

## Parámetros de crecimiento y características de la canal de machos castrados de raza Holstein-Friesian sacrificados a distintas edades

S. Crecente\*, C. Calvo, M. López, N. Díaz, D. Díaz y T. Moreno

Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Carretera Betanzos-Santiago km 7, 15318, Abegondo, A Coruña, España

### Resumen

Una alternativa al cebo intensivo de terneros de la raza Holstein-Friesian para producir canales de ternera es la cría de animales de mayor edad para producir canales de vacuno mayor de alta calidad, caracterizadas por un elevado grado de engrasamiento.

En este trabajo se ha utilizado un sistema de cría semiextensivo de machos castrados de raza Holstein-Friesian, basado en el consumo de hierba en pastoreo, y de ensilado de hierba y concentrado en estabulación. Los animales se dividieron en 4 grupos en función de la edad de sacrificio (1,5; 2,5; 3,5 y 5 años), para determinar el efecto de la edad en los parámetros de crecimiento y en las características de la canal.

La ganancia media diaria de peso vivo desde el nacimiento hasta el sacrificio disminuyó significativamente al aumentar la edad, pasando de 0,82 kg/d en el grupo de 1,5 años a 0,58 kg/d en el grupo de 5 años. La dieta de cebo incrementó la ganancia de peso de forma significativa en todos los grupos. El cambio de estabulación a pastoreo produjo una reducción temporal de la ganancia de peso.

La clasificación de la canal mejoró al aumentar la edad de sacrificio, pero no se alcanzaron niveles altos de conformación ni de engrasamiento en ningún caso. Las medidas de la canal y el índice de capacidad aumentaron de forma significativa con la edad.

Respecto al despiece de la canal, la proporción de delantero aumentó con la edad de sacrificio, la de la pistola disminuyó, no encontrándose diferencias en la proporción del lomo. La proporción de piezas de primera y segunda categoría disminuyó con la edad, la de tercera categoría aumentó y no hubo diferencias en la categoría extra.

**Palabras clave:** Bovino, semiextensivo, GMD, despiece, pastoreo.

### Growing parameters and carcass characteristics of Holstein-Friesian steers slaughtered at different ages

#### Abstract

An alternative to the intensive feeding of Holstein-Friesian calves to produce veal carcasses is rearing older animals to produce high quality carcasses, characterized by a high degree of fatness.

In this work, a combined indoor-grass-based rearing system of Holstein-Friesian castrated males has been used, with grazing outdoors and grass silage and fodder consumption indoors. Animals were divided

---

\* Autor para correspondencia: santiago.crecente.campo@xunta.gal

Cita del artículo: Crecente S, Calvo C, López M, Díaz N, Díaz D, Moreno T (2019). Parámetros de crecimiento y características de la canal de machos castrados de raza Holstein-Friesian sacrificados a distintas edades. ITEA-Información Técnica Económica Agraria 115(4): 360-375. <https://doi.org/10.12706/itea.2019.009>

into four groups by slaughtering age (1.5; 2.5; 3.5 and 5 years-old) to determine the age effect on growth parameters and carcass characteristics.

Average daily gain from birth to slaughter significantly decreased as slaughtering age increased, ranging from 0.82 kg/d in 1.5 years-old group to 0.58 kg/d in 5 years-old group. Finishing diet significantly increased the average daily gain in all groups. Changing animals from indoors to pasture produced a temporal reduction in the animals weight gain.

Carcass grading improved with slaughtering age, but no high fattening or conformation levels were reached in any case. Carcass measurements and compact index significantly increased with age.

With respect to carcass quartering, the forequarter proportion increased with age, the hindquarter pistola cut proportion decreased, and no differences were found in loin proportion. First and second category cuts proportion decreased with age, third category cuts increased and no differences were found in extra category cuts.

**Keywords:** Cattle, indoor, grass, ADG, quartering, grazing.

## Introducción

Los terneros de la raza Holstein-Friesian (HF) proporcionan un rendimiento muy limitado a las explotaciones lecheras, pues el precio de venta es tan bajo que, con frecuencia, suponen más un problema que un recurso. Lo habitual es venderlos lo antes posible, realizando el mínimo gasto en alimentación y mano de obra, tratando de optimizar los recursos de la explotación en aras de obtener el mayor rendimiento posible de la producción de leche. Su destino son cebaderos intensivos, que no pueden invertir mucho dinero en la compra del animal, pues esta raza presenta un menor eficiencia en la producción de carne que las razas de aptitud cárnica (Zea et al., 2008), lo que la hace menos competitiva. Además, la carne de la raza HF no suele estar amparada por marcas de calidad, lo que disminuye la percepción de calidad por parte del consumidor (Olaizola et al., 2005). De hecho, debido a esta situación, muchas granjas se han decidido por realizar cruzamientos de tipo industrial con razas de orientación cárnica, pues los terneros cruzados pueden duplicar el precio de venta respecto de los terneros frisones en pureza (MAGRAMA, 2016).

