

## La selección de sementales bovinos en Cuba. 1. Crecimiento y desarrollo corporal y gonadal en futuros sementales Holstein - The bovine sires selection in Cuba. 1. Body and gonad grow and development in Holstein future sire

### Tamayo Torres, Manuel

Dr. Profesor de Andrología y Biotecnología de la Reproducción Animal. Departamento de Clínica, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Agraria de La Habana. Autopista Nacional Km. 23<sup>1/2</sup>, San José de las Lajas, La Habana, Cuba.

Email: [Manuelt@isch.edu.cu](mailto:Manuelt@isch.edu.cu)

---

### Resumen

En La Habana se investigaron 390 futuros sementales Holstein de 1 a 12 meses de edad. Los animales se sometieron a un régimen de estabulación permanente en la estación genética de cría y selección. El sistema de alimentación empleado fue controlado individualmente mediante el consumo de la ración de acuerdo a la edad del animal. Las medidas biométricas corporales y de desarrollo gonadal incluyeron: peso corporal, tallas anterior y posterior, perímetros torácico y abdominal, largo corporal, altura del tórax; índice de volumen testicular y circunferencia escrotal. Para el procesamiento estadístico de los datos se empleó un Modelo Lineal General del SAS, controlando los efectos de la edad a la medición en cada animal y la época de incorporación del futuro semental a la estación de cría. Se efectuaron análisis de regresión y correlación entre las variables corporales y del desarrollo gonadal. Las variables del desarrollo biométrico mostraron un incremento lineal en función de la edad y pueden predecirse a partir del 9<sup>no</sup> mes de edad ( $R^2 = 0,94$ ;  $P < 0,001$ ). Las dimensiones testiculares tuvieron un rápido incremento y su desarrollo puede ser predicho ( $R^2 = 0,96$ ;  $P < 0,001$ ). Existe una alta correlación entre la dinámica biométrica testicular y corporal ( $r = 0,75-0,89$ ;  $P < 0,001$ ).

**Palabras claves:** Crecimiento corporal | desarrollo testicular | futuros sementales | Holstein | selección.

---

## Abstract

390 future sires Holstein from 1 to 12 months of age were investigated in Havana. The animals were kept under a system of permanent housing in the genetic station for breeding and selection. The feeding system employed was controlling. The biometric measures of the body grow and gonad development were recorded including: body weight, fore height and hind height, thoracic and abdominal perimeters, body length, thoracic depth; index of testicular volume and scrotal circumference. To process the data a General Lineal model from SAS was employed, controlling the effects of age over measuring taken in each animal and to time of incorporation of the future sire to the breeding station. Regression and correlation analysis were made among body grow variables and gonad development variables. The variables of the biometric development a lineal increment in function of the age and a prediction can be done starting from the 9<sup>th</sup> months of age ( $R^2 = 0.94$ ;  $P < 0.001$ ). The testicular dimensions showed a fast increased and you can predict their development ( $R^2 = 0.96$ ;  $P < 0.001$ ). A high relationship exists among the biometric dynamics of the testicular and body variable ( $r = 0.75$ ;  $P < 0.001$ ).

**Keywords:** Body grow | future sire | gonad development | Holstein | selection.

---

## INTRODUCCIÓN

Bajo el título selección de sementales bovinos en Cuba, pretendemos publicar una serie de trabajos, que por la magnitud de la temática y la diversidad de las variables y efectos no es posible exponerlo en un solo artículo.

Al ponerse en marcha la inseminación artificial (IA) como método de mejora genética, sobre la base de animales nacidos en Cuba, el problema de la selección de los futuros sementales (FS) adquirió verdadera importancia, dada la trascendencia en el orden de los efectos mejorantes deseados. Hasta la década de los años 70, la selección de los reproductores en nuestro país se estableció teniendo en cuenta sólo la morfología externa del animal y el valor genético de los progenitores; pero en 1979 se creó la "Comisión Nacional Estatal de Selección de Sementales Bovinos", en virtud de la cual los toros para IA se promueven desde la estación de cría previa preselección de los FS.

En IA se le concede una importancia significativa a la selección del semental, ya que su influencia es determinante en la eficiencia reproductiva y la economía ganadera <sup>4,15,22</sup>. Los indicadores que se

evalúan para conformar los criterios de selección de un buen toro semental son, entre otros, el potencial genético, fenotipo, desarrollo y funcionamiento del sistema reproductor, la libido, calidad espermática y fertilidad <sup>21,38,18</sup>.

La capacidad reproductiva y la fertilidad de los reproductores deben ser evaluadas sistemáticamente, ya que los toros juegan un papel determinante en la fertilidad del rebaño. El rango de fertilidad entre sementales Holstein varía en un 12% en tazas de preñez <sup>12,37</sup>.

En los países de mayor desarrollo ganadero se ha avanzado aceleradamente en los programas nacionales e internacionales de selección, tanto de las madres como de los padres de futuros sementales, sobre la base de la aplicación de indicadores de índices compuestos, porcentaje de proteína, leche, grasa y caracteres morfológicos, sustentado en la evolución de índices genéticos de pedigrí y pruebas de descendencia de toros jóvenes <sup>2,41</sup>. También ha evolucionado notablemente el desarrollo genético, los criterios científicos de manejo y flujo zotécnico y la concertación internacional, lo cual ha producido un impacto favorable en la calidad de la selección <sup>5,6,13</sup>.

En relación con el biotipo animal deseado, la altura a la cruz o talla anterior y altura al sacro o talla posterior sirven para determinar, en función de la edad, el tamaño corporal del reproductor. También definen el biotipo corporal, el perímetro torácico y el índice de masa corporal (IMC) <sup>14</sup>.

Dentro de la biometría testicular se considerar la CE de los toros una característica reproductiva incluida en los programas de selección de reproductores. En la selección, la evaluación de la CE es una herramienta valiosa para estudiar la fertilidad potencial, debido a su alta correlación con la producción espermática y la calidad seminal. Es importante conocer las relaciones del crecimiento testicular con respecto a las variaciones de peso vivo y edad del animal <sup>40,43</sup>. En los toros jóvenes, el incremento de la CE presume un mayor nivel de la hormona testosterona, la cual en su relación funcional con el eje hipotálamo-hipófisis-gónada, influye en la presentación de la pubertad y está asociado con la producción y calidad del semen <sup>33</sup>. También se plantea que los toros con un tamaño testicular por encima del promedio producen hijas que alcanzan la pubertad a edades más tempranas y tienen ciclos más regulares <sup>14,17</sup>.

