

RELACIÓN ENTRE CONDICIÓN CORPORAL Y ESPESOR DE GRASA DE CADERA EN VACAS CEBÚ EN DIFERENTES ESTADOS REPRODUCTIVOS

Relationship Between Body Condition and Rump Fat Thickness in Zebu Cows With Different Reproductive States

Adriana Correa-Orozco ^{1*}, Erik Felipe Pulgarín-Velásquez ², Henry Mesa ³ y Luis Fernando Uribe-Velásquez ⁴

¹Joven Investigadora e Innovadora de COLCIENCIAS, Grupo de Investigación CIENVET, Universidad de Caldas.

²Profesor, Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente, Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

³Profesor, Departamento Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas, Manizales, Caldas, Colombia. ⁴Profesor Asociado, Departamento de Salud Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas, Manizales, Caldas, Colombia. *adriana.correa_o@ucaldas.edu.co

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar la relación entre el peso corporal (PC), la condición corporal (CC) y el espesor de grasa de cadera (EGC) medido por ecografía y evaluar la relación entre CC y EGC en vacas vacías y preñadas. En noventa y dos vacas Cebú comercial (Brahman) se evaluó el PC, la CC y el EGC en diferentes estados reproductivos: 1) vacías, 2) primer tercio de gestación, 3) segundo tercio de gestación y 4) tercer tercio de gestación. El valor de CC fue asignado a cada vaca en una escala de 1 a 5 puntos. Las imágenes ecográficas para la medición del EGC fueron obtenidas utilizando un transductor lineal de 3,5 MHz. La CC, el PC y las medidas ecográficas fueron tomadas el mismo día. La relación entre los valores de CC, PC y EGC fue determinada mediante correlaciones y modelos de regresión usando el programa SAS. La CC fue relativamente aceptable para predecir el EGC ($R^2 = 0,69$; $P < 0,01$), pero solo para las vacas Cebú no preñadas. De manera similar, la CC estuvo correlacionada ($r = 0,77$; $P < 0,01$) con el EGC en las vacas no preñadas. Además, la CC presentó una correlación intermedia ($r = 0,45$ a $0,69$; $P < 0,05$) con el EGC en vacas preñadas. Igualmente, tanto la CC como el EGC mostraron una correlación intermedia ($r = 0,36$ a $0,48$; $P < 0,05$) con el PC en las vacas preñadas. La clasificación de la CC puede ser usada para predecir el EGC en vacas Cebú no preñadas.

Palabras clave: Ecografía, ganado de carne, peso corporal, preñez.

ABSTRACT

The aim of the present study was to determine the relationship among body weight (BW), body condition score (BCS) and rump fat thickness (RFAT) measured by ultrasonography, and to evaluate the relationship between BCS and RFAT in cows pregnant and non pregnant. Ninety two Zebu (Brahman) cows had their BW, BCS and RFAT evaluated in different reproductive states: 1) non pregnant, 2) first gestation third, 3) second gestation third and 4) third gestation third. A BCS value was attributed for each cow following a 1 to 5 points scale. Ultrasonographic images for RFAT measurement were obtained using a 3.5 MHz linear transducer. Body condition scores, BW and ultrasound measurements were collected on the same day. The relationship between BCS, BW and RFAT values was investigated through correlation and regression models using SAS. The BCS was a relatively good predictor of RFAT ($R^2 = 0.69$; $P < 0.01$), but only for non pregnant Zebu cows. Similarly, BCS was correlated ($r = 0.77$; $P < 0.01$) with RFAT in non pregnant cows. Also, it was shown that BCS presented intermediate correlation ($r = 0.45$ to 0.69 ; $P < 0.05$) with RFAT in pregnant cows. Additionally, both BCS and RFAT showed intermediate correlation ($r = 0.36$ to 0.48 ; $P < 0.05$) with BW in pregnant cows. The BCS classification can be used to predict the RFAT in non pregnant Zebu cows.