Una alternativa a la producción de carne de ternera es criar los animales hasta edades

más elevadas, para producir canales de alta calidad de tipo vacuno mayor (>48 meses). Estas canales se caracterizan por su elevado peso y por tener abundante grasa de cobertura, y su carne por presentar un elevado grado de infiltración grasa (marmoleo), lo que le confiere unas propiedades organolépticas muy valoradas debido a su relación con la palatabilidad (Savell et al., 1987).

Para este tipo de producción suelen utilizarse animales castrados, pues se sabe que la castración incrementa el contenido de grasa de la canal y de la carne, algo ya demostrado en la raza HF (Kirkland et al., 2006) y sus cruces (Pogorzelska-Przybyłek et al., 2018), y reduce la agresividad y el comportamiento sexual (Price et al., 2003).

Al tratarse de una raza precoz, el nivel de engrasamiento adecuado puede alcanzarse más rápidamente en la raza HF que en las razas de orientación cárnica. De hecho, se han observado niveles de grasa intramuscular en machos castrados HF de 375 kg canal (Crecente et al., 2017) que superan en más de 3 veces los de machos castrados de raza Rubia Gallega con el mismo peso canal (Varela et al., 2003).

Este tipo de carne tiene un elevado margen de aumento en el mercado español, pues el vacuno mayor suponía en el año 2017 solo un

6% del consumo de carne de bovino en los hogares españoles, frente al 72% de la carne de ternera y al 21% de la de añojo (MAPA-MA, 2017). Además, es un producto que está en auge, como demuestra la reciente aparición de marcas de garantía que amparan el vacuno mayor, como la IGP Vaca y Buey de Galicia o la Marca de Garantía Vacuno Mayor Asturiano, así como el desarrollo de proyectos para poner en valor la carne de vacuno mayor (Osoro et al., 2011). Si bien hay muchos estudios realizados que incluyen animales jóvenes de bajo peso en canal, tipo ternera o añojo, los trabajos realizados con animales de elevado peso y edad son muy escasos.

Por otra parte, con el objetivo de reducir los costes de producción, sobre todo en animales criados hasta una edad elevada, se deben introducir en su dieta pastos y forrajes conservados (Villalba et al., 2010), limitando así el consumo de concentrados. Asimismo, los sistemas de producción basados en el pastoreo permiten movilizar tierras abandonadas, fijar población en el medio rural, mejorar la calidad paisajística y reducir el impacto ambiental (Ruiz-Mirazo et al., 2009; Bernués et al., 2011).

El objetivo de este estudio fue determinar la edad óptima de sacrificio de machos castrados de raza HF para conseguir una canal de calidad adaptada al mercado de vacuno mayor, siguiendo un sistema de manejo semiextensivo basado en el consumo de pastos y forrajes. Se presentan los resultados en cuanto a parámetros de crecimiento y características de la canal. El estudio de estos parámetros se considera fundamental para poder plantear un sistema de producción rentable y atractivo para el ganadero, así como para la industria, al conocer con detalle el tipo de canal que se obtiene y el rendimiento de cada pieza comercial.

## Material y métodos

### Manejo animal

Se utilizaron 32 machos castrados de raza HF procedentes del rebaño lechero experimental del Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM). Los terneros fueron castrados quirúrgicamente dentro del primer mes de vida. El ensayo dio comienzo cuando los terneros tenían un peso vivo de entre 240-300 kg (8-12 meses de edad). Hasta ese momento, el manejo siguió las recomendaciones realizadas por Zea y Díaz (1990) para terneros del rebaño lechero.

Los animales se dividieron en cuatro grupos, que fueron sacrificados a edades aproximadas de 1,5; 2,5; 3,5 y 5 años (en adelante G1,5; G2,5; G3,5 y G5, respectivamente). Los animales del grupo G5 (n = 7) nacieron en julio del año 2011, los de los grupos G2,5 (n = 8) y G3,5 (n = 9) en enero del 2013 y los del grupo G1,5 (n = 8) en enero del 2014.

