

# Determinación de la edad de pubertad en toritos Angus recriados en sistemas pastoriles de la Argentina

Prando, A.J.<sup>(1)</sup>, de Iraola, J.J.<sup>(1)</sup>, Bonamy, M.<sup>(1)</sup>, de la Sota, R.L.<sup>(2,3)</sup>, Baldo, A.<sup>(1,4)</sup>

## Resumen

Los objetivos de este trabajo fueron estimar la edad de inicio de la pubertad en toritos Angus recriados en sistemas pastoriles y comparar la eficacia de la determinación de características del eyaculado (concentración espermática y motilidad progresiva) y del perímetro escrotal como metodologías para definir la pubertad bajo condiciones de explotación comercial. Se evaluó el peso vivo, concentración espermática y motilidad progresiva y el perímetro escrotal de 286 toritos Angus cada 28 días, desde el destete a los 6 meses de edad hasta que alcanzaron la pubertad (perímetro escrotal:  $27,9 \pm 0,2$  cm; concentración espermática:  $50 \times 10^6$ /mL y 10% de motilidad lineal). Se estratificó la población de toritos en cuatro cuartiles para el inicio de la pubertad y luego se los separó en dos poblaciones, los precoces (75% inferior) y los tardíos (25% superior). El análisis de sobrevivencia del momento del inicio de la pubertad para cada grupo se realizó utilizando el procedimiento LIFE-TEST del paquete estadístico SAS. La mediana de edad en que los toritos alcanzaron la pubertad determinada mediante una concentración espermática ( $>50 \times 10^6$ /mL, 10% de motilidad) fue similar a la obtenida usando el perímetro escrotal (28 cm; 287 vs. 291 días). El 50% de los toritos precoces fue púber 91 días antes que el mismo porcentaje de toros tardíos. El perímetro escrotal podría usarse como predictor de la pubertad en toritos recriados en condiciones extensivas. Discriminar el cuartil de animales sexualmente tardíos del resto de la población permitiría seleccionar a campo toros padres sexualmente precoces para rodeos comerciales.

**Palabras clave:** toros de un año; pubertad; perímetro escrotal; concentración espermática.

## Age of puberty in young Angus bulls on pasture in Argentina

### Summary

The objectives of this study were to determine the onset of puberty in yearling Angus bulls on pasture and to compare the use of scrotal perimeter and spermiogram to determine the onset of puberty under commercial conditions. A total of 286 yearling has puberty (scrotal circumference  $27.9 \pm 0.2$  cm; sperm concentration  $50 \times 10^6$ /mL, 10% motile). For onset of puberty, the bull population was stratified in quartiles, and subsequently the population was divided in bulls that achieved puberty early (quartiles 1-3, top 75%; or late quartile 4, low 25%). Survival analysis was used to determine the onset of puberty for each group was performed with the SAS statistical package. The median age to onset of puberty determined by sperm concentration ( $>50 \times 10^6$ /mL, 10% motility) was similar to that with

(1) Cátedra de Producción de Bovinos de Carne,

(2) Cátedra y Servicio de Reproducción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata. Calle 60 y 118. La Plata. B1900AVW.

(3) CONICET, Godoy Cruz 2290, CABA, C1425FQB CABA.

(4) E-mail: abaldo@fcv.unlp.edu.ar

Recibido: 16 de febrero de 2016.

Aceptado: 16 de marzo de 2016.

Taurus Año 18; N° 69: 19 - 24

scrotal circumference (28 cm; 287 vs. 291 days). The median day to onset of puberty (50% of bulls) reached puberty 91 days earlier in the early group compared to the late group. The scrotal circumference could be used as a predictor of puberty in yearling bulls under pastoral conditions. Eliminating the quartile of bulls that achieved puberty late could allow to select yearling bull that achieve puberty early under commercial conditions.

**Key words:** yearling bulls; puberty; scrotal circumference; sperm concentration.

## Introducción

La incorporación de las categorías jóvenes de machos y hembras a la vida reproductiva contribuye a una mayor eficiencia global de los sistemas de cría bovina extensivos, haciendo que la edad de inicio de la pubertad se transforme en una característica reproductiva relevante <sup>(1)</sup>.