Key words: Ultrasound, beef cattle, body weight, pregnancy.

INTRODUCCIÓN

Para evaluar el balance energético de un animal de manera precisa se requiere de condiciones de laboratorio, como exámenes de calorimetría respiratoria, estimación del agua corporal por métodos de dilución, medición del diámetro de las células grasas y perfiles lipídicos, entre otros [18]. Sin embargo, existen varios métodos para estimar este balance en condiciones de campo, como son el peso vivo, el espesor del pliegue de la piel, la condición corporal (CC), el espesor de la grasa dorsal (EGD), entre otros, cada uno de ellos con sus ventajas y desventajas [18]. Las características que se consideran en las técnicas comparativas de estimación de la composición corporal son la exactitud, la precisión, la facilidad de medición, el costo, el grado de impacto en el desempeño del animal o en el manejo y la aplicación de acuerdo a las características del animal, según las diferencias en el cuerpo debidas a la raza y la edad [6].

La CC es una herramienta para cuantificar, de manera subjetiva, las reservas de energía de las hembras bovinas (*Bos taurus* y *Bos indicus*). La evaluación de la CC se realiza por medio de la asignación de un índice en una escala de 1-5 [8, 14] o de 1-9 [21], donde 1 es un animal emaciado y 5 ó 9 (dependiendo de la escala usada) es un animal obeso, de esta manera se puede estimar las reservas de grasa corporal mediante la observación y palpación de costillas, columna vertebral, huesos de la cadera e inserción de la cola [5, 8, 21].

Algunos factores que afectan la medición de la CC son la subjetividad, la variación entre evaluadores, la experiencia del evaluador, la raza y la existencia de diferentes escalas de CC en cuanto a la asignación del índice (1-5 ó 1-9), en los intervalos utilizados (con 0,25 ó 0,5 puntos de variación), en los puntos anatómicos valorados y en el método de evaluación utilizado (visual o visual y táctil). Independiente del sistema de medición de CC utilizado, la subjetividad, repetitividad y validez de la CC es frecuentemente cuestionada [4]. No obstante parece que, tanto las medidas objetivas como subjetivas pueden ser bastante útiles para predecir la composición de la canal, incluso para animales que no pueden ser caracterizados de acuerdo a la raza, edad o estado reproductivo [6].

La medición de la CC también tiene ventajas sobre otros métodos que evalúan la composición corporal, como es su bajo costo, lo cual permite realizar evaluaciones frecuentes y sin necesidad de equipos específicos o de instalaciones para encerrar el animal, así como tampoco requiere de entrenamientos complicados y costosos para el personal [3].

La importancia de estimar las reservas energéticas en novillas y vacas, ya sea por CC o determinación del espesor de grasa subcutánea (EGS), está en su efecto sobre el desempeño reproductivo, no sólo en el ciclo estral natural sino también durante el estro sincronizado, como ha sido reportado en varios estudios [10 - 12, 15, 17, 22].

Otras medidas como peso corporal (PC), ecografía del EGS en *Longissimus dorsi* (espesor de la grasa en la 12ª cos-

tilla) y ecografía del espesor de la grasa en la cadera (EGC) pueden también ser usadas para estimar las reservas de energía corporal de los animales [2]. Se han realizado algunos estudios, en diferentes países y con varias razas de bovinos, en los cuales se emplea la ecografía para medir el espesor de la grasa subcutánea en puntos específicos del cuerpo del animal, correlacionándolo con la CC [2, 4, 13, 14, 20, 23]. Sin embargo, las razas bovinas analizadas en estos estudios no son tan frecuentes en Colombia, donde predominan en la producción de carne, los animales Cebú (principalmente Brahman) y sus cruces. Es importante resaltar que, la gran mayoría de las investigaciones se han realizado en vacas de leche y en animales destinados para consumo (ceba), mientras que son escasos los estudios en hembras de carne para cría y en la especie *Bos indicus*.