A partir del inicio del ensayo, durante las épocas de mayor disponibilidad de pasto (primavera, y otoño dependiendo del año), los animales se alimentaron de hierba *ad libitum* en pastoreo, aprovechando de forma rotacional parcelas polifitas (raigrás inglés, dactilo, *Agrostis* spp., trébol blanco, etc.), situadas a 100 m de altitud en las fincas experimentales del CIAM (Abegondo, A Coruña, España). Las parcelas utilizadas tenían una superficie de entre 0,5-2 ha, con una producción media estimada anual de 7-8 t de materia seca por ha. Los animales se cambiaron de parcela cuando se estimó que la altura del pasto podía ser un limitante para el crecimiento (<6cm).

Cuando no hubo producción de pasto o éste era de baja calidad (invierno, verano, y otoño dependiendo del año), los terneros consumieron en establo ensilado de hierba *ad libitum* y un suplemento de 1,5 kg de concentrado por

cabeza y día. Los 7 meses previos al sacrificio se suministró, tanto en establo como en el pasto, un suplemento de cebo que consistió en 6 kg de harina de maíz por cabeza y día (suprimiendo el concentrado en el establo).

Los grupos se manejaron de forma separada, salvo los grupos G2,5 y G3,5, que estuvieron juntos hasta el inicio del cebo del grupo G2,5.

El sacrificio de los animales tuvo lugar a principios de verano del año 2015 (G1,5 y G2,5) y del año 2016 (G3,5 y G5). De esta forma, to-

dos los grupos fueron alimentados en pastoreo de primavera durante los últimos meses de vida, tratando de maximizar las ganancias de peso antes del sacrificio mediante la oferta de un pasto de alta calidad.

El sacrificio tuvo lugar en un matadero autorizado, situado a 40 km del lugar de cría y cumpliendo con la normativa establecida.

La composición química del alimento recibido (pasto, ensilado, harina de maíz y concentrado) se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición química del alimento suministrado durante el estudio.  
*Table 1. Chemical composition of feed supplied during the study.*

Parámetros	Pasto	Ensilado	Harina de maíz	Concentrado
Materia seca (%)	25,41	33,24	87,3	88,4
Composición (% de Materia seca)				
Materia orgánica	91,37	89,03	–	–
Proteína bruta	13,64	10,45	7,23	14,2
Grasa bruta	–	–	3,65	1,8
Fibra ácido detergente	31,31	37,97	–	–
Fibra neutro detergente	56,47	53,67	–	–
Fibra bruta	–	–	2,81	4,4
Cenizas	–	–	1,28	5,9
Digestibilidad de la materia orgánica	67,46	63,51	–	–

### **Parámetros de crecimiento**

El control de peso vivo de los animales tuvo lugar a intervalos regulares de 1-2 meses, realizando dos pesadas en días consecutivos al sacar los animales al pasto o al introducirlos en establo. Con las pesadas realizadas se calculó la ganancia media diaria (GMD) de peso vivo de cada uno de los grupos a lo largo de su vida. Para calcular la GMD total se estimó, a partir de los datos proporcionados por Zea y Díaz (1990), un peso medio al nacimiento de 38 kg.

### **Características de la canal**

#### *Peso, clasificación y medidas de la canal*

Una vez realizado el sacrificio, a las 24 h se tomó en matadero el peso de la canal, la clasificación oficial según la norma SEUROP para conformación y engrasamiento (EEC, 1991). Se valoró la conformación desde 1-18 (1 = P- y 18 = S+) y el engrasamiento desde 1-15 (1 = 1- y 15 = 5+). Asimismo, sobre la media canal izquierda se tomaron las siguientes medidas (Figura 1), mencionadas por Vallejo (1971):

