

Estimación del peso por medio del perímetro torácico en becerros doble propósito en crecimiento en función del sexo y la raza en la cuenca del Lago de Maracaibo

N. C. Salazar¹, L. Machado, O. E. Araujo-Febres

Departamento de Zootecnia. Facultad de Agronomía, La Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela

Recibido Junio 15, 2009. Aceptado Julio 27, 2010

Estimation of liveweight from chest circumference in double purpose crossbred calves during growth as a function of sex and racial group in the Maracaibo Lake basin

ABSTRACT. With the objective of estimating liveweight (LW) as a function of racial group and sex and calculating its relationship to chest circumference (CC) in growing crossbred double purpose calves under tropical conditions, 589 measurements were taken of animals in three herds distributed in the Maracaibo Lake basin, and grouped by predominant race (*indicus* or *Taurus*) and sex. General analysis of the data yielded a correlation between LW and CC ($P < 0.001$) with $R^2 = 0.96$. The corresponding exponential (quadratic) general regression equation was $LW = 115.10 + (-2.83 \times CC) + (0.03 \times CC^2)$; LW in kg and CC in cm. Sex had a highly significant effect ($P < 0.001$) on both LW and CC, but racial group did not. According to these results CC is a good indicator of LW in double purpose cattle during growth. The data were used to prepare a table presenting the variations of LW and CC, which can be used on farms not possessing a weight scale to estimate LW changes in the animals.

Key words: Chest circumference, Double purpose, Growth, Liveweight

RESUMEN. Con el objeto de estimar el peso vivo (PV) en función de la raza y el sexo y calcular su relación con el perímetro torácico (PT) en becerros mestizos doble propósito en crecimiento bajo condiciones tropicales, se tomaron 589 mediciones en animales de tres hatos distribuidos en la cuenca del Lago de Maracaibo, que se agruparon según el predominio racial (índicos, taurinos) y sexo. Se obtuvo una correlación ($P < 0.001$) entre PV y PT con $R^2 = 0.96$ en el análisis general. Se calculó la siguiente ecuación general tipo exponencial (cuadrática): $PV = 115.10 + (-2.83 \times PT) + (0.03 \times PT^2)$, con PV en kg y PT en cm. Los dos sexos difirieron ($P < 0.001$) en PV y PT, pero no los grupos raciales. De acuerdo con estos resultados el PT es un buen indicador PV en ganado doble propósito en crecimiento. Con los datos recopilados se elaboró una tabla con la variación en PV y PT, la cual puede utilizarse en las fincas que no poseen una balanza para estimar los cambios en PV de los animales.

Palabras clave: Bovinos doble propósito, Crecimiento, Perímetro torácico, Peso vivo

Introducción

En las explotaciones de bovinos de doble propósito en general se subestima la crianza y levante de becerros, obteniéndose disminución de la respuesta productiva de los animales y los resultados económicos de la explotación. La ganadería vacuna es un factor económico

fundamental en la vida de los pueblos, sirve como motor agrícola y proporciona la leche y carne indispensable para el sostenimiento de las poblaciones humanas (Silva, 2005). La alimentación representa el mayor porcentaje de los costos operativos de cualquier sistema de producción

¹Autor para la correspondencia, e-mail: norkelin@hotmail.com

ganadero. En la actividad ganadera como en todo negocio, la rentabilidad debe ser el eje central que define la magnitud de las tecnologías a aplicar en el proceso productivo (Contreras y Rosciano, 1999; Montiel, 2001)

Para garantizar la rentabilidad de la producción deben emplearse programas de crecimiento y desarrollo, que faciliten la toma de decisiones al preparar el programa de alimentación. Entre estos factores se pueden considerar prácticas de manejo, equipo empleado, enfermedades infecciosas existentes y condiciones de alojamiento para el ganado (Álvarez *et al.*, 1999; Salvador, 2002). En la ganadería bovina los animales jóvenes representan uno de los mayores problemas puesto que es en ese momento cuando se deben sentar las bases para un correcto crecimiento (Bacha, 1999).