Diversos estudios mostraron que con el empleo de toritos de 15 meses en servicio natural, los índices de preñez obtenidos fueron similares a aquellos alcanzados con reproductores de 2 años o más edad <sup>(4,6,11)</sup>. La utilización de esta categoría de machos jóvenes implica las siguientes ventajas: a) Para el criador comercial, el costo anual de cada kg/ternero producido disminuye en función de los inferiores valores de comercialización respecto a los toros de 2 años y a que su vida útil se prolonga al iniciarse su uso a menor edad. Y para el cabañero bajan los costos de alimentación, sanidad, etc. de la recria porque ésta se acorta en 12 meses <sup>(6,5,9,18)</sup>; b) Al adelantarse en un año la etapa reproductiva, se acorta el intervalo generacional, aumentando el progreso genético y la presión de selección <sup>(8)</sup> y c) Se promueve una disminución de la edad de inicio de la pubertad en las vaquillonas por las correlaciones genéticas existentes <sup>(2,12,13,17)</sup>.

El inicio temprano de la etapa puberal en los toritos deberá acompañarse de una expresión plena de la conducta sexual y de una conformación física adecuada <sup>(7)</sup>.

Los objetivos de este trabajo fueron estimar la edad de inicio de la pubertad en toritos Angus recriados en sistemas pastoriles de la Argentina y comparar la determinación de la concentración espermática y motilidad progresiva <sup>(16)</sup> vs del perímetro escrotal <sup>(15)</sup> como metodologías para realizar la estimación.

## Materiales y Métodos

### Animales experimentales

Los estudios se realizaron en 2 establecimientos ubicados en la provincia de Buenos Aires, Argentina (58°28'36" Oeste, 38°06'45" Sur y 57°52'48" Oeste,

35°8'59" Sur) en los que se evaluaron 286 toritos Angus nacidos entre julio y septiembre.

De cada individuo se contó con la fecha de nacimiento, madre y padre. Durante la etapa predestete los animales pastorearon alternativamente pastizales naturales de buena calidad y/o pasturas consociadas. Una vez destetados, aproximadamente a los 6 meses de edad, la alimentación se basó únicamente en el consumo de forraje verde de alta digestibilidad, principalmente verdeos de invierno. El plan sanitario incluyó vacunaciones convencionales y desparasitaciones estratégicas.

### Definiciones de pubertad

a) El eyaculado presenta una concentración de  $50 \times 10^6$  de espermatozoides por mililitro y 10% de motilidad lineal <sup>(16)</sup>.

b) El perímetro escrotal ha alcanzado los  $27,9 \pm 0,2$  cm, independientemente de la raza y el peso vivo <sup>(15)</sup>.

### Mediciones de campo

Desde el destete y con un intervalo de 28 días, se tomaron los siguientes datos fenotípicos de cada animal:

-Peso vivo: las pesadas fueron hechas sin desbaste previo.

-Perímetro escrotal: se usó una cinta métrica metálica comercial.

-Calidad espermática: cuando el perímetro escrotal era de 26 cm, se iniciaba la extracción de semen mediante la técnica de electroeyaculación utilizando un equipo ElectroJac5 (Lansing, Michigan, USA). En todos los casos se descartaron los líquidos transparentes pre-eyaculatorios. Se determinó la concentración espermática y la motilidad progresiva. Para esta última, se utilizó semen diluido en buffer fosfato salino (pH 7,4) y un microscopio óptico Nikon Eclipse E100 (Tokio, Japón) de 400 aumentos dotado con una platina térmica graduada en 37°C. La determinación de la concentración espermática se hizo con un espectrofotómetro Minitube, Tiefenbach, mode-

lo SPERMACUE 12300/0500 (Baviera, Alemania).

El desarrollo experimental de este trabajo contó con la aprobación específica del “Comité Institucional para el Cuidado y Uso de los Animales de Laboratorio” (Facultad de Ciencias Veterinarias-UNLP; Res. Nro. 129/09).