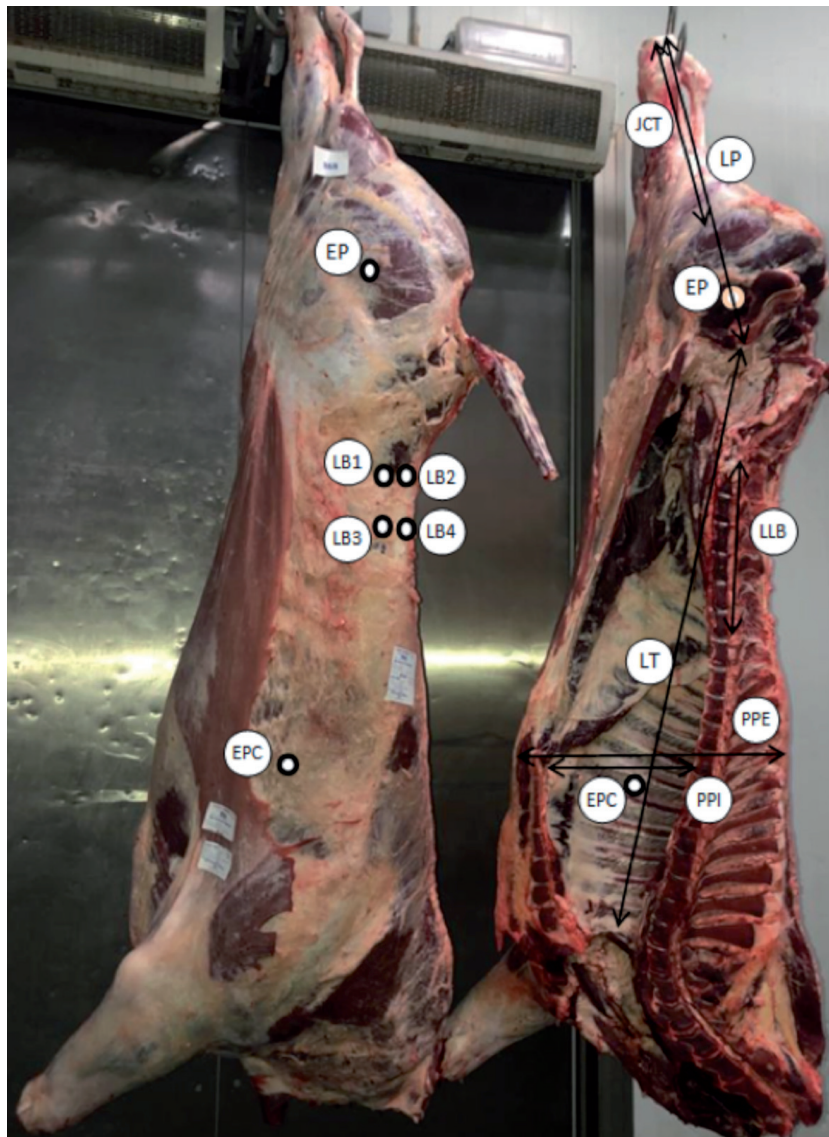
- Espesor del plano de las costillas (EPC): obtenida a nivel del séptimo espacio intercostal.
- Profundidad del pecho interna (PPI): distancia existente entre la parte interna del borde posterior de la octava esternebra y el borde externo del cuerpo de la vértebra.
- Profundidad del pecho externa (PPE): distancia existente entre los bordes más distales de la media canal a nivel de la octava esternebra.
- Longitud total (LT): distancia entre el borde anterior de la sínfisis pubiana y la mitad del borde anterior de la primera costilla.
- Longitud del lomo bajo (LLB): distancia entre el borde externo de la línea de conjunción del hueso sacro con L6 y el borde anterior interno de L1.
- Espesor del lomo bajo 1 (LB1): espesor medido a nivel de L3. La sonda se clava paralela al plano sagital de la canal y a una distancia igual a la altura de la masa vertebral, hasta que toca el hueso.
- Espesor del lomo bajo 2 (LB2): espesor medido a nivel de L3. La sonda se clava paralela al plano sagital de la canal y a una distancia igual a la mitad de la altura de la masa vertebral, hasta que toca el hueso.
- Espesor del lomo bajo 3 (LB3): espesor medido a nivel de L6. La sonda se clava paralela al plano sagital de la canal y a una distancia igual a la altura de la masa vertebral, hasta que toca el hueso.
- Espesor del lomo bajo 4 (LB4): espesor medido a nivel de L6. La sonda se clava paralela al plano sagital de la canal y a una distancia igual a la mitad de la altura de la masa vertebral, hasta que toca el hueso.
- Espesor de la pierna (EP): Se clava la sonda perpendicularmente al plano de la sínfisis pubiana, en el vértice del ángulo formado trazando una línea paralela al suelo y tangente al borde posterior de la sínfisis pubiana y otra perpendicular a la anterior, tangente al borde interno de la mencionada sínfisis pubiana, hasta llegar a la cara externa de la pierna.
- Longitud jarrete-contra-tapa (JCT): distancia existente entre el borde anterior de la superficie articular del pequeño cuneiforme y el periné.
- Longitud de la pierna (LP): distancia entre el borde anterior de la sínfisis pubiana y el borde inferior de la superficie articular del pequeño cuneiforme.
- Índice de compacidad de la canal (ICC) (Yeates, 1967): cociente entre el peso de la canal y la longitud de la misma.

