumen características a la pubertad en hembras Brahman.

El primer celo observado, sin embargo, no debe ser considerado como un celo puberal. Se ha reportado (35, 36, 40) tanto en novillas *Bos taurus* de carne como en Brahman cruzadas la existencia de un fenómeno conocido como celo no puberal (CNP). Este se define como la existencia en novillas prepuberales de una conducta o manifestación de celo, la cual no es seguida por una ovulación y la formación de un cuerpo lúteo. Asimismo, se ha señalado que la ocurrencia de este celo no puberal puede estar influido por la raza (25), el estado nutricional y la estación (36). Similarmente, datos de novillas Brahman criadas en condiciones de pastoreo indican que un 52% de las manifestaciones de celo en novillas Brahman prepuberales no son seguidas por ovulación y la presencia de un cuerpo lúteo (Bastidas, datos no publicados) (cuadro 3).

Cuadro 1. Edad y peso a pubertad (primer cuerpo lúteo) en novillas Brahman.

Edad (meses)	Peso (kg)	Fuente
27.2 ^a	320	Reynolds <i>et al.</i> (33).
17.6	328	Plasse <i>et al.</i> (31).
17.8	341	Linares (18)
20.0	322	Linares (18)
79.4	—	Thompson <i>et al.</i> (41)
23.1 ^b	258	Baker <i>et al.</i> (3)
24.8 ^c	268	Warnick <i>et al.</i> (46)
17.5 ^c	274	IRAIA ^d , datos no publicados
^a Primer celo. ^b Brahman comercial. ^c Brahman registrado. ^d Instituto de Reproducción Animal e Inseminación Artificial, Facultad de Ciencias Veterinarias (UCV).		

Estas observaciones de la frecuencia de celos no puberales en novillas Brahman es más alta que la reportada por Nelsen *et al.* (25) de 22 % en novillas *Bos taurus* de diferentes razas paternas y del 20% señalado por Rutter y Randel (36) en novillas cruzadas Simmental × Hereford-Brahman. Sin embargo, debe señalarse que el celo no puberal no es un evento anormal en la maduración fisiológica del sistema reproductivo en novillas.

Durante la transición prepuberal-puberal se ha señalado la presencia de un pico de progesterona, poco antes del pico de hormona luteinizante que precede el primer celo (4). Por lo tanto, parece ser que la ausencia de progesterona, que incrementa la sensibilidad ovárica, es la responsable de la frecuente falla ovulatoria, y por consiguiente, el no desarrollo de un cuerpo lúteo en el momento de la pubertad en novillas. De allí que la breve exposición de progesterona, producida por tejido luteal del ovario, sirve para afinar el sistema ovulatorio y estrual, asegurando que el próximo pico de hormona luteinizante origine una ovulación, acompañada por conducta estrual y seguida por el desarrollo de un cuerpo lúteo, el cual garantiza una fase luteal normal.

Cuadro 2. Características puberales en novillas Brahman

Item	Medias cuadrados mínimos ± E.E.
Edad al primer CL (días)	547,1 ± 11
Peso al primer cuerpo lúteo (kg)	320,3 ± 7
Altura a la cruz (cm)	122,2 ± 1
Altura a la grupa (cm)	128,8 ± 1
Condición corporal (Escala 1-9)	5,8 ± 0,5

Cuadro 3. Frecuencia de ocurrencia de celos no puberales en Novillas Brahman (Bastidas, datos no publicados).

Grupo	n	%	Peso (kg)	Edad meses
Celo no puberal	20	52	299.5	17.1
Celo puberal	20	48	326.5	16.9

Exposición al macho y pubertad en hembras. La bioestimulación se ha definido como el efecto estimulatorio del macho sobre la conducta sexual y la ovulación en la hembra, a través de feromonas (sustancias producidas por el animal y percibidas por el olfato de otros), estimulación genital y otras vías no bien definidas (8). Así, Izard y Vandenberg (16) reportaron que la administración de orina del macho por vía oronasal a novillas prepuberales resultó en un incremento en la proporción de novillas que alcanzaron la pubertad en un período de tratamiento de 8 semanas. Estos autores han sugerido que la orina del macho bovino contenía una feromona, que, luego de ser percibida por la hembra, estimulaba el inicio de la pubertad en las novillas.

Estudios de pubertad en hembras Brahman utilizando la metodología de la ultrasonografía y la utilización de machos receladores, vasectomizados, equipados con chinball (Bastidas, datos no publicados) indican diferencias entre los grupos en el inicio de la actividad luteal (niveles plasmáticos de progesterona) post-exposición al macho. Las novillas expuestas a toro secretaron, en promedio, más progesterona que las novillas control (figura 1). Estas diferencias se hicieron significativas a partir del cuarto mes de exposición al toro. Estos datos señalan una influencia definitiva de la presencia del macho sobre el reinicio de la actividad cíclica en novillas prepuberales Brahman.

Estos datos en conjunto señalan que, la exposición de novillas prepuberales Brahman a machos receladores vasectomizados, estimula la actividad luteal, es decir, afecta la actividad cíclica estrual en novillas prepuberales.

