

# Efecto de la proporcionalidad de las medidas morfológicas en el desempeño productivo de toretes Brahman en pastoreo

Juan Pablo Pareja Ayerbe\* / Carlos Andrés Pinilla Galvis\*\*

## RESUMEN

Este estudio se realizó para conocer las diferencias de Ganancia Media Diaria (G.M.D.) entre tres rangos (alto, medio y bajo) para los veintiún índices morfológicos generados a partir de la interrelación entre las siete medidas corporales tomadas por Asocebú(\*) a los toretes Brahman bajo pruebas de ganancia de peso en pastoreo: altura al sacro (ALSAC), perímetro torácico (PERTOR), longitud corporal (LONCOR), amplitud de cadera (AMPCAD), amplitud de isquiones (AMPISQ), longitud de anca (LONANC) y circunferencia testicular (CIRTES). Para formar los rangos de cada índice, se calculó el promedio sumándole y restándole una desviación estándar que permitiera delimitar los puntos de corte de cada rango. El análisis de los datos se hizo en el software SPSS, donde se realizó un análisis de varianza univariado para confirmar la ausencia de efectos en la interacción de las zonas (Montería, Dorada y Llanos) y edades (nueve a doce y doce a quince meses) sobre los rangos. Posteriormente, se compararon los promedios de G.M.D. de los rangos de cada índice con

una prueba de Tukey de nivel de confianza 0,05. Los doce índices morfológicos que presentaron diferencias significativas en los promedios de G.M.D. para los rangos establecidos fueron: ALSAC/PERTOR, ALSAC/AMPCAD, ALSAC/AMPISQ, ALSAC/LONANC, PERTOR/LONCOR, PERTOR/AMPCAD, LONCOR/AMPCAD, LONCOR/AMPISQ, LONCOR/LONANC, AMPCAD/CIRTES, AMPISQ/CIRTES y LONANC/CIRTES. Estos índices son utilizados para un análisis de regresión (lineal, cuadrática y cúbica) del cual se generaron fórmulas para la predicción de G.M.D.; confirmando la significancia en los 12 índices con los tres tipos de regresión. Sin embargo, la regresión cúbica arrojó coeficientes de determinación más altos en comparación con los otros dos tipos (lineal y cuadrática), siendo el índice ALSAC/PERTOR el de menor error de predicción de la variable dependiente (G.M.D.) con la siguiente fórmula cúbica:  $G.M.D. = -6.12 + 14.13*(ALSAC/PRETOR) - 8.81*(ALSAC/PRETOR)^3$

**Palabras clave:** proporcionalidad, índices morfológicos, ganancia media diaria, regresión, toretes Brahman.

\* Zootecnista Universidad de La Salle. Correo electrónico: pablopaj@hotmai.com

\*\* Zootecnista Universidad de La Salle. Correo electrónico: pinillapinilla@hotmai.com

Fecha recepción: julio del 2007

Fecha aprobación: octubre del 2007

## THE PROPORTIONALITY EFFECT OF MORPHOLOGICAL MEASUREMENTS ON BRAHMAN YOUNG BULLS PRODUCTIVE PERFORMANCE IN PASTURE

### ABSTRACT

This study presents the differences of Average Daily Gain (A.D.G.) in three ranges (high, medium and low) for twenty one morphological indexes generated from the interrelation among the seven corporal measurements taken by Asocebú to the young Brahman bulls in pasture gain test: hip height (HIPHEI), thoracic perimeter (THOPER), body length (BODLEN), rump width (RUMWID), ischium width (ISCWID), rump length (RUMLEN) and testicular circumference (TESCIR). In order to make up each range index, the average was calculated then a standard deviation was added and subtracted to limit the cutting points for each range. The data analysis was made with software SPSS, where a “univariate” variance analysis was made to confirm the absence of effects in the interaction of the zones (Montería, Dorada and Llanos) and ages (nine to twelve and twelve to fifteen months) over the ranges. Later, the A.D.G. averages of the ranges of each index were compared to a Test of Tukey with a level of significance of 0,05. The twelve morphological indexes that presented significant differences in the averages of A.D.G. for the established