Los bovinos presentan una curva de crecimiento sigmoidal dividida en tres etapas, caracterizada por un crecimiento lento en la primera etapa, luego un aceleramiento del crecimiento en la etapa intermedia y finalmente un crecimiento menguante hasta alcanzar el peso adulto (Lawrie, 1967; Ventura, 1990; Rodríguez, 1991). La edad, tamaño y estado nutricional de la madre, además de la longitud del periodo de gestación y del número de neonatos, afectan el peso de los animales al momento de nacer (Lawrie, 1967). A medida que el animal avanza en edad se ve afectado por factores ambientales capaces de acelerar o disminuir su crecimiento (Rivera, 1997).

El monitoreo del crecimiento de los animales permite conocer cómo y cuándo se están alcanzando

las metas de un buen programa de desarrollo animal. El peso vivo (PV) de los animales es la expresión más confiable para medir dicho crecimiento y refleja la disponibilidad de alimentos para expresar su potencial genético (Álvarez *et al.*, 1999). El peso es una medida importante en la toma de decisiones para suministrar alimentos, determinar el servicio de entore y dosificar medicamentos (Garro y Rosales, 1996).

El método más preciso para determinar el peso corporal es utilizar una romana calibrada. Sin embargo, existen prácticas como la medida del perímetro torácico que pueden ser utilizadas para estimar con precisión el peso corporal y la construcción de tablas específicas para todas las razas adaptadas a nuestras condiciones debe ser parte de cualquier programa de mejoramiento genético (Rodas-González, 2005). Mediante el uso de una ecuación de predicción se puede construir una tabla donde se muestre para cada perímetro torácico el peso correspondiente a cada sexo (macho y hembra), lo que permite estimar el peso de los animales en fincas donde no existe balanza. Esta práctica permitirá evaluar el crecimiento de los animales y monitorear un programa de alimentación, sanitario y reproductivo (Salvador, 2002; Rodríguez, 1991).

El objetivo del presente trabajo fue estimar el peso en función de la raza y el sexo y calcular su relación con el perímetro torácico en becerros mestizos doble propósito bajo condiciones tropicales en la cuenca del Lago de Maracaibo, como una medida del crecimiento y desarrollo del animal.

Materiales y Métodos

Todos los animales fueron manejados de acuerdo con los criterios de cuidado y bienestar animal de la guía Bioética y Bioseguridad del FONACIT (2008).

Ubicación y descripción del ensayo.

Las operaciones comerciales fueron: (1) Finca Santa Rita, propiedad de la Agropecuaria Piacoa, ubicada en la parroquia Tres de Febrero del municipio La Ceiba en el estado Trujillo. Esta finca está dedicada a la producción de ganado bovino de doble propósito con tendencia a carne y los animales son mestizos con predominancia de Brahman; (2) La Agropecuaria Valle Verde propiedad de Inversiones Valle Verde, C. A., ubicada en el municipio La Ceiba, estado Trujillo, dedicada a la producción de ganado bovino de doble propósito. Los animales son mestizos con dominancia de Holstein, Pardo Suizo y Gyr; (3) Hacienda la Esperanza, propiedad de La Universidad del Zulia, Facultad de Agronomía,

ubicada en el Km. 107 de la carretera Maracaibo a Machiques, en el Municipio Rosario de Perijá del Estado Zulia. Los animales son mestizos con dominancia a Holstein, Pardo Suizo, Brahman, y Gyr. Las condiciones climáticas de todas las explotaciones presentan temperaturas medias anuales de 28 a 30°C y precipitaciones anuales de 1100 a 1300 mm.

En cuanto al manejo alimentario de los becerros desde su nacimiento hasta el destete, en las fincas mencionadas se crían a los animales en forma natural a excepción de La Esperanza, donde no se usa apoyo con becerros. Se les deja a los becerros la leche de un cuarto más la residual y algún suplemento alimentario en forma racionada. Posterior al amamantamiento y consumo del suplemento, se llevan los becerros a potreros donde se les ofrece forraje de buena calidad, ya sea de pastos nativos o cultivados. El destete se efectúa entre seis y ocho meses de edad. Una vez alcanzada esta edad, los

becerros pastorean en potreros dedicados para ellos, con rotación adecuada, y normamente suplementación durante la época de verano con 1 kg de alimento concentrado comercial o de una mezcla de yacija más harina de maíz a los becerros mayores de un año.