El análisis de la actividad folicular, estimada mediante la acumulación del número de folículos pequeños y grandes durante los primeros seis meses de iniciado el estudio, señala que las novillas expuestas al macho tuvieron más folículos pequeños ($P < 0,001$) y grandes ($P < 0,007$) (figura 2) comparado al grupo control durante el período experimental antes mencionado (Bastidas, datos no publicados).

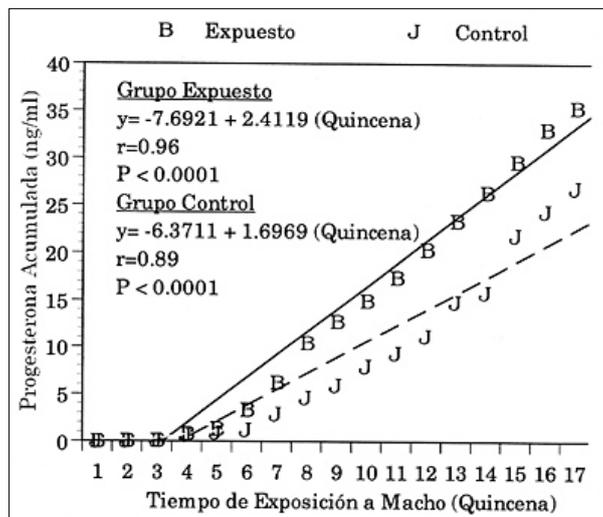


Figura 1. Progesterona acumulada en novillas Brahman expuestas y no expuestas a la presencia del macho.

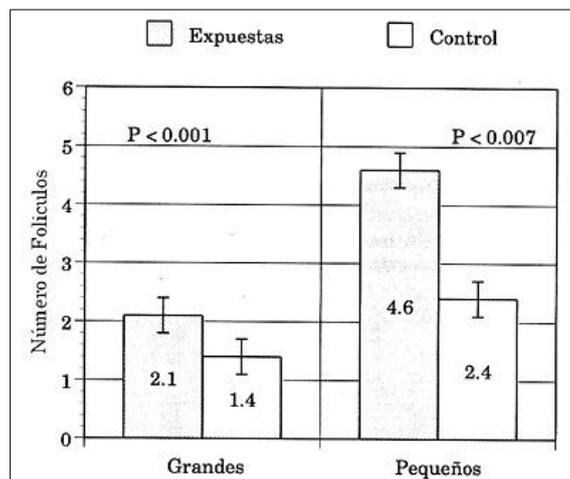


Figura 2. Número acumulado de folículos por grupo experimental.

En forma práctica se aconsejaría introducir machos vasectomizados a novillas Brahman entre 15 a 18 meses de edad, como una estrategia de manejo que permitiría acelerar la actividad cíclica en novillas seleccionadas para programas de inseminación artificial. Sin embargo, se debe alertar que se ha reportado una interacción entre la tasa de crecimiento de la novilla (lineal o curvilínea) con la influencia estimuladora del macho (30). Es decir, que la magnitud de la respuesta a la exposición al macho disminuye a medida que la tasa de ganancia de la novilla disminuye. Por lo tanto, existe la posibilidad de que el manejo de las novillas durante su desarrollo sexual pudiese ser optimizado con una complementación beneficiosa entre los recursos alimenticios y la exposición al macho.

Edad al primer servicio. La tasa de preñez en novillas es dependiente del número de éstas que muestra actividad estrual en los primeros 21 días de inicio de la temporada de servicio (38). En consecuencia la edad a pubertad es un factor clave en la determinación de la tasa de preñez en novillas. Las recomendaciones de manejo que actualmente se sugieren indican que las novillas Brahman, criadas en un ambiente adecuado, deben ser apareadas a los 2 años de edad, para parir por primera vez a los 3 años de edad. Sin embargo, estas metas no se logran en la mayoría de las explotaciones cebuinas en condiciones tropicales, siendo las causas muy diversas y fuera de esta discusión.

Las novillas no pueden ser apareadas con éxito a los dos (2) años, a menos que ellas hayan alcanzado la pubertad. Información reportada (10) indica que novillas Brahman alcanzan la pubertad a un 60% de su peso adulto y a un 95% de su talla adulta. Con esta información pudiera sugerirse que las novillas Brahman de 2 años deberían tener alrededor de un 70% de su peso adulto al comienzo de su primera temporada de servicio, pues no todas las novillas de 2 años han alcanzado la pubertad al inicio de la temporada de monta (cuadro 4).

Esta información enfatiza la necesidad de implementar sistemas de levante de novillas de reemplazo dirigidos a maximizar la eficiencia reproductiva de las mismas al inicio de la temporada de servicio. Buenos resultados pueden lograrse en la fertilidad de novillas Brahman apareadas a los dos años de edad (cuadro 5). Esta información indica que es factible obtener una alta eficiencia reproductiva en novillas Brahman apareadas a la edad de dos años, con un peso promedio de 340 kg al inicio de una temporada de servicios con una duración de 3 meses.