El objetivo de la presente investigación fue determinar la relación entre la CC, el PC y el EGC y evaluar la relación entre la CC y el EGC en vacas Cebú en diferentes estados reproductivos, con el fin de predecir el EGC.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. El experimento se realizó entre los meses de septiembre y noviembre, 2011, en la hacienda El Ocaso, vereda El Laurel, municipio de Quimbaya, departamento de Quindío, Colombia (4°34'08" LN/ 75°51'03" LO a 970 msnm). La vegetación nativa de la zona es una transición entre el bosque húmedo premontano (bh-PM) bosque seco Tropical (bs-T), con algunos elementos de bosque muy húmedo premontano (bmh-PM) [7]. La temperatura promedio es de 24°C [1].

Animales. Se utilizaron 92 vacas Cebú comercial (*Bos indicus*) que tenían $7,9 \pm 2,3$ años de edad. Las vacas estuvieron en pasturas de pasto natural, con libre acceso al agua y sal mineralizada. Las variables se evaluaron cada 30 días en tres oportunidades.

Evaluación de la condición corporal (CC), del peso corporal (PC) y del espesor de grasa de cadera (EGC). Se evaluó la CC de cada vaca utilizando una escala de 1 a 5 desarrollada por Maciel [14], donde 1 corresponde a un animal muy delgado y 5 a un animal muy gordo, con una variación de 0,25 puntos de una clase a otra. El mismo día en el cual se evaluó la CC y el EGC, se registró el PC en kg en una báscula mecánica (1500 PG, Prometalicos, Colombia), donde los animales fueron pesados individualmente. Los pesajes se realizaron siempre en las horas de la mañana y no se realizó restricción de alimento, agua o amamantamiento antes del procedimiento, siguiendo la metodología propuesta por Ayres y col. [2].

El EGC puede definirse como la capa de grasa subcutánea localizada entre la piel y la *fascia trunci profunda* en la unión de los músculos *biceps femoris* y *gluteus médium* [2]. Se utilizó un ecógrafo (Aquila Pro, Esaote Europe B.V., Maastricht, Holanda) con un transductor lineal de 18 cm ASP de 3,5 MHz de frecuencia, para obtener las imágenes ecográficas.

Después de la inmovilización del animal, el transductor fue colocado linealmente entre la tuberosidad coxal y la tuberosidad isquiática, paralelo a los huesos de la columna, en la unión del *biceps femoris* y el *gluteus medius* y se movió ligeramente hasta la obtención de una imagen correcta, la cual permitió la visualización del límite superior del músculo *biceps femoris*. Las mediciones del EGC fueron posteriormente realizadas con el software Eview Echo Image Viewer [16], (Pie Medical Equipment B.V.) y expresadas en mm, siempre considerando la distancia entre el límite inferior de la piel y la *fascia trunci profunda*. Por lo tanto, el espesor de la piel no fue incluido en las medidas registradas.

Diagnóstico reproductivo. Se realizó por palpación y ecografía transrectal (transductor 6/8 MHz, Aquila Pro, Esaote Europe B.V., Maastricht, Holanda), el mismo día de la evaluación de las otras variables. Se registró el estado reproductivo (vacía o preñada) así como también el tiempo de la preñez. Posteriormente, las vacas fueron categorizadas así: vacía, primer tercio, segundo tercio y tercer tercio de gestación.

Análisis estadístico. Se evaluó mediante análisis de varianza utilizando el procedimiento GLM del SAS [19], el efecto fijo del estado reproductivo (variable categórica: vacía, primer, segundo y tercer tercio de gestación) sobre la CC, el PC y el EGC, adicionando el efecto aleatorio de cada vaca. También se realizó regresión lineal y cuadrática general y por estado reproductivo, utilizando el procedimiento REG del SAS [19], para predecir el EGC con base en la CC y el PC. El modelo final sólo incluyó la CC, debido a que mostró valor predic-

tivo, con la siguiente ecuación: $Y = \beta_0 + \beta_1X + \beta_2X^2$, en la cual Y es el espesor de grasa de cadera estimado, X es la CC, β_0 es el intercepto, β_1 es el coeficiente del elemento lineal, β_2 es el coeficiente del elemento cuadrático. Se determinaron los coeficientes de correlación de Pearson general y por cada categoría de estado reproductivo, entre la CC, el PC y el EGC utilizando el procedimiento CORR del SAS [19].

