

# ESTIMACION DE LA CURVA DE CRECIMIENTO EN VACUNO RETINTO: ASPECTOS PRACTICOS PARA LA TIPIFICACION DE PESOS

## GROWTH CURVE ESTIMATION FOR RETINTO BEEF CATTLE: PRACTICE ASPECTS FOR TIPIFICATION OF WEIGHTS

Molina, A.\* , M.I. Serrano\*, A. Burgos, J.M. Jiménez, F. M. Salado, F. Cabeza de Vaca, E. Espárrago y A. Rodero

\* Departamento de Genética. Facultad de Veterinaria. Universidad de Córdoba. 14005 Córdoba. España.

\*\* Centro Experimental Agrícola y Ganadero. Exma. Diputación de Cádiz. Jerez. 11406 Cádiz. España.

\*\*\*Servicio de Investigación Agraria. 06080 Badajoz. España.

### Palabras clave adicionales

Regresión. Factores de crecimiento.

### Additional Keywords

Regression. Growth factors.

### RESUMEN

Se analiza la curva de crecimiento hasta el destete en dos lotes de animales procedentes de rebaños andaluces y extremeños de ganado vacuno Retinto.

El mejor ajuste general corresponde a la regresión lineal de acuerdo con la ecuación:

$$\text{Peso} = 39,043 + 0,909 \text{ Edad.}$$

Se estudió el efecto del lote, número, estación y tipo de parto, tipo de cubrición y sexo de la cría. Todos, salvo tipo de parto y cubrición, fueron significativos.

effects were significant in the growth curve.

### INTRODUCCION

En la actualidad, la sección de Mejora Animal del Departamento de Genética en colaboración con el Centro Experimental Agrícola y Ganadero de Jerez, se encuentra desarrollando una línea de investigación dirigida al desarrollo de un Programa de Mejora del Ganado Vacuno Retinto.

Uno de los principales problemas encontrados ha sido el tipificar las pesadas de los terneros para que puedan ser comparables. Hasta el momento, esta tipificación se ha realizado mediante el método tradicional de interpolación lineal entre dos pesadas consecutivas, método que impone severas restricciones en cuanto al inter-

### SUMMARY

The growth curve in Retinto cattle from Extremadura and Andalusia is studied, taking in account the birthing sequence, season and type of birth, type of mating and offsprings sex.

The function of lineal regression,  $\text{Weight} = 39.043 + 0.909 \text{ Age}$ , was fitted.

Excepting birth and mating types all other

*Arch. Zootec. 41 (extra): 543-548. 1992.*

valo entre pesadas y determina la eliminación de gran cantidad de registros. Estas restricciones se necesitan para soslayar las diferencias de pendiente (ganancia diaria) en la curva de crecimiento que, de acuerdo con la bibliografía clásica, no se suponía lineal. Así, para obtener el peso tipificado a 90 días, se promedia entre dos pesadas antes y después de esa fecha, una entre el nacimiento y los 90 días y otra entre 90 y 150 días, a fin de atenuar las diferencias en ganancia diaria a lo largo de la vida de los terneros.

Para evitar la pérdida de información de muchos terneros, se planteó un experimento de urgencia, que permitiera definir la función de crecimiento hasta el destete, y determinar los principales factores que afectan al crecimiento modificando la GMD (ganancia media diaria) y por tanto las curvas de crecimiento.

En esta primera experiencia se ha analizado, mediante regresión mínimo-cuadrática, el ajuste a las principales curvas de crecimiento descritas en la bibliografía para explicar el crecimiento del ganado vacuno: lineal, polinomiales, exponenciales, logística etc. Determinada la curva que permite mejor ajuste, se han evaluado mediante pruebas de paralelismo los factores a tener en cuenta en el proceso de tipificación de pesos.

## MATERIAL Y METODOS

LOTE TESTIGO: Formado por 35 terneros del Centro Experimental Agrícola Ganadero de Jerez, hijos de toros selectos, suplementados con pienso cuando los recursos en el campo

empezaban a escasear. Se pesaron semanalmente desde el nacimiento al destete (40 pesadas de media).

LOTE DE COMPARACION: Formado por 1142 terneros de 10 ganaderías colaboradoras del Plan de Mejora del Retinto de la provincia de Cádiz. No recibieron ninguna suplementación especial, y se pesaron tres veces durante los controles de rutina.

Obtenidos los pesos, se informatizaron los registros, mediante programas de elaboración propia en el gestor de Bases de datos de Dbase IV v. 1.1.

Se realizó el ajuste a las curvas de crecimiento: lineal, polinomial hasta el 4º grado, curvas exponenciales clásicas (Richards, 1959), y las modificaciones de Brody y Bertalanffy (Moore, 1985) y otra de Cabeza de Vaca (1992), consistente en una curva de tipo logístico con 2 asíntotas, potencial y logística. Determinada la curva de mejor ajuste, se realizaron pruebas de paralelismo (comparación pendientes o ganancia media diaria) entre lotes de terneros, sexos, tipo de parto (simple, doble), tipo de cubrición (natural o I.A.), número de parto de la madre y épocas de parto.