Cuadro 4. Porcentaje de novillas Brahman que fallan en alcanzar la pubertad a la edad de dos años.

^aWarnick *et al.* (46). ^bBastidas (datos no publicados).

	n	No puberales	
		n	%
Estudio I ^a	126	29	23
Estudio II ^b	40	7	18

Pubertad en machos

Generalidades. La pubertad se ha descrito como el tiempo cuando los órganos sexuales del toro están funcionalmente desarrollados, el instinto sexual es prominente y la reproducción es posible. Sin embargo, el alcance de la pubertad no significa que un animal ha llegado a su capacidad reproductiva completa, ya que existen diferencias obvias entre la edad puberal y la edad de madurez sexual.

Edad a pubertad. En general las razas *Bos indicus* tienden a alcanzar la pubertad a edades mayores que las razas *Bos taurus* europeas (11, 20, 44). Además, los criterios de definición de pubertad en machos fueron poco precisos al inicio de los estudios sobre esta característica.

Uno de los criterios utilizados para determinar la edad puberal fue el momento en que aparecieron espermatozoides móviles en el eyaculado (20). Sin embargo, se han utilizado otros criterios de pubertad tales como: primer interés sexual y primera monta completa, los cuales se han implantado con el fin de facilitar las comparaciones con otras publicaciones relacionadas al tema.

Trabajos de Lunstra *et al.* (21) señalan que los toros de razas europeas presentan el primer espermatozoide en el eyaculado a edades más tempranas que toros de la raza Brahman y ello coincide con lo reportado por otros autores (15, 26, 28, 39). En el cuadro 6 se resume la información para esta característica reportada por varios autores para toros de la raza Brahman.

Cuadro 5. Eficiencia reproductiva en novillas Brahman bajo inseminación artificial y monta natural. (Trocóniz, datos no publicados).

	Inseminación Artificial		Servicio natural		Total	
	n	%	n	%	n	%
Novillas	108		113		221	
Servidas	108	100				
Preñadas	101	94	100	88	201	9
Preñez 1° servicio	64	59				
Preñez 2° servicio	25	23				
Preñez 3° servicio	12	11				

Cuadro 6. Edad al primer espermatozoide en toros Brahman

n	Edad (meses)	Peso (kg)	Autor
15	14,6		Sosa (39)
236	13,9		Hernández <i>et al.</i> (15)
48	13,4	306	Uribe y Hernández (45)
15	9,8		Neuendorff <i>et al.</i> (26)
12	13,2		Nolan <i>et al.</i> (28)
11	14,2		Avellaneda (datos no publicados)
34	13,7	284	Aguilar (2)

Sin embargo, además que el criterio del primer espermatozoide sólo evalúa una fase del proceso de desarrollo puberal, el cual se considera como un proceso continuo, no permite tomar decisiones oportunas desde el punto de vista de preselección de futuros sementales. Por consiguiente, para fines prácticos se ha utilizado el criterio de Wolf *et al.* (48) para la definición de pubertad en machos.

Según este criterio, la edad a pubertad en toros se alcanza cuando por primera vez un torete produce un eyaculado que contiene 50 millones de espermatozoides, de los cuales, al menos un 10% son móviles. Sin embargo, se debe tener en consideración que a esta edad no se ha establecido la total capacidad reproductiva del toro y que la madurez sexual todavía está en progreso.

Como puede observarse en el cuadro 7, la mayoría de las publicaciones sobre la edad a pubertad, definida como la obtención de un eyaculado con 50 millones de espermatozoides y al menos un 10% de motilidad individual. En el área subtropical de Florida y Texas (7, 11, 26) señalan pesos a pubertad superiores a los reportados en Venezuela para toretes Brahman, en la misma fase reproductiva.

Uno de los factores que más afecta la edad a pubertad, tanto en toretes *Bos taurus* como en *Bos indicus*, es el plano nutricional (12, 28). Por consiguiente, se debe tener en consideración los diferentes regímenes de manejo y nutrición cuando se realizan comparaciones en edad y peso a pubertad en toretes criados en diferentes latitudes. Estos factores pudieran ser las posibles causas para las diferencias reportadas en peso a pubertad dentro de la misma raza Brahman, tanto a nivel subtropical como tropical.

Cuadro 7. Edad a pubertad en toretes Brahman^a

n	Edad	Peso	Autor
10	15,9	432	Fields <i>et al.</i> (11).
24	15,1	372	Neuendorff <i>et al.</i> (26).
30	18,7	459	Chase <i>et al.</i> (7).
11	18,1	303	Avellaneda (datos no publicados).
34	14,4	304	Aguilar (2).

^aEyaculado con 50 millones de espermatozoides y 10 % de motilidad individual. (Wolf *et al.*, 1965).