#### *Despiece de la canal*

A las 72 h del sacrificio se realizó el despiece de la media canal izquierda, tomando el peso individual de cada una de las piezas comerciales. El despiece fue realizado por el maestro carnicero de una empresa comercializadora de carne de vacuno mayor.

El despiece realizado fue el siguiente:

- Delantero: aguja (incluye el morrillo), llana, espaldilla, pez, brazuelo, morcillo anterior y falda (incluye pecho, centro de falda y vacío).
- Pistola:
  - Bola: babilla, cadera, contra, tapilla, cula, morcillo posterior, redondo, tapa y rabillo.
  - Lomo (con hueso).
  - Solomillo
- Recortes: incluye fundamentalmente grasa, pero también recortes musculares.
- Hueso: compuesto por todo el hueso de la media canal, salvo el incluido en el pecho y en el lomo.



EPC: espesor del plano de las costillas; PPI: profundidad del pecho interna; PPE: profundidad del pecho externa; LT: longitud total; LLB: longitud del lomo bajo; LB1: espesor del lomo bajo 1; LB2: espesor del lomo bajo 2; LB3: espesor del lomo bajo 3; LB4: espesor del lomo bajo 4; EP: espesor de la pierna; JCT: longitud jarrete-contra-tapa; LP: longitud de la pierna.

Figura 1. Medidas tomadas en la canal.

Figure 1. Carcass measurements.

Se calculó el porcentaje de cada pieza comercial dentro de la canal, y la proporción de piezas de diferente calidad según lo propuesto por la Organización Interprofesional de la Carne de Vacuno Autóctono de Calidad – INVAC (2008):

- Extra: lomo y solomillo.
- Primera A: babilla, cadera, contra, redondo, tapa y tapilla.
- Primera B: culata, espaldilla, pez, aguja y raballo.
- Segunda: llana, morcillos y brazuelo.
- Tercera: falda.

El análisis estadístico de los resultados se realizó con el paquete estadístico SAS (SAS Institute Inc., 2004). Se utilizó el proceso GLM

(general linear model) donde el factor principal de análisis fue la edad de sacrificio. Para determinar las diferencias entre las medias de los distintos grupos de edad se utilizó el test de Duncan.

## Resultados y discusión

### Parámetros de crecimiento

En la Figura 2 y en la Tabla 2 se muestran, respectivamente, la evolución del peso vivo y las ganancias de peso de cada grupo de edad durante la realización del estudio.

Se observó un incremento significativo del peso vivo al sacrificio a medida que aumentó la edad, pasando de 467 kg del grupo G1,5 a