### Análisis estadístico

Para realizar el análisis de sobrevivencia del momento de inicio de la pubertad, primero se estratificó a la población de toritos en cuatro cuartiles para el inicio de la pubertad (intervalo inicio de estudio-pubertad, IIP; PE>28 cm, <sup>[15]</sup>; PMOT>10% y CON >50 X 10<sup>6</sup> <sup>[15]</sup>). Luego se utilizó el cuartil superior de IIP para separar a los toritos en dos poblaciones, los precoces (75% inferior) y los tardíos (25% superior). El análisis de sobrevivencia del momento del inicio de la pubertad se realizó utilizando el procedimiento LIFETEST de SAS.

### Resultados

La media ± error estándar (ES), la mediana, el cuartil inferior y superior para el IIP, PE, peso y la

edad al inicio de la pubertad en toritos de acuerdo a cada definición de pubertad utilizada (concentración espermática de 50 x 10<sup>6</sup> de espermatozoides/mL y 10% de motilidad vs. perímetro escrotal > 28 cm) se encuentran en la Tabla 1.

La mediana del IIP utilizando un PE>28 cm fue de 49 días, el cuartil inferior fue de 34 días y el cuartil superior fue de 90 días; mientras que el IIP utilizando un PMOT >10%; CON >50 x 10<sup>6</sup> fue de 49 días el cuartil inferior fue de 0 días y el cuartil superior fue de 93 días (Tabla 1). El inicio de la pubertad (PE >28 cm) para los toritos precoces fue más corto comparado con los toritos tardíos (mediana 34 vs. 125 d, P<0,001; Tabla 2, Figura 1). El inicio de la pubertad (PMOT>10%; CON >50x10<sup>6</sup>) para los toritos precoces fue más corto comparado con los toritos tardíos (mediana 34 vs. 125 d, P<0,001; Tabla 3, Figura 1). Esto indica que el 50% de los animales (mediana) del grupo precoz alcanzó la pubertad 91 días antes que el mismo porcentaje del grupo tardío. El uso de las dos definiciones de pubertad utilizadas en el presente estudio arrojó idénticos resultados (Tablas 2 y 3, Figuras 1 y 2).

**Tabla 1.** Media, error estándar, cuartil inferior, mediana y cuartil superior del intervalo inicio del experimento-pubertad (IIP), perímetro escrotal (PE), porcentaje de motilidad (PMOT), peso y edad a la pubertad en toritos (de acuerdo a la definición de Wolf y col., 1965; o Lunstra y col., 1978).

Pubertad	Parámetro	Media ± ES	Cuartil inferior	Mediana	Cuartil Superior
PE>28 cm	IIP	56,2±2,7	34,0	49,0	90,0
	PE	29,4±0,0	28,5	29,5	30,0
	Peso	258,7±1,7	240,0	256,0	275,0
	Edad	296,0±1,8	275,0	287,0	309,0
PMOT>10%; CON >50x10 <sup>6</sup>	IIP	58,3±2,8	0	49,0	93,0
	CON	177,3±10,6	71,0	100,0	210,0
	PMOT	26,4±1,0	17,0	20,0	35,0
	Peso	259,5±2,2	235,0	256,0	280,0
	Edad	298,2±1,9	275,0	291,0	314,0

