

Evaluación del peso vivo estimado con el uso de medidas corporales de becerros de doble propósito

Evaluation of estimated body weight by using body measurements from dual purpose calves

José Luís RAMÍREZ , Amelia de QUIRIAGUA, Tomás RODRÍGUEZ y Yaneth TORRES

Departamento de Producción Animal, Escuela de Zootecnia, Núcleo Monagas, Universidad de Oriente. Núcleo Monagas. E-mail: ramirezjl@hotmail.es  Autor para correspondencia

Recibido: 02/04/2008 Fin de primer arbitraje: 07/05/2008 Primera revisión recibida: 05/06/2008
Fin de segundo arbitraje: 25/06/2008 Segunda revisión recibida: 07/07/2008 Aceptado: 12/07/2008

RESUMEN

El estudio se realizó en dos fincas comerciales con un sistema de explotación doble propósito, ubicadas en el Estado Monagas. El objetivo fue determinar la relación entre el peso vivo (PV) estimado de becerros doble propósito en base a mediciones corporales (MC) individuales o combinaciones de éstas. Se midieron y pesaron individualmente 367 becerros de ambos sexos *Bos taurus* x *Bos indicus* entre 1 y 12 meses de edad; discriminados en 2 grupos raciales (GR) $\leq \frac{1}{2}$ europeo (E) y $> \frac{1}{2}$ europeo (E). Las MC consideradas fueron: Perímetro torácico (PT), largo corporal (LC), altura a la cruz (AC) y altura a la grupa (AG); se realizaron análisis de regresión y correlación múltiples, considerando todas las combinaciones posibles entre las MC, el sexo y el grupo racial (GR). La repetibilidad de todas las MC fue alta ($r = 0,96 - 0,98$) considerando dos repeticiones de cada medida en el mismo día por la misma persona. El PT fue el indicador simple más preciso del PV ($R^2 = 0,92$), la diferencia en comparación con las otras MC fue pequeña ($R^2 = 0,88$). No se encontraron diferencias entre las regresiones PV:PT por sexo del becerro, pero si por GR. Por lo tanto las predicciones deben hacerse por separados para los grupos $\leq \frac{1}{2}$ - y $> \frac{1}{2}$ E. El valor máximo de R^2 obtenido de las combinaciones fue de 0,93. Se concluyó que el valor estimado de R^2 con el uso de las combinaciones de MC no justifica la toma de otras medidas además del PT para estimar el PV.

Palabras clave: Becerros, crecimiento, predicción

ABSTRACT

The study was carried out in two commercial farms with dual purpose system, located in the Monagas State – Venezuela. The objective of the study was to determine the relationship among the estimated body weight (PV) of dual purpose calves based on individual and combined body measurements (MC). 367 *Bos taurus* x *Bos indicus* calves, of both sexes between one and 12 months old classified into two breed group [$\leq \frac{1}{2}$; $> \frac{1}{2}$ europeo (E)] were measured and weighted individually. The MC considered were: Heart girth (PT), body length (LC), wither height (AC) and rump height (AG). Multiple correlation and regression analyses were carried out, considering the possible combinations of MC, sex and the breed group. Repeatability of all MC was high ($r = 0,96$ to $0,98$) when taken at two different moments the same day by the same person. PT turned out to be the single most precise indicator of PV ($R^2 = 0,92$), the difference with the others MC however was very low ($R^2 = 0,88$). No differences between sexes in the regression of PV on PT were found, breed group regressions were different ($p \leq 0,05$) therefore, predictions must be made separately for $\leq \frac{1}{2}$ - and $> \frac{1}{2}$ E. The highest obtained R^2 value using combined measurements was 0.93. It was concluded that the estimated R^2 value by using combinations of several MC does not justify using any others measurements in addition to PT to predict PV.

Key words: Calves, growth, prediction.