El **objetivo** de esta investigación estuvo dirigido a evaluar el crecimiento y desarrollo de las variables corporales y gonadales en futuros sementales Holstein para su empleo en la selección como reproductores de los centros de inseminación artificial de Cuba.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

En La Habana se investigaron 390 futuros sementales Holstein de 1 a 12 meses de edad, pertenecientes a un centro genético de cría y selección de sementales (toril). Cada mes del año se incorporaron a la fase experimental de 27 a 36 FS, similar cantidad en ambas épocas del año. La época de seca o poco lluviosa se estableció de noviembre-abril y la época lluvia de mayo-octubre. Estos animales permanecieron en los toriles sometidos a un régimen de estabulación permanente en boxes individuales con cama de aserrín, desde los 11 días de nacidos hasta los 12 meses de edad.

El sistema de alimentación se realizó en base a dos dosis diarias de 7 litros de leche hasta los 7 meses de edad; alimentos concentrados desde 0,9 hasta 7,3 kg./animal/día; forraje desde 1,1 kg. hasta 20 kg./animal/día y heno desde 0,8 hasta 7,0 kg./animal/día, incrementándose en todos los casos progresivamente con el aumento de edad.

El peso vivo (PV) de los FS se controló mensualmente mediante el pesaje individual de cada animal con el empleo de una báscula. Las medidas biométricas corporales (MC) y testiculares (MT) se determinaron mensualmente, evaluando talla anterior (TA) y posterior (TP), perímetro torácico (PT) y abdominal (PA), largo corporal (LC), altura del tórax (AT); largo, ancho y grueso testicular, utilizados para calcular el índice de volumen testicular (IVT) y la circunferencia escrotal (CE). El instrumento empleado en cada medición de las variables corporales fue el bovinómetro o vara universal de medida; las dimensiones gonadales se obtuvieron con el testímetro o pie de Rey y la CE con cinta métrica.

### **Análisis estadísticos**

Se efectuaron análisis de regresión en cada variable de las MC a los 12 meses de edad y se establecieron los valores de predicción del IVT de 8 a 12 meses. Se realizaron análisis de correlación entre las variables de las MC y entre las MC y MT, en el período investigado.

En el procesamiento estadístico de los datos se empleó un Modelo Lineal General del SAS (1987) <sup>31</sup>. Para las medidas corporales (MC) y medidas testiculares (MT) se empleó el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + P_j + e_{ijk} ; \text{ donde:}$$

$Y_{ijk}$  = Observación correspondiente a los variables corporales y testiculares.

$\mu$  = Media general

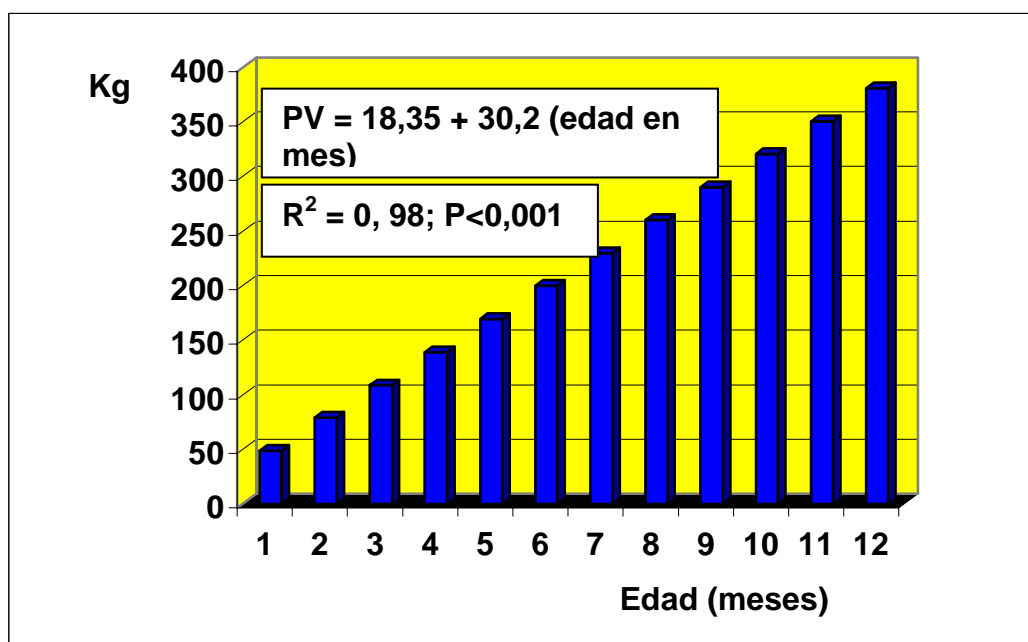
$E_i$  = Efecto de la edad a la medición en el futuro semental ( $i = 1 \dots 12$  meses)

$P_j$  = Efecto de la época de incorporación del futuro semental al toril ( $j = 1 \dots 2$ ). La cantidad de futuros sementales / época fue similar. Época 1: noviembre-abril (seca) y época 2: mayo-octubre (lluvia).

$e_{ijk}$  = Efecto del error aleatorio.

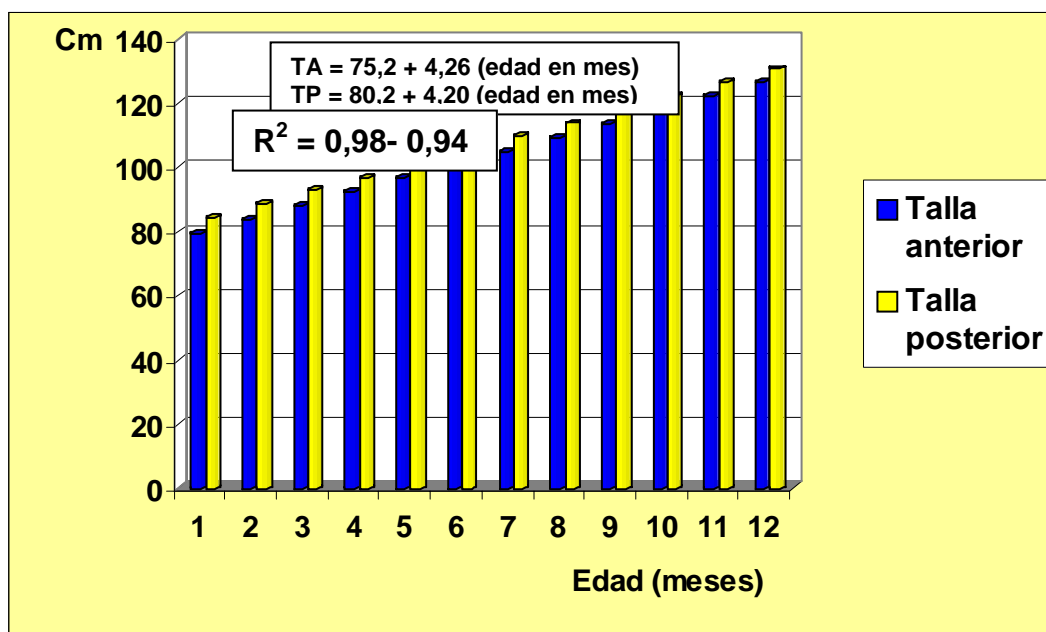
## RESULTADOS

En la Figura 1 se pueden observar los valores del PV, en el que los animales muestran un incremento lineal ( $R^2=0,98$ ;  $P<0,001$ ) en función de la edad ( $PV=18,35 + 30,2$  (edad en meses)); con valores desde  $48,6 \pm 4,0$  hasta  $380,8 \pm 3,8$  kg, con una ganancia diaria media de 0,90 kg.