Se midió la circunferencia torácica y se pesó individualmente estos bovinos en crecimiento provenientes de sistemas de doble propósito, manejados a pastoreo. Las evaluaciones fueron realizadas durante los meses de marzo, abril y mayo correspondientes al inicio del periodo de lluvias. La circunferencia (perímetro) torácica fue la única medida tomada porque ha resultado ser el indicador simple más eficaz para estimar el peso vivo en becerros, con un coeficiente de determinación $R^2 = 0.92$ (Garro y Rosales, 1996; Mahecha *et al.*, 2002a; Ramírez *et al.*, 2008; Fulbert *et al.*, 2010).

Metodología de trabajo.

Se tomó una sola medida del perímetro torácico y del PV a todos los animales disponibles nacidos en el año anterior. Para obtener el PV se utilizaron 589 bovinos de razas mestizas, de ambos sexos, que se pesaron individualmente en una romana con precisión de ± 1.00 kg. El perímetro torácico se midió ajustándole una cinta métrica alrededor del tórax por detrás de las extremidades delanteras sin estirla. Los animales se desparasitaron y se mantuvieron en ayuna de ocho horas para reducir

variaciones en los pesos y mediciones, provocados por el aumento en volumen y peso del contenido del aparato digestivo. Las variables evaluadas fueron: perímetro torácico, predominancia racial (B = Brahman; H = Holstein y P = Pardo Suizo), sexo (M = macho y H = hembra) y el PV.

Análisis estadístico.

Se aplicó un análisis de correlación simple de Pearson (r) para determinar el grado de asociación de la variable independiente (perímetro torácico) con la variable dependiente (peso). Posteriormente, se realizó para el modelo lineal y otro para el modelo cuadrático, seleccionando Stepwise y el C (p). La regresión parcial se comprobó mediante la prueba t. Se procesaron los datos en el programa estadístico SAS versión 6.12 (1985). Se analizaron los datos de acuerdo con el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + PR_j + F_k + b(X1) + E_{ijk}$$

Donde: Y_{ij} = Peso de un becerro de sexo i , grupo racial j y finca k

μ = Media de la población

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

PR_j = Efecto fijo del grupo racial j ; $j = 1$ B; 2 H y 3 P

F_k = Efecto fijo de la finca, $k = 1$ (finca A); 2 (finca B) y 3 (finca C)

b = Coeficiente de regresión parcial del peso sobre el perímetro torácico ($X1$)

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

Resultados y Discusión

Relación entre el peso vivo (PV) y el perímetro torácico (PT)

Se observó un valor de $r = 0.95$ altamente significativo ($P < 0.001$), lo que indica, que estas variables están altamente asociadas. Esto confirma que un cambio en el PV del animal puede detectarse por un cambio en el PT. Mahecha *et al.* (2002a; b) obtuvieron resultados similares en el ganado bovino de la raza Lucerna en Colombia con un coeficiente de determinación de $R^2 = 94.28$ ($P < 0.05$). Khalil y Vaccaro (2002), informaron una correlación ($r = 0.90$ a 0.93) en vacas Cebú, corroborando el hecho que los cambios de PT representan una base importante en la selección temprana de animales de ambos sexos para su utilización en la predicción de PV. Sin embargo, Álvarez (1999), encontró en becerros de doble propósito una correlación del PT con PV inferior a la de las correlaciones basadas en otras medidas corporales. Probablemente la diferencia se deba a que este investigador trabajó con repetición de mediciones corporales tanto individuales como combinadas.

Análisis de Regresión del PV sobre PT dentro de grupo racial y sexo.

Los resultados obtenidos del PT fueron utilizados como estimador de PV de los animales. Se hizo un análisis de regresión para el modelo cuadrático dentro de sexo y otro dentro de grupo racial y finca para obtener una precisión máxima en su uso y determinar si estos factores afectaban el valor de la regresión.