INTRODUCCIÓN

En las explotaciones bovinas de doble propósito, el manejo de los becerros se constituye en una verdadera carga para el productor, lo cual conlleva a repercusiones negativas que inciden en el futuro productivo y reproductivo del animal, y en los resultados económicos de la explotación. El control

del crecimiento en el ganado bovino cobra cada vez más relevancia por la posibilidad que tiene el productor de identificar fallas en el manejo y alimentación de los animales jóvenes. Stagnaro *et al*, (2006), señalan que es indispensable considerar el manejo y control del crecimiento para optimizar el futuro desempeño reproductivo y productivo de las hembras de reemplazo. Sandoval *et al*, (2005),

detectaron evidencias de interacciones genotipo x ambiente y genotipo x sexo en el peso al nacer de becerro doble propósito; ellos encontraron una mayor respuesta de adaptación a las condiciones ambientales y mejor comportamiento en relación al crecimiento de los animales predominantemente cebú; la información sobre el crecimiento de los becerros es fundamental para establecer criterios de selección y descarte; generalmente con el peso de los animales se evalúa la precocidad y la capacidad de crecimiento de los becerros; sin embargo, la ausencia de instalaciones adecuadas para el manejo de los becerros tales como mangas, bretes y romanas, no están disponibles en la mayoría de las explotaciones ganaderas razón por la cual al productor se le dificulta la toma de decisiones con respecto al manejo de los becerros.

En el presente trabajo se plantea estudiar la relación entre el peso vivo sobre la base de mediciones corporales en becerros de doble propósito, con el fin de usar la información obtenida en el diseño de tablas de uso práctico que puedan ser utilizadas en las fincas para facilitar la estimación del peso vivo en becerros. Las cintas morfométricas (generadas en otras latitudes para un tipo de animal específico), han sido usadas para predecir el peso en bovinos (Quijada *et al.*, 2002); sin embargo su uso en animales jóvenes no es adecuado de acuerdo a las observaciones de Otte *et al.* (1992). El objetivo fundamental del presente estudio fue determinar la precisión en la estimación del peso vivo de becerros en base a mediciones corporales individuales o combinaciones de las mismas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se midieron y pesaron individualmente 367 becerros de ambos sexos (M= 188; H=179), con edades comprendidas entre uno y 12 meses, productos del cruce de *Bos taurus x Bos indicus*, provenientes de dos fincas comerciales (A y B) con un sistema de explotación de doble propósito ubicadas en el Municipio Maturín del Estado Monagas. Los becerros fueron agrupados en dos lotes de acuerdo al grado de mestizaje para definir dos grupos raciales: $\leq \frac{1}{2}$ sangre E, (n=172) y $> \frac{1}{2}$ E, (n=195).

Características de las Fincas

La finca A está ubicada en el Municipio Maturín al Sur del Estado Monagas, a una altitud de 80 msnm, con precipitación y temperaturas medias anuales de 960 mm y 27 °C respectivamente. La

vegetación característica de la zona es de bosque seco tropical, los pastos establecidos que predominan son: *Brachiaria humidicola* (Aguja), *Brachiaria brizanta* (Gigante), *Brachiaria decumbens* (Barrera). En esta finca, la actividad que se realiza con mayor grado de especialización es la producción de carne y en segundo lugar la producción de queso, con utilización de ordeño mecánico y suplementación energético-proteica de las vacas en ordeño. En cuanto al manejo alimentario de los becerros, a éstos se les deja la leche de un cuarto más la leche residual, después de amamantados se les suministra un concentrado comercial a razón de 0,2 – 0,3 kg/día; el destete se realiza entre los 8 y 10 meses de edad. La finca B ubicada en el Municipio Maturín está situada al Nor-Oeste del Estado Monagas con una altitud de 80 msnm y una precipitación y temperaturas medias anuales de 1350 mm y 27 °C respectivamente. La vegetación predominante es de bosque seco tropical con especies nativas. El pasto establecido predominante en la finca es *Cynodon nlienfluensis* (Estrella) y *Brachiaria mutica* (Pará). Esta finca se dedica en mayor grado a la producción de leche, con ordeño mecánico y suplementación energético-proteica de las vacas; el manejo alimentario de los becerros es el amamantamiento artificial con un sustituto lácteo o leche completa a razón de 4 lts/día durante 45 días y 2 lts/día hasta el destete; después del amamantamiento a los becerros se les ofrece un concentrado comercial a razón de 0,2 kg/día y heno de *Cynodon nlienfluensis* (Estrella). Los becerros son destetados entre 8-10 meses de edad y mantenidos a pastoreo.