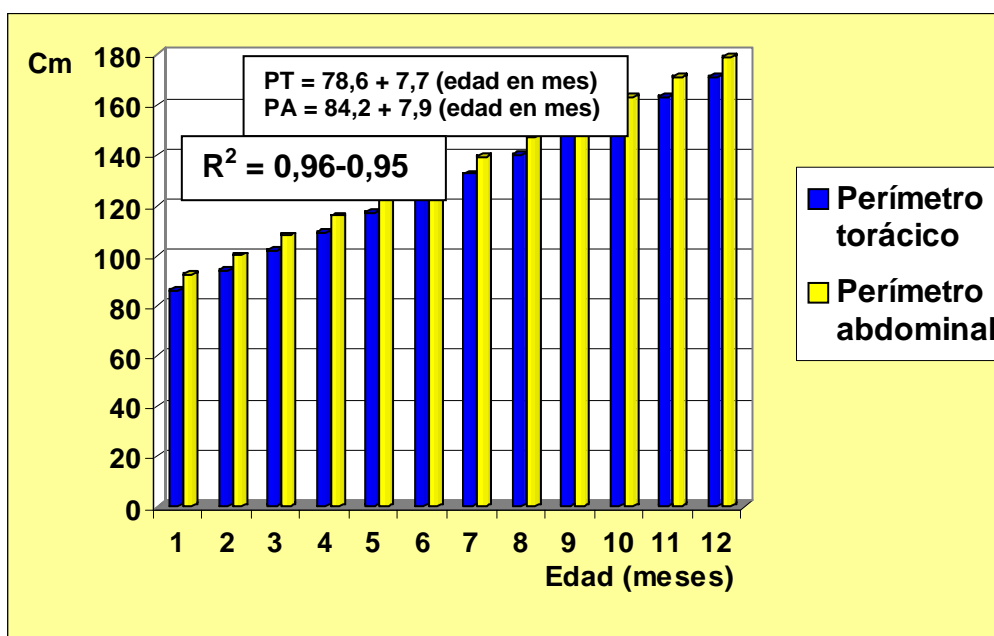
**Figura 1.** Relación del peso vivo con la edad en los futuros sementales

En la Figura 2 se muestra que las tallas anterior y posterior mantienen un ascenso progresivo y proporcional de acuerdo con la edad, con el normal predominio de los valores de la TP. La primera creció desde  $79,5 \pm 3,3$  hasta  $124,6 \pm 3,5$  cm ( $TA = 75,2 + 4,26$  (edad en meses)); mientras que la segunda se incrementó desde  $84,0 \pm 3,3$  a  $130,5 \pm 3,3$  cm ( $TP = 80,2 + 4,2$  (edad en meses)), con  $R^2=0,98$ ;  $P<0,001$  y  $R^2=0,94$ ;  $P<0,001$ , respectivamente.



**Figura 2.** Relación de las tallas anterior y posterior con la edad

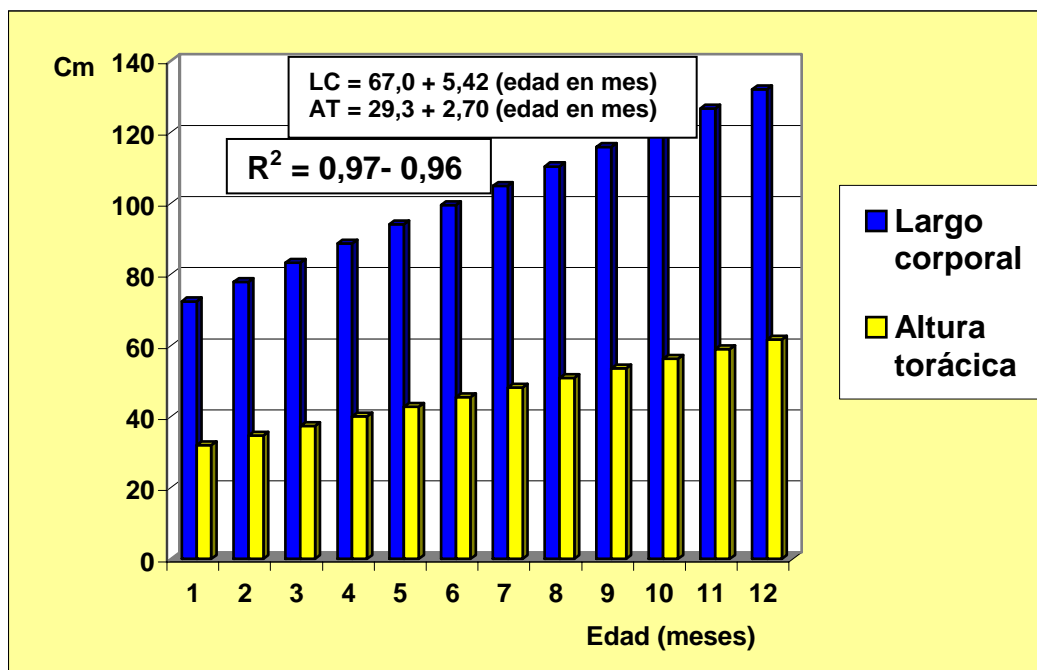
Los perímetros torácico y abdominal (Figura 3), describen un ritmo de desarrollo lineal uniforme. El perímetro del tórax se incrementó de  $86,4 \pm 4,2$  a  $167,9 \pm 4,9$  cm ( $PT = 78,6 + 7,7$  (edad en meses)) y el perímetro del abdomen de  $91,5 \pm 4,8$  a  $175,3 \pm 4,8$  cm ( $PA = 84,2 + 7,9$  (edad en meses)), con  $R^2=0,96$ ;  $P<0,001$  y  $R^2=0,95$ ;  $P<0,001$ , respectivamente.



**Figura 3.** Relación de los perímetros torácico y abdominal con la edad

También el largo corporal y altura del tórax (Figura 4) aumentaron linealmente con el incremento de la edad desde el primero al duodécimo mes ( $LC = 67,0 + 5,42$  (edad en meses));  $AT = 29,3 +$

2,7 (edad en meses)), con  $R^2=0,97$ ;  $P<0,001$  y  $R^2=0,96$ ;  $P<0,001$ , respectivamente.