ranges were: HIPHEI/THOPER, HIPHEI/RUMWID, HIPHEI/ISCWID, HIPHEI/RUMLEN, THOPER/BODLEN, THOPER/RUMWID, BODLEN/RUMWID, BODLEN/ISCWID, BODLEN/RUMLEN, RUMWID/TESCIR, ISCWID /TESCIR and RUMLEN/TESCIR. Those indexes were used for a regression analysis (lineal, quadratic and cubic), generating significant statistical formulas to predict the A.D.G. with the twelve indexes and three types of regression. However, the cubic regression presents determination coefficients higher than the other types of regression (linear and quadratic), where WIPHEI/RUMWID has the lowest prediction error of the dependent variable (A.D.G.) with this cubic formula:

$$\text{A.D.G.} = -6.12 + 14.13*(\text{HIPHEI/RUMWID}) - 8.81*(\text{HIPHEI/RUMWID})^3$$

**Key words:** proportionality, corporal measurements, Average Daily Gain, regresion, young Brahman bulls.

## INTRODUCCIÓN

Es bien sabido que la morfología de los seres vivos determina, en gran parte, su forma de vida y describe como se han adaptado al entorno en el cual realizan las actividades cotidianas. Es por eso que la morfología ha sido estudiada arduamente para describir el potencial de diversas especies para diversos propósitos. Sin embargo, es usual que las investigaciones sean enfocadas a determinar el efecto de una medida morfológica sobre una función específica, sin tener en cuenta la interacción de varias medidas morfológicas sobre la misma función. Algunos trabajos han sido desarrollados en términos de proporcionalidad morfológica, teniendo en cuenta la interacción de las medidas sobre la función específica. En humanos se han desarrollado sistemas que utilizan índices morfológicos para determinar el tipo de personalidad (Sheldon, 1940), los hábitos de vida (Gómez, 2005) o incluso el potencial para desarrollar un deporte específico (Rivera, 2006).

En otras especies poco se ha trabajado desde el enfoque de las medidas proporcionales, aunque se encuentran algunos trabajos realizados en piosos (Ramírez, 2006), cabras (Bedoti *et al.*, 2004) y toretes Bos Taurus (Fry Gerald). Éste último, fue el trabajo que inspiró esta investigación, donde se busca entender cómo se comportan las proporcionalidades morfológicas con respecto a la ganancia media diaria de toretes Brahman en condiciones de pastoreo tropical.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales utilizados para desarrollar este estudio fueron:

- Base de datos.
- *Software* SPSS V. 12,0.
- Microsoft Office Excel V. 2003.

La base de datos analizada fue suministrada por Asocebú sobre las pruebas de ganancia de peso en pastoreo realizadas entre los años 2000 a 2005, en siete diferentes zonas del país, comprendiendo 673 animales participantes en las categorías de nueve a doce y doce a quince meses de edad.

## SELECCIÓN DE LOS DATOS

Durante la selección de los datos se eliminaron inicialmente ciento noventa y seis (196) registros por no cumplir con los siguientes parámetros mínimos:

- Edad registrada
- Zona identificada
- Número de registro
- Ganancia de peso
- Más de una medida morfológica

Posteriormente, se tuvieron en cuenta sólo los datos de los ejemplares evaluados en las tres zonas más representativas (Montería, Dorada y Llanos) y que coinciden con la zonificación que Asocebú ha utilizado en otras investigaciones. De acuerdo a esto, se seleccionaron para este estudio 343 datos, distribuidos en las tres zonas ya mencionadas y las dos categorías de edad de inicio de cada prueba (nueve a doce meses y doce a quince meses de edad).