Se consideraron diferencias significativas cuando $P \leq 0,05$. Los resultados se presentan como medias de mínimos cuadrados \pm error estándar (EE).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La media \pm EE y los valores máximos y mínimos de las variables estudiadas, en general y por estado reproductivo, se presentan en la TABLA I. Se observó que las hembras en el segundo y tercer tercio de la gestación presentaron mayor CC ($P < 0,05$) en comparación con las hembras que se encontraban vacías (TABLA I). Además, como era de esperarse el PC fue mayor ($P < 0,05$) en las hembras que se encontraban en el tercer tercio de gestación en comparación con las hembras de las otras categorías (TABLA I). Las vacas vacías presentaron menor EGC ($P < 0,05$) (TABLA I). En otras investigaciones realizadas [9, 20], se han encontrado diferentes valores para estas variables; en vacas Cebú de descarte en Colombia, se encontró un promedio para CC (escala de 1 a 9), PC y EGC de 5,5; 408,70 kg y 7,86 mm, respectivamente [20]. Huerta-Leidenz y col. [9] tomaron medidas ecográficas del EGS en la cadera de

TABLA I
MEDIA \pm ERROR ESTÁNDAR (EE) Y LOS VALORES MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE LA CONDICIÓN CORPORAL (CC), EL PESO CORPORAL (PC) Y EL ESPESOR DE GRASA DE CADERA (EGC), EN VACAS CEBÚ EVALUADAS EN DIFERENTES ESTADOS REPRODUCTIVOS

Variable	Estado reproductivo	Media \pm EE	Valor mínimo	Valor máximo
CC*	Vacías	2,66 \pm 0,06 a	1,50	3,75
	Primer tercio de gestación	2,80 \pm 0,08 ab	1,75	4,00
	Segundo tercio de gestación	2,98 \pm 0,07 b	2,50	4,00
	Tercer tercio de gestación	2,99 \pm 0,07 b	2,25	4,00
	Todas las categorías	2,83 \pm 0,03	1,50	4,25
PC	Vacías, kg	407,98 \pm 3,51 c	328,00	505,00
	Primer tercio de gestación, kg	422,70 \pm 4,87 cd	341,00	492,00
	Segundo tercio de gestación, kg	434,84 \pm 4,18 d	339,00	540,00
	Tercer tercio de gestación, kg	452,56 \pm 4,38 e	356,00	540,00
	Todas las categorías	425,79 \pm 3,06	328,00	540,00
EGC	Vacías, mm	3,15 \pm 0,20 f	1,10	8,80
	Primer tercio de gestación, mm	4,46 \pm 0,27 g	1,30	8,80
	Segundo tercio de gestación, mm	4,68 \pm 0,24 g	1,90	12,55
	Tercer tercio de gestación, mm	4,17 \pm 0,25 g	1,90	11,80
	Todas las categorías	3,99 \pm 0,16	1,10	12,55

Dentro de cada variable medias con letras diferentes son estadísticamente diferentes ($P < 0,05$; Tukey-Kramer). * Escala de 1 a 5.

vacas multíparas Brahman y Hereford con cría al pie en los Estados Unidos de América (EUA) y encontraron valores de 14,9 mm y 16,8 mm, respectivamente.