Para estos análisis estadísticos se utilizaron, principalmente los procedimientos REG, y GLM del paquete estadístico S.A.S. v. 6.02 y el programa de tipificación C.E.T.

## RESULTADOS Y DISCUSION

AJUSTE A CURVAS. El mejor ajuste se consiguió en la regresión lineal con un coeficiente determinativo,  $R^2$ , del 90.37%, significativo estadísticamente

## CURVA DE CRECIMIENTO EN RETINTO

al 99,99%. En el resto de curvas el ajuste fue peor, disminuyendo generalmente  $R^2$  al aumentar la complejidad del modelo. Así, para las polinómicas de 2° y 3° grado  $R^2= 90,11\%$ , para la de 4° grado  $R^2= 90,12\%$ , para la exponencial  $R^2= 90,11$ , para la logística  $R^2= 85,25\%$ , etc.

Ninguna curva es claramente mejor que la ecuación lineal, por lo que al presentar un  $R^2$  más alto (este llega a ser superior al 99,5% en los ajustes para los terneros individualmente) y ser la más simple, es la curva de elección para nuestros propósitos. La ecuación general fue:

$$\text{peso (kg)} = 39,043 + 0,909 \times \text{edad (d)}$$

que se presenta en la **figura 1**, frente a los pesos reales de los animales.

La ordenada en el origen ( $39,043 \pm 0,7579$ ) equivaldría a la primera pesada (peso al nacer; a los 2 días de vida) y la pendiente ( $0,909 \pm 0,0056$ ) a la ganancia media diaria.

Este resultado no contradice los de otros autores (Richards, 1959; Taylor, 1980a, 1980b, 1980c, Moore, 1985), ya que el estudio se ha llevado a cabo exclusivamente hasta el momento del destete, comprendiendo por lo tanto un periodo de tiempo corto, para que se manifiesten otras curvas de crecimiento típicas.

PRUEBAS DE PARALELISMO. Se realizó el modelo lineal general (GLM) incluyendo todos los factores, así como las interacciones de 2°, 3° y 4° orden, comprobando que las interacciones en las que intervenía el lote, eran generalmente significativas, por lo que los análisis posteriores se realiza-

ron separadamente para ambos lotes.

LOTES: Cuando se utilizaron exclusivamente los registros del lote testigo, la ecuación general fue:

$$\text{peso} = 38,101 + 1,002 \times \text{edad}, \\ (R^2=0,90 \text{ y } p=0,00001)$$

Para el lote de comparación, la ecuación lineal obtenida fue:

$$\text{peso} = 37,32 + 0,901 \times \text{edad}, \\ (R^2=0,88 \text{ y } p=0,00001)$$

La comparación de ambas pendientes determinó diferencias significativas al 99,9 %. Este resultado podría expresar la mejor calidad genética de estos animales, así como la suplementación especial.

SEXOS. Las ecuaciones lineales generales para cada sexo fueron:

	Ecuación	$R^2$	p
Hembras:			
	peso= 38,23 + 0,842 x edad	0,87	0,00001
Machos:			
	peso= 38,72 + 0,979 x edad	0,91	0,00001

Y para el lote testigo,:

	Ecuación	$R^2$	p
Hembras:			
	peso= 35,93 + 0,95 x edad	0,93	0,0001
Machos:			
	peso= 39,22 + 1,05 x edad	0,91	0,0001

Por último, para el lote de comparación:

	Ecuación	$R^2$	p
Hembras:			
	peso= 36,65 + 0,83 x edad	0,86	0,00001

Machos:

$$\text{peso} = 36,85 + 0,97 \times \text{edad} \quad 0,91 \quad 0,00001$$

La comparación de pendientes determinó en todos los casos diferencias significativas al 99'9%, demostrándose el superior potencial de crecimiento de los machos.

EPOCAS DE PARTO. Las ecuaciones generales para las cuatro épocas de parto analizadas fueron:

Ecuación	R <sup>2</sup>	p
Invierno peso= 37,34+0,95 x edad	0,89	0,00001
Primavera peso= 40,13+0,87 x edad	0,81	0,00001
Verano peso= 36,00+0,88 x edad	0,90	0,0001
Otoño peso= 30,18+0,96 x edad	0,90	0,00001