**CUADRO 1. DISTRIBUCIÓN DE LOS DATOS**

<b>Categoría</b>		<b>Nº</b>	<b>G.M.D.</b>
General		343	725,04
9 a 12 meses		201	759,86
12 a 15 meses		142	675,76
<b>Zona</b>		<b>Nº</b>	<b>G.M.D.</b>
<b>Montería</b>	general	144	745,56
	9 a 12	72	739,83
	12 a 15	72	751,3
<b>Dorada</b>	general	135	774,63
	9 a 12	122	793,72
	12 a 15	13	595,46
<b>Llanos</b>	general	64	574,27
	9 a 12	7	437,5
	12 a 15	57	591,06

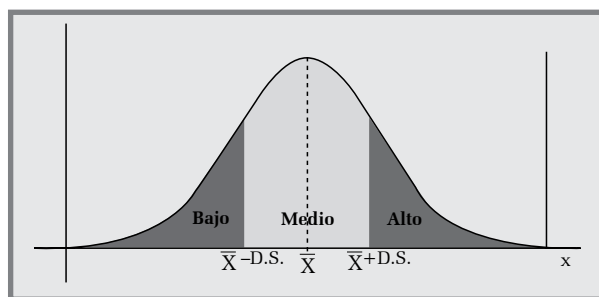
## FORMACIÓN DE LOS ÍNDICES

Las siete medidas corporales tomadas por Asocebú: ALSAC, PERTOR, LONCOR, AMPCAD, AMPISQ, LONANC Y CIRTES fueron interrelacionadas para generar los 21 índices morfológicos que determinan la proporción entre dos medidas a la vez (dividiendo un valor entre otro).

## DETERMINACIÓN DE LOS RANGOS

Los rangos de agrupación (alto, medio, bajo) de cada índice fueron determinados mediante un análisis de estadística descriptiva y, posteriormente, se tomó el promedio de cada índice  $\pm 1$  desviación estándar para cada rango.

FIGURA 1. FORMACIÓN DE LOS RANGOS



## ANÁLISIS DE VARIACIÓN

Para determinar si se presentaban efectos en la interacción de las tres zonas (Montería, Dorada y Llanos) y las dos edades (nueva a doce y doce a quince meses de edad) sobre los rangos, fue necesario realizar un Análisis de Varianza Univariado (Univariate) en el *software* SPSS para cada índice:

$$Y' = Z + E + R + (Z^*R) + (E^*R) + e$$

Donde,

$Y'$  = Índice

$Z$  = Zona

$E$  = Edad

$R$  = Rango

$Z^*R$  = Interacción entre Zona y Rango

$E^*R$  = Interacción entre Edad y Rango

$e$  = Error

Para determinar si existían diferencias estadísticas entre los promedios de G.M.D. de los rangos de cada índice, se realizó un Análisis de Varianza Univariado, con prueba de Tukey con nivel de significancia de 0,05, tomando como variable dependiente G.M.D. y como factores de arreglo a los códigos de rango de cada índice:

$$Y = C1 + C2 + \dots C21 + e$$

Donde,

$Y$  = Ganancia media diaria

$C1$  = Códigos de rango del índice 1

$C2$  = Códigos de rango del índice 2

$e$  = Error

## ANÁLISIS DE REGRESIÓN

Mediante el *software* (SPSS) se realizó un análisis de regresión de curva de estimación, incluyendo análisis de varianza, constante en la ecuación y gráfica de dispersión, utilizando como variable dependiente G.M.D. e independiente a cada uno de los índices que presentaron diferencias significativas en G.M.D. para los rangos, utilizando los siguientes tres modelos:

Lineal ( $Y = a + bX$ )

Cuadrático ( $Y = a + bX + cX^2$ )

Cúbico ( $Y = a + bX + cX^2 + dX^3$ )

Los elementos que no arrojaron valores significativos ( $P < 0,05$ ) dentro de cada modelo de regresión, fueron excluidos automáticamente por el programa, generando fórmulas que no necesariamente se ajustan a los modelos anteriormente presentados.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cuadro dos presenta los valores de estadística descriptiva para las variables estudiadas en los toretes Brahman de las pruebas de ganancia de peso en pastoreo. Los valores de G.M.D. evidencian un comportamiento normal y aproximado a los publicados en la literatura sobre machos Brahman en condiciones tropicales (Asocebú, 2001; Obispo *et al.*, 2001; Pea-

cock *et al.*, 2003; Magaña y Segura 2004). Sin embargo, son superiores en comparación a otros autores (Osorio y Segura 2003). Para esta variable se presentó la mayor variación de los datos, debido posiblemente a las diferencias nutricionales y medioambientales en las pruebas. Para las demás variables no se presentó tanta variación, debido a que corresponden a proporciones morfológicas y no a medidas corporales individuales.