Circunferencia testicular. El uso de la circunferencia testicular (CT) en toretes en fase de crecimiento, utilizada como una herramienta de selección para incrementar la eficiencia reproductiva, ha sido evaluada en varios estudios, mostrando que toros *Bos taurus* y *Bos indicus* con valores mayores en esta característica producen más semen (1, 47); producen una mejor calidad de semen (11, 44); y alcanzan más temprano la pubertad (21, 24, 34). La circunferencia testicular es una medida fácil de obtener, es altamente repetible y heredable (5).

Estudios sobre la circunferencia testicular en toretes jóvenes, indican que ésta es una característica de moderada a alta heredabilidad (aproximadamente 50 %) (5, 17) por lo cual su valor se cambiaría en forma efectiva a través de selección y por consiguiente apunta ser una característica indicadora clave, útil cuando se combina con otras medidas de fertilidad.

Existe una alta relación entre la circunferencia testicular y las características seminales. Así, estudios en toretes *Bos indicus* en Venezuela (44) han indicado que las relaciones fenotípicas entre la circunferencia testicular y las características del semen son moderadas a altas (cuadro 8).

Esta asociación entre la circunferencia testicular y las características seminales que representan, en su mayoría, la calidad del semen y la eficiencia en el potencial reproductivo, también se ha reportado en toretes *Bos taurus* y Santa Gertrudis (13, 14). Estos resultados en conjunto indican que la selección de toretes basada en la circunferencia testicular y otras medidas de fertilidad aumentaría el potencial reproductivo de toros *Bos indicus* en el área tropical.

Cuadro 8. Correlaciones entre la circunferencia testicular y características del semen en toros Nelore y Guzerá. Trocóniz *et al.* (43).

Raza	Correlación entre circunferencia testicular y			
	Volumen	Motilidad	Motilidad Masal	Concentración Individual
Guzerá	0,73	0,61	0,71	0,64
Nelore	0,62	0,59	0,61	0,49

La mayoría de los reportes en la literatura señalan que los toros Brahman tienen menores circunferencias testiculares que los toros de razas europeas, bien sea a edades similares o estados comparables de madurez sexual. En el cuadro 10 se ilustran valores de circunferencia testicular en toretes Brahman y *Bos taurus* reportados en el área tropical y subtropical.

En relación con la información presentada en el cuadro 9, se destaca la inusual alta circunferencia testicular reportada por Fields *et al.* (11) para Brahman, la cual contrasta con la información encontrada en Venezuela y Texas para esta característica en la misma raza. Siendo muy probablemente el factor ambiental (ej. plano nutricional) la causa para estas diferencias. Por otro lado, la Sociedad de Teriogenología (9) mantiene valores de referencia sumamente elevados con respecto a los valores mínimos de circunferencia escrotal por edad, sin considerar diferenciación racial, en lo que respecta a las diferencias existentes entre el crecimiento testicular de toros *Bos taurus* y *Bos indicus*. De acuerdo a lo establecido por la Sociedad de Teriogenología, los toros de 15 meses o menos deben tener una circunferencia testicular mínima de 30 cm para ser considerados como toros potencialmente satisfactorios en la prueba de evaluación reproductiva.

En consecuencia, estas normas no son aplicables a la evaluación del potencial reproductivo en toros *Bos indicus*, e implica que deben crearse escalas y/o patrones de comparación para la evaluación del potencial reproductivo en la raza Brahman y otras razas *Bos indicus* a nivel nacional.

En el cuadro 10 se observan las características puberales en toretes Brahman bajo condiciones de pastoreo en Venezuela. Sin embargo, es de resaltar que los datos provienen de la Estación Experimental La Cumaca, un centro de cría con más de 25 años de selección genética por características de crecimiento.

Los toretes Brahman alcanzaron la edad a pubertad, basada en la obtención del primer eyaculado conteniendo 50×10^6 espermatozoides y 10% de motilidad individual, a la edad de 17 meses. Estos resultados son aproximados a los obtenidos por Trocóniz *et al.* (44) en una población de toretes Guzera, los cuales alcanzaron la pubertad a la edad de 18 meses y con un peso corporal de 310 kg. Sin embargo, la circunferencia escrotal a pubertad fue menor (26 cm) que la obtenida en el presente trabajo. Asimismo, la edad a pubertad en la población Brahman estudiada es menor a la obtenida por Ocanto (29) de 21 meses y una circunferencia escrotal de 26 cm, utilizando un menor número de animales en la zona de los llanos altos centrales de Venezuela.

Edad de los toretes al primer servicio. En la mayoría de las operaciones del sistema vaca-maute, las hembras todavía conciben a través del servicio natural, por lo cual, la capacidad reproductiva de los toros es de gran importancia. Esta capacidad del toro joven está influida por uno o más de los factores siguientes: cantidad y calidad del semen, líbido y capacidad para la monta, además de las interacciones sociales (efectos de dominancia) en el ambiente (potreros de entore).

