

Cayetano Delgado López
Antonio Molina Alcalá
Mercedes Valera Córdoba
Antonio Rodero Franganillo
Departamento de Genética. Facultad de Veterinaria. UCO.
José María Jiménez Fernández
Centro Experimental Agrícola Ganadero. Jerez de la Frontera (Cádiz)



Asociación Nacional de Criadores
de Ganado Vacuno Selecto de Raza Retinta

Análisis de los factores genéticos y ambientales con influencia en la circunferencia escrotal en el vacuno de carne de Raza Retinta

Resumen

De los caracteres del vacuno de carne, los relacionados con la eficiencia reproductiva han sido considerados de una importancia fundamental. Dentro de éstos, cabe destacar la CE, parámetro correlacionado positivamente con las características cualitativas y cuantitativas del semen, así como asociado a parámetros reproductivos en hembras (precocidad sexual y fertilidad).

En este trabajo se ha estudiado la CE desde distintos aspectos como los factores ambientales que le influyen, su evolución a lo largo del tiempo, el cálculo del parámetro genético de la heredabilidad y las relaciones con otras variables como el peso vivo del animal. Para ello, se realizaron 1.020 mediciones en 281 animales pertenecientes a 20 ganaderías del núcleo de Control del plan de mejora de esta raza.

La media obtenida para la circunferencia escrotal fue de $30,66 \pm 0,166$ (C.V. = 17,3%) y $34,38 \pm 0,140$ (C.V.= 9,1%) para animales de un año de edad, y la heredabilidad estimada para este carácter de 0,36.

El peso vivo, y en segundo lugar la edad, fueron las dos variables con mayor influencia en la circunferencia escrotal en esta raza. Otros factores ambientales a tener en cuenta en los análisis genéticos de esta variable son la ganadería y año —estación de medida—, cuyo efecto se ha mostrado altamente significativo. Así si bien la curva de crecimiento de la CE que mejor se ajusta al intervalo de crecimiento analizado fue la Logística 2, a efectos prácticos de tipificación al año, consideramos que la curva polinómica de segundo grado da un ajuste equivalen-

te, permitiendo una mayor simplificación de los cálculos necesarios para su aplicación en un plan de mejora.

Introducción

En el vacuno de carne se considera que el mérito reproductivo tiene 5 veces más importancia económica que los parámetros de crecimiento y 10 veces más que la calidad del producto (COULTER *et al.*, 1987^a), poniendo de manifiesto la importancia de los aspectos reproductivos dentro de los Esquemas de Selección y Mejora del vacuno de carne.

Dentro de estos parámetros hay que destacar, por su importancia, a la circunferencia escrotal (CE), dadas las altas correlaciones descritas con la producción de espermatozoides del reproductor (ALMQUIST and AMANN, 1961; BRINKS *et al.*, 1978; HAHN *et al.*, 1969; COULTER and FOOTE, 1979 y COULTER and KELLER, 1982) y con la edad a la pubertad de la descendencia (BRINKS *et al.*, 1978; KING *et al.*, 1983 y SULLIVAN, 1997).

En el momento actual, la CE está considerada como el mejor indicador simple de la pubertad de los toros (LUNSTRA, 1982) y como un importante predictor de sus parámetros reproductivos (CATES, 1991 y SULLIVAN, 1997), dada su facilidad de medida, alta repetibilidad (HAHN *et al.*, 1969) y moderada a alta heredabilidad (COULTER and FOOTE, 1979; LATIMER *et al.*, 1982 y KNIGHTS *et al.*, 1984). Así tamaños testiculares mayores, medidos a partir de la CE están asociados a pubertades tempranas y a un alto coeficiente de concepción en las hembras (COULTER and

FOOTE, 1979), por lo que de un toro con grandes CE podemos esperar mayores porcentajes de preñez (ANDERSON *et al.*, 1998), descendencia con moderado peso al nacimiento e hijos con mayores testículos (SMITH *et al.*, 1989^a), mientras que los toros con pequeñas CE, poseen predisposición a presentar una fertilidad significativamente más baja (ELMORE *et al.*, 1976 y SMITH *et al.*, 1981).

Todo ello hace que la CE juegue un importante papel dentro de la evaluación reproductiva del vacuno de carne (MOSER *et al.*, 1995 y BEAL, 1997).

Material y métodos

Para el estudio de los principales estadísticos de posición y de dispersión y el análisis de los principales factores que afectan a la CE en el Retinto, se realizaron 1.020 mediciones en 281 animales pertenecientes a 20 ganaderías del núcleo de Control del plan de mejora de esta raza.

