

## Estimación de factores de ajuste para el peso y la edad en hembras de la raza Carora

Estimation of adjustment factors for the weight and age in females of Carora breed

C. Tomarelli<sup>1</sup>, A. Caroli<sup>2</sup>, R. Rizzi<sup>1</sup> y J.C. Álvarez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze Veterinarie e Sanità Pubblica, Facoltà di Medicina Veterinaria, Università degli Studi, Via Celoria 10, 20133, Milano, Italia.

<sup>2</sup>Dipartimento di Medicina Molecolare e Traslazionale, Università degli Studi, Viale Europa 11, 25123 Brescia, Italia.

<sup>3</sup>Asociación de Criadores de Ganado Carora, Avda. Francisco de Miranda con calle Riera Silva, Edif. Arca 8, 2do piso. Ofic. O., Carora, Venezuela.

### Resumen

Se analizaron 58.862 pesos tomados de 12.081 hembras de la raza Carora de edad comprendida entre 30 y 2.500 días, para obtener los coeficientes de ajuste del peso para la edad y de la edad para el peso. Para analizar el peso se ha adaptado un modelo animal mixto que incluyó el efecto fijo de la edad agrupada en 244 clases de 10 días cada una, mientras que para el análisis de la edad en el modelo fueron introducidos los pesos agrupados en 14 clases de 50 kg cada una. Las curvas del peso y de la edad se calcularon con base en las medias estimadas de los factores 'clase de edad' por el peso y del factor 'clase de peso' para la edad, obtenidos de los dos modelos. Las dos curvas explicaron con un elevado coeficiente de determinación la variabilidad tanto del peso ( $R^2=0,994$ ) como de la edad ( $R^2=0,992$ ). La vaca llega al peso maduro entre los 67 y los 75 meses de edad, es decir, entre la tercera y la cuarta lactancia. El uso de estos coeficientes permitirá a los criadores prever el peso a una determinada edad. Además, permite al criador prever la edad a la cual una novilla, que pertenece a una determinada clase de peso, llega al peso típico para el servicio y de obtener información sobre la precocidad.

**Palabras clave:** peso, edad, coeficientes de ajuste, Raza Carora.

---

Recibido el 06-02-2015 • Aceptado el 04-11-2015

Autor de correspondencia e-mail: rita.rizzi@unimi.it; carlotta.tomarelli@unimi.it; caroli@med.unibs.it; asocrica@gmail.com

## Abstract

Fifty-eight thousand eight hundred and sixty two weights taken from 12,081 females were analyzed from the Carora breed aging from 30 to 2,500 days to obtain the adjustment coefficients of the weight for the age and the age for the weight. To analyze the weight, a mix animal model has been adapted which included the fix effect of the age grouped into 244 classes of 10 days each, meanwhile, for the analysis of the age in the model the weights grouped into 14 classes of 50 kg each were introduced. The curves of the weight and the age was calculated based on the estimated means of the factors "type of age" by the weight and the factor "type of weight" for the age, obtained from both models. The two curves explained with a high determination coefficient the variability of both the weight ( $R^2=0.994$ ) and the age ( $R^2=0.992$ ). The cow reaches the mature weight from 67 to 75 months of age, that is, the third and fourth lactation. The use of these coefficients would allow the breeders to foresee the age when a heifer that belongs to a determine type of weight, reaches the typical weight for the service and obtain information about the precocity.

**Key words:** weight, age, adjustment coefficients, Carora breed.

## Introducción

La variabilidad de la producción animal se debe, además de los efectos genéticos, también a factores ambientales. Para analizar los pesos vivos de los animales, la edad es uno de los factores determinantes que se tienen que tomar en cuenta para que la estimación de los factores genéticos sean confiables. Cualquier comparación entre pesos vivos de los animales, que se base sobre índices genéticos ó directamente sobre los mismos pesos, impone la necesidad de que los pesos detectados a diferentes edades sean comparables. Este problema puede ser solucionado multiplicando los pesos por específicos coeficientes de ajuste que buscan eliminar de los datos productivos la variabilidad debida a la edad (Cundiff *et al.*, 1966; Robertson, 1974; Nelsen y Kress, 1981; Rossi *et al.*, 1992). Para construir una tabla de co-