Cuadro 9. Edad y circunferencia testicular en toretes Brahman y *Bos taurus*

Edad (meses)	Brahman ^a	Brahman ^b	Brahman ^c	Brahman ^d	Brahman ^e	<i>Bos taurus</i> ^f
8 - 12	18,5	25,6	—	—	19,9	—
13 - 15	—	33,4	—	26,4	24,5	33,1
16 - 18	23,0	35,4	28,6	29,8	29,2	35,0
19 - 21	—	—	30,1	32,5	29,7	35,7
22 - 24	28,6	—	30,6	34,2	30,8	35,8
25 - 27	—	—	32,2	34,9	32,9	36,0
28 - 30	32,1	—	33,8	36,6	33,5	36,0
31 - 33	—	—	—	—	34,9	—
34 - 36	33,9	—	—	—	35,1	—

^a Ocanto (1985). ^b Fields *et al.* (1982). ^c IRAIA (datos no publicados).
^d Bastidas (datos no publicados). ^e Morris *et al.* (1989).
^f Resumen de literatura: razas Angus, Charolais, Hereford, Simmental y Limousin.

Cuadro 10. Características puberales de toretes Brahman.

Característica	Medias de cuadrados mínimos \pm E.E
Edad (meses)	17 \pm 2,0
Peso Corporal (kg)	361 \pm 5,0
Condición Corporal	5,9 \pm 0,1
Altura Cruz (cm)	122 \pm 1,0
Altura Grupa (cm)	126 \pm 1,4
Circunferencia Escrotal (cm)	29,4 \pm 0,4
Volumen Testicular (cm ³)	553 \pm 33
Espermatozoides (millones/eyaculado)	92,3 \pm 6,0
Motilidad Individual (%)	30,0 \pm 9,0

Los toros Brahman sometidos a buenas condiciones de nutrición y manejo pueden ser utilizados como reproductores a la edad de dos años, siendo de vital importancia que los toros sean sometidos a una prueba de evaluación reproductiva antes de su primera temporada de servicio (43). Muchas veces se da por descontado que los toros seleccionados en la finca para su primera temporada de servicio son reproductivamente aptos. Datos de evaluación reproductiva de 838 toros Brahman mantenidos en condiciones de pastoreo en sabana y sin selección previa por potencial reproductivo (Bastidas, datos no publicados) señalan que la tasa de eliminación de toretes Brahman de dos años es de 31% (figura 3) principalmente por malas características seminales y bajo tamaño testicular para la edad.

Estos datos enfatizan la necesidad de realizar una evaluación del potencial reproductivo de toros Brahman en nuestras condiciones tropicales. De allí que las altas diferencias reportadas (21), en la eficiencia reproductiva de toros en servicio natural, tiendan a señalar un efecto individual del toro, más que del factor edad, de la proporción de vacas/toro o del sistema de apareamiento. Así que la evaluación previa del potencial reproductivo de los toros Brahman permitirá aumentar la eficiencia económica y genética de la explotación, al utilizar toros de alto potencial reproductivo.

Cuadro 11. Valores mínimos satisfactorios en la evaluación reproductiva de toretes Brahman a la edad de dos años.

Parámetros	Valor mínimo satisfactorio
Circunferencia testicular	30 cm
Motilidad individual	50 %
Motilidad masal ^a	+
Morfología	> 70 % espermatozoides normales
Concentración espermática	> 500 000 espermatozoides/mm ³
^a Escala (0 -a 4; 0=mala; 1=regular; 2=buena; 3=muy bueno; 4=excelente)	

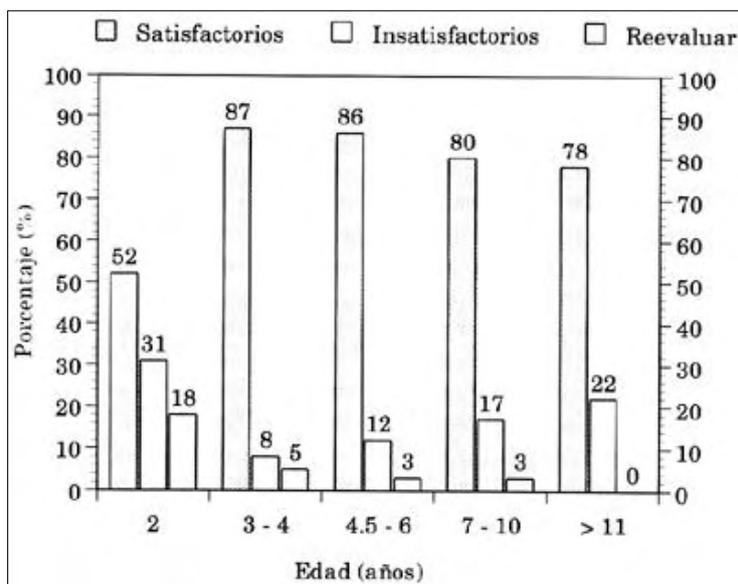


Figura 3. Resultados de la evaluación del potencial reproductivo en 838 toros Brahman.

Toretos Brahman pueden ser incorporados a rebaños uni- o multitoro a la edad de 2 años, siempre y cuando se les efectúe una evaluación del potencial reproductivo con un resultado satisfactorio. En el cuadro 11 se ilustra los requerimientos mínimos, que deben ser exigidos para optar a una clasificación satisfactoria en toros a ser utilizados en servicio natural. Estos valores mínimos recomendados son considerados desde el punto de vista reproductivo, no estando necesariamente asociados a aquellos de óptimo mérito genético.