**Figura 4.** Relación del largo corporal y la altura torácica con la edad

Los coeficientes de variación (CV) de los datos estadísticos en las medidas corporales reflejan una tendencia de uniformidad con bajos niveles de dispersión en todas las variables analizadas.

En los análisis de correlación de las MC se aprecia una estrecha asociación entre sus variables y se mantienen altos coeficientes de correlación ( $r = 0,69-0,89$ ;  $P<001$ ) entre dichas variables hasta los 12 meses de edad (Tabla 1). Este comportamiento es indicativo de la armonía y proporcionalidad del crecimiento y desarrollo somático, los cuales definen el biotipo del FS Holstein.

Los análisis de regresión efectuados en cada una de las variables de las MC a los 12 meses de edad, en función de los propios valores precedentes de cada uno de los animales a los 3, 6 y 9 meses no aportaron, excepto el PV, altos niveles de predicción, siendo los coeficientes de determinación ( $R^2$ ) para los 9 meses de 0,94; 0,56 ; 0,66 ; 0,54 ; 0,58 ; 0,48 y 0,52 ( $P<0,01$ ) para las variables PV, TA, TP, PT, PA, LC y AT, respectivamente.

**Tabla 1.** Correlaciones entre las variables de las medidas corporales en los futuros sementales.

Variables	TA	TP	PT	PA	LC	AT
Peso vivo (PV)	.72	.76	.83	.78	.83	.78
Talla anterior (TA)	-	.86	.75	.79	.81	.77
Talla posterior (TP)		-	.75	.78	.83	.69
Perímetro torácico (PT)			-	.89	.85	.71
Perímetro Abdominal (PA)				-	.71	.69
Largo Corporal (LC)					-	.78
Altura del tórax (AT)						-

(N = 4 680) P<0,001

En los resultados del índice de volumen testicular (IVT) - expresión producto del largo, ancho y grueso testicular - se muestra un incremento progresivo acorde con la edad, sin diferencias significativas entre el testículo izquierdo y derecho; por lo que se ofrece como resultado único la suma de los valores de ambos divididos entre dos.

**Tabla 2.** Valores observados de predicción e intervalos de confianza del índice de volumen testicular

Edad (meses)	Valores observados	Valores de predicción	Intervalos	
			Inferiores	superiores
8	145,5	144,9	122,9	168,4
9	190,6	190,0	167,7	212,2
10	244,0	245,8	226,3	265,2
11	303,1	301,6	282,1	321,0
12	357,0	357,4	355,1	379,6

(R<sup>2</sup> = 0,85; P<0,001)

En la Tabla 2 se expresan los resultados del IVT, donde se establecieron los intervalos de confianza. Se determinó que los

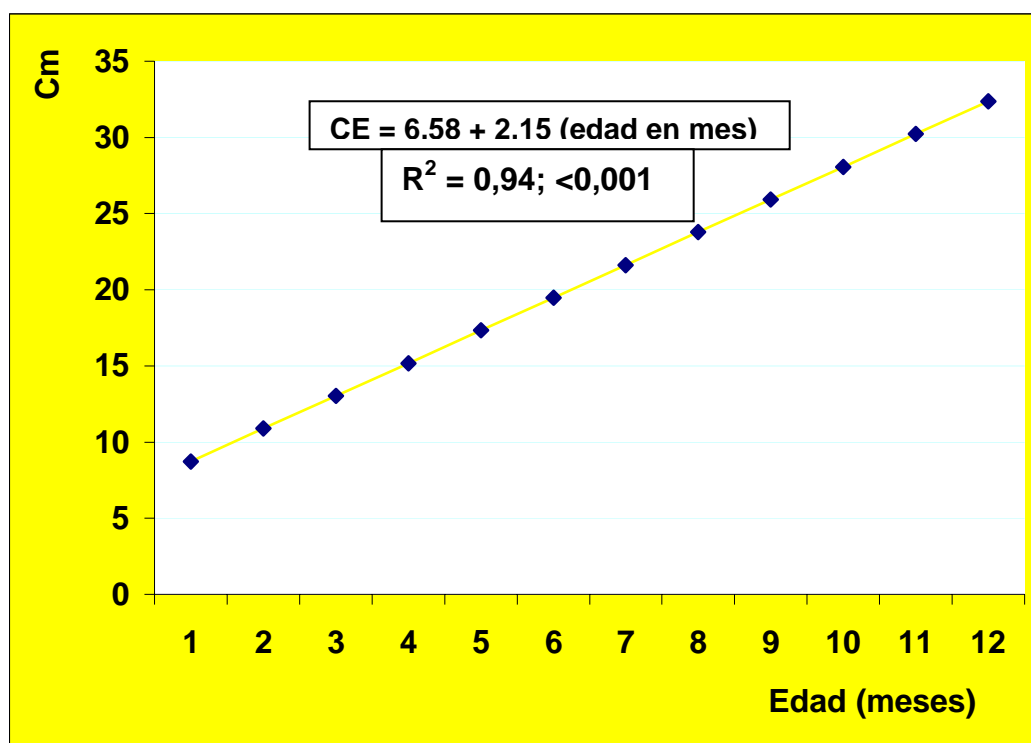
**La selección de sementales bovinos en Cuba. 1. Crecimiento y desarrollo corporal y gonadal en futuros sementales Holstein** 8

<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121209/120904.pdf>



animales de 8 meses de edad que presentaron valores por debajo del límite inferior de la línea de regresión, en un 91% mantuvieron este mismo comportamiento hasta el mes 12 ( $R^2 = 0,85$ ;  $P < 0,001$ ). No existen diferencias significativas entre los valores de IVT observados (experimentales) y los valores teóricos de predicción. El IVT alcanza cifras de  $145,5 \pm 27,0 \text{ cm}^3$  a los 8 meses, mientras que a los 12 meses asciende a  $357,0 \pm 50,3 \text{ cm}^3$ .

La CE (Figura 5), se incrementa linealmente con la edad, desde  $9,3 \pm 0,8$  hasta  $32,1 \pm 1,6 \text{ cm}$ . ( $CE = 6,58 + 2,15 (\text{edad en meses})$ ).



**Figura 5.** Relación de la circunferencia escrotal con la edad

En la Tabla 3 se puede observar los coeficientes de correlación entre el IVT, CE, PV y las variables del desarrollo corporal. La dinámica testicular (IVT y CE) se relaciona positivamente con el PV y con las variables de las medidas corporales ( $r = 0,75 - 0,89$ ;  $P < 0,001$ ).