## Introduction

The variability of the animal production is due both to the genetic and to the environmental factors. Age is one of the main factors that must be taken into account for an accurate estimation of breeding values for the live weight in cattle. Any comparison between the live weights of the animals, which is based on breeding values or directly on the weights themselves, lies on the need to make comparable weights recorded at different ages. This problem can be solved multiplying the weights by specific adjustments coefficients that have the purpose of removing variability due to age from the productive data (Cundiff *et al.*, 1966; Robertson, 1974; Nelsen and Kress, 1981; Rossi *et al.*, 1992). In order to calculate the adjustment coefficients it is necessary analyze the average

eficientes de arreglo del peso para la edad de la pesada, es necesario conocer los pesos medios a diferentes edades. Estas medias deben ser calculadas tomando en cuenta los diferentes factores ambientales que condicionan el peso y también el efecto genético del animal.

La raza bovina Carora, es una raza especializada para la producción de leche, se usa en el cruce con animales *Bos indicus* en el Doble Propósito, el cual se caracteriza por una gran variabilidad de modelos de producción que tienen el objetivo de producir leche y carne en proporciones diferentes (Soto-Belloso, 2004). En este sistema de producción los criadores inseminan normalmente las vacas de raza Carora al peso de 350 kg. Por eso, es importante tener coeficientes de ajuste que permitan por un lado normalizar los pesos detectados a diferentes edades para comparar las vacas y por otro lado, prever la edad a la cual los animales llegan al peso idóneo para la reproducción.

El objetivo de este trabajo fue calcular los coeficientes multiplicativos para prever el peso a una determinada edad y/o para prever la edad a la cual se llega a un determinado peso.

## **Materiales y métodos**

Se utilizaron 243.199 pesos de 91.255 animales, tomados entre 1986 y 2013; de esta información se seleccionaron los pesos de las vacas de raza Carora.

Se controlaron las informaciones con el fin de eliminar los datos duplicados, anómalos o con fechas de peso y/o nacimientos inconsistentes. Para

weights on different ages account for both environmental and also genetic factors that affect them

Carora is a specialized dairy breed reared both in intensive and in extensive systems. Bulls are also mated to *Bos indicus* cows with the aim of obtaining animals reared in the "double propósito" production system to produce milk and meat in different proportions (Soto-Belloso, 2004). In both production system, the adequate breeding weight is 350 kg. It therefore becomes important to have coefficients of adjustment that allow to standardize weights detected at different ages in order to compare and to predict the age at which the animals reach the breeding weight.

The aim of this research was to calculate the multiplicative coefficients to predict the weight at a determined age and/or to predict the age at which a heifer reach the required breeding weight.

## **Materials and methods**

Data consisted of 243,199 weights of 91,255 animals, recorded from 1986 to 2013, using this information the weights of Carora cows were selected.

The information were edited with the aim of eliminating the duplicated, or abnormal data or with inconsistent weighting and/or birth dates. For the statistical analysis, 58,862 weights of 12,081 females were used corresponding to the Carora cows, aging from 30 to 2,500 days (83 months) and with a weight not higher than 700 kg.

### **Weight by age**

Weights were analyzed using an animal model that included the fixed

el análisis estadístico se dispuso de 58.862 pesos de 12.081 hembras de raza Carora con edad al peso entre 30 y 2.500 días (83 meses) y con peso no mayor de 700 kg.

### **Peso por edad**

Los pesos se analizaron por medio de un modelo animal mixto que consideraba los factores fijos de la interacción entre año de pesada y finca (428 niveles), del mes de pesada (12 niveles), de la clase de edad (244 niveles) y los factores aleatorios del animal, del efecto ambiental permanente y del error. La edad a la pesada se agrupó en 244 clases de 10 días.

### **Edad por peso**

A las informaciones relacionadas con la edad se adaptó un modelo animal mixto que incluía los factores fijos de interacción entre año de pesada y finca, del mes de pesada y de la clase de peso y los factores aleatorios del animal, del efecto ambiental permanente y del error. Los pesos se agruparon en 14 clases de 50 kg. Para estos dos análisis se usó el programa REMLF90 (Misztal, 2008).