Determinación del peso vivo

En las dos fincas el peso de cada becerro se tomó con una balanza portátil tipo reloj de 200 kg de capacidad, la cual se hacía pender y por medio de una cincha se colgaba al animal y se tomaba la lectura.

Determinación de las medidas corporales

Las mediciones tomadas fueron: perímetro torácico (PT), altura a la cruz (AC), altura a la grupa (AG) y largo corporal (LC). Al realizar las mediciones los animales permanecieron apoyados en sus extremidades sobre una superficie plana. Los becerros debían estar en ayunas, y al agruparlos se esperaba entre 2 y 3 horas para iniciar la toma de las medidas, con ello se evitaban variaciones en las mediciones debido al volumen del tracto digestivo. El perímetro torácico se midió ajustando la cinta

métrica al cuerpo del animal inmediatamente detrás de las extremidades anteriores (patas delanteras). La altura de los becerros se midió con una regla vertical graduada con brazo móvil. La altura a la cruz se midió desde el piso hasta la porción más sobresaliente de los cartílagos de las escápulas (la cruz). La regla se colocó junto a las extremidades delanteras del animal; un nivelador fue utilizado para asegurarse que la parte ajustable de la regla se encontrara descansando sobre la cruz del animal y que ésta fuera paralela al piso al momento de la medición (Salvador 2000); la altura a la grupa se midió desde el piso hasta la tuberosidad sacra conocida comúnmente como la “grupa”. El largo corporal, se tomó de la parte más sobresaliente de la tuberosidad isquiática (punta de la nalga) y la zona media (espalda) del tubérculo mayor del humero. El 91% del total de los becerros fueron medidos y pesados dos veces el mismo día, el resto de los animales presentaron algunas dificultades al momento de tomar las mediciones, para estos animales se tomó una sola medida. En los animales cuyos pesos y medidas fueron tomadas dos veces, todas las mediciones fueron hechas por la misma persona con la finalidad de disminuir apreciaciones subjetivas (disminuir el error experimental). El procedimiento seguido fue: primero tomar las medidas corporales, luego pesar y por último volver a medir. El objetivo de tomar dos mediciones en momentos distintos fue con la finalidad de estimar la repetibilidad de las mediciones corporales. La precisión de las mediciones corporales se determinó utilizando análisis de correlación simple por el método de Pearson (SAS, 1998) y regresiones parciales, las cuales generaron los coeficientes de correlación y de determinación y las respectivas ecuaciones de predicción, las regresiones se compararon mediante la prueba de “t”. La información obtenida y tabulada fue analizada utilizando el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + GR_j + F_k + b_1(X_1) + b_2(X_2) + b_3(X_3) + b_4(X_4) + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ij} = Peso de un becerro j de sexo i

μ = Media de la población

S_i = Efecto fijo del sexo i ; $i = 1$ (macho); 2 (hembra)

GR_j = Efecto fijo del grupo racial j ; $j = 1$ ($\leq \frac{1}{2} E$); 2 ($> \frac{1}{2} E$)

F_k = Efecto fijo finca, donde $k = 1$ (finca A); 2 (finca B)

b_1 = Coeficiente de regresión parcial del peso sobre el perímetro torácico (X_1)

b_2 = Coeficiente de regresión parcial del peso sobre la altura a la cruz (X_2)

b_3 = Coeficiente de regresión parcial del peso sobre la altura a la grupa (X_3)

b_4 = Coeficiente de regresión parcial del peso sobre el largo corporal (X_4)

E_{ijk} = Error experimental asociado a la observaciones.

Se realizó un análisis de varianza por el método de los Mínimos Cuadrados para evaluar el efecto fijo del sexo, finca y grupo racial sobre las mediciones corporales. Los análisis se llevaron a cabo utilizando el programa SAS, (1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los altos valores de los coeficientes de correlación estimados ($\geq 0,96$) permiten verificar la repetibilidad de las dos medidas tomadas por la misma persona en dos oportunidades diferentes en el mismo día (Cuadro 1). La confiabilidad de las medidas es de vital importancia desde el punto de vista práctico ya que la relación entre el peso vivo y las mediciones no debe verse afectada por errores de apreciación.

