

NOTA TECNICA

PREDICCIÓN, DEL PESO VIVO EN GANADO BOVINO, A PARTIR DE MEDICIONES CORPORALES ¹

Napoleón Mejía ², Claudia Velázquez ³, Assefaw Tewolde ⁴

RESUMEN

Predicción, del peso vivo en ganado bovino, a partir de mediciones corporales. El estudio se realizó en una ganadería manejada en sistema de doble propósito en el departamento de Jutiapa, Guatemala, durante los meses de abril, mayo y julio de 1993, con el objeto de calibrar un modelo de cinta bovinométrica a partir de mediciones corporales. Las mediciones se efectuaron en 456 animales, y las variables de medición comprendieron: diámetro del tórax (DT), largo del cuerpo (LC), peso vivo en kilogramos (PV) y edad en años (ED). La alimentación del ganado se basó en pasturas de Estrella Africana, Jaraguá, y otras especies naturales. El hato produce leche durante todo el año a un ordeño por día, y los terneros se amamantan hasta los ocho meses de edad. La información generada se analizó a través de dos modelos de efectos fijos que incluyeron las variables DT, LC y ED, para determinar la contribución de cada efecto en la predicción del peso vivo y se ajustaron dos modelos de regresión múltiple linealizados por logaritmo natural y base 10 para machos y hembras, respectivamente. Los análisis indicaron que en la población estudiada, las variables DT, LC, y ED se pueden utilizar para predecir el peso vivo, según el sexo del animal en ganado de doble propósito de hasta 175 kilos de peso vivo a través de los siguientes modelos: $PV = e^{(0,032145DT + 0,030394LC - 0,000156(DT*LC))}$, y $PV = 0,0002313 * DT^{2,025063} LC^{0,788578} Edad^{0,50249}$ para machos y hembras respectivamente.

ABSTRACT

Prediction of live weight in bovine cattle from body measures. This study took place in a cattle ranch working with double-purpose cattle, in the Department of Jutiapa, Guatemala, with the objective of calibrating a model of cattle measuring tape, with body measures, during the months of April, May and July, 1993. The measures were taken from 456 cattle heads, and the measuring variables comprehended: the torax diameter (TD), the body length (BL), the live weight in kilograms (LW), and the age in years (AG). Cattle food was mainly pastures of "African Star" and "Jaragua" varieties, and other natural species. The herd produces milk all year round with a daily milking, and calves suckle until eight months old. The cattle measurements information was analyzed throughout fixed-effect models, including the TD, BL and AG variables, to determine the contribution of each effect for the live weight predictions. Two lineal multiple regressive models were adjusted by natural logarithm and by base-10 for males and females respectively. The analysis determined that in the studied population, the TD, BL and AG variables can be used to predict the live weight, according to the animal's sex.

 INTRODUCCION

La producción pecuaria se basa en la capacidad individual de los animales para producir leche y carne. Estos dos caracteres son genética y económicamente importantes y su cuantificación debe de ser una rutina a nivel de fincas. La leche se puede medir o pesar con relativa facilidad; sin embargo, la producción de

carne, por medio de la medición del peso vivo presenta mayor dificultad y para ello se requiere de una báscula de una a dos toneladas de capacidad.

Para fines de comercialización, nutrición e investigación es necesario conocer el peso de los animales; por ejemplo, en la evaluación de germoplasma forrajero se prefiere la determinación del peso y ganancia

¹ Presentado en la XLI Reunión Anual del PCCMCA en Honduras, América Central. 26 de marzo - 1 de abril, 1995.

² CENTA, Apartado 885, San Salvador, El Salvador.

³ ICTA, Jutiapa, Guatemala.

⁴ CATIE, Apartado 1170, Costa Rica.

diaria (Paladines, 1986). A nivel de finca, la determinación del peso vivo, es limitada por la falta de equipo apropiado; por lo que la estimación se realiza por medio de apreciaciones visuales o por el uso de cintas bovinométricas. En el trópico, la estimación del peso vivo con cinta puede estar sesgada debido a la heterogeneidad del ganado.

Basado en lo anterior, se realizó el presente estudio, con el propósito de determinar modelos de predicción del peso vivo de ganado bovino en sistemas de doble propósito, a partir de mediciones corporales (diámetro del tórax, largo del cuerpo). Con los modelos generados se trata de aportar una alternativa para una predicción más real del peso vivo de los animales.