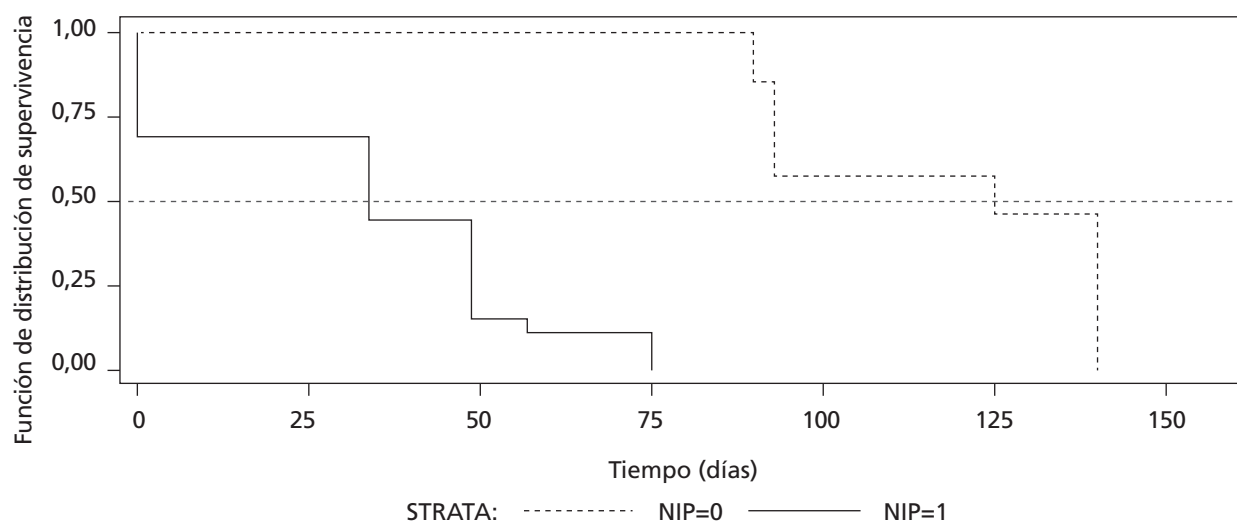
**Tabla 2.** Media, error estándar, cuartil inferior, mediana y cuartil superior del intervalo inicio del experimento-pubertad (IIP), perímetro escrotal (PE), peso y edad al inicio de la pubertad en toritos precoces y tardíos (de acuerdo a la definición de Lunstra y col., 1978).

Pubertad PE>28 cm	Parámetro	Media ± ES	Cuartil inferior	Mediana	Cuartil Superior
Precoces	IIP (d)	33,7±3,1	0,0	34,0	49,0
	PE (cm)	29,3±0,0	28,0	29,0	30,0
	Peso (kg)	256,5±1,9	238,0	255,0	290,0
	Edad (d)	282,5±1,1	273,0	279,0	352,0
Tardíos	IIP (d)	118,1±2,7	93,0	125,0	140,0
	PE (cm)	29,7±0,1	29,0	29,5	30,0
	Peso (kg)	264,8±3,9	245,0	261,0	290,0
	Edad (d)	333,5±3,1	318,5	336,0	352,5

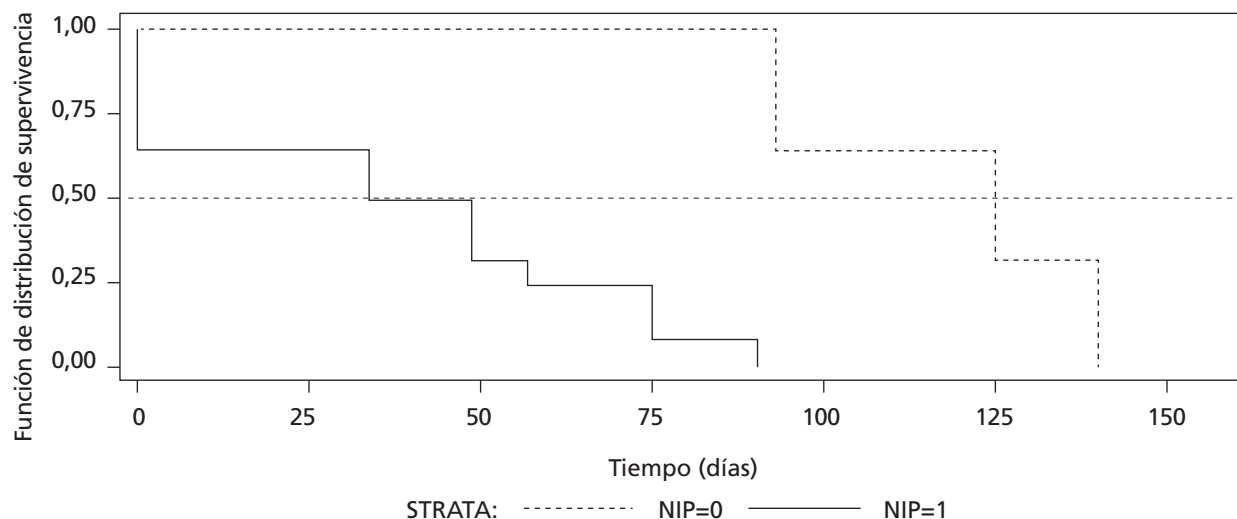
**Tabla 3.** Media, error estándar, cuartil inferior, mediana y cuartil superior del intervalo inicio del experimento-pubertad (IIP), perímetro escrotal (PE), peso y edad al inicio de la pubertad en toritos precoces y tardíos (de acuerdo a la definición de Wolf y col., 1965).