**CUADRO 2. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LAS VARIABLES ESTUDIADAS**

	Variables	N	Promedio	Coefficiente de variación	Límites de los rangos		
	<i>G.M.D.</i>	343	0,72504	17,40%	Bajo	Medio	Alto
1	<i>alsac/pertor</i>	313	0,76889	3,75%	<0,74	>0,74 Y <0,79	>0,79
2	<i>alsac/loncor</i>	313	0,95045	4,59%	<0,90	>0,90 Y <0,99	>0,99
3	<i>alsac/ampcad</i>	336	3,18324	7,49%	<2,94	>2,94 Y <3,42	>3,42
4	<i>alsac/ampisq</i>	336	5,96344	10,26%	<5,35	>5,35 Y <6,58	>6,58
5	<i>alsac/lonanc</i>	313	2,84444	5,47%	<2,69	>2,69 Y <3,00	>3,00
6	<i>alsac/cirtes</i>	335	4,23510	9,06%	<3,85	>3,85 Y <4,62	>4,62
7	<i>pertor/loncor</i>	320	1,23744	5,21%	<1,17	>1,17 Y <1,30	>1,30
8	<i>pertor/ampcad</i>	320	4,13451	7,36%	<3,83	>3,83 Y <4,44	>4,44
9	<i>pertor/ampisq</i>	320	7,67459	8,65%	<7,01	>7,01 Y <8,34	>8,34
10	<i>pertor/lonanc</i>	320	3,69939	5,55%	<3,49	>3,49 Y <3,91	>3,91
11	<i>pertor/cirtes</i>	319	5,49923	8,77%	<5,02	>5,02 Y <5,98	>5,98
12	<i>loncor/ampcad</i>	320	3,34896	8,69%	<3,06	>3,06 Y <3,64	>3,64
13	<i>loncor/ampisq</i>	320	6,21640	9,75%	<5,61	>5,61 Y <6,82	>6,82
14	<i>loncor/lonanc</i>	320	2,99473	6,22%	<2,81	>2,81 Y <3,18	>3,18
15	<i>loncor/cirtes</i>	319	4,45332	9,57%	<4,03	>4,03 Y <4,88	>4,88
16	<i>ampcad/ampisq</i>	343	1,87726	8,98%	<1,71	>1,71 Y <2,05	>2,05
17	<i>ampcad/lonanc</i>	320	0,89811	7,12%	<0,83	>0,83 Y <0,96	>0,96
18	<i>ampcad/cirtes</i>	342	1,33811	10,91%	<1,19	>1,19 Y <1,48	>1,48
19	<i>ampisq/lonanc</i>	320	0,48498	8,92%	<0,44	>0,44 Y <0,53	>0,53
20	<i>ampisq/cirtes</i>	342	0,71608	11,78%	<0,63	>0,63 Y <0,80	>0,80
21	<i>lonanc/cirtes</i>	319	1,49092	9,94%	<1,34	>1,34 Y <1,64	>1,64

### ANÁLISIS DE VARIACIÓN

Después de realizar el Análisis de Varianza Univariado (Univariate) con todos los índices, se determinó que en general la tendencia de los índices dentro de las tres zonas (Montería, Dorada y Llanos) y dos edades (nueva a doce meses y doce a quince meses de edad) no presentó efecto significativo. Sólo se presentaron efectos significativos en la interacción de las zonas con los rangos de tres índices:

- *Altura al sacro / Perímetro Torácico*
- *Perímetro Torácico / Longitud Corporal*
- *Amplitud de Cadera / Longitud de Anca*

Por tal razón, se determinó que la tendencia de los datos no presenta efectos por las categorías de edad ni por las zonas, de manera que los índices morfológicos pueden ser analizados en forma generalizada sin tener en cuenta los criterios de agrupamiento anteriormente rechazados. Esto contrasta con la tendencia encontrada por Manrique (2003), quien “realizó un Análisis de Varianza por rango de edad y por zona, con la finalidad de minimizar el efecto de las zonas y tratar de establecer las relaciones existentes entre la G.M.D. y las medidas bovinométricas de los animales”.