En la presente investigación, en el análisis de correlación de Pearson para todas las categorías se observó relación intermedia de la CC con el PC y el EGC y una relación baja entre el PC y el EGC ($P < 0,01$) (TABLA II). Resultados similares se observaron en cuanto a la relación entre CC y EGC, evaluadas en dos momentos de la época de monta (exposición a toro durante 60 días), en vacas de carne multíparas en amamantamiento (1/4 a 3/8 Brahman) en EUA, con una correlación significativa entre el EGC y la CC (escala de 1 a 9) en el día 0 de $r = 0,75$ y en el día 60 de $r = 0,68$ [13]. La baja correlación entre el PC y el EGC podría explicarse porque el PC incluye el contenido gastrointestinal, el cual a su vez es influenciado por el consumo de materia seca y por el tiempo desde la última alimentación. De la misma forma, también es afectado por cambios en las masas de los órganos, peso del útero y unidad feto-placenta [18].

En la comparación por estado reproductivo realizada en esta investigación (TABLA II), los valores de correlación entre CC y PC fueron significativos y estuvieron entre 0,36 y 0,56. El valor más alto fue para las vacas vacías, lo cual era de esperar, debido a que el peso no se alteró por la presencia de preñez y de esta forma se puede asociar más fácilmente a cambios en la composición corporal, ya sea en grasa o músculo, representados como CC. Asimismo, en un experimento realizado con vacas Nelore (*Bos indicus*) se determinó una correlación moderada a baja entre CC y PC en diferentes momentos del ciclo de producción (destete, parto, 42; 82 y 112 días postparto), con valores desde 0,37 a 0,50 [2].

En el presente estudio, la correlación existente entre CC y EGC fue significativa para todos los estados reproductivos, con el valor de correlación más alto en los animales no gestantes y una disminución del mismo a medida que avanzaba la preñez. En un estudio realizado en vacas Cebú de descarte en Colombia [20] se determinó una correlación moderada ($r = 0,50$) entre el EGC y la CC (escala de 1 a 9), inferior a la obtenida en el presente estudio para vacas vacías. En el experimento realizado por Ayres y col. [2] también se evaluó la correlación entre

CC y EGC en vacas Nelore (*Bos indicus*) y se encontró una alta correlación ($r = 0,82$ a $0,93$) entre ambas variables en diferentes momentos del ciclo de producción, valores superiores a los reportados en esta investigación. Estos autores encontraron una alta correlación ($r = 0,82$) entre estas dos variables en el momento del destete, cuando las hembras se encontraban en el tercer tercio de la gestación, lo cual es diferente a lo reportado para las hembras de este estudio. Posiblemente, la diferencia entre los resultados encontrados en ambas investigaciones, se pudiera deber a que los animales del estudio de Ayres y col. [2] fueron más homogéneos en edad ($7,3 \pm 0,1$) y en el momento productivo en el cual se encontraban.

En una investigación más reciente [14], al estudiar la correlación entre la CC y el EGC en vacas, se encontró una correlación positiva de 0,79 en la raza Holstein y de 0,45 en la raza Nelore. Según el autor, esto comprueba que la evaluación de la CC predice efectivamente la grasa depositada en la cadera del animal por la visualización de puntos predeterminados. También se detectó que, la correlación entre vacas Holstein y Nelore fue distinta, debido probablemente a las diferencias existentes en el orden de deposición de grasa entre esas razas, principalmente en vacas Holstein con menos CC.

Por otra parte, en el presente experimento, la correlación entre el PC y el EGC sólo fue significativa para las vacas vacías, pero con un valor bajo, lo cual corrobora lo hallado en el análisis de correlación general, en donde se observó poca relación entre estas dos variables. En vacas Cebú de descarte en Colombia, también se encontró una correlación baja ($r = -0,07$) entre el PC y el EGC [20]. Resultados similares reportaron Ayres y col. [2] en vacas Nelore (*Bos indicus*), en las cuales se encontró una correlación moderada a baja ($r = 0,38$ a $0,46$) entre el PC y el EGC en diferentes momentos del ciclo de producción.