Usando las soluciones de los efectos fijos obtenidos en los dos análisis, se calcularon las medias estimadas a las cuales se adaptó el siguiente modelo de regresión.

$$y_i = a + \sum_{j=1}^n b_j * x_i^t + e_i$$

Donde:

$y_i$  = media estimada (peso o edad);

$a$  = intercepto;

$b_j$  = coeficientes de regresión de la variable dependiente sobre la edad (o sobre el peso). El número máximo de coeficientes testados concurrentemente depende de los grados de libertad;

factors of the interaction between weighting year and farm (428 levels), weighting month (12 levels), age (244 levels) and the random factors of the animal, of the permanent environmental and of the error. The weighting age was grouped into 244 classes of 10 days.

### **Age by weight**

An animal model was adapted to the information related to the age, which included the fixed factors of interaction between the weighting year and the farm, the month of the weighting and the class of the weight and the random factors of the animal, of the permanent environmental effect and of the error. The weights were grouped into 14 classes of 50 kg. For these two analyses the REMLF90 program was used (Misztal, 2008).

The least square means were estimated using the solutions of the fixed effects obtained from both models, and adapting the following regression model.

$$y_i = a + \sum_{j=1}^n b_j * x_i^t + e_i$$

Where:

$y_i$  = estimated mean (weight or age);

$a$  = intercept;

$b_j$  = regression coefficient of the dependent variable on the age (or over the weight). The maximum number of tested coefficients depends on degree of freedom;

$x_i$  = age of the weighting season in months or weight;

$t$  = exponent variable from 0.1 to 3.5 with increment of 0.1;

$e_i$  = residual effect.

$x_i$  = edad a la época de la pesada en meses o peso;

$t$  = exponente variable entre 0,1 y 3,5 con incremento de 0,1;

$e_i$  = efecto residual casual.

Entre los 480 modelos que mejor se adaptaron a la información se seleccionó uno con base a la mejor combinación entre coeficiente de determinación ( $R^2$ ), raíz del error cuadrático medio y parsimonia; la curva de interpolación obtenida permitió calcular la producción esperada para cada una de las clases. Para el cálculo de la regresión, se usaron los procedimientos RSQUARE y REG del paquete estadístico SAS (SAS, 2013).

Los coeficientes multiplicativos (CM) se calcularon por medio de la siguiente relación:

$$CM = \mu_m / \mu_i$$

Donde:

$\mu_m$  = es el peso estimado del animal a la edad requerida (12, 24, 36 meses) o la edad estimada para un peso requerido (250, 300, 350, 400 kg).

$\mu_i$  = es el peso estimado a la  $i^{\text{ma}}$  edad o la edad estimada para la  $i^{\text{ma}}$  clase de peso.

Al final se calcularon las estadísticas descriptivas de la edad por lactancia usando los datos de 21.177 lactancias de 5.821 vacas de la raza Carora desde 1991 hasta el 2013. Las observaciones relacionadas con la octava lactancia y las siguientes se agruparon en una única clase.

## Resultados y discusión

La curva obtenida interpoló de manera ponderada las medias estimadas relativas a las 244 clases de edad y explicó con un elevado coeficiente de

Among the 480 models that better adapted to the information one was selected based on the best combination from the determination coefficient ( $R^2$ ), root mean square error and parsimony; the expected weight or age for each class were obtained from the selected model. For the regression analysis, the procedures RSQUARE and REG of the software SAS (SAS, 2013) were used.

The multiplicative coefficients (MC) were calculated by the following relation:

$$CM = \mu_m / \mu_i$$

Where:

$\mu_m$  = is the estimated weight of the animal to the age required (12, 24, 36 months) or the estimated age for a required weight (250, 300, 350, 400 kg).

$\mu_i$  = is the estimated weight to the  $i^{\text{th}}$  age or the estimated age for the  $i^{\text{th}}$  class of the weight.

Finally, the descriptive statistics of the age by lactation were calculated using the data of 21,177 lactations of 5,821 Carora cows raised from 1991 to 2013. Data relative to the eighth lactation and more were grouped into a unique class.

## Results and discussion

The curve obtained interpolate the least square means relative to 244 classes of age and explained with an elevate determination coefficient ( $R^2 = 0.994$ ) the variability of the weight due to the age (figure 1).