Pubertad PMOT>10%; CON >50x10 <sup>6</sup>	Parámetro	Media ± ES	Cuartil inferior	Mediana	Cuartil Superior
<b>Precoces</b>	IIP (d)	37,9±2,3	0,0	34,0	57,0
	CON (x10 <sup>6</sup> )	154,8±1,9	67,0	95,0	189,0
	PMOT (%)	26,3±1,0	15,0	35,0	35,0
<b>Tardíos</b>	Peso (kg)	258,5±2,4	235,0	255,0	278,0
	Edad (d)	289,1±1,91	271,0	281,0	302,0
	IIP (d)	118,6±2,4	93,0	125,0	140,0
	CON (x10 <sup>6</sup> )	243,6±28,7	78,5	105,0	389,0
	PMOT (%)	26,5±2,3	10,0	20,0	37,5
	Peso (kg)	262,3±4,5	239,0	269,0	287,0
	Edad (d)	325,9±3,2	303,0	330,0	349,0

**Figura 1.** Análisis de supervivencia para el efecto del inicio de la pubertad en toritos precoces y tardíos utilizando como valor de corte un PE>28 cm (n=270). Mediana para los toros precoces 34 d y para los toros tardíos 125 d.



**Figura 2.** Análisis de supervivencia para el efecto del inicio de la pubertad en toritos precoces y tardíos utilizando como valor de corte un PMOT>10% y una CON>50x10<sup>6</sup>(n=269). Mediana para los toros precoces 34 d y para los toros tardíos 125 d.



## Discusión

Los resultados de la Tabla 1 muestran que para la población experimental de toritos, las medias, los cuartiles superior e inferior y la mediana de edad y peso vivo al inicio de la etapa puberal son similares, independientemente de la definición de pubertad utilizada. Esto coincide con lo propuesto por un grupo de investigadores<sup>(15)</sup> quienes, habiendo hecho un estudio similar, concluyeron que el perímetro escrotal promedio a la pubertad, determinado a partir de una de concentración espermática de  $50 \times 10^6$  espermatozoides/mL y 10% de motilidad, fue  $27,9 \pm 0,2$  cm. Otras publicaciones posteriores informan resultados similares<sup>(3, 19)</sup>.

Las medias de edad al comienzo de la pubertad fueron 298,2 días mediante la definición de características del eyaculado ( $50 \times 10^6$  esp./ml y 10% de motilidad,<sup>(16)</sup>) y 296,0 días usando como parámetro los 28 cm de perímetro escrotal<sup>(15)</sup>. Comparando dichos valores con los promedios de edad al inicio de la pubertad de toritos Angus reportados en otros trabajos de investigación, los mismos coinciden con los 295 días indicados en un estudio<sup>(15)</sup>, pero son inferiores a los 308 y 309 días reportados por otras publicaciones<sup>(10, 16)</sup>. Dichas diferencias de edad al inicio de la pubertad entre el presente estudio y lo indicado por otros autores no excede las 2 semanas.

El peso promedio de 259,0 kg al inicio del periodo puberal obtenido aquí es inferior a los 275,0 kg, 309,0 kg y 407,0 kg reportados por la bibliografía, en 16, 50 y 148 kg, respectivamente<sup>(10, 15, 18)</sup>.