**Tabla 3.** Correlaciones entre las variables testiculares, el peso vivo y las medidas corporales

Variables	PV	TA	TP	LC	PT	PA
IVT	.87	.83	.79	.83	.89	.81
CE	.87	.80	.75	.84	.85	.78

$P < 0,001$

Las épocas de incorporación de los futuros sementales a la estación genética de cría y selección (lluvia y seca) no tuvieron efectos

significativos en el crecimiento y desarrollo del peso vivo, medidas corporales y medidas testiculares alcanzados hasta el momento de la selección de los futuros sementales para inseminación artificial a los 12 meses de edad.

## DISCUSIÓN

Resultados similares a los obtenidos en la investigación del peso vivo han sido reportados en Cuba, donde se dieron a conocer valores de  $50,4 \pm 7,4$  a  $386,7 \pm 27,7$  kg. entre el primero y duodécimo mes de edad, respectivamente, en condiciones semejantes de alimentación y manejo de FS Holstein <sup>35</sup>.

El PV alcanzado por los animales investigados se considera dentro de los rangos normales con ganancia de peso vivo restringida a 0,4 Kg./animal/día hasta los 4 meses de edad e incremento sostenido hasta 1,05 Kg. /animal /día a los 12 meses. La predicción de sus valores contribuye a tener cifras de referencia para su empleo en la selección de los FS. La importancia de establecer los indicadores de referencia en el crecimiento del FS con fines de empleo en la selección ha sido argumentada <sup>26,35</sup>. Se trata de perfeccionar el crecimiento del animal para elegir entre los de mayor desarrollo a los sementales <sup>10,29</sup>, teniendo en cuenta la relación existente entre el referido desarrollo y los órganos que participan directamente en la reproducción <sup>9</sup>.

En la cría de los FS se debe tener en cuenta que un suministro bajo en proteínas produce un efecto depresivo sobre el sistema nervioso central que incide desfavorablemente en el crecimiento, pues este se basa fundamentalmente en la síntesis y composición de las proteínas y los niveles hormonales <sup>7</sup>. La energía, los macro y micro elementos minerales juegan un papel esencial; quedando bien establecida la participación del calcio y fósforo en la eficiencia del consumo, la sensibilidad de la ingestión y la ganancia diaria de PV, todo lo cual se relaciona con el crecimiento del animal <sup>23</sup>. En nuestra investigación se mantuvo un riguroso control sobre el balance alimentario y ganancia de peso vivo, de manera que no se afectara el metabolismo de los animales.

La razón del control sobre el crecimiento del FS no es solamente por una cuestión puramente morfológica, sino también por lo que explican Orta y Barba <sup>27</sup> en el sentido de que el insuficiente suministro de sustancias nutritivas, falta de sustancias minerales, micro elementos y vitaminas, actúan como estresantes crónicos de la

regulación hormonal, condicionan un lento desgaste de las células del lóbulo anterior de la hipófisis y perturban el sistema general regulador hipotálamo-hipófisis-gónada.

Un análisis de las medidas del desarrollo absoluto y relativo de los toros en que se tuvieron en consideración los PV al nacer, a los 205 y 365 días, confirma que el desarrollo del animal no depende del PV al nacimiento, sino de la correlación entre éste y el subsecuente incremento logrado hasta la etapa de la madurez<sup>42</sup>. El efecto del peso al nacer y al destete influye de forma conjunta sólo en un 12,1% del crecimiento de FS<sup>24</sup>. Estos reportes precisan la importancia del control sistemático de la ganancia del PV por cada mes de edad, para su uso en la selección de toros jóvenes<sup>1</sup>.

Los ganaderos, zootecnistas, genetistas y veterinarios deben estar conscientes de que el PV se debe complementar con el resto de las variables biométricas corporales con el objetivo de corregir desproporciones que afecten la armonía del biotipo del semental.

Al analizar las variables corporales se aprecia que las tallas anterior y posterior, los perímetros torácico y abdominal, el largo corporal y la altura del tórax mantienen un ascenso progresivo y proporcional de acuerdo con la edad, y las ecuaciones de mejor ajustes precisan un crecimiento lineal; lo cual sugiere una armonía entre las variables del desarrollo que conforman el biotipo del FS Holstein. Asimismo los coeficientes de variación de los datos estadísticos de la dinámica corporal reflejan una tendencia de uniformidad con bajos niveles de dispersión en todas las variables analizadas.

Según Bracho y Col.<sup>11</sup> los toros Criollo Limonero tuvieron un comportamiento similar en cuanto al incremento diario de la longitud del cuerpo y del tronco, la altura a la cadera y los perímetros torácico y abdominal. Pero los resultados mostraron diferencias entre toros para la altura a la cruz o talla anterior, lo cual se debe tener en cuenta para los programas de mejoramiento.

En Cuba, la caracterización de las MC en semejantes condiciones y en la propia raza y edad ofrecen valores similares a los de esta investigación<sup>35</sup>. Pero en condiciones diferentes de sistemas de cría, genotipos y edades, la ganancia en PV manifiesta altas variaciones, lo cual incide también en la variabilidad del desarrollo y en la conformación del fenotipo<sup>10</sup>; hecho que demuestra la importancia de tener actualizados los valores de referencia de la dinámica corporal, pues las condiciones pueden variar con cierta frecuencia.

En un estudio biométrico de 101 bovinos Criollos del Uruguay se analizaron ocho parámetros zoométricos y se reportaron los valores

siguientes: altura a la cruz  $119,17 \pm 6,69$  cm; anchura torácica  $31,3 \pm 4,07$  cm; altura o profundidad torácica  $59,19 \pm 4,13$  cm; perímetro torácico  $156,35 \pm 10,54$  cm; longitud corporal  $137,93 \pm 11,57$  cm; anchura de grupa  $41,44 \pm 3,72$  cm, longitud de grupa  $31,84 \pm 2,93$  cm y para el perímetro de la caña  $16,5 \pm 1,04$  cm. Encontrando diferencias significativas en las cifras medias para la altura, profundidad y perímetro torácico, longitud corporal y anchura de grupa, debidas a la edad de los animales <sup>30</sup>.

En los análisis de correlación de las MC se aprecia una estrecha asociación entre sus variables y se mantienen altos coeficientes de correlación ( $r = 0,69-0,89$ ;  $P < 0,001$ ) entre dichas variables hasta los 12 meses de edad. Este comportamiento es indicativo de la armonía y proporcionalidad del crecimiento y desarrollo somático, los cuales definen el biotipo del FS Holstein.

En estudios <sup>20</sup> acerca del crecimiento y desarrollo absoluto y relativo de los toros, se reportan coeficientes de correlación fenotípicos de 0,77 a 0,82, similares a los de la presente investigación; en tanto, los coeficientes genéticos fueron de 0,27 a 0,73. Winder y Col. <sup>42</sup> también encontraron relaciones fenotípicas y genéticas en las medidas del desarrollo restringidas a los índices de selección del semental.