La toma de muestras se realizó siguiendo la metodología dada por la Sociedad de Teriogenología Veterinaria para el estudio de la Evaluación Reproductora. Donde la CE es medida en cm con el uso de una cinta escrotal. Con la finalidad de caracterizar la curva que describe el crecimiento de la CE en estos animales, dichas medidas fueron realizadas desde el destete hasta los 16 meses de edad.

Paralelamente a la medida de la CE todos los animales fueron pesados en una báscula con una precisión de ± 50 gr. Esta pesada nos permitió evaluar la influencia que sobre la medida de la CE pueda tener esta variable.

El tratamiento estadístico de los datos se ha realizado utilizando el paquete estadístico S.A.S. v 6.0 y el Estadística para windows v. 5.0. Mientras que para el cálculo de los parámetros genéticos se utilizó el paquete informático VCE v.4.2.8. (GROENEVELD *et al.*, 1993^a) y el PEST v. 3.1 (GROENEVELD *et al.*, 1993^b) para la preparación de registros productivos y del pedigree.

Asímismo se han estudiado las principales curvas que describen el crecimiento de la CE descritas en la bibliografía, clasificándolas en nuestro estudio en cuatro grupos: Un primer grupo de «Curvas Generales» donde se han estudiado dos curvas exponenciales y una parabólica, un segundo grupo, de tres curvas Logísticas, un tercer grupo de 5 curvas biológicas: Brody (BRODY, 1945), Gompertz (LAIRD, 1966) 1 y 2, Von Bertalanffy (BERTALANFFY, 1957) y Richards (RICHARDS, 1959) y un último grupo de curvas Polinómicas donde se han estudiado desde la Lineal hasta el Polinomio de Cuarto grado.

Resultados y Discusión

Antes de realizar el estudio de los principales estadísticos de la circunferencia escrotal así como de los factores ambientales y genéticos que le influyen, se consideró necesario analizar la repetibilidad de la técnica de medida. El análisis de comparación entre las medidas duplicadas realizadas a los animales dio como resultado unas diferencias en valor absoluto medias de $0,127 \pm 0,005$ cm,

con una diferencia máxima entre ambas medidas de 0,9 cm. Estos valores expresados en porcentaje suponen un $0,46 \pm 0,021\%$ y $3,85\%$ respectivamente para la media y el valor de desviación máximo. Si a estos resultados le añadimos que el coeficiente de correlación entre ambas medidas obtenido fue de $0,999^{***}$ (valor del mismo orden de magnitud al obtenido por HAHN *et al.*, 1969) podemos concluir que la repetibilidad de la medición es muy buena, haciendo innecesario la toma de la medida por duplicado. Por lo tanto el resto de los análisis estadísticos llevados a cabo se realizaron utilizando como valor de circunferencia escrotal la media de las mediciones duplicadas.

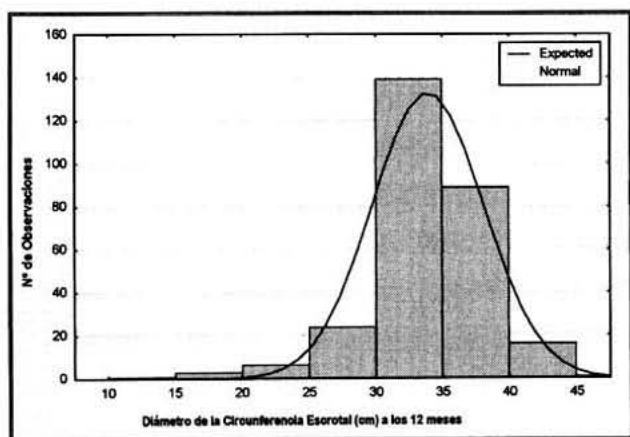
Los resultados obtenidos para la circunferencia escrotal (Tabla 1) muestran un amplísimo rango de variación (26 cm) y un elevado coeficiente de variación (17,32 %), si bien tenemos que tener en cuenta que los valores de la circunferencia escrotal corresponden a animales de edades comprendidas entre los 6 y los 16 meses (con una edad media de 335 días). Si hacemos el análisis exclusivamente para la medida de la circunferencia escrotal a los 12 meses de edad este coeficiente de variabilidad desciende hasta el 9,1%. Parecida consideración podemos realizar en relación con la media (Tabla 1) obtenida para la circunferencia escrotal ($30,66 \pm 0,166$), ya que si realizamos el análisis exclusivamente con animales de 12 meses, la media obtenida de $34,38 \pm 0,14$, es claramente superior a los mínimos generales recomendados para los reproductores por la Beef Improvement Federation Americana (B.I.F., 1996), o para diversas razas especializadas de vacuno de carne, siendo superada solamente por la media de la raza Simmental ($36 \pm 0,2$ cm).