The following smoothed growth curve was built up:

$$\text{Weight} = 24.69 + 8.855 * Et^{\text{a}1.1} - 2.567 * Et^{\text{a}1.3}$$

determinación ( $R^2 = 0,994$ ) la variabilidad del peso vinculada con la edad (figura 1).

La función individual fue la siguiente:

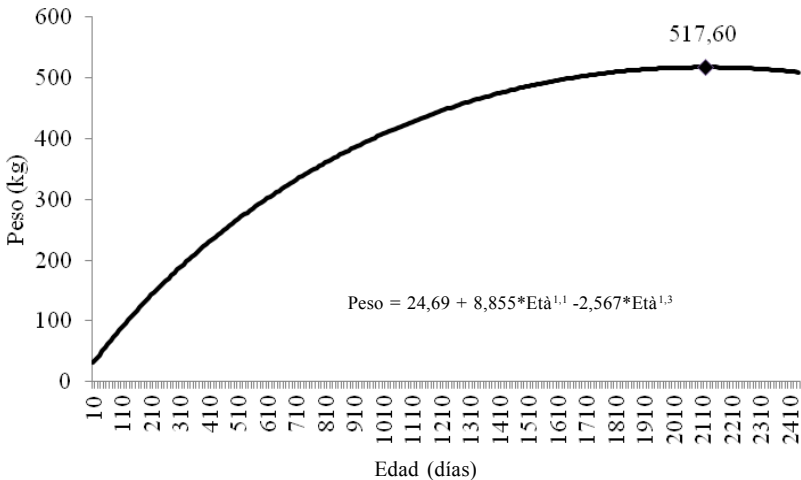
$$\text{Peso} = 24,69 + 8,855 * \text{Età}^{1,1} - 2,567 * \text{Età}^{1,3}$$

y todos los coeficientes de regresión resultaron significativos ( $P < 0,0001$ ,  $H_0: b=0$ ).

La tendencia del peso presentó un ajuste entre los 67 y los 75 meses, mientras que el peso más elevado (517,6 kg) se logró a los 71 meses. Según estos resultados y de las medias de la edad por lactancia (cuadro 1), se dedujo que el peso maduro en las vacas raza Carora se logró entre la tercera y la cuarta lactancia en concordancia al estándar del peso maduro reportado para las vacas de leche (Moran, 2012). Siendo la edad media al parto de la raza Carora (34,26, 48,81 y 63,28 meses), el

and all the regression coefficients resulted significant ( $P < 0.0001$ ,  $H_0: b = 0$ ).

The graph shows that the mature weight was attained between 67 and 75 months and the highest weight (517.6 kg) was observed at 71 months. According to these results and to the mean of age for each lactation (table 1), it can be deduced that that mature weight in Carora cows was attained between the third and fourth lactation according the standard mature weight reported for dairy cows (Moran, 2012). Being the average age of the Carora breed (34.26, 48.81 and 63.28 months), the expected weight was 412, 482 and 514 kg for the first, second and third calving, respectively, which corresponded to approximately 80, 93 and 99% of the mature weight: these weights were considered appropriate for the dairy cows raised in tropical environment (Moran, 2012).



**Figura 1. Curva interpolante de los pesos corporales en función de la edad.**

**Figure 1. Interpolating curve of body weight based on age.**

**Cuadro 1. Edad media de las vacas raza Carora por lactancia.****Table 1. Mean of age for lactation of Carora cows.**

Lactancia	N	Media	DS	Min – Max
1	5830	34,26	5,19	21-56
2	4837	48,81	6,45	33-72
3	3578	63,28	7,71	47-90
4	2553	77,14	8,70	59-104
5	1717	90,69	9,43	71-117
6	1104	103,37	9,17	84-126
7	717	117,30	10,55	96-145
>8	841	141,76	18,20	110-193

N= número de individuos, DS= desviación estándar, Min= mínimo, Max= máximo.

peso previsto fue de 412, 482 y 514 kg para el primero, segundo y tercero parto, respectivamente, que correspondieron a alrededor del 80, 93 y 99% del peso maduro, estos pesos fueron considerados óptimos para la vaca lechera criada en ambiente tropical (Moran, 2012).