En el análisis de regresión lineal y cuadrática que incluyó todos los datos (FIG. 1), el coeficiente de determinación ($R^2 = 0,48$) mostró una relación intermedia de la CC con el EGC ($P < 0,05$). En este mismo análisis por estado reproductivo, solo en las vacas vacías el coeficiente de determinación entre la CC y el EGC fue significativo ($P < 0,01$), con un valor de 0,69 (FIG. 2). Lo anterior indica que, en las condiciones del presen-

TABLA II
CORRELACIONES DE PEARSON ENTRE LA CONDICIÓN CORPORAL (CC), EL PESO CORPORAL (PC) Y EL ESPESOR DE GRASA DE CADERA (EGC), EN VACAS CEBÚ EVALUADAS EN DIFERENTES ESTADOS REPRODUCTIVOS

Correlación	Vacías	Primer tercio de gestación	Segundo tercio de gestación	Tercer tercio de gestación	Todas las categorías
CC* y PC	0,56 $P < 0,01$	0,46 $P = 0,01$	0,36 $P < 0,05$	0,48 $P < 0,05$	0,59 $P < 0,01$
CC y EGC	0,77 $P < 0,01$	0,69 $P < 0,01$	0,52 $P < 0,01$	0,45 $P < 0,05$	0,68 $P < 0,01$
PC y EGC	0,42 $P < 0,01$	0,25 $P > 0,05$	0,08 $P > 0,05$	-0,06 $P > 0,05$	0,32 $P < 0,01$

*Escala de 1 a 5.

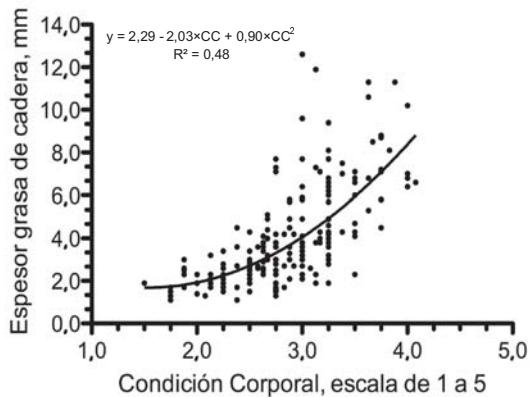


FIGURA 1. DIAGRAMA DE DISPERSIÓN DE CONDICIÓN CORPORAL (CC) Y ESPESOR DE GRASA DE CADERA (EGC) EN VACAS CEBÚ CON DIFERENTES ESTADOS REPRODUCTIVOS.

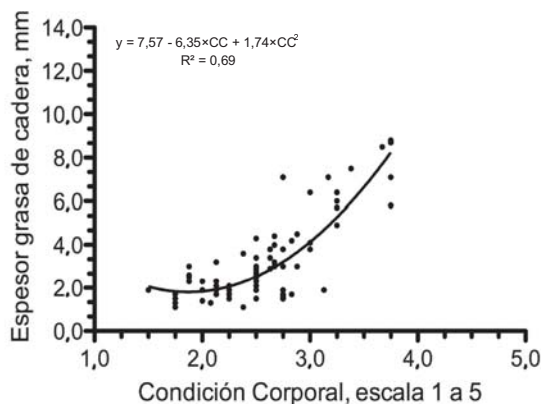


FIGURA 2. DIAGRAMA DE DISPERSIÓN DE CONDICIÓN CORPORAL (CC) Y ESPESOR DE GRASA DE CADERA (EGC) EN VACAS CEBÚ VACÍAS.