Obviamente, el torete debe poseer una buena líbido que le permita buscar, montar y fecundar las vacas en celo. Por consiguiente, los toros Brahman vírgenes deben ser manejados, en su primera temporada de servicio, de tal forma que la relación vaca/toro no sea mayor de 20:1 o de 5% si se están utilizando en rebaños multitoro.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La edad a pubertad en la hembra Brahman está relacionada con aquellas consideraciones de manejo que mejoren los procesos fisiológicos para promover la pubertad. De allí que la selección y manejo de las hembras de reemplazo involucra la toma de decisiones que tendrán un impacto directo en la productividad futura del rebaño. En forma tradicional, la selección de novillas se ha basado en aspectos de crecimiento y peso; sin embargo, los efectos sobre el desempeño reproductivo subsecuente han sido inciertos. Las novillas Brahman deben alcanzar la pubertad a una edad de 18 meses, entrar a servicio a los dos años con un peso de 320 a 340 kg, para lograr tasas de concepción de 90%, con una temporada de servicio de tres meses de duración. Sin embargo, a fin de cumplir este objetivo, las estrategias de manejo deben enfocarse hacia la fase postdestete-apareamiento. Esto implica la adecuación del genotipo y el ambiente a fin de asegurar un desempeño reproductivo aceptable a un costo de producción razonable.

Aunque la pubertad y los eventos que preceden su inicio pueden ser fijados desde el punto de vista fisiológico, tanto el manejo del animal como el manejo del ambiente están en una constante transición. Por lo tanto, se necesita investigación en el área de nutrición relacionada con programas de cría de hembras de reemplazo, considerando que el estado nutricional influye grandemente sobre los eventos que conllevan a la pubertad y tiene efectos directos sobre la tasa de crecimiento y desarrollo de novillas Brahman. De igual forma se pueden establecer prácticas

adicionales de manejo, como el uso de bioestimulación y agentes sincronizadores de celo (progestágenos), a fin de lograr mayor número de novillas puberales a la edad de apareamiento. En consecuencia, a medida que el área del conocimiento se amplíe en los principios básicos que gobiernan el inicio de la pubertad y de los grandes factores que influyen la pubertad en novillas Brahman, las prácticas de manejo serán modificadas necesariamente a fin de capacitar a los productores para aumentar la eficiencia de la producción y mejorar el retorno económico en las explotaciones de ganado *Bos indicus*.

La pubertad en el macho Brahman, aunque menos documentada, también está influida por los mismos factores discutidos anteriormente en la hembra. En general, los toretes Brahman alcanzan la pubertad a una edad de 18 (79%) a 20 meses (100%), con pesos que oscilan entre 307 y 378 kg, y una circunferencia testicular que oscila entre 28 y 29 cm.

La circunferencia testicular es un rasgo que está asociado en forma positiva con las características seminales y como es una característica de heredabilidad moderada a alta, implica que el tamaño testicular, estimado por la circunferencia, puede ser incrementado por selección en toros Brahman criados bajo condiciones de pastoreo a nivel tropical, logrando de esta forma incrementos en la eficiencia reproductiva en rebaños sujetos a servicio natural.

La escala sugerida por la Sociedad de Teriogenología, para la evaluación del potencial reproductivo en toros, debe ser modificada para dar cabida a la evaluación de toros *Bos indicus*, ya que los valores mínimos sugeridos para circunferencia testicular a una edad dada no son representativos de los valores obtenidos en las razas *Bos indicus* a nivel tropical. Utilizando la prueba de evaluación del potencial reproductivo en toretes Brahman, a la edad de apareamiento, se ha detectado que, sólo por tamaño testicular y características del semen, entre un 16 a 25 % de los toros resultan insatisfactorios a la edad de 20 a 30 meses. Esto indica que se debe aplicar en forma rigurosa la selección de toretes Brahman basada en la circunferencia testicular y las características seminales, para obtener así un mejoramiento en la eficiencia reproductiva de los rebaños.