Los datos que reporta la literatura, en lo que se refiere al crecimiento de las vacas lecheras en el medio tropical, no fueron comparables con los resultados de este trabajo por las diferencias morfológicas y productivas entre las razas (Cardoso *et al.*, 2004; Ilatsia *et al.*, 2011) y porque el peso maduro se estimó usando las clásicas funciones no lineales (Freitas *et al.*, 1997; Coelho *et al.*, 2009).

En el cuadro 2 se reportan los coeficientes de ajuste del peso para la edad a 12, 18, 24 y 36 meses mediante

$$\text{Coef. Ajuste a la edad } x = \frac{\text{peso previsto a 12, 18, 24 o 36 meses}}{\text{peso previsto a la edad } x}$$

la fórmula:

Para proporcionar la edad en función del peso el siguiente modelo de regresión resultó tener el mejor coefi-

The data reported in the literature about the growth of dairy cows in the tropics were not compared to the results from this research due to the morphologic and productive differences among the breeds (Cardoso *et al.*, 2004; Ilatsia *et al.*, 2011) and because the mature weight was estimated using the classic non linear functions (Freitas *et al.*, 1997; Coelho *et al.*, 2009).

Table 2 reports the adjustment coefficients of the weight for the age at 12, 18, 24 and 36 months calculated using the following formula:

$$\text{Adjustment coefficient at age } x = \frac{\text{expected weight at 12, 18, 24 or 36 months}}{\text{expected weight at age } x}$$

The following model resulted to have the best determination coefficient ( $R^2=0.992$ ) in order to estimate the age in function of the weight.

$$\text{Age (months)} = 4.642 + 0.00000374 * \text{Weight}^{2.7} - 5.2151 \text{E}^{-10} * \text{Weight}^4$$

Figure 2 reports the plot of the expected age for each weight class. The weight settles after 5 years of age confirming the results previously obtained.

**Cuadro 2. Coeficientes de ajuste del peso para la edad de la pesada.****Table 2. Adjustment coefficients of body weight for the age at weighting.**

Edad en meses	kg esperados	Meses			
		Coef.12	Coef. 18	Coef. 24	Coef. 36
0	24,69	8,51	11,28	13,60	17,11
1	43,64	4,81	6,38	7,69	9,68
4	96,02	2,19	2,90	3,50	4,40
8	156,87	1,34	1,78	2,14	2,69
12	210,07	1,00	1,33	1,60	2,01
18	278,53	0,75	1,00	1,21	1,52
24	335,73	0,63	0,83	1,00	1,26
30	383,36	0,55	0,73	0,88	1,10
36	422,57	0,50	0,66	0,79	1,00

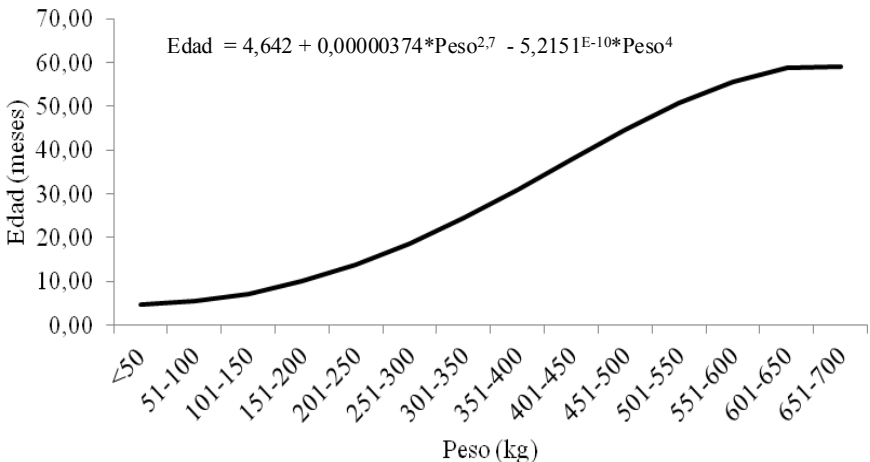
Coef. = Ajuste a la edad.

ciente de determinación ( $R^2=0,992$ ).