te estudio, la CC solo puede predecir de forma adecuada el EGC en las vacas no gestantes. De forma diferente, en vacas Nelore (*Bos indicus*) se encontraron coeficientes de determinación altos entre la CC (escala de 1 a 5) y el EGC en diferentes momentos del ciclo de producción (destete, parto, 42; 82 y 112 días posparto) con valores entre 0,73 a 0,92, superiores a los hallados en la presente investigación [2]. Asimismo, estos autores encontraron en el patrón de curva de regresión entre la CC y el EGC, una relación de tercer grado, a diferencia de la presente investigación, en donde se determinó una relación cuadrática. La diferencia entre los resultados encontrados en ambas investigaciones, se pudiera deber a lo mencionado anteriormente en la correlación de la CC y el EGC, en donde posiblemente las hembras bovinas del estudio de Ayres y col. [2] fueron más homogéneas en edad ($7,3 \pm 0,1$) y en el momento productivo en el cual se encontraban.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de la presente investigación se puede concluir que, en vacas cebú comerciales la CC sólo puede predecir de forma adecuada el EGC en las vacas no gestantes y que el PC tiene una relación intermedia con la CC y baja con el EGC.

AGRADECIMIENTO

Al Programa Jóvenes Investigadores e Innovadores de COLCIENCIAS – Año 2009 por la beca concedida. A los propietarios, empleados y al administrador general de la hacienda El Ocaso, por la colaboración en la realización del estudio. A estudiantes y profesores de la Universidad de Caldas por el apoyo en el trabajo de campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AGUILAR-ISAZA, N.; LÓPEZ-OBANDO, D.C.; BOTE-RO-BOTERO, A.; GÓMEZ, G.D. Zonificación paisajística de la hacienda El Ocaso, Quimbaya, Quindío. **Rev. Invest. Univ. Quindío** 21:36- 42. 2010.
- [2] AYRES, H.; FERREIRA, R.M.; TORRES-JÚNIOR, J.R.S; DEMÉTRIO, C.G.B.; DE LIMA, C.G.; BARUSELLI, P.S. Validation of body condition score as a predictor of subcutaneous fat in Nelore (*Bos indicus*) cows. **Livest. Sci.** 123:175-179. 2009.
- [3] CORREA-OROZCO, A.; URIBE-VELÁSQUEZ, L.F. La condición corporal como herramienta para pronosticar el potencial reproductivo en hembras bovinas de carne. **Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín.** 63(2):5607-5619. 2010.
- [4] DOMECCQ, J.J; SKIDMORE, A.L.; LLOYD, J.W.; KANEENE, J.B. Validation of body condition scores with ultrasound measurements of subcutaneous fat of dairy cows. **J. Dairy Sci.** 78:2308-2313. 1995.
- [5] EDMONSON, A.J.; LEAN, I.J.; WEAVER, L.D.; FARVER, T.; WEBSTER, G. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. **J. Dairy Sci.** 72:68-78. 1989.
- [6] GRESHAM, J.D.; HOLLOWAY, J.W.; BUTTS, W.T.; McCURLEY, J.R. Prediction of mature cow carcass composition from live animal measurements. **J. Anim. Sci.** 63:1041-1048. 1986.
- [7] HOLDRIDGE, L. El diagrama de las zonas de vida. En: **Ecología basada en zonas de vida.** 5ª Ed. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), San José. Pp. 13 -26. 1978.
- [8] HOUGHTON, P.L.; LEMENAGER, R.P.; HORSTMAN, L.A.; HENDRIX, K.S.; MOSS, G.E. Effects of body composition, pre- and postpartum energy level and early