Las edades similares y pesos menores al inicio de la pubertad que tuvieron los toritos del presente ensayo con respecto a los reportes de la bibliografía, podrían deberse a una curva de crecimiento menor relativa a su menor tamaño adulto<sup>(14)</sup>. Lo descrito indicaría que sus requerimientos nutricionales fueron cubiertos adecuadamente durante las etapas de lactancia y recría. Se podría especular que dichas características les confieren a estos animales una notable capacidad adaptativa a los sistemas de producción extensivos y que las mismas son el resultado de un proceso selectivo desarrollado a través del tiempo. Esto es relevante ya que este es el primer estudio que describe el fenómeno de la pubertad en toritos Angus bajo condiciones de alimentación sólo pastoril, típicas de la Argentina.

En las Tablas 1 y 2 se visualiza que los valores

de perímetro escrotal al inicio de la pubertad se ubican entre 28,0 y 30,0 cm, rango que coincide con lo descrito para razas taurinas en trabajos previos<sup>(10, 15)</sup>. Esto confirma que la producción espermática es iniciada y mejorada en diferentes estadios del desarrollo testicular<sup>(10)</sup>.

Las medias, medianas y cuartiles de la edad de pubertad determinada por los 28,0 cm de perímetro escrotal o por la motilidad y concentración espermática fueron semejantes entre sí, en concordancia con los resultados de trabajos previos (Tabla 1-3; <sup>10, 15</sup>). Ello sugiere la posibilidad de usar el perímetro escrotal como predictor de pubertad, sin embargo, en razas taurinas el mismo ha mostrado 83,8% de sensibilidad y 87,0% de especificidad<sup>(10)</sup>. Esto significa que un 16,2 % de los toritos considerados púberes no lo son verdaderamente y que un 13,0 % de los individuos clasificados como impúberes en realidad ya iniciaron su etapa puberal.

En razas taurinas, para el perímetro escrotal al año de vida y la edad de inicio de la pubertad en vaquillonas medio-hermanas se determinó una correlación fenotípica de -0,98 y correlaciones genéticas de -0,25; -0,71 y -1,07<sup>(12, 12, 17)</sup>. Las correlaciones genéticas favorables calculadas entre perímetro escrotal al año de vida y la tasa de preñez de la progenie femenina fueron 0,66 y 0,97<sup>(13)</sup>.

Entonces, bajo las condiciones de producción extensivas de la Argentina, si se quisiera seleccionar a favor de la precocidad sexual y hubiese restricciones operativas para realizar evaluaciones de calidad seminal, el perímetro escrotal sería una opción válida por su practicidad, repetibilidad y bajo costo. No obstante, se recomienda utilizar los parámetros de calidad seminal en la medida que se aumenten los niveles de precisión, capacidad operativa a campo y exigencias del programa selectivo.

A nivel cabaña, un criterio para seleccionar los futuros toros padres de rodeos comerciales sería discriminar el cuartil de animales sexualmente tardíos del resto de la población, ya que se constató que el 50% de los animales de dicho cuartil alcanzó la pubertad 91 días después que el mismo porcentaje del grupo precoz (Figuras 1 y 2). De este modo, se promovería una disminución de la edad de pubertad de las vaquillonas hijas, un aumento de la tasa de preñez general y una mayor permanencia de los vientres en el rodeo al evitarse su eliminación por no estar gestando<sup>(2, 13)</sup>.

## Conclusiones

Toritos Angus criados en sistemas pastoriles de la Argentina alcanzan la pubertad a edad temprana, esto sería consecuencia del menor tamaño adulto de los animales adaptados a dichos sistemas.

Con las metodologías utilizadas en este experimento para determinar el inicio de la pubertad se obtienen idénticos resultados.

Discriminar el cuartil de animales sexualmente tardíos del resto de la población sería un criterio de selección con impacto en la producción de toros padres sexualmente precoces para rodeos comerciales.