MATERIALES Y METODOS

Localización

El estudio se realizó en la finca de los hermanos Vásquez y Asociados en el municipio de Asunción Mita, departamento de Jutiapa, República de Guatemala, ubicado en los 14°20' latitud norte y 89°40' de longitud oeste. Según la clasificación de Holdrige, la región pertenece a las zona de vida bosque subtropical seco, altitud de 500 msnm, precipitación de 1.200 milímetros anuales. La evapotranspiración potencial promedio anual es de 1.920 milímetros, mientras que la temperatura media anual varía entre 25 a 28°C y la humedad relativa de 71% (JICA-MAGA, 1992).

Manejo animal

El tipo de ganado es de doble propósito y se maneja de forma extensiva, producen leche durante todo el año a un ordeño por día; los terneros se amamantan hasta los ocho meses de edad; el sistema de monta es natural y la alimentación se basa en pasturas de Estrella Africana, Jaraguá y grama.

En este hato, como en toda ganadería tropical, la alimentación se caracteriza por ser muy variante en calidad y cantidad, presentándose un balance alimentario deficiente que altera el desarrollo óptimo (subdesarrollo) de los animales, afectando variables productivos como la edad y peso de las novillas al primer parto, tal como lo indica González (1986).

Mediciones corporales para ajustar un modelo de cinta bovinométrica

Para calibrar los modelos de predicción del peso vivo a partir de mediciones corporales, se efectua-

ron, durante los meses de abril, mayo y julio de 1993, mediciones de peso vivo, diámetro torácico y largo del cuerpo medido con cinta métrica, en 456 animales. Este periodo del año corresponde a la transición de época seca a lluviosa, y el inicio de la estación lluviosa, en la cual ocurre incremento en la disponibilidad de forrajes para la alimentación animal.

El peso se tomó en báscula de balancín, el diámetro torácico se midió detrás de los brazos y escápula de animal y el largo del cuerpo se midió longitudinalmente a las vértebras tóricas, lumbares y sacras (desde la parte frontal de la unión de las escápulas hasta el punto de inserción de la cola). Otra información colectada por animal fue: sexo, grupo racial (clasificado fenotípicamente, como individuos predominantemente *Bos indicus*, *B. taurus* y un grupo indefinido), edad (estimada por la técnica de los dientes, citada por Globe, 1988) y estado fisiológico.

Procedimientos analíticos

Para generar los modelos de predicción del peso vivo, se implementaron los siguientes modelos: uno que incluye los efectos fijos de grupo racial (GR), sexo (S), interacción de GR*S y la edad del animal (ED) como covariable, con el propósito de determinar la variabilidad que existe entre grupos raciales y sexo, para las variables de peso vivo, diámetro del tórax y largo del cuerpo; se realizó, además, análisis de correlaciones para determinar el grado de asociación entre estas variables. Con base en los resultados de los procedimientos anteriores se generaron modelos de predicción para cada sexo (hembras y machos) a través de los procedimientos de SAS (1988).

Para ajustar los modelos de predicción se realizaron transformaciones logarítmicas para corregir la heterogeneidad de la varianza de los datos, utilización de la escala logarítmica garantiza las propiedades de los estimadores al estabilizar la varianza en función de las variables involucradas en el modelo, tal como lo plantea Menchaca (1991 a, 1991 b) y Steel y Torrie (1988). Los modelos linealizados para la estimación de los parámetros se presentan a continuación:

MODELO 1 (Modelo para los machos):

$$Y'_{ijkl} = \beta'_0 + \beta_1 DT + \beta_2 LC + \beta_3 DT*LC + \epsilon_{ijkl}$$

Donde:

Y'_{ijkl}	=	Logaritmo natural del peso vivo
$\beta'_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$	=	Parámetros desconocidos
T	=	Diámetro del tórax
C	=	Largo del cuerpo

T*LC = Interacción del DT * LC

Eijkl = Error residual NID (μ , 2)

MODELO 2 (Modelo para hembras):

$$Y'_{ijkl} = \beta'_0 + \beta_1 DT' + \beta_2 LC' + \beta_3 EDAD' + e_{ijkl}$$

Donde:

Y'ijkl = Logaritmo base 10 del peso vivo

$\beta'_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ = Parámetros desconocidos