- weaning on reproductive performance of beef cows and preweaning calf gain. **J. Anim. Sci.** 68:1438-1446. 1990.
- [9] HUERTA-LEIDENZ, N.O.; CROSS, H.R.; SAVELL, J.W.; LUNT, D.K.; BAKER, J.F.; PELTON, L.S.; SMITH, S.B. Comparison of the fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue from mature Brahman and Hereford cows. **J. Anim. Sci.** 71:625-630. 1993.
- [10] LALMAN, D.L.; KEISLER, D.H.; WILLIAMS, J.E.; SCHOLLJEGERDES, E.J.; MALLET, D.M. Influence of postpartum weight and body condition change on duration of anestrus by under nourished suckled beef heifers. **J. Anim. Sci.** 75:2003-2008. 1997.
- [11] LENTS, C.A.; WHITE, F.J.; CICCIOI, N.H.; WETTEMANN, R.P.; SPICER, L.J.; LALMAN, D.L. Effects of body condition score at parturition and postpartum protein supplementation on estrous behavior and size of the dominant follicle in beef cows. **J. Anim. Sci.** 86:2549-2556. 2008.
- [12] LOOPER, M.L.; LENTS, C.A.; WETTEMANN, R.P. Body condition at parturition and postpartum weight changes do not influence the incidence of short-lived corpora lutea in postpartum beef cows. **J. Anim. Sci.** 81:2390-2394. 2003.
- [13] LOOPER, M.L.; REITER, S.T.; WILLIAMSON, B.C.; SALES, M.A.; HALLFORD, D.M.; ROSENKRANS, C.F. Effects of body condition on measures of intramuscular and rump fat, endocrine factors, and calving rate of beef cows grazing common bermudagrass or endophyte-infected tall fescue. **J. Anim. Sci.** 88:4133-4141. 2010.
- [14] MACIEL, A.B.B. Proposta de avaliação da condição corporal em vacas Holandesas e Nelore. Botucatu, Brasil: Universidade Estadual Paulista – UNESP. Tesis de Grado. 69 pp. 2006.
- [15] MENEGHETTI, M.; SÁ FILHO, O.G.; PERES, R.F.G.; LAMB, G.C.; VASCONCELOS, J.L.M. Fixed-time artificial insemination with estradiol and progesterone for *Bos indicus* cows I: Basis for development of protocols. **Theriogenol.** 72:179–189. 2009.
- [16] PIE MEDICAL EQUIPMENT B.V. Eview – Echo Image Viewer. Version 1.00. 1996.
- [17] SÁ FILHO, M.F.; AYRES, H.; FERREIRA, R.M.; MARQUES, M.O.; REIS, E.L.; SILVA, R.C.P.; RODRIGUES, C.A.; MADUREIRA, E.H.; BÓ, G.A.; BARUSELLI, P.S. Equine chorionic gonadotropin and gonadotropin-releasing hormone enhance fertility in a norgestomet-based, timed artificial insemination protocol in suckled Nelore (*Bos indicus*) cows. **Theriogenol.** 73:651-658. 2010.
- [18] SCHRÖDER, U.J.; STAUFENBIEL, R. Invited Review: Methods to determine body fat reserves in the dairy cow with special regard to ultrasonographic measurement of backfat thickness. **J. Dairy Sci.** 89:1-14. 2006.
- [19] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE (SAS). The Life Test Procedure. 5th. Ed. Statistics, Version 5. Pp 530-558. 1985.
- [20] VELÁSQUEZ, J.C.; RÍOS, M. Relación de medidas de composición corporal evaluadas *in vivo* con ultrasonido con el peso de la canal en vacas Cebú de descarte. **Rev. Colomb. Cien. Pec.** 23:99-105. 2010.
- [21] WAGNER, J.J.; LUSBY, K.S.; OLTJEN, J.W.; RAKESTRAW, J.; WETTEMANN, R.P.; WALTERS, L.E. Carcass composition in mature Hereford cows: estimation and effect on daily metabolizable energy requirement during winter. **J. Anim. Sci.** 66:603-612. 1988.
- [22] WETTEMANN, R.P.; LENTS, C.A.; CICCIOI, N.H.; WHITE, F.J.; RUBIO, I. Nutritional- and suckling-mediated anovulation in beef cows. **J. Anim. Sci.** 81: E48–E59. 2003.
- [23] ZULU, V.C.; NAKAO, T.; MORIYOSHI, M.; NAKADA, K.; TANAKA, YSY; ZHANG, WC. Relationship between body condition score ultrasonographic measurement of subcutaneous fat in dairy cows. **Asian-Aust. J. Anim. Sci.** 14(6):816-820. 2001.