Las diferencias encontradas por Manrique fueron en cuanto a las medidas corporales y no a los índices morfológicos que determinan la proporción entre las diferentes medidas.

Los resultados obtenidos, también difieren de la información presentada por Jaramillo, quien muestra las ondas de crecimiento de los bovinos de acuerdo a la edad del animal y se dividen en tres: Axial (A), Apendicular (B) y Descendente (C). Esto haría suponer una diferencia en la proporción de las medidas morfológicas de acuerdo a la categoría de edad de los animales.

En el Cuadro 2 se presentan los valores de estadística descriptiva para las variables estudiadas, observándose que el coeficiente de variación se mantiene bajo en todos los índices, representando siempre menos de once por ciento (11%) de la variación con respecto al promedio, a excepción de la variable G.M.D.

### COMPARACIÓN DE PROMEDIOS

A continuación se presentan los promedios de G.M.D. para cada uno de los rangos de cada índice, indicando que: los promedios en cada renglón presentan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ):

CUADRO 3. COMPARACIÓN DE MEDIAS

	Ganancia Media Diaria		
	* Bajo	* Medio	* Alto
alsac/pertor	767,54 a	747,56 a	647,95 b
alsac/loncor	743,95 a	731,22 a	705,89 a
alsac/ampcad	772,02 a	728,70 a	648,21 b
alsac/ampisq	743,09 a	731,31 a	664,28 b
alsac/lonanc	772,69 a	740,43 a	643,40 b
alsac/cirtes	730,47 a	726,77 a	701,97 a
pertor/loncor	672,03 b	740,74 a	<b>725,40 ab</b>
pertor/ampcad	757,93 a	732,10 a	683,30 b
pertor/ampisq	723,10 a	737,09 a	695,00 a
pertor/lonanc	724,11 a	735,91 a	699,70 a
pertor/cirtes	698,92 a	732,51 a	740,79 a
loncor/ampcad	752,54 a	736,05 a	669,84 b
loncor/ampisq	742,50 a	736,09 a	680,90 b
loncor/lonanc	741,34 a	741,76 a	664,58 b
loncor/cirtes	716,21 a	733,58 a	724,56 a
ampcad/ampisq	703,93 a	731,98 a	704,06 a
ampcad/lonanc	698,92 a	732,30 a	740,56 a
ampcad/cirtes	669,12 b	733,34 a	740,61 a
ampisq/lonanc	719,93 a	732,48 a	723,31 a
ampisq/cirtes	679,29 b	733,02 a	738,97 a
lonanc/cirtes	684,00 b	<b>731,04 ab</b>	758,74 a

\* Los promedios en cada renglón con letra diferente, indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ )

**ALSAC/PERTOR.** Los toretes con altura al sacro superior a setenta y nueve por ciento (79%) de la medida del perímetro torácico, presentaron menores ganancias de peso ( $p < 0,05$ ). Esta relación puede deberse primero al hecho de que animales de sacro alto requieren más nutrientes para mantenerse (Bakewell Reproductive Center, Ohio State University, Montana State University), además los animales con mayor perímetro torácico tienen gran capacidad donde albergar los órganos cardiovasculares y los digestivos craneales, suponiendo que pueden procesar y metabolizar mayor cantidad de nutrientes.

**ALSAC/AMPCAD.** Los toretes con amplitud de cadera superior a veinte nueve por ciento (29%) de la medida de altura al sacro, presentaron mayores ganancias de peso ( $p < 0,05$ ). Con una cadera amplia con respecto a la altura al sacro, los animales tienen mayor espacio para acumular tejido muscular y adiposo. Adicionalmente, Fry (2007) reporta que una cadera amplia se asocia a hombros amplios, pecho profundo y mejor circunferencia escrotal.

**ALSAC/AMPISQ.** Los toretes con amplitud de isquiones superior a quince por ciento (15%) de la medida de altura al sacro, presentaron mayores ganancias de peso ( $p < 0,05$ ). Los índices compuestos con amplitud de isquiones tienen comportamiento similar a los compuestos con amplitud de cadera, de modo que su interpretación es similar a la del índice anterior.