Como muestran los resultados obtenidos, los análisis de regresión efectuados en cada una de las variables de las MC los 12 meses de edad, excepto el PV, no aportaron altos niveles de predicción.

La interpretación de estos resultados nos conduce a pensar que siempre que se mantenga la estabilidad en la alimentación y manejo de los FS para alcanzar una ganancia de alrededor de 1,0 kg./animal/día, se puede predecir el crecimiento mediante el peso vivo a partir del noveno mes de edad. Sin embargo, es preciso que en la selección del FS se logre la armonía en la dinámica del desarrollo corporal hasta obtener el fenotipo deseado.

En cuanto al índice de volumen testicular se muestra un incremento progresivo acorde con la edad, sin diferencia significativa entre el testículo izquierdo y derecho; donde los animales de 8 meses de edad que presentaron valores por debajo del límite inferior de la línea de regresión, en un 91% mantuvieron este mismo comportamiento hasta el mes 12 ( $R^2 = 0,85$ ;  $P < 0,001$ ) con valores de  $145,5 \pm 27,0$  a  $357,0 \pm 50,3$  cm<sup>3</sup> en el período de 8 a 12 meses de edad. Estos resultados son similares a otros publicados por el autor <sup>34</sup> en esta misma raza y semejantes condiciones de alimentación y manejo.

La predicción del desarrollo de los testículos de los FS desde los 9 meses de edad, contribuye al sistema de selección de los toros Holstein, y confirma la importancia que otros autores plantean a cerca del conocimiento de las dimensiones óptimas de las gónadas, según la edad y crecimiento corporal <sup>4, 25, 32</sup>.

Por su parte, la CE se incrementó linealmente con la edad, desde  $9,3 \pm 0,8$  hasta  $32,1 \pm 1,6$  cm en el período investigado, lo que concuerda con similares resultados hallados en esta raza en cuanto al desarrollo testicular <sup>35</sup>.

En animales cruzados Holstein por Cebú de nuestro país se encontraron valores similares de CE a los de esta investigación. Los autores informaron cifras de  $10,5 \pm 1,3$  hasta  $31,4 \pm 3,4$  cm en los toros 5/8 Holstein - 3/8 Cebú y de  $10,8 \pm 1,5$  hasta  $33,3 \pm 2,8$  cm en los Siboney de Cuba, del primero al duodécimo mes de edad <sup>3</sup>. Mientras que en toros Holstein de 16-19 meses, se han reportado cifras superiores de CE, con coeficiente de correlación de 0,86 entre CE e IVT <sup>19</sup>.

Yáñez y Col.<sup>43</sup> observaron que la CE y el PV están correlacionados positivamente ( $r = 0,72$ ;  $P < .001$ ); pero la ecuación de regresión para estimar la CE a partir de la edad fue de tipo cuadrática:  $CE = 6,100848 + 0,047284E - 1.84 \times 10^{-5}E^2$  ( $R^2 = 0,52$ ). Similares resultados reportaron Vázquez y Arango <sup>39</sup> al encontrar una relación lineal de la CE con el PV y cuadrática con la edad del animal, lo que indica un incremento sostenido de la CE con el aumento en peso corporal y una disminución en la tasa de crecimiento en la misma medida que la edad se acerca a los 24 meses. Sin embargo, la asociación de la circunferencia escrotal con la edad encontrada en esta investigación fue de tipo lineal. Es posible que el tipo de ecuación cuadrática de la CE en función de la edad esté asociada a edades superiores a los 12 meses, debido a la variabilidad de la propia dinámica del desarrollo testicular.

Crudeli y Col.<sup>14</sup> afirman que para los toros entre 14 a 21 meses de edad, medir la circunferencia escrotal o el índice de volumen testicular, expresa la misma información a cerca del desarrollo testicular, pero concluyen que la CE es un parámetro biométrico testicular más práctico en su medición.

Como muestran los resultados, la dinámica del IVT y la CE se relaciona positivamente con el PV y con las variables de las medidas corporales ( $r = 0,75 - 0,89$ ;  $P < 0,001$ ).

En nuestro país se han dado a conocer valores de relación entre las MT y MC, cuyos coeficientes oscilaron entre  $r = 0,43$  y  $0,83$  ( $P < 0,001$ ) <sup>3</sup>. Resultados algo superiores fueron publicados en las

relaciones del IVT y las MC de los FS Holstein; y de la CE y las MC (0,83 - 0,97;  $P < 0,001$ ) en el genotipo Siboney de Cuba <sup>36</sup>.

Los resultados de Vázquez y Arango <sup>39</sup> confirman la íntima relación existente entre el desarrollo corporal y testicular en toros jóvenes, pero ambas características dependen del genotipo y la alimentación postdestete; los mejores indicadores de crecimiento corporal (PV, TA, TP y LC) muestran una relación positiva con el tamaño testicular. Y plantean que de las medidas testiculares, la CE representa el indicador más práctico y confiable del desarrollo de las gónadas.

De acuerdo con Espitia y Col. <sup>16</sup> en la CE se presentan diferencias entre el Romosinuano y los grupos raciales Hostein x Cebú y Cebú ( $P < 0,0045$ ) a la pubertad, siendo la raza Cebú la que presenta los mayores valores. Las correlaciones entre CE con edad, peso vivo, longitud testicular, perímetro torácico, alzada a la cruz o talla anterior y alzada al anca para Romosinuano son altas ( $r > 0,8$ ).

En Venezuela, los hallazgos de una evaluación cuantitativa del epitelio seminífero en toros prepuberales <sup>8</sup> indica que el inicio del proceso de espermatogénesis en machos Brahman es más tardío que lo reportado en toros Bos taurus. Estos resultados fundamentan la necesidad de mantener actualizados los parámetros de la dinámica testicular en cada genotipo y período de edad.

La época de incorporación de los futuros sementales al programa de cría y selección (lluvia y seca) no tuvieron efectos significativos en el crecimiento y desarrollo del PV, MC y MT alcanzados hasta el momento de la selección de los futuros sementales para inseminación artificial a los 12 meses de edad. Este comportamiento nos permite explicar que el desarrollo con que se incorporan los terneros a la cría a los 11 días de nacidos, no depende de la estación del año, sino de la asociación entre la variabilidad del peso al nacimiento y el ritmo de su incremento hasta el momento de su incorporación a la estación, quizás dado por factores genéticos e individuales e influenciado por los factores ecológicos. También se debe tener en cuenta que los animales fueron estabulados durante los 12 meses de edad y se sometieron por igual a la influencia de ambas épocas bajo un sistema estable de alimentación y manejo.