DT' = Logaritmo base 10 del diámetro del tórax

LC' = Logaritmo base 10 del largo del cuerpo

EDAD' = Logaritmo base 10 de la edad del animal

eijkl = Error residual NID (μ , 2)

RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de mínimos cuadrados para el PV, DT y LC, analizado a través del modelo de efectos fijos que incluyó los efectos de GR, S, interacciones de GR*S y la ED como covariable, indican que el sexo (S) es la única variable que muestra diferencia significativa ($p < 0,01$); la contribución del resto de efectos no es significativa, este comportamiento permite ajustar un modelo de predicción sin considerar el efecto de grupo racial o la interacción GR*S. Para cada sexo (S) el comportamiento y relaciones de las variables en estudio difieren significativamente, lo cual da indicios de la necesidad de generar modelos de predicción del peso vivo para cada sexo de los animales. Estas relaciones coinciden con los planteamientos hechos por Spencer y Eckert (1988), quienes calibraron dos modelos para predicción del peso vivo en vacunos N'Dama de Gambia, uno para machos y otro para hembras.

Compañías comerciales han calibrado modelos de cinta para medir y estimar el peso vivo de razas lecheras o cárnicas considerando un mismo modelo de predicción para todos los animales, algunas separan las predicciones entre grupos raciales, tipo de animales (de lecheros o de carne); sin embargo en ganaderías tropicales (doble propósito), el uso de estas cintas presenta restricciones, debido principalmente a la heterogeneidad de los grupos raciales y al manejo convencional de los animales. Para condiciones trópicas se requiere de modelos de predicción específicos para las poblaciones de ganado explotadas, tal como el desarrollado en el presente estudio.

Las correlaciones lineales entre el DT, LC, y la edad con el peso vivo del animal muestran alta correlación entre el PV con el DT, LC y la edad del animal. De éstas destaca la correlación entre el PV y el DT ($r=0,95377$ para los machos y $r=0,96395$ para las hembras). Resultados similares indican Wanderstock y Salisbury (1946) y Ross (1958) (citados por Spencer y Eckert, 1988), quienes concluyeron que la medida corporal que puede usarse para predecir el PV, en forma satisfactoria es el perímetro o diámetro torácico. De igual forma Corrales (1993), indicó en ganado romosinuano, correlaciones de PV con DT y LC de 0,894 y 0,73, respectivamente.

Establecidas las relaciones entre las medidas corporales y el peso vivo para cada sexo, se procedió a generar los modelos de predicción a través de regresión múltiple linealizada por logaritmo natural y logaritmo base 10 para los machos y hembras, respectivamente, obteniendo dos modelos de predicción y sus parámetros estimados se presentan en el Cuadro 1.

Modelo para los machos:

$$\text{Peso} = e [\beta_1 DT + \beta_2 LC + \beta_3 (DT*LC)]$$

Modelo para las hembras:

$$\text{Peso} = \beta_0 DT \beta_1 LC \beta_2 EDAD \beta_3$$

Donde:

Peso = Peso vivo (kilos)

e = Base del logaritmo natural (2,7182818)

DT = Diámetro de tórax (centímetros)

LC = Largo del cuerpo (centímetros)

DT*LC = Interacción entre DT*LC

Edad = Edad en años

Cuadro 1. Parámetros estimados para los modelos de machos y hembras.

Variable	Valores para el modelo de los machos		Valores para el modelo de las hembras	
	Parámetro	Desviación estándar	Parámetro	Desviación estándar
β_0	---	---	0,0002313	0,16087711
β_1	0,032145	0,00057189	2,025063	0,09843131
β_2	0,030394	0,00081902	0,788578	0,09416065
β_3	-0,000156	0,00000339	0,050249	0,01494411

El coeficiente de determinación para los machos fue de $R^2 = 0,9998$ y la correlación de los pesos reales y los predichos es de $0,97658$; para las hembras, $R^2 = 0,9911$ y la correlación de los pesos reales y los predichos es de $0,99004$. En ambos sexos debe destacarse que en animales menores de 175 kilos las predicciones tuvieron un máximo de error de 15 kilos, pero en animales de mayor peso, los errores fueron hasta de 40 kilos. Por lo tanto, debe considerarse que este modelo puede usarse con bastante precisión en animales menores de 175 kilos de peso, pero no así en animales de mayor peso. Para corregir esta variabilidad Menchaca (1990) desarrollo modelos étapicos para describir la curva de crecimiento de animales meztizos, logrando mayor precisión y exactitud de las predicciones, sin embargo, este tipo de trabajo requiere una evaluación de los animales durante su etapa de crecimiento, en consideración de las variaciones ambientales.