El análisis de varianza de la regresión mostró que el sexo del animal afectó al peso corporal y al PT ($P < 0.001$). Las hembras fueron más pesadas que los machos en un mismo periodo de tiempo, mostrando un coeficiente de determinación (R^2) ajustado = 0.97 en el caso de las hembras y de 0.93 en los machos. Ramírez *et al.* (2008) reportaron resultados semejantes. Esta tendencia coincide con las observaciones de Khalil y Vaccaro (2002) confirmando que las hembras de doble propósito presentan mayor crecimiento que los machos. Mahecha *et al.*, 2002a concluyeron que los machos son animales más livianos y con menor PT. Para Álvarez *et al.* (1999)

Cuadro 1. Guía para estimar el peso vivo (PV) en animales bovinos de doble propósito en función del sexo con base en el perímetro torácico (PT) a través del análisis de regresión cuadrático

PT	PVM	PVH	PT	PVM	PVH	PT	PVM	PVH
70	44.20	63.06	97	102.79	120.84	124	190.54	222.36
71	45.85	64.42	98	105.52	123.82	125	194.35	226.96
72	47.54	65.84	99	108.29	126.86	126	198.20	231.62
73	49.27	67.32	100	111.10	129.96	127	202.09	236.34
74	51.04	68.86	101	113.95	133.12	128	206.02	241.12
75	52.85	70.46	102	116.84	136.34	129	209.99	245.96
76	54.70	72.12	103	119.77	139.62	130	214.00	250.86
77	56.59	73.84	104	122.74	142.96	131	218.05	255.82
78	58.52	75.62	105	125.75	146.36	132	222.14	260.84
79	60.49	77.46	106	128.80	149.82	133	226.27	265.92
80	62.50	79.36	107	131.89	153.34	134	230.44	271.06
81	64.55	81.32	108	135.02	156.92	135	234.65	276.26
82	66.64	83.34	109	138.19	160.56	136	238.90	281.52
83	68.77	85.42	110	141.40	164.26	137	243.19	286.84
84	70.94	87.56	111	144.65	168.02	138	247.52	292.22
85	73.15	89.76	112	147.94	171.84	139	251.89	297.66
86	75.40	92.02	113	151.27	175.72	140	256.30	303.16
87	77.69	94.34	114	154.64	179.66	141	260.75	308.72
88	80.02	96.72	115	158.05	183.66	142	265.24	314.34
89	82.39	99.16	116	161.50	187.72	143	269.77	320.02
90	84.80	101.66	117	164.99	191.84	144	274.34	325.76
91	87.25	104.22	118	168.52	196.02	145	278.95	331.56
92	89.74	106.84	119	172.09	200.26	146	283.60	337.42
93	92.27	109.52	120	175.70	204.56	147	288.29	343.34
94	94.84	112.26	121	179.35	208.92	148	293.02	349.32
95	97.45	115.06	122	183.04	213.34	149	297.79	355.36
96	100.10	117.92	123	186.77	217.82	150	302.60	361.46

PV = kg; PT = cm

PVM = peso vivo en machos; PVH = peso vivo en hembras

el sexo del animal no fue significativo, mientras que Chirinos *et al.* (1997) y Fulbert *et al.* (2010) afirman que las diferencias de peso entre sexos siempre favorecen a los machos y podrían oscilar entre 5 y 20%, dependiendo de las razas de los progenitores, alimentación y otros factores no genéticos; estas diferencias se van acentuando en la medida que el animal se desarrolla.

Para grupo racial y finca no se encontraron efectos significativos estadísticamente en ninguno de los análisis de regresión aplicados, lo que pudo deberse a la heterogeneidad de las razas ya que se trabajó con ganado mestizo desarrollado bajo un mismo sistema de alimentación y en condiciones ambientales similares. Esto parece contrastar con la evidencia de otros rebaños venezolanos estudiados por Khalil y Vaccaro (2002) donde, a pesar de tener una diferencia de 5% entre promedios ajustados extremos a favor de las vacas acebuadas sobre las de alto grado de herencia europea, no hubo diferencias significativas entre grupos raciales. Álvarez *et al.* (1999) y Ramírez *et al.* (2008) sí

encontraron diferencias ($P < 0.01$) entre las regresiones por grupos raciales, a pesar de que las regresiones correspondientes a los grupos $< 1/2$ y $1/2$ -europeo no difirieron entre sí, pero ambos fueron diferentes al valor obtenido para el grupo $> 1/2$ -europeo.