En los valores reportados se observa un leve incremento para las mediciones del perímetro torácico (Cuadro 1). Estos resultados son ligeramente inferiores a los encontrados por Álvarez *et al.*, (1999) quienes encontraron coeficientes de correlación para medidas corporales repetidas en el rango de 0,97-0,99, siendo el mayor valor para la medida altura a la cruz; a su vez son similares a los valores reportados por Aranguren *et al.*, (2000) quienes encontraron altas correlaciones entre las diferentes medidas realizadas en el mismo animal.

Cuadro 1. Coeficientes de correlación (repetibilidad) entre mediciones corporales individuales en los mismos animales (n=339).

Medición corporal	Coeficiente (r)
Perímetro torácico	0,98
Largo corporal	0,97
Altura a la cruz	0,97
Altura a la grupa	0,96

En el cuadro 2, se muestran los coeficientes simples de regresión, correlación y determinación para cada una de las mediciones corporales con respecto al peso vivo. Todas las mediciones corporales estuvieron significativamente correlacionadas (P con el peso de los becerros; estos resultados son similares a los reportados por Álvarez *et al.*, (1999), y Menéndez *et al.*, (1988) en América Latina, (quienes trabajaron con animales en edades comprendidas entre uno y 12 meses de edad); y a los reportados en Asia por Spences y Eckert (1988); y en África, Goe *et al.*, (2001) y Srivastava *et al.*, (1986); en estos últimos estudios sin embargo, se incluyeron animales jóvenes y adultos de diferentes razas.

El perímetro torácico resultó ser el indicador simple más satisfactorio para estimar el peso vivo en becerros, con un coeficiente de determinación $R^2=0,92$ en comparación con las otras mediciones corporales que fue de $R^2=0,88$ (Cuadro 2).

Valores de r (en el rango 0,95 – 0,98) ligeramente superiores a los encontrados en este estudio ($r = 0,95$) han sido reportados en la literatura referente a la relación peso:perímetro torácico [Menéndez *et al.* (1988); Verma y Hussain (1985);

Cuadro 2. Relación entre el peso vivo (pv) y mediciones corporales individuales (n=367).

Medición corporal	Coeficiente de Correlación		
	b	r	R^2
Perímetro torácico	1,95 **	0,95	0,92
Largo corporal	2,64 **	0,93	0,87
Altura a la cruz	2,91 **	0,93	0,88
Altura a la grupa	2,89 **	0,93	0,88

b = Coeficiente de regresión; r = Coeficiente de correlación y R^2 = Coeficiente de determinación
** = ($p \leq 0,01$)

Raymond *et al.* (1982)]. Caroli *et al.*, (1997) encontraron valores ligeramente inferiores ($r = 0,80$) para la relación peso:perímetro torácico, Menéndez *et al.* (1988); Verma y Hussain (1985); Raymond *et al.* (1982); por otra parte, Srivastava *et al.* (1986) obtuvieron una correlación inferior ($r = 0,72$). Esta diferencia se podría atribuir a que estos últimos trabajaron solamente con becerros recién nacidos.

En el estudio realizado por Álvarez *et al.* (1999), el largo corporal resultó ser la medición corporal más adecuada para estimar el peso de los becerros con un coeficiente de determinación de $R^2 = 0,92$; Sin embargo, en el presente estudio y en otros citados en la literatura (Goe *et al.*, 2001 y Raymond *et al.* 1982) el perímetro torácico fue la medición que tuvo mayor relación con el peso de los animales.