TABLA 1
Principales estadísticos de la muestra analizada para las variables circunferencia escrotal, peso, edad y relación circunferencia/peso

	N	Mínimo	Media \pm s.e.	Máximo	C.V.%
C.E.	1.020	16,10	30,66 \pm 0,166	42,00	17,32
Peso	1.020	162,00	429,81 \pm 3,716	720,00	27,61
Relación	1.020	0,05	0,074 \pm 0,0359	0,11	15,49
Edad	1.020	155,00	334,95 \pm 2,537	504,00	24,20

Así al representar el histograma de frecuencias de la CE, el rango obtenido, decrece desde el histograma que considera la CE desde el destete a los 16 meses de edad (Figura 1), al que sólo considera la CE de animales de un año (Figura 2), presentando en todos los casos un buen ajuste a la distribución normal, con una frecuencia máxima entre los 30 a 35 cm, coincidente a la obtenida por diversos autores como COULTER *et al.*, 1987^a o el BIF americano (1996).

FIGURA 1
Histograma de frecuencias de la circunferencia escrotal desde el destete a los 16 meses de edad en ganado vacuno Retinto



Una vez contrastados estos aspectos más generales, procedimos a la estimación de diversas curvas, algunas de ellas muy generales y otras que se han descrito con frecuencia para explicar el crecimiento del organismo de forma global o de determinados órganos de forma específica.

En nuestro estudio la curva que mejor explica el crecimiento de la circunferencia escrotal en el ganado bovino de raza Retinta es la logística (en concreto la número 2) (Figura 3), resultado que concuerda con diversos autores que consideran que esta curva es la que da un mejor ajuste estadístico para el crecimiento postnatal de los animales (EISEN, 1976), o con los estudios de circunferencia escrotal llevados a cabo en vacuno de raza Nellore (BERGMANN *et al.*, 1998). En este mismo sentido, WILDEUS and ENTWISTLE (1982) analizando el crecimiento testicular describen una forma sigmoide típica de las curvas logísticas.

FIGURA 3
Representación gráfica del ajuste de las curvas logísticas analizadas en el ganado vacuno Retinto desde el destete hasta los 16 meses de edad

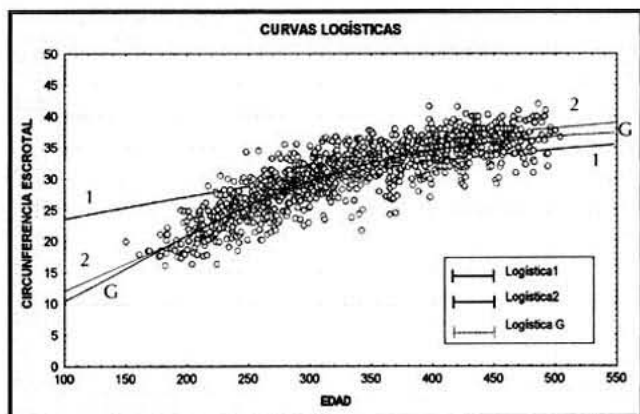
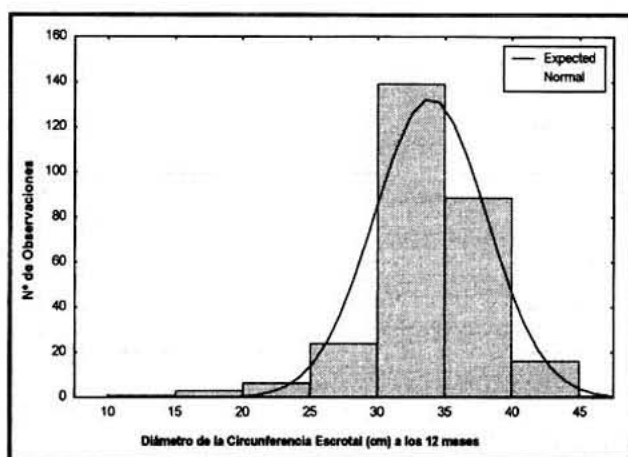


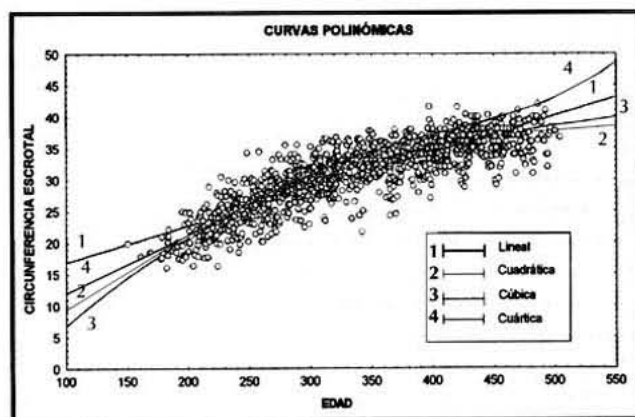
FIGURA 2
Histograma de frecuencias de la circunferencia escrotal medida al año de edad en ganado vacuno Retinto