No obstante, al hablar de mejoramiento del ganado lechero es fundamental, según Pallete <sup>28</sup>, tener presente que el fenotipo = genotipo + medio ambiente; lo que significa que para lograr una determinada producción de leche (fenotipo), se debe trabajar sistemáticamente con el genotipo en la conjugación de genes (valor genético) que tiene un individuo, es decir la habilidad con que nace para producir leche, que se transmite de padres a hijos. Pero sin

descuidar el medio ambiente, donde se conjugan los factores climáticos y de manejo que dan la oportunidad para que se manifieste el genotipo. Los factores medio ambientales son de rápida aplicación sobre el individuo, aunque no son transmisibles. Las características zoométricas y el peso vivo del semental, que definen su biotipo, también están asociados al genotipo y medioambiente.

## CONCLUSIONES

1. Se comprobó que las variables del desarrollo biométrico corporal poseen un incremento lineal progresivamente ascendente y armónico en función de la edad de los futuros sementales.
2. El crecimiento en peso vivo se puede predecir a partir de los 9 meses de edad, pero los indicadores del desarrollo corporal sólo alcanzan valores medios de predicción.
3. La dinámica de desarrollo testicular - índice de volumen testicular y circunferencia escrotal - experimentan en ambas gónadas un rápido incremento, proporcionalmente ascendente con el aumento de edad. Este desarrollo testicular se puede predecir a partir de los 9 meses de edad.
4. Existe una alta correlación entre las variables del desarrollo corporal y entre la dinámica biométrica testicular y corporal, sin efectos significativos de las épocas (lluvia y seca) de incorporación de los futuros sementales a la estación de cría y selección sobre las variables de crecimiento y desarrollo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abadallah, J.M. y McDaniel, B.T. 2000. Genetic change in milk, fat, day open and body weight after calving based on three methods of sire selection. *J. Dairy Sci.* 83 (6): 1359-1370.
2. Aberekin, 2000. Programa de testaje de sementales. Centro de Inseminación Artificial Aberekin, SA. España.
3. Albarrán, I.; Bidot, Adela. y González, J. W. 1988. Estructura corporal y dinámica testicular de los machos 5/8 Holstein - 3/8 Cebú y Siboney de Cuba de 0 a 12 meses de edad. *Rev. Cub. Cienc. Vet.* 19 (1): 65-71.
4. Albarrán, I.; González-Rubiera y Calderón, R. 2001. Inseminación Artificial y Andrología Veterinaria. Tomo I. Editorial "Félix Varela". Ciudad de La Habana. 373 p.
5. ANABORAPI. 1999. Actividad de selección de sementales. Relaciones técnicas y estadísticas. Centro genético de la ANABORAPI. Piemonte, Carrú, Italia. Pág. 1-23.

6. ANABORAPI. 2000. La producción de semen. Significado de la producción espermática. Centro de Inseminación Artificial de la ANABORAPI. Piemonte, Carrú, Italia. Pág. 7-12.
7. Anderson, P.T.; Bergen. W.; Merkel, R.A. et al. 1987. The effect of dietary crude protein (CP) level on endocrine factors of growing beef bulls and their relationships to composition of gain. J. Anim. Sci. 65 (1): 263.
8. Aponte, P. M. 2001. Evaluación morfológica cuantitativa del epitelio seminífero en bovinos de raza Brahman durante el período prepuberal. Tesis de Maestría. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias, Maracay, Venezuela. P.63.
9. Arangurent, J.; Madrid, N. y González, C. 1994. Factores genéticos y ambientales que afectan la pubertad en toros mestizos. 1. Desarrollo corporal y testicular. VIII Congreso Venezolano de Zootecnia. San Juan de los Morros. 16 al 19 de Nov. Compendio. Pág. 1 004. Barba, F.; Orta, S. y Peña, O. 1996. Desarrollo testicular y corporal de los sementales Siboney de Cuba. Rev. Cub. Cienc. Vet. 2 (2): 22-28.
10. Bracho, I.; Labbé, S.; Ventura, M. y Casanova, A. 1995. Efecto de toro, niveles de suplementación y sus interacciones sobre el crecimiento de becerros Criollo Limonero. Rev. Fac. Agron. 12: 221-231. [En línea]. 1995. Disponible en: [http://www.revfacagronluz.org.ve/v12\\_2/v122z009.html](http://www.revfacagronluz.org.ve/v12_2/v122z009.html). [Consulta: 10 de marzo de 2002].
11. Carmen, C.I. Evaluación reproductiva y de la fertilidad de toros y su utilización para aumentar la eficiencia reproductiva en sistema de reproducción bovina del trópico bajo. CORPOICA. Ciencia y tecnología para el desarrollo agropecuario de Colombia. [En línea]. 2002. Disponible en: <http://www.turipana.org.co/clturipana.htm#carmen>. [Consulta: 3 febrero 2007].
12. Chacko, C.T. Development of the Sunandini cattle breeds in India. [En línea]. 2005. Disponible en: <http://www.fao.org/livestock/agap/war/warall/t4650b/t4650b0v.htm>. [Consulta: 10 de marzo de 2009]
13. Crudeli, G.A.; Pochon, D., Pellerano, Gabriela, et al. Parámetros de las medidas corporales y testiculares en toros de la raza Bradford. Universidad Nacional del Nortedeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Argentina. [En línea]. 2005. Disponible en: <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/com2005/4-Veterinaria/V-051.pdf>. [Consulta: 10 de marzo de 2009]
14. Dhami, A.J.; Jani, V.R. y Sahni, K.L. et al. 1995. Freezability of heterospermic semen of Friesian and Murrah bulls using tris and milk extenders. Indian Vet. J. 72 (12): 1273-1276.
15. Espitia, A., Prieto, Esperanza y Cardozo, J. Pubertad y circunferencia escrotal en toros Holstein x Cebu, Cebu y



Romosinuano. *Rev.MVZ Córdoba*,11(1): 1-9. Córdoba, junio / julio, 2006. [En línea]. 2006. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-02682006000100008&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682006000100008&lng=en&nrm=iso) [Consulta: 20 de octubre de 2009].

16. Evans, J.L; Gorden, B.L; Bourdon, R.M y Long, K.L. 1999. Additive genetic relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference in Hereford cattle. *J. Anim. Sci.* 77:2621–2628.

17. Funk, D. Toros jóvenes contra toros probados de alta fertilidad. *Genética y Reproducción*. [En línea]. 2002. Disponible en: <http://www.absmexico.com.mx/articulos/articulos30.html>. [Consulta: 3 febrero 2007]

18. Gábor, G.; Sasser, R.G.; Kastelic, J.P. et al. 1998. Computer analysis of video and ultrasonographic images for evaluation of bulls testes. *Theriogenology*, 50 (2): 223-228.

19. Kemp, R.A. 1990. Relationship among test length and absolute and relative growth rate in Central Bulls Tests. *J. Anim. Sci.* 68 (3): 624-629.