En el cuadro 3, se muestran los valores de los coeficientes de determinación (R^2) correspondientes a las regresiones múltiples del peso vivo sobre las mediciones corporales combinadas; se calcularon los coeficientes de determinación correspondientes a las combinaciones dobles, triples y cuádruples con la finalidad de determinar si con más de una medición corporal se aumentaba la precisión en la estimación del peso vivo de los becerros. Las combinaciones triples y la cuádruple ($R^2 = 0,93$), no superaron a las mejores combinaciones dobles (perímetro torácico y largo corporal, perímetro torácico y altura a la cruz; perímetro torácico y altura a la grupa; $R^2 = 0,93$), y éstas últimas superaron en sólo 1% a la mejor de las mediciones simples (perímetro torácico, $R^2 = 0,92$) (Cuadro 1). Estos resultados son similares a los obtenidos en Venezuela por Álvarez *et al.* (1999) y en Asia por Patel y Saiyed (1988), para aquellas combinaciones donde estaba incluido el perímetro torácico con las demás mediciones corporales. Solamente el perímetro torácico y el largo corporal tuvieron coeficientes significativos en la prueba de

Cuadro 3. Coeficientes de determinación de las regresiones múltiple en función de las mediciones corporales combinadas sobre el peso vivo.

Combinaciones Dobles	R^2	Triples	R^2	Cuádruple	R^2
PT+LC	0,93	PT+LC+AC	0,93	PT+LC+AC+AG	0,93
PT+AC	0,93	PT+LC+AG	0,93		
PT+AG	0,93	LC+AC+AG	0,90		
AC+AG	0,88	PT+LC+AG	0,93		
AC+LC	0,90				
AG+LC	0,90				

PT = Perímetro Torácico; LC = Largo Corporal; AC = Altura a la Cruz y AG= Altura a la Grupa
 R^2 = Coeficiente de determinación

“t”, cuando las cuatro mediciones fueron consideradas en los análisis de regresión múltiple.

Para estimar si la presencia del sexo y el grupo racial de los becerros como un factor adicional podría afectar el valor de la regresión, se realizó un análisis de regresión dentro de sexo y otro dentro de grupo racial para determinar una mayor precisión del peso vivo a partir del perímetro torácico; al respecto no se encontró diferencia entre las regresiones dentro de sexo ($p > 0,05$), pero sí para grupo racial ($p \leq 0,05$). El análisis de la varianza previo con sexo, finca y grupo racial demostró variación ($p \leq 0,05$) solo para grupo racial pero no para sexo y finca.

De acuerdo a estos resultados no es necesario considerar combinaciones de las mediciones para estimar el peso vivo de los becerros, ya que éstas mostraron una precisión que no superó en un porcentaje considerable a las mediciones simples y dobles del perímetro torácico y el largo corporal. Desde el punto de vista práctico del manejo de los animales la inclusión de una variable adicional implicaría un mayor esfuerzo, tiempo y labor en el manejo de los becerros.

Las ecuaciones de predicción generadas por los análisis de regresión para estimar el peso sobre la base del perímetro torácico para los grupos raciales que demostraron diferencias significativas, formuladas a partir de las soluciones del modelo lineal fueron las siguientes:

Para becerros $\leq \frac{1}{2} E$

$$Y = -114 + 1,95PT$$

($p \leq 0,01$; $R^2 = 0,92$);

donde: Y = Peso vivo estimado en kg
PT = Perímetro torácico en cm.

Para becerros $> \frac{1}{2} E$

$$Y = -107 + 1,82PT$$

($p \leq 0,01$; $R^2 = 0,93$);

donde: Y = Peso vivo estimado en kg
PT = Perímetro torácico en cm

A partir de los resultados obtenidos por medio de las ecuaciones de regresión, se confeccionó un cuadro de referencia para la predicción del peso de los becerros de doble propósito hasta los doce meses de

edad, de acuerdo a la medición corporal del perímetro torácico (Cuadro 4).

Cuadro 4. Tabla guía para estimar el peso vivo de becerros de acuerdo al perímetro torácico.

PT (cm)	Peso estimado (kg)	
	$\leq \frac{1}{2} E$	$> \frac{1}{2} E$
71	24	22
72	26	24
73	28	25
74	30	27
75	32	29
76	34	31
77	36	33
78	38	35
79	40	36
80	42	39
81	44	40
82	46	42
83	48	44
84	50	46
85	52	48
86	54	49
87	56	51
88	58	53
89	60	55
90	62	57
91	63	59
92	65	60
93	67	62
94	69	64
95	71	66
96	73	68
97	75	69
98	77	71
99	79	73
100	81	75

CONCLUSIONES

Las mediciones combinadas incrementaron muy poco la precisión obtenida con una sola medición (perímetro torácico); por lo tanto, se seleccionó al perímetro torácico como la mejor medida para estimar el peso vivo de los becerros hasta el año de edad. Dado que las mediciones perímetro torácico, largo corporal, altura a la cruz y altura a la grupa pueden ser realizadas con un alto nivel de repetibilidad por una misma persona en un mismo día sin afectar el grado de confiabilidad de las mismas, no es necesario tomar la medida dos veces. El peso vivo de los becerros puede predecirse con un grado de

precisión aceptable en función del perímetro torácico, utilizando para ello un cuadro confeccionado como guía para animales de ambos sexos hasta un año de edad.