Si bien la curva de crecimiento de la circunferencia escrotal que mejor se ajusta al intervalo analizado en esta raza es la logística número 2 (Figura 3), seguida de varias curvas biológicas, a efectos prácticos de tipificación al año de edad, consideramos que la curva polinómica de segundo grado (Figura 4) da un ajuste equivalente, permitiendo así, una mayor simplificación de los cálculos necesarios para su aplicación en un plan de mejora.

Con relación al Peso y la Edad del animal, éstos son dos factores que se han descrito como dos variables muy relacionadas con la Circunferencia escrotal, estando a su vez muy relacionadas entre sí, por cuanto el peso depende de la edad en un elevado porcentaje, siendo prácticamente lineal la relación entre ambas. Las correlaciones entre las 3 variables son altamente significativas y del mismo rango de magnitud, siendo ligeramente mayor la co-

FIGURA 4
Representación gráfica del ajuste de las curvas polinómicas analizadas en el ganado vacuno Retinto desde el destete hasta los 16 meses de edad



relación entre peso y circunferencia escrotal (0,88), y menor la correlación entre CE y Edad (0,83), relativamente mayor a la obtenida por otros autores como Coulter and Foote, (1977) de 0,81.

Este hecho fue confirmado por el análisis de correlaciones parciales entre las 3 variables (Tabla 2) del que se puede deducir que sobre la circunferencia escrotal tiene una mayor influencia el peso ($r=0,57$) que la propia edad ($r=0,25$), aunque ésta permanece como un factor altamente significativo sobre la CE. Este resultado está en consonancia con los obtenidos por Bourdon and Brinks, (1986), en donde el peso se determinó como el principal factor de influencia sobre la CE. En este caso la correlación parcial obtenida fue ligeramente inferior a la nuestra (0,43).

TABLA 2

Coefficiente de correlación lineal de Pearson entre peso, edad y circunferencia escrotal (por encima de la diagonal) y correlación parcial entre estas 3 variables (por debajo de la diagonal) en el vacuno retinto

	C.E.	Peso	Edad
C.E.	1	0,88472***	0,83275***
Peso	0,57836***	1	0,87981***
Edad	0,24728***	0,55192***	1

Los resultados de los parámetros genéticos estimados para la circunferencia escrotal a los 12 meses de edad han sido de 0,36, ligeramente superior a la obtenida en este mismo análisis para el peso (0,29). La magnitud media-alta de esta heredabilidad de la CE está en consonancia con la gran mayoría de trabajos existentes (COULTER and FOOTE, 1979; LATIMER *et al.*, 1982; KNIGHTS *et al.*, 1984 y SMITH, *et al.*, (1989^b). No obstante, en la heredabilidad descrita en los distintos trabajos realizados aparecen diferencias notables según la fuente de estudio y la raza, oscilando pe. en la revisión de COULTER *et al.*, 1987^b entre 0,22 en la raza Angus hasta prácticamente la unidad en Limousin y Shorton. Otros trabajos siguen la misma tónica, así COULTER and KELLER, (1979) citan valores de 0,69 mientras que estudios posteriores como el de BLOCKEY *et al.*, (1981) de 0,21, LATIMER *et al.*, (1982) de 0,38, LUNSTRA *et al.*, (1988) de 0,34 a 0,39, y SMITH, *et al.*, (1989^b), de 0,39. Así en un trabajo de recopilación realizado por KOOTS *et al.*, en 1994, se determinó una heredabilidad de 0,48 como media ponderada de 25 trabajos publicados sobre la heredabilidad de esta variable a edad constante (generalmente al año de edad).

Este valor de heredabilidad es claramente superior al obtenido en otros parámetros reproductivos de importancia en el vacuno de carne de raza Retinta, como podría ser la edad al primer parto (0,14, TAPIA *et al.*, 1997) o el intervalo entre partos (0,11, MUÑOZ *et al.*, 1997).

Agradecimientos

Este y otros muchos trabajos relacionados con la mejora genética del vacuno de carne de raza retinta no podría haberse realizado sin la inestimable colaboración de la Asociación Nacional de Criadores de Vacuno de Carne de Raza Retinta, del Centro Experimental Agrícola Ganadero de Jerez de la Frontera (Cádiz) y del Censyra de Badajoz (Junta de Extremadura).

**PÍDALA
DONDE VEA
ESTE DISTINTIVO**



**Más de 25 años
mejorando la Raza**