$$\text{Edad (meses)} = 4,642 + 0,00000374 * \text{Peso}^{2,7} - 5,2151 \text{E-}10 * \text{Peso}^4$$

En la figura 2 se reporta la edad prevista por clase de peso. El peso se

The adjustment coefficients of the age were estimated for the weight of 250, 300, 350 and 400 kg (table 3) with the following formula:

**Figura 2. Curva interpolante de la edad en función del peso corporal.****Figure 2. Interpolating curve of age relation of body weight.**



ajustó después de 5 años de edad confirmando los resultados obtenidos anteriormente.

$$\text{Coef. Ajuste del peso } x = \frac{\text{edad prevista al peso de 250, 300, 350, o 400 kg}}{\text{edad prevista al peso } x}$$

Se estimaron los coeficientes de ajuste de la edad para el peso de 250, 300, 350 y 400 kg mediante la fórmula:

El uso de estos coeficientes permite al criador estimar la edad en la cual la vaca que pertenece a una determinada clase de peso puede lograr el peso típico (cuadro 3) de una fase característica del crecimiento (250, 300, 350 o 400 kg). Esto permite controlar, por lo tanto, el crecimiento del animal y hacer evaluaciones zootécnicas sobre la gerencia de la finca. Permite también obtener indicaciones sobre la precocidad, entendida tanto como precocidad de crecimiento como precocidad sexual, esto es un carácter importante en la raza Carora, ya sea en sistemas intensivos de cría o en los sistemas extensivos, principalmente en

$$\text{Adjustment coefficient at weight } x = \frac{\text{expected age at 250, 300, 350, o 400 kg weight}}{\text{expected age at weight } x}$$

The use of these adjustment coefficients allows the breeder to predict the age at which the cow that belongs to a class of weight (table 3) might achieve the weight of the characteristic growth phase (250, 300, 350 or 400 kg). Thus, this allows to monitor the growth of the animal and to monitor the management of the herd. It can also give indications about the precocity, both as growth and as sexual precocity, which is an important trait in the Carora breed reared in intensive breeding systems or in extensive systems, mainly in double purpose. In both exploitation systems, an important objective is to achieve a weight of 350 kg to inseminate the heifer because the sexual development is more related to the weight rather to the age (Moss, 1993; Moran, 2012). Consequently, the age of the first service can anticipated

**Cuadro 3. Coeficientes de ajuste de la edad en función del peso.**

**Table 3. Adjustment coefficients of age for the body weight class.**

Peso (kg)	Edad esperada	Coef. para 250 kg	Coef. para 300 kg	Coef. para 350 kg	Coef. para 400 kg
<50	4,78	2,88	3,90	5,12	6,47
51-100	5,53	2,49	3,38	4,43	5,60
101-150	7,19	1,91	2,60	3,41	4,31
151-200	9,91	1,39	1,88	2,47	3,12
201-250	13,76	1,00	1,36	1,78	2,25
251-300	18,66	0,74	1,00	1,31	1,66
301-350	24,48	0,56	0,76	1,00	1,26
351-400	30,96	0,44	0,60	0,79	1,00
401-450	37,78	0,36	0,49	0,65	0,82

Coef.= Ajuste del peso.

el doble propósito. En ambos sistemas de explotación un objetivo importante es lograr un peso de 350 kg para inseminar la novilla porque el desarrollo sexual esta conexo más al peso que a la edad (Moss, 1993; Moran, 2012). Como consecuencia se puede adelantar la edad de primer servicio si las novillas presentan un buen crecimiento y desarrollo corporal.

## Conclusiones

Este análisis ha permitido definir las curvas de crecimiento de las hembras de raza Carora y de estimar los coeficientes de ajuste del peso en función de la edad y de la edad en función del peso.

Los coeficientes calculados pueden ser una valiosa ayuda para la evaluación de los animales dentro de la finca, permitiendo una rápida estimación de un ranqueo de los mismos sin necesidad de pesar los animales a la misma edad, hecho que se dificulta en fincas de mediana y grandes dimensiones. Puede también facilitar al criador indicaciones sobre la precocidad de una novilla permitiendo prever la edad de servicio al conocer el peso del animal en una edad cualquiera.