LITERATURA CITADA

1. Almquist, J.O. y R.P. Amann. 1961. Reproductive capacity of dairy bulls. II. Gonadal and extragonadal reserves as determined by direct counts and depletion trials: dimensions and weight of genitalia. *J. Dairy Sci.* 44: 1668-1678.
2. Aguilar, F.J. 1994. Estudio del comportamiento del subsistema de levante, a través de cuatro estrategias de alimentación, en un sistema de cría bovino de carne puro registrado. Caso: Raza Brahman en el trópico. Trabajo de Grado M.Sc. Postgrado en Producción Animal. Facultad de Agronomía y Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 159 pp.
3. Baker, J.I., C.R. Long, G.A. Posada, W.H. McElhenney y T.C. Cartwright. 1989. Comparison of cattle of a five-breed diallel: size, growth, condition and puberty characters of second-generation heifers. *J. Anim. Sci.* 67:1218-1229.
4. Berardinelli, J.G., R.A. Dailey., R.L. Butcher y E.K. Inskeep. 1979. Source of progesterone prior to puberty in beef heifers. *J. Anim. Sci.* 49: 1276-1280.
5. Brinks, J.S. 1990. Relationship of scrotal circumference to puberty and subsequent reproductive performance in male and female offspring. 39th. Beef Cattle Short Course. University of Florida. Gainesville, Fla., USA. pp 189-197.
6. Chapman, H.D., J.M. Young., E.G. Morrison y N.C. Edwards Jr. 1978. Differences in lifetime productivity of Herefords calving first at 2 and 3 years of age. *J. Anim. Sci.* 46: 1159-1167.
7. Chase, C.C. Jr., P. Bastidas., J.L. Ruttle., C.R. Long y R.D. Randel. 1994. Growth and Reproductive development in Brahman bulls fed diets containing gossypol. *J. Anim. Sci.* 72: 445-452.
8. Chenoweth, P.J. 1983. Examination of bulls for libido and breeding ability. *Vet. Clinics of N.A: Large Animal Practice* 5 (1): 59-74.
9. Chenoweth, O.J., J.C. Spitzer y F.M. Hopkins. 1992. A new breeding soundness evaluation form. *Proc. Ann. Meeting Soc. for Theriogenology.* pp 63-70.
10. Dale, H.E., A.L. Ragsdale y C.S. Cheng. 1959. Effect of constant environmental temperatures, 50 degrees and 80 degrees F on appearance of puberty in beef heifers. *J. Anim. Sci.* 18: 1363-1366.
11. Fields, M.J., J.F. Hentges Jr. y K.W. Cornelisse. 1982. Aspects of sexual development of Brahman *versus* Angus bulls in Florida. *Theriogenology* 18: 17-31.
12. Flipse, R.J. y J.O. Almquist. 1961. Effect of total digestible nutrient intake from birth to four years of age on growth and reproductive development and performance of dairy bulls. *J. Dairy Sci.* 44: 905-914.
13. Gipson., T.A., D.W. Vogt., J.W. Massey y M.R. Ellersieck. 1985. Association of scrotal circumference with semen traits in young beef bulls. *Theriogenology* 24: 217-225.
14. Godfrey, R.W., R.D. Randel y N.R. Parish. 1988. The effect of using the breeding soundness evaluation criterion for Santa Gertrudis bulls on subsequent generations. *Theriogenology* 30: 1059-1068.
15. Hernández, A., J.F. Trocóniz., O. Silva y L.A. Vásquez. 1979. Pubertad y madurez sexual en toros Brahman. *ALPA Mem.* 14: 118 (Resumen).
16. IZARD, M.K. y J.G. VANDENBERGH. 1982. The effects of bull urine on puberty and calving date in crossbred beef heifers. *J. Anim. Sci.* 55: 1160-1168.
17. Latimer, F.G., L.L. Wilson y M.F. Cain. 1982. Scrotal measurements in beef bulls: heritability estimates, breeds and test stations effects. *J. Anim. Sci.* 54: 437-479.