AGRADECIMIENTO

Los autores expresan su agradecimiento al Consejo de Investigación de la U.D.O. Núcleo de Monagas, por la colaboración y el apoyo brindado para la realización de este trabajo.

LITERATURA CITADA

- Álvarez, R.; H. Mejías, L. Ríos, R. Vaccaro y O. Verde. 1999. Estimación de pesos de becerros de doble propósito a partir de mediciones corporales. *Rev. Científ. FCV-LUZ.* IX (6):502-507.
- Aranguren Méndez, J.; R. Bravo, W. Villasmil e Y. Villasmil Ontiveros. 2000. Evaluación predestete de becerros cruzados, utilizando medidas repetidas. *Rev. Científ. FCV-LUZ.* X (3): 240-250.
- Caroli, A.; R. Rizzi, M. Hanh, J. Álvarez y F. Cerutti. 1997. Estimación del peso corporal por medio del perímetro torácico en vacas de la raza Carora. *Rev. ASOCRIA* 6 (2): 16-18.
- Goe, M.; J. Alldredge and D. Light. 2001. Use of heart girth to predict body weight of working oxen in the Ethiopian highlands. *Livest. Prod. Sci.* 69(2):187-195.
- Menéndez, B. A.; B. Pérez, A. Penichet, O. Varela, O. Herrera, M. Fernández y M. Rodríguez. 1988. Estimación del peso vivo. *Asoc. Cubana Prod. Anim.* 3 (12): 31-34.
- Otte M. J.; A. J. Word and Y. Abuabara. 1992. Liveweight estimation of cattle by scale and by tape, a method comparison study. *Tropical Animal Health and Product* 24 (2): 109-114.
- Patel, J. M. and L. H. Saiyed. 1988. Prediction of body weight from body measurement in Jersey x Kankrej crossbreds. *Indian J. Anim. Prod. Manag.* 14 (4): 28-48.
- Quijada, T., M.; García de Hernández; G. López y V. Marchan. 2002. Evaluación de los sistemas de crianza de becerros doble propósito en condiciones de bosque seco tropical. *Rev. Cient. Vol. XII Suple. 2:* 528-530.
- Raymond, A.K.; P. F. Cheah and A. S. Borhan. 1982. Relationships between body weight and heart girth in crossbred cattle. *Malaysian Agric. J.* 53(4): 299-301.
- Salvador, A. 2000. Midiendo el crecimiento para la crianza de novillas. *Venez. Bov.* 15 (2): 15-18.
- Sandoval, E.; A. Valle y D. Jiménez. 2005. Evaluación de pesos al nacer y crecimiento en becerros doble propósito amamantados con vacas nodrizas durante la etapa de lactantes. *Zootecnia Trop., Vol. 23. N° 1:* 1-16.
- Statistical Analysis System (SAS). 1998. *STAT. User's Guide, Fourth Ed. Vol. 2,* Cary, NC:U.S.A. (Version 6.2).
- Spencer, W. P. and J. B. Eckert. 1988. Estimating liveweight and carcass weight in Gambian N'Dama cattle. *FAO, World Animal Review* 65: 18-23.
- Srivastava, B. B.; H. N. Pandey, A. E. Nivsarkar, V. K. Taneja and R. G. Garg. 1986. Factors affecting body weight and measurements at birth in three-breed crosses. *Indian J. Anim. Sci.* 56 (1): 131-134.
- Verma, D. N. and K. Q. Hussain. 1985. The estimation of the body measurements of calves from hear girth measurements. *Indian Vet. Med. J.* 9 (12): 112-114.