## Agradecimiento

Se agradece a las cabañas Flores Chicas de Alberto Areco y La Trinidad de Miguel Pertino por la enorme colaboración prestada para la realización del presente trabajo.

## Bibliografía

1. Albuquerque L, Baldi F. Seleção para precocidade sexual de zebuínos: situação atual e perspectivas. VII Simpósio de Produção de Gado de Corte. Ed. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Brasil, 2011, p. 299-324.
2. Amyes N.C and Morris CA. Responses to selection for puberal traits in Angus cattle over 23 years. Proceedings of the New Zealand Society of Animal production 2009; 69:201-205
3. Arteaga A, Baracaldo M, Barth A. The proportion of beef bulls in western Canada with mature spermograms at 11 to 15 months of age. Can. Vet. J. 2001; 42:783-787
4. Barth AD, Brito LFC, Kastelic JP. The effect of nutrition on sexual development of bulls. Theriogenology. 2008; 70: 485-494
5. Barth AD, Ominski KH. The relationship between scrotal circumference at weaning and at one year of age in beef bulls. Can. Vet. J. 2000; 41:541-546
6. Brinks JS, McInerney MJ, Chenoweth P. Relationship of age at puberty in heifers to reproductive traits in young bulls. Proc. West. Sect. American Society of Animal Science. 1978; 29: 28-30
7. Brito LFC, Barth AD, Wilde RE, Kastelic JP. Effect of growth rate from 6 to 16 months of age on sexual development and reproductive function in beef bulls. Theriogenology. 2012; 77: 1398-1405
8. Brito LFC, Silva AE, Unanian MM, Dode M, Barbosa RT, Kastelic J. Sexual development in early- and late-maturing Bos indicus and Bos indicus x Bos taurus crossbred bulls in Brazil. Theriogenology 2004; 62: 1198-1217
9. Casas E, Lunstra DD, Cundiff LV, Ford JJ. Growth and pubertal development of F1 bulls from Hereford, Angus, Norwegian Red, Swedish Red and White, Friesian, and Wagyu sires. J Anim Sci. 2007; 85:2904-2909.
10. Chenoweth PJ. Reproductive selection of males: current and future perspectives. Rev. Bras. Reprod. Anim. 2011; Vol. 35, 2: 133-138
11. Farid A, Makarechian M, Price MA. Repeatability of reproductive performance of beef bulls as yearlings and two year-olds at pasture. Anim. Reprod. Sci. 1987; 14: 21-29.
12. Fordyce G, McGowan M, Lisle A, Muller T, Allen J, Duff C, Holroyd R, Corbet N, Burns B. Scrotal circumference of Australian beef bulls. Theriogenology. 2014; 81:805-812
13. Kassari TH, Wikse SE, Jones R. Use of yearling bulls in beef cattle operations. Part I. Economic analysis and fertility assessment. Compend Contin Educ Pract Vet. 1996; 18:1244-1253.
14. Lunstra DD, Cundiff LV. Growth and pubertal development in Brahman-, Boran-, Tuli, Belgian Blue-, Hereford- and Angus-sired F1 bulls. J Anim Sci. 2003; 81:1414-1426
15. Lunstra DD, Ford JJ, Echternkamp SE. Puberty in beef bulls: hormone concentrations, growth, testicular development, sperm production and sexual aggressiveness in bulls of different breeds. J Anim. Sci. 1978; 46:1054-1062.
16. Makarechian M. and Arthur PF. A comparison of natural service fertility of yearling and two-year-old Bulls on pasture. Theriogenology 1993; 39:835-845
17. Martin LC, Brinks JS, Bourdon RM, Cundiff LV. Genetic effects on beef heifer puberty and subsequent reproduction. J Anim Sci. 1992; 70: 4006-4017.
18. Toelle VD, Robinson OW. Estimates of genetic correlations between testicular measurements and female reproductive traits in cattle. Journal of animal science. 1985; 60:80-100.
19. Wolf FR, Almquist JO, Hale EB. Prepuberal behavior and puberal characteristics of beef bulls on high nutrient allowance. J Anim. Sci. 1965; 24, 761-765.