Debido a la heterogeneidad en el crecimiento y estado fisiológico de los animales, particularmente de las vacas y novillas de primer parto, la predicción del peso vivo a través de mediciones corporales presenta limitaciones, ya que con una medida no se puede sensibilizar la condición o el estado del animal; por lo tanto, el uso de los modelos debe considerar estas situaciones. Además, en animales que presenten estados de crecimiento retrasados o deficientes estados nutricionales, las predicciones deben hacerse bajo las consideraciones indicadas.

Tal como lo indica Preston y Leng (1990), en el trópico, las condiciones de manejo y alimentación animal son variadas e influenciadas por el clima, disponibilidad de recursos y por criterios del agricultor; lo cual es fuente de variabilidad en el crecimiento y el desarrollo animal. Tal situación limita la generación de modelos de predicción de peso vivo a partir de mediciones corporales, que se ajusten durante el ciclo de crecimiento y producción del animal.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio, permiten concluir que en ganaderías de doble propósito poco tecnificadas se pueden utilizar los siguientes modelos de predicción de peso vivo: $e[0,032145DT + 0,030394LC - 0,000156(DT*LC)]$; y: $0,0002313DT^2 + 0,025063LCO + 0,788578$ Edad $0,050249$, para machos y hembras, respectivamente; bajo condiciones trópicas la predicción del peso vivo a partir de mediciones corporales se ve afectada por el subdesarrollo de los animales; por lo tanto, la predicción en animales adultos y de peso superior a los 175 kilos no es conveniente, dado, la hete-

rogeneidad en el desarrollo, estado fisiológico y nutricional del animal; en condiciones trópicas, el uso de la cinta bovinométrica se debe limitar a la estimación del peso vivo y no a su determinación puntual.

LITERATURA CITADA

- CORRALES, R. 1993. Modelos para predecir el peso vivo en hembras y machos, usando mediciones postdestetes; Informe de trabajo. Costa Rica. CATIE. sp.
- GLOOBE, R. 1988. Anatomía aplicada del bovino. San José, C.R. IICA. 226 p.
- GONZALEZ STAGNARO, C. 1986. Edad y peso al primer servicio y al parto de novillas mestizas, Memoria ALPA (México) 21:56.
- JICA-MAGA. 1992. Estudio del plan maestro sobre el proyecto de integración de desarrollo rural y agropecuario de Jutiapa: Informe intermedio. Tokio, Japón, Pacific Consultants Internacional. s.p.
- MENCHACA, M.A. 1990. El uso de modelos étapicos para describir las curvas de crecimiento animal. Revista cubana de ciencias agrícolas. 24: 29-34.
- MENCHACA, M.A. 1991a. Modelado del crecimiento en peso bovino. 1. Un modelo intrínsecamente lineal para la presentación del crecimiento. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas 25: 125-128.
- MENCHACA, M.A. 1991b. Modelado del crecimiento en peso bovino. 2. Modelo multiplicativo con el control de curva de crecimiento y otros efectos. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas. 25: 231-236.
- PALADINES, O. 1986. Mediciones de la respuesta animal en ensayos de pastoreo: Ganancia de Peso. In evaluación de pasturas con animales: Alternativas metodológicas. Memorias de una reunión de trabajo celebrada en Perú, 1984. Ed por C. Lascano y E. Pizarro. Colombia. CIAT. pp. 99-126.
- PRESTON, T.R.; LENG, R.A. 1990. Adecuando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles; Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. 2 ed. Cali, Colombia, Circulo Impresores. 313 p.
- SAS. 1988. Clustering; Introduction cluster, fastclus, tree, varclus. In SAS user's guide statistics. North Caroline. SAS Institute. pp. 417-416.
- SPENCER, W.P.; ECKERT, J.B. 1988. Estimación del peso vivo y el peso en canal de los vacunos N'Dama de Gambia. Revista Mundial de Zootecnia. 65:16-23.
- STEEL, R.G.; TORRIE, J.H. 1988. Bioestadística: Principios y procedimientos. Td. Ricardo Martínez B. México. Mc Graw-Hill. 622 .