18. Linares, T. 1975. Caracteres reproductivos en *Bos taurus*, *Bos indicus* y sus cruces en el llano Venezolano: I. Eficiencia reproductiva en vacas de fundación. II. Pubertad de sus hijas. Trabajo de ascenso. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. 44 pp.
19. Lunstra, D.D. 1982. Testicular development and onset of puberty in beef bulls. U.S. Meat Anim. Res. Ctr. Beef Research Program. Progress Report N° 1. Montana, U.S.A. pp. 26-27.
20. Lunstra, D.D., J.J. Ford y S.E. Echternkamp. 1978. Puberty in beef bulls: hormone concentrations, growth, testicular development, sperm production and sexual aggressiveness in bulls of different breeds. J. Anim. Sci. 46: 1054-1062.
21. Lunstra, D.D. y D.B. Laster. 1982. Influence of single-sire and multiple-sire natural mating on pregnancy rate of beef heifers Theriogenology. 18: 373-382.
22. Martin, L.C., J.S. Brinks, R.M. Bourdon y L.V. Cundiff. 1992. Genetic effects on beef heifer puberty and subsequent reproduction. J. Anim. Sci. 70: 4006-4017.
23. Moran, C., J.F. Quirke y J.F. Roche. 1989. Puberty in heifers: A review. Anim. Reprod. Sci. 18: 167-182.
24. Morris, D.L., C.L. Tyner, P.G. Morris, R.L. Forgason, J.S. Williams y M.F. Young. 1989. Correlation of scrotal circumference and age in American Brahman bulls. Theriogenology 31: 489-494.
25. Nelsen, T.C., R.E. Short, D.A. Phelps y R.B. Staigmiller. 1985. Nonpuberal estrus and mature cow influences on growth and puberty in heifers. J. Anim. Sci. 61: 470-473.
26. Neuendorff, D.A., L.M. Rutter, L.A. Peterson y R.D. Randel. 1985. Effects of lasalocid on growth and puberal development in Brahman bulls. J. Anim. Sci. 61: 1049-1057.
27. Neville, W.E. Jr., D.J. Williams, K.L. Richardson y P.R. Uttey. 1988. Relationship of breeding soundness evaluation score and its components with reproductive performance of beef bulls. Theriogenology 30: 429-436.
28. Nolan, C.J., D.A. Neuendorff, R.W. Godfrey, P.G. Harms, T.H. Welsh J., N.H. McArthur y R.D. Randel. 1990. Influence of dietary energy intake on prepubertal development of Brahman Bulls. J. Anim. Sci. 68: 1087-1096.
29. Ocano, D. 1985. Determinación de la pubertad en machos criollo Rio Limón y Brahman bajo condiciones de pastos naturales y cultivados en los llanos de Venezuela. Trabajo de Grado M.Sc. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias, Postgrado en Reproducción Animal. Maracay, Venezuela. 96 pp.
30. Patterson, D.J., R.C. Perry, G.H. Kiracofe, R.A. Bellows, R.B. Staigmiller y L.R. Corah. 1992. Management considerations in heifer development and puberty. J. Anim. Sci. 70: 4018-4035.
31. Plasse, D., A.C. Warnick y M. Koger. 1968. Reproductive behavior of *Bos indicus* females in a subtropical environment. I. Puberty and ovulation frequency in Brahman and Brahman x British heifers. J. Anim. Sci. 27: 94-100.
32. Randel, R.D. 1984. Seasonal effects on female reproductive functions in the bovine (Indian Breeds). Theriogenology 21: 170-185.
33. Reynolds, W.L., T.M. DeRouen y J.W. High Jr. 1963. The age and weight at puberty of Angus, Brahman and Zebu cross heifers. J. Anim. Sci. 22: 243 (Resumen).
34. Roberson, M. S., M. W. Wolfe, T. T. Stumpf, L. A. Werth, A. S. Cupp, N. Kojima, P.L. Wolfe, R.J. Kittok y J.E. Kinder. 1991. Influence of growth rate and exposure to bulls on age at puberty in beef heifers. J. Anim. Sci. 69: 2092-2098.
35. Rutter, L. M. y R. D. Randel. 1982. Luteal competency during puberty in beef heifers. J. Anim. Sci. 55 (Suppl. 1): 386. (Resumen).
36. Rutter, L.M. y R.D. Randel. 1986. Nonpuberal estrus in beef heifers. J. Anim. Sci. 63: 1049-1053.
37. Schillo, K.K., J.B. Hall y S.M. Hileman. 1992. Effects of nutrition and season on the onset of puberty in the beef heifer. J. Anim. Sci. 70: 3994-4005.
38. Short, R.E. y R.A. Bellows. 1971. Relationship among weight gains, age at puberty and reproductive performance in heifers. J. Anim. Sci. 32: 127-131.
39. Sosa, A. 1969. Biometría testicular en Brahman. Trabajo de ascenso. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. 60 pp.
40. Staigmiller, R.B., R.A. Bellows., R.E. Short y J.B. Carr. 1978. Zearalnone implants in replacement heifers. J. Anim. Sci. 47 (Suppl. 1): 392. Resumen.
41. Thompson, T. R., A.C. Warnick, D.D. Hargrove, D.R. Hardin, S. López y M. J. Fields. 1978. Effects of three levels of nutrition on reproductive performance of prepuberal Brahman heifers. Florida Beef Cattle Research Report. pp. 21-23.
42. Trant, T. Q., A. C. Warnick, M. E. Hammond y M. Koger. 1988. Reproduction in Brahman cows calving for the first time at two or three years of age. Theriogenology 29: 751-756.
43. Trocóniz, J., P. Bastidas y O. Silva. 1991a. Comportamiento y control reproductivo del toro en la ganadería de carne. En: D. Plasse, Nelia Peña de Borsotti y J. Arango (Eds). VII Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp. 69-87.
44. Trocóniz, J., J. Beltrán, H. Bastidas, H. Larreal y P. Bastidas. 1991b. Testicular development, body weight changes, puberty and semen traits of growing Guzarat and Nellore bulls. Theriogenology 35: 815-826.
45. Uribe, R., C. Chicco y A. Hernández. 1981. Efecto del nivel alimenticio sobre el inicio de la pubertad en terneros Brahman. Jornadas Informativas. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias (Resumen).
46. Warnick, A.C., T.A. Olson, K.J. Senseman, A.C. Hammond y E.L. Adams. 1991. Puberty traits in Angus, Brahman, Hereford and Senepol heifers in Central Florida. Florida Beef Cattle Research Report. pp. 14-18.
47. Wildeus, S. y K. W. Entwistle. 1982. Postpuberal changes in gonadal and extragonadal sperm reserves in *Bos indicus* strain bulls. Theriogenology 17: 655-667.
48. Wolf, F.R., J.O. Almquist y E.B. Hale. 1965. Prepuberal behavior and puberal characteristics of beef bulls on high nutrient allowance. J. Anim. Sci. 24: 761-765.