Luego de aplicar la regresión para cada una de las variables por el método Stepwise, se seleccionó el modelo cuadrático ya que este presentó el mejor ajuste. La ecuación de regresión del modelo cuadrático para estimar el PV a partir del PT fue:

$$PV = 115.10 + (-2.83 \times PT) + (0.03 \times PT^2)$$

Donde: PV = peso vivo estimado en (kg)

PT = perímetro torácico (cm)

Así mismo, se seleccionaron dos ecuaciones de regresión para estimar el peso corporal a partir del PT en machos y en hembras. Coincidiendo con Rathi *et al.* (1980) y Verma y Hussain (1985), se recomienda una ecuación para machos y otra para hembras:

$$PV = 28.10 + (-1.17 \times PT) + (0.017 \times PT^2) \text{ machos}$$

$$PV = 116.96 + (-2.87 \times PT) + (0.024 \times PT^2) \text{ hembras}$$

Donde: PV = peso vivo estimado en (kg)

PT = perímetro torácico en (cm)

Con los valores estimados por la anterior ecuación, se elaboró la tabulación predictiva del

peso corporal con base al perímetro torácico para animales mestizos de doble propósito de la Cuenca del Lago de Maracaibo (Cuadro 1).

Conclusiones

El peso vivo (PV) puede estimarse con una buena precisión en bovinos de doble propósito de la cuenca del lago de Maracaibo bajo condiciones tropicales a través de la medida del perímetro torácico (PT). Al no encontrar diferencias significativas entre las fincas y raza se confeccionó un cuadro predictivo que diferencia únicamente entre sexos. Las curvas de crecimiento y tablas predictivas de

estimación en base a peso y talla corporal son útiles para determinar el potencial tanto productivo como reproductivo de los animales, facilitando así el monitoreo de un programa de alimentación. El uso de cintas zoométricas puede ofrecer una alternativa aceptable para predecir pesos de bovinos de diferentes grupos raciales a pesar de la heterogeneidad de los sistemas.

Literatura Citada

- Álvarez, R. Z., L. Vaccaro, R. Vaccaro, O. Verde, L. Ríos y H. Mejías. 1999. Estimación de pesos de becerros de doble propósito a partir de mediciones corporales. *Rev. Cien. FCV-LUZ*. 9:502-507.
- Bacha, F. 1999. Nutrición del ternero neonato. XV curso de especialización. FEDNA. Avances en nutrición y alimentación animal. <http://www1.etsia.upm.es/fedna/capitulos/99CAP11.pdf> Visto el 10-06-2011.
- Chirinos, Z., E. Rincón, N. Madrid-Bury y C. González-Stagnaro. 1997. Crecimiento predes-tete de becerros mestizos *Bos taurus* x *Bos indicus*. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 5(Supl. 1): 497-499.
- Contreras, V. y A. Rosciano. 1999. El uso de mata ratón en la alimentación de bovinos de doble propósito. FONAIAP Divulga. Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Táchira. http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd62/mata.html Visto 24-05-2010.
- FONACIT. 2008. Código de Bioética y Bioseguridad. (3ra Ed.) Caracas, 63 pp.
- Fulbert, A., N. Christophe, M. Paul, and E. Kimbembe. 2010. Barymetries formulas and control of growth of breed cattle at Dihessé Breeding farm in Congo Brazzaville. *Pakistan J. Nut.* 9: 475-480.
- Garro, J. M., y L. R. Rosales. 1996. Relación entre el peso corporal y el perímetro torácico en ganado cebuino en crecimiento en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 20(2): 113-123.
- Khalil, R. y L. Vaccaro. 2002. Peso y mediciones corporales en vacas de doble propósito: su interacción y asociación con valor genético para tres características productivas. *Zootec. Tropi.* 20(1): 11 -30.
- Lawrie, R. A., 1967. *Ciencia de la carne*. Editorial Acribia Zaragoza. España. 380 pp.
- Mahecha, L., J. Angulo, y L. P. Manrique. 2002a. Estudio bovinométrico y relaciones entre medidas corporales y el peso vivo en la raza Lucerna. *Rev. Col. Cienc. Pec.*15:80-87.
- Mahecha, L., J. Angulo, y L. P. Manrique. 2002b. Predicción del peso vivo a través del perímetro torácico en la raza bovina Lucerna. *Rev. Col. Cienc. Pec.* 15:88-91.
- Montiel, J. 2001. Suplementación alimenticia del ganado Bovino Agrotécnico. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. Maracaibo-Venezuela. N° 14. P.40.
- Ramírez, J. L., A. Quiriagua, T. Rodríguez y Y. Torres. 2008. Evaluación del peso vivo estimado con el uso de medidas corporales de becerros de doble propósito. *Rev. Cien. UDO Agríc.* 8 (1): 132-137.
- Rathi, S. S., D. S. Balaine, B. Singh, and B. S. Chhikara. 1980. Estimation of body weights through body measurements in different genetic groups of cattle. *Indian J. Dairy Sci.* 33:410-411.
- Rivera, J. C. 1997. Crecimiento, reproducción y producción de leche en vacas mestizas. Tesis de grado. Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía y Ciencias Veterinarias. Maracaibo, Venezuela. 8 p.
- Rodas-González, A. 2005. Efecto de la suplementación a pastoreo sobre el crecimiento, rendimiento carníceros y características de la carne de novillos Criollo Limonero. Tesis de grado. Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía Maracaibo, Venezuela. p. 16.