**ALSAC/LONANC.** Los toretes con longitud de anca superior a treinta y tres por ciento (33%) de la medida de altura al sacro, presentaron mayores ganancias de peso ( $p < 0,05$ ). Una gran longitud de anca con respecto a la altura al sacro se traduce en mayor espacio para acumular tejidos musculares, coincidiendo con lo reportado por Torres (2002).

**PERTOR/LONCOR.** Los toretes con longitud corporal entre setenta y seis, y ochenta y cinco por ciento (76 y 85%) de la medida del perímetro torácico,

presentaron mayores ganancias de peso ( $p < 0,05$ ). Esto difiere respecto a lo que afirma Fry (2007), donde el perímetro torácico debe ser igual o mayor con respecto a la longitud total. Sin embargo, la manera como dicho autor toma la longitud corporal es desde los isquiones hasta la cruz, diferente a la que usa Asocebú, por tal motivo no se pueden comparar directamente los datos.

**PERTOR/AMPCAD.** Los toretes con amplitud de cadera superior a veintidós por ciento (22%) de la medida del perímetro torácico, presentaron mayores ganancias de peso ( $p < 0,05$ ). Mayor amplitud en el tren posterior (AMPCAD) con respecto al tren anterior (PERTOR), representa mayor espacio para acumular tejidos con respecto al espacio visceral que se vacía constantemente.

**LONCOR/AMPCAD.** Los toretes con amplitud de cadera superior a veintisiete por ciento (27%) de la medida de longitud corporal, presentaron mayores ganancias de peso ( $p < 0,05$ ). Los animales demasiado largos tienden a ser débiles de dorso y presentar lomos poco amplios según Fry (2007).

**LONCOR/AMPISQ.** Los toretes con amplitud de isquiones superior a catorce por ciento (14%) de la medida de longitud corporal, presentaron mayores ganancias de peso ( $p < 0,05$ ).

**LONCOR/LONANC.** Los toretes con longitud de anca superior a treinta y uno por ciento (31%) de la medida de longitud corporal, presentaron mayores ganancias de peso ( $p < 0,05$ ). Es importante que gran proporción de la longitud total sea representada por el anca, debido a que allí se alberga gran cantidad de los tejidos acumulados.

**AMPCAD/CIRTES.** Los toretes con amplitud de cadera superior en más de diez y seis por ciento (16%) a la medida de circunferencia testicular, presentaron mayores ganancias de peso ( $p < 0,05$ ).

**AMPISQ/CIRTES.** Los toretes con amplitud de isquiones superior a sesenta y tres por ciento (63%) de la medida de circunferencia testicular, presentaron mayores ganancias de peso ( $p < 0,05$ ).

**LONANC/CIRTES.** Los toretes con longitud de anca superior en más de veinticinco por ciento (25%) a la medida de la circunferencia testicular, presentaron mayores ganancias de peso ( $p < 0,05$ ).

### PREDICCIÓN DE LA GANANCIA MEDIA DIARIA

En el Cuadro 4 se presentan los coeficientes de determinación y las significancias de los modelos de regresión lineal, cuadrático y cúbico de los doce índices que presentaron diferencias significativas en los promedios de G.M.D. de los rangos.

**CUADRO 4. COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN Y SIGNIFICANCIA PARA LAS REGRESIONES**

	ÍNDICE	LINEAL		CUADRÁTICA		CÚBICA	
		R 2	* Signif F	R 2	* Signif F	R 2	* Signif F
1	Alsac / Pertor	0,13179	0,0000	0,16742	0,0000	0,16883	0,0000
3	Alsac / Ampcad	0,11261	0,0000	0,11298	0,0000	0,113	0,0000
4	Alsac / Ampisq	0,08132	0,0000	0,08254	0,0000	0,08254	0,0000
5	Alsac / Lonanc	0,14317	0,0000	0,14368	0,0000	0,14368	0,0000
7	Pertor / Loncor	0,02004	0,0112	0,03472	0,0037	0,0353	0,0034
8	Pertor / Ampcad	0,02204	0,0078	0,02234	0,0279	0,0223	0,0280
12	Loncor / Ampcad	0,04782	0,0001	0,04833	0,0004	0,04833	0,0004
13	Loncor / Ampisq	0,03101	0,0016	0,03451	0,0038	0,03398	0,0042
14	Loncor / Lonanc	0,06032	0,0000	0,06062	0,0000	0,06068	0,0000
18	Ampcad / Cirtes	0,03177	0,0009	0,04212	0,0007	0,04212	0,0007
20	Ampisq / Cirtes	0,03448	0,0006	0,04578	0,0004	0,04578	0,0004
21	Lonanc / Cirtes	0,03019	0,0018	0,03528	0,0034	0,03528	0,0034