Analizando las curvas reportadas en esta nota se evidencia que la vaca de raza Carora llega al peso maduro entre la tercera y la cuarta lactancia y que el crecimiento se desarrolla conforme a los objetivos indicados por la literatura para un manejo óptimo de la vaca lechera en ambiente tropical.

## Agradecimientos

Los autores agradecen la ayuda financiera brindada por el Séptimo

if heifers have a good growth and body development.

## Conclusions

This analysis allowed defining the growing curves of the Carora cows and estimating the adjustment coefficients of the weight in function of the age, and the age in function of the weight.

The adjustment coefficients estimated may be useful for evaluating the animals in the herd and allows to rank the animals without the need of weighting at the same age, that is difficult in the medium and large herds. Also, these coefficients might provide the breeder indications about the precocity of a heifer allowing to predict the age of the service when the weight of the animal at a determined age is known.

From the analysis of the curves reported in this paper, it is observed that the the Carora cows attain the mature weight from the third to fourth lactation and the growth develops according to the objectives indicated in the literature for an good management of the dairy cow in the tropical environment.

## Acknowledgements

The authors gratefully acknowledge co-funding from the European Community under the 7th Framework Programme for Research and Technological Development for the collaborative project LIB FP7 KBBE 222632).

*End of english version*

---

Programa Marco de la Comunidad Europea para acciones de investigación, desarrollo tecnológico y demostración a través del proyecto LIB FP7-KBBE 222632.

## Literatura citada

- Cardoso, V.L., J.R. Nogueira, A.E. Vercesi Filho, L. El-Faro y N.C. Lima. 2004. Objetivos de selección e valores económicos de características de importancia económica para un sistema de producción de leche a pasto na região sudeste. *Rev. Bras. Zoot.* 33:320-327.
- Coelho, J.G., P.F. Barbosa, H. Tonhati e M.A. Ramalho de Freitas. 2009. Análise das relações da curva de crescimento e eficiência produtiva de vacas da raça Holandesa. *Rev. Bras. Zoot.* 38:2346-2353.
- Cundiff, L.V., R.L. Willham and C.A. Pratt. 1966. Additive *Versus* Multiplicative Factors for Weaning Weight in Beef Cattle. *J. Anim. Sci.* 25:983-987.
- Freitas, A.F., M.C. Duraes and N.M. Teixeira. 1997. Growth curves of Holstein heifers under confinement. *Arq. Bras. Med. Zoo.* 49:85-93.
- Ilatsia, E.D., S.A. Migose, W.B. Muhuyi and A.K. Kahi. 2011. Sahiwal cattle in semi-arid Kenya: genetic aspects of growth and survival traits and their relationship to milk production and fertility. *Trop. Anim. Health Prod.* 43:1575-1582.
- Misztal, I. 2008. Reliable computing in estimation of variance component. *J. Anim. Breed. Genet.* 125:363-370.
- Moran, J. 2012. Post-weaning management of dairy heifers. p. 177-193. En: J. Moran (Ed.). *Rearing young stock on tropical dairy farms in Asia*. CSIRO Publishing, Collingwood, Australia.
- Moss, R.J. 1993. Rearing heifers in the subtropics and tropics: nutrient requirements and supplementation. *Trop. Grasslands* 27:238-249.
- Nelsen, T.C. and D.D. Kress. 1981. Additive and Multiplicative Factors for Sex and Age of Dam in Beef Cattle Weaning Weight. *J. Anim. Sci.* 53:1217-1224.
- Robertson, C.W. 1974. Comparison of various methods for adjusting weaning weights of calves to age-constant basis. Ph.D. Dissertation. Univ. of Tennessee, Knoxville.
- SAS Institute Inc. 2013. SAS® 9.4 Guide to Software Updates. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Rossi, D.J., D.D. Kress, M.W. Tess and P.J. Burfening. 1992. Correcting Bias from the Standard Linear Adjustment of Weaning Weight to an Age-Constant Basis for Beef Calves. *J. Anim. Sci.* 70:1333-1341.
- Soto-Bellos, E. 2004. La ganadería de Doble Propósito en Venezuela. *Memorias XII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal*, Maracay, Venezuela. pp. 221-229.