- Rodríguez, J. M. 1991. Métodos de investigación pecuaria. Edit. Trillas. México. 208 pp.
- Salvador, A. 2002. Midiendo el crecimiento para la crianza de novillas. *Venezuela Bovina. Artículos libres* - Ed. N° 47. p.60.
- SAS. 1985. *User's Guide Statistics*. SAS Inst. Inc. Cary, NC. USA.
- Silva, I., 2005. Efecto de la suplementación con *Indigoferaca hirsuta* L., y yacija avícola como fuente de nitrógeno sobre el crecimiento de becerros mestizos. Tesis de grado. Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. Maracaibo, Venezuela. p. 8.
- Ventura, M., 1990. Mestizaje y crecimiento. En: Seminario problemática y decisiones en la ganadería de doble propósito. III Jornadas científicas de la Facultad de Agronomía (LUZ). Venezuela.
- Verma, D. N. and K. Q. Hussain. 1985. The estimation of the body measurements of calves from heart girth measurements. *Indian Vet. Med. J.* 9:112-114.

Apéndice

La siguiente tabulación muestra que existen diferencias en la relación entre peso corporal y el perímetro torácico para distintas razas bovinas, en diferentes países. Esto indica, que los bovinos a pesar de tener una misma talla corporal en el perímetro torácico, pueden presentar una conformación corporal distinta entre razas y en algunos países entre sexos, por lo tanto; las ecuaciones predictivas para estimar pesos corporales deben ser específicas para cada país.

Comparación de pesos vivos estimados (kg) según el perímetro torácico (PT) en tablas predictivas para algunas razas bovinas, en diferentes países¹

PT	DPM(kg)	DPH(kg)	Holstein ² (kg)	Lucerna ³ (kg)
60	--	--	19	--
70	44	63	30	--
80	62	79	45	42
90	84	101	63	60
100	111	130	85	82
110	141	164	112	109
120	175	204	143	140
130	214	250	180	177
140	256	303	222	219
150	302	361	269	267
160	--	--	323	320

¹PT = perímetro torácico; DPM = Doble Propósito Machos de Venezuela; DPH= Doble Propósito Hembras de Venezuela;

Luc= Lucerna de Colombia; Hol = Holstein de EEUU.

²Fuentes: Cinta Zoometrica. The Cobran Company. Inc. Whitewater. Wisconsin

³Mahecha *et al.* (2002a).