Los tres modelos de regresión calculados (lineal, cuadrático y cúbico) mostraron un nivel de significancia menor a 0,05, indicando que cualquier modelo de regresión puede ser empleado para predecir G.M.D. en toretes Brahman en pastoreo. Por lo tanto, se utilizó el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) para discrimi-

nar las ecuaciones y seleccionar el mejor modelo de predicción. Aunque los coeficientes parecen bajos, al compararlos con lo encontrado por Capella *et al.* 2001, con un  $R = 0,08$ ;  $P < 0,05$  y Maquivar *et al.* 2006, con  $R^2 = 0,0265$ , se observa mayor precisión de predicción en esta investigación. Sin embargo, Ma-



quivar y otros (2006), con  $R^2=0.87$  encontraron un coeficiente de determinación superior en su segundo estudio.

La regresión cúbica mostró en comparación a los otros modelos de regresión aplicados (lineal, cuadrático) coeficientes de determinación mayores. A continuación se presentan las ecuaciones obtenidas por medio de regresión cúbica para la predicción de G.M.D. para cada uno de los índices.

- 1) **G.M.D** =  $-6.12 + 14.13*(ALSAC/PRETOR) - 8.81*(ALSAC/PERTOR)^3$
- 3) **G.M.D** =  $1.021 - 0,03262*(ALSAC/AMPCAD)^2 + 0.00106*(ALSAC/AMPCAD)^3$
- 4) **G.M.D** =  $0,8454 + 0,0149*(ALSAC/AMPISQ) - 0,005878*(ALSAC/AMPISQ)^2$
- 5) **G.M.D** =  $0,935366 + 0,162163 * (ALSAC/LONANC) - 0,0824*(ALSAC/LONANC)^2$
- 7) **G.M.D** =  $-2,2078 + 3,4139*(PERTOR/LONCOR) - 0,674*(PERTOR/LONCOR)^3$
- 8) **G.M.D** =  $0,78158 + 0,011422*(PERTOR/AMPCAD) - 0,00138*(PERTOR/AMPCAD)^3$
- 12) **G.M.D** =  $0,775142 + 0,063897 *(LONCOR/AMPCAD) - 0,023007 *(LONCOR/AMPCAD)^2$
- 13) **G.M.D** =  $0,678224+ 0,02881*(LONCOR/AMPISQ) - 0,000518*(LONCOR/AMPISQ)^3$
- 14) **G.M.D** =  $1,045713 - 0,049845 *(LONCOR/LONANC)^2 + 0,004865*(LONCOR/LONANC)^3$
- 18) **G.M.D** =  $-0,22232 + 1,251 *(AMPCAD/CIRTES) - 0,401027 *(AMPCAD/CIRTES)^2$

$$20) \text{ G.M.D} = -0,170441 + 2,222922 *(AMPISQ/CIRTES) - 1,339316 *(AMPISQ/CIRTES)^2$$

$$21) \text{ G.M.D} = -0,109195 + 0,971768 *(LONANC/CIRTES) - 0,271935 *(LONANC/CIRTES)^2$$

Nota: los términos lineales, cuadráticos o cúbicos que fueron omitidos en las ecuaciones anteriores, fueron excluidos automáticamente por el *software* SPSS por que aportan poco o nada en la predicción de G.M.D.