20. Killian, G.J.; Chapman, A.M.; Cancel, R.L. et al. 1999. Male factors affecting sperm fertility. *Rev. Bras. Reprod. Anim.* 23: 83-85.

21. Mapletoft, R.J. 1993. La aplicación de las nuevas tecnologías en la reproducción animal. Conferencia. Simposio Internacional de Reproducción Animal. 22-24 de Oct. Córdoba, Argentina. Pág. 1-11.

22. McDowel, L. E.; Conrad, J. H. y Ellis, G. L. 1988. Deficiencias y toxicidades de minerales en pastoreo en América Latina. *Rev. ACPA.* 3: 28.

23. Moreira, C. y Paredes, L. 1994. Efecto de tres niveles de suplementación sobre crecimiento de becerro de ganadería de doble propósito. VIII Congreso Venezolano de Zootecnia. San Juan de los Morros, 16-19 de Nov. Compendio, Pág.1 010.

24. Mwasan, P. B. y Makarechian, M. 1991. The effect of post weaning level of dietary energy on sex drive and semen quality of young beef bulls. *Theriogenology.* 35 (6): 1169-1177.

25. Nugent, R. A.; Notter, D. R. y Beal, E. 1991. Body measurement of newborn calves in relationship of calf shape to sire breeding values for birth weight calving ease. *J. Anim. Sci.* 69 (6): 2413-2421.

26. Orta, S. y Barba, F. 1992. Los toros sementales para la monta natural. *ACPA.* 1: 50-56. La Habana.

27. Pallete, A.E. Evaluación y selección de toros lecheros. *Rev. Investig. Vet. Perú.* 12 (2):1-7. Lima jul./dic. 2001.

28. Pineda, M.H. 1989. Reproducción del macho. En: McDonald, L.E. *Endocrinología Veterinaria y Reproducción*. Cap. 8. 4<sup>ta</sup> Ed. Interamericana. Mc Graw-Hill. México.

29. Rodríguez, M., Fernández, G., Silveira, C. y Delgado, J.V. Estudio étnico de los bovinos criollos del Uruguay: I. Análisis biométrico. [En línea]. 2006. Disponible en: [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/raza\\_criolla/11-morfometrico\\_criollos\\_uruguay.htm](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/raza_criolla/11-morfometrico_criollos_uruguay.htm) . [Consulta: 16 de septiembre de 2009].
30. SAS. 1987. Copyright (c). Institute INC., Cary, NC 27511. USA.
31. SRMC. 2007. Circunferencia escrotal una herramienta vital en la selección. Sociedad Rural de Mercedes Corrientes. [En línea]. 2007. Disponible en: <http://www.mimercedes.com.ar/sociedadrural/ampliar.php?ampliar=180> [Consulta: 20 de octubre de 2009].
32. Tamayo, M. Niveles de testosterona, pubertad y producción espermática en futuros sementales Holstein. XVIII Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias. Palacio de Convenciones. Ciudad de La Habana, Cuba, 2002.
33. Tamayo, M.; González, J. W. y Tamayo, A. 1989. Desarrollo biométrico en futuros sementales Holstein. I. Dinámica testicular. Rev. Salud Anim. 11 (2): 162-167.
34. Tamayo, M.; González, J. W. y Tamayo, A. 1991. Desarrollo biométrico en futuros sementales Holstein. II. Relación entre el crecimiento testicular y corporal. Rev. Salud Anim. 13 (1): 56-62.
35. Tamayo, M.; Pérez, J.F. y Pérez y Pérez, F. 1994. Tests adicionales para la selección de futuros sementales en la raza Holstein. 7<sup>ma</sup>. Jornada Internacional de Reproducción Animal. Murcia, 6-9 de julio. Proc., p. 227.
36. The Homepage of Agriculture. Pocos productores argumentarían en contra de que la eficiencia reproductiva de las vacas lecheras no ha declinado en los últimos 50 años. Copy right AgWeb. Com – The Homepage of Agriculture. Division of Farm Journal Media, Inc. [En línea]. 2008. Disponible en: <http://www.agweb.com/dairytoday/Article.aspx?id=122832> [Consulta: 10 de marzo de 2009].
37. Vale Filho, V.R. 2001. Fertilidad en toros. Parámetros de evaluación andrológica y conceptuación general. Cad. Téc. Vet. Zootec. Nº. 35: 81-87.
38. 10. Weigel, K.A. y Powell, R.L. 2000. Retrospective analysis of the accuracy of conversion equations and multiple-trait, across-country evaluations of Holstein bulls used internationally. J. Dairy Sci. 83 (5): 1081-1088.
39. Vásquez, L. y Arango, J. 2000. Relationship Between Body and Testicular Measurements in Peripuberal Brahman Bulls. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela. [En línea]. 2002. Disponible en:

<http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd14/5/vasq145.htm>. [Consulta: 15 de abril de 2005].

40. Villarreal, R.R. **Evaluación Lineal en Cebú. Panamá.** [En línea]. 2008. Disponible en:

[http://www.engormix.com/evaluacion\\_lineal\\_cebu\\_forumview10021.htm](http://www.engormix.com/evaluacion_lineal_cebu_forumview10021.htm). [Consulta: 16 de septiembre de 2009].

41. Weigel, K.A. y Powell, R.L. 2000. Retrospective analysis of the accuracy of conversion equations and multiple-trait, across-country evaluations of Holstein bulls used internationally. J. Dairy Sci. 83 (5): 1081-1088.

42. Winder, J. A.; Brinks, J. S.; Bourdon, R. M. y Golden, B. L. 1990. Genetic analysis of absolute growth measurements, relative growth rate and restricted selection indices in Red Angus cattle. J. Anim. Sci. 68 (2): 330-336.

43. Yáñez, L., Madrid, N., Contreras, R. y Rincón, E. 1997. Relaciones de circunferencia escrotal con edad y peso corporal en toros mestizos. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 5(Supl. 1): 479-481. [En línea]. 1997. Disponible en:

<http://www.alpa.org.ve/PDF/Arch%2005%20Suplemento/GM06.pdf>. [Consulta: Junio de 2002]

### REDVET: 2009 Vol. 10, Nº 12

Recibido 14.05.09 - Ref. prov. JUL0909B - Revisado 18.09.09 - Aceptado 20.11.09  
Ref. def. 110901\_REDVET - Publicado 15.12.09

Este artículo está disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111109.html>  
concretamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121209/120904.pdf>

REDVET® Revista Electrónica de Veterinaria está editada por Veterinaria Organización®

Se autoriza la difusión y reenvío siempre que enlace con Veterinaria.org® <http://www.veterinaria.org>  
y con REDVET® - <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> - <http://revista.veterinaria.org>