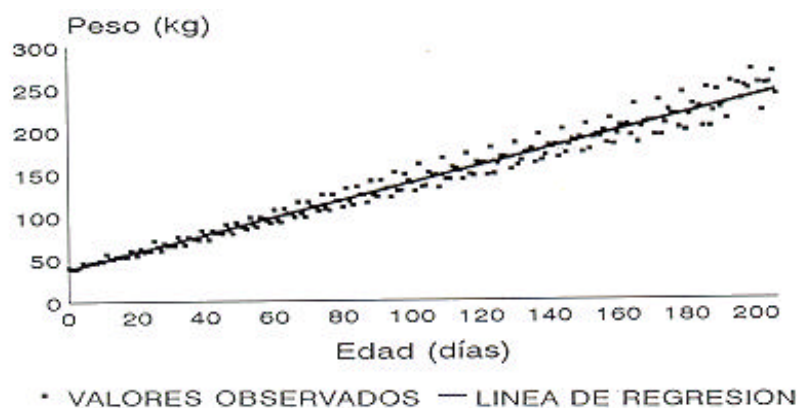
En el lote testigo, sólo se dispone de registros de dos épocas de parto:

Ecuación	R <sup>2</sup>	p
Invierno peso= 39,91+1,02 x edad	0,94	0,0001
Primavera peso= 39,00+0,96 x edad	0,88	0,0001

Para el lote de comparación, obtuvimos las siguientes ecuaciones

Ecuación	R <sup>2</sup>	p
Invierno peso= 36,61+0,92 x edad	0,87	0,00001
Primavera peso=40,37+0,82 x edad	0,80	0,0001
Verano peso=36,00+0,88 x edad	0,90	0,0001
Otoño peso=30,18+0,96 x edad	0,91	0,00001

La comparación de pendientes determinó diferencias estadísticamente significativas al 99'9 % en el caso general y del lote de comparación, logrando mayor velocidad de creci-



**Figura 1.** Recta de regresión frente a valores reales. (Regression line and real values).

## CURVA DE CRECIMIENTO EN RETINTO

miento los terneros nacidos en verano y otoño y menor GMD los nacidos en primavera; hecho que no se apreció en los terneros del lote testigo, lo que podría deberse a la suplementación adicional, que atenúa las diferente disponibilidad alimenticia estacional.

NUMERO DE PARTO. Para este análisis se codificaron el número de parto en:

A: primíparas, B: 1-6 partos, C: más de 6 partos.

Las rectas obtenidas fueron:

Ecuación	R <sup>2</sup>	p
A: peso = 61,25+0,72 x edad	0,71	0,0001
B: peso = 46,32+0,84 x edad	0,78	0,0001
C: peso = 36,05+0,97 x edad	0,85	0,0001

Estas pendientes fueron estadísticamente diferentes al 99.9%, apareciendo en gran inferioridad los terneros nacidos de hembras primíparas.

TIPO DE PARTO. Las ecuaciones para los terneros procedentes de parto simple y parto gemelar fueron:

Ecuación	R <sup>2</sup>	p
Simple peso= 42,21+0,88 x edad	0,81	0,00001
Doble peso= 25,20+0,87 x edad	0,82	0,0001

La comparación de las pendientes mostró que no existían diferencias significativas entre ambas, lo que indicaría una recuperación de los terneros gemelares gracias a la capacidad maternal de la raza.

TIPO DE CUBRICION. Las rectas obteni-

das para los terneros procedentes de la monta natural e inseminación artificial en el lote de comparación son:

Ecuación	R <sup>2</sup>	p
Monta natural. peso= 39,73+0,88 x edad	0,81	0,00001
Inseminación artificial. peso= 43,45+0,87 x edad	0,80	0,00001

Ambas pendientes se pueden considerar estadísticamente iguales con una probabilidad del 99.9%.

Los animales de control procedían todos de inseminación artificial.

La comparación de las pendientes mediante las pruebas de paralelismo entre los sexos de los terneros, épocas de parto, y número de parto determinó diferencias estadísticamente significativas al 99.9%, mientras que en el tipo de parto y el tipo de cubrición las pendientes eran estadísticamente homogéneas.

Debe concluirse por tanto que habiendo ajustado como patrón de crecimiento hasta el destete, una recta de regresión lineal, se puede obtener con solo dos pesadas el peso tipificado por comparación con la recta patrón del grupo poblacional que se considere, es decir de igual sexo, año, número de parto y época de parto.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado con la financiación recibida en el proyecto de la CiCyt GAW89-669 y con la colaboración de la Diputación provincial de Cádiz.

## BIBLIOGRAFIA

**Cabeza de Vaca, F. 1992.** Comunicación Personal.

**Moore, A. J. 1985.** A Mathematical Equation For Animal Growth From Embryo To Adult. *Anim. Prod.*, 40: 441-453.

**Richards, F. J. 1959.** A flexible growth function for empirical use. *J. exp. Bot.* 10: 290-300.

**Taylor St C. S. 1980a.** Genetic size-scaling rules in animal growth equations. *Anim. Prod.* 30: 161-165.

**Taylor St C. S. 1980b.** Genetically standardized growth equations. *Anim. Prod.* 30: 167-175.

**Taylor St C. S. 1980c.** Live-weight growth from embryo to adult in domesticated mammals. *Anim. Prod.* 31: 223-235.