La mejor ecuación para predecir G.M.D. en toretes Brahman en condiciones de pastoreo está dada por la regresión cúbica del índice *ALSAC / PERTOR* identificado con el número uno. Sin embargo, su utilización debe ser prudente debido a que el coeficiente de determinación es tan solo de 0,168 y, por tal razón, explica solamente el 16,8% de la variación de la variable dependiente (G.M.D.)

$$\text{G.M.D} = -6.12 + 14.13*(ALSAC/PRETOR) - 8.81*(ALSAC/PRETOR)^3$$

## AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento más sincero al Dr. Carlos Manrique Perdomo. Director del trabajo, por su confianza, guía, tiempo y desinterés para transmitir sus conocimientos. Al Departamento Técnico de Asocebú, en cabeza de Germán Gómez Serrano y el apoyo de Ariel Jiménez Rodríguez. A María Isabel Tenjo Morales, quien dedicó su valioso tiempo en explicaciones de estadística básica. A los Drs. Álvaro Fernán Castellanos y César Julio Jaramillo por sus indicaciones y colaboración en la investigación. En general, a todos aquellos que, de alguna forma, colaboraron en el desarrollo de este proyecto con apoyo y voz de aliento.

## BIBLIOGRAFÍA

- ASOCEBÚ. Resultados de la Primera Prueba de Ganancia de Peso en Pastoreo Realizadas en Quimbaya y Sincelejo. *Revista El Cebú* 321. (2001): 10 - 12.
- Bedotti D., Gómez A. Sánchez M. y Martos, J. Morphologic and phaneroptic characterization of the pampean Red goat. *Archivos de zootecnia* 53. 203: 269.
- Fry G. *Bovine Engineering and Consulting*. (en línea) [www.bovineengineering.com/linera\\_male.html](http://www.bovineengineering.com/linera_male.html). Junio 2007.
- Gómez J. Estudios sobre somatología y variabilidad poblacional en Colombia. *Revista Exhumar* 2. (2005). (En línea). [http://www.humanas.unal.edu.co/publicaciones/publicaseriadas/exhumar/pdf/numero2/somatologia\\_%20y\\_%20variabilidad\\_%20poblacional.pdf](http://www.humanas.unal.edu.co/publicaciones/publicaseriadas/exhumar/pdf/numero2/somatologia_%20y_%20variabilidad_%20poblacional.pdf). Junio 2007.
- Jaramillo D. Musculatura y grasa en el juzgamiento. Asociación Nacional de Jueces de la Raza. *Selección y juzgamiento del ganado cebú*.
- Magaña J y Segura J. Estimates of Breed Average Direct, Maternal and Heterosis Effects for Some Pre-weaning Traits of Zebu Breeds and Their Crosses in Southeastern Mexico. *Journal of Tropical Animal Health and Production*. 0049-4747.
- Manrique C. Análisis bovinométrico de pruebas de ganancia de peso en pastoreo. *Revista El Cebú* 331. (2003): 18 - 26.
- Obispon N., Pares P., Hidalgo C., Palma J. Godoy S. Consumo de forraje y ganancia diaria de peso en bovinos de carne en crecimiento suplementados con fuentes proteicas. *Zootecnia Trop*. 19. 3. (2001): 423 - 442.
- Osorio M y Segura J. Análisis del peso por edad y de la ganancia diaria de peso de toretes cruzados en pruebas de comportamiento en pastoreo en el trópico. (en línea). <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/6/osor156.htm>. Junio 2007.
- Peacock F., Kirk W., Koger M., Carpentier J. Crockett J. Evaluation of the Brahman Breed as Straight-bred and Crossbred for Beef Production in South Central Florida. Ifas Extension. University Of Florida.
- Ramírez R. Variación morfológica asociada al sustrato en tres especies de la familia Pediculidae. (en línea) [http://www.cibrc.org/MES/vol2/vol2\(1\)/Pediculidae\\_MES2\(1\).pdf](http://www.cibrc.org/MES/vol2/vol2(1)/Pediculidae_MES2(1).pdf). Junio 2007.
- Rivera J. Evaluation Of The Somatotype And Proportionality Of University Soccer Players With Respect To Professional Soccer Players. Marzo 2006. (En línea). <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista21/artfutbol21.htm>. Junio 2007.
- SHELDON. The Psychology of C. G. Jung and the Body and Temperament Types of W. H. Sheldon. (en línea) <http://wilderdom.com/personality/L6-1-PersonalityTypes.html>. Junio 2007.