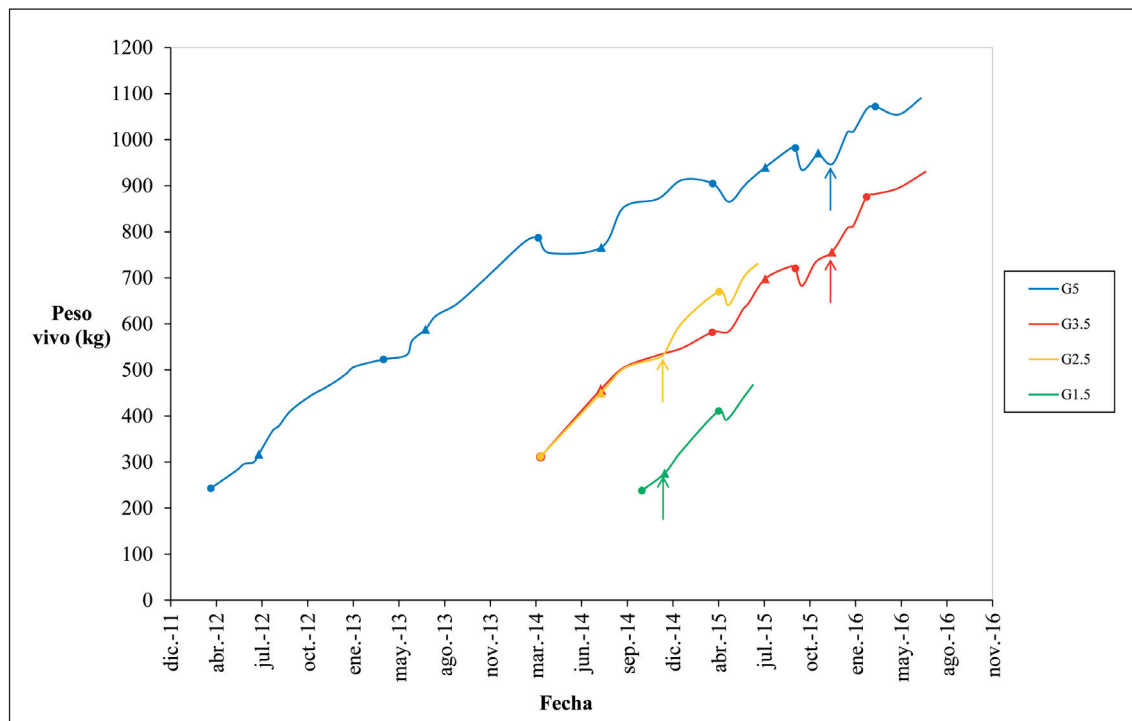


Figura 2. Peso vivo de los distintos grupos de edad desde la primera pesada hasta el sacrificio. Un punto en las líneas indica el momento de salida al pasto, un triángulo indica el momento de entrada en establo, una flecha indica el inicio de la fase de cebo.

Figure 2. Live weight of the different age groups from the first weighing to the slaughter.

Tabla 2. Edad de sacrificio (días), peso vivo (kg) y ganancia media de peso vivo diaria (GMD)(kg/día) en distintas fases del periodo de crecimiento.

Table 2. Age of slaughter (days), live weight (kg) and average daily gain(GMD) (kg/day) in different phases of the growing period.

	G1,5	G2,5	G3,5	G5	Sig.	ESM
Edad de sacrificio	522 d	897 c	1261 b	1804 a	***	82,24
Peso vivo sacrificio	467,0 d	730,6 c	930,3 b	1089,9 a	***	42,05
GMD						
Nacimiento-Sacrificio	0,82 a	0,77 a	0,71 b	0,58 c	***	0,018
– Nacimiento-inicio cebo	0,73 a	0,72 a	0,68 a	0,56 b	***	0,014
– Fase cebo (FC)	0,98 a	0,96 ab	0,85 bc	0,74 c	**	0,026
Sig. <sup>1</sup>	***	***	**	**		
• FC en establo	1,15	1,20	1,32	1,33	NS	0,043
• FC en pasto	0,73 a	0,62 a	0,44 b	0,18 c	***	0,046
Sig. <sup>2</sup>	***	***	***	***		

Sig.: significación; ESM: error estándar de la media; NS: no significativo; \*\* P < 0,01; \*\*\* P < 0,001.

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas según del test de Duncan (P < 0,05).

<sup>1</sup> Nivel de significación entre las fases 'Nacimiento-inicio cebo' y 'Fase de cebo'.

<sup>2</sup> Nivel de significación entre las fases 'FC en establo' y 'FC en pasto'.

casi 1090 kg en el grupo G5. Como era de esperar, bajo un mismo sistema de producción los animales aumentan de peso al aumentar su edad. Aunque hay estudios que hacen referencia a valores similares a los del grupo G5 como el peso máximo para machos HF (Calo et al., 1973), durante la fase de cebo se observaron en dicho grupo unas ganancias de peso relativamente altas (0,74 kg/día), lo que indica que aún hay margen de crecimiento para alcanzar el peso máximo, momento en el cual las ganancias de peso deberían ser más reducidas (Calo et al., 1973).

La GMD desde el nacimiento hasta el sacrificio disminuyó significativamente al aumentar la edad de sacrificio, salvo entre G1,5 y G2,5, que no presentaron diferencias significativas. Estas diferencias seguramente se debieron a

la menor eficiencia que presentan los animales en la ganancia de peso a medida que envejecen, y que en este estudio no se observaron hasta superar los 2,5 años de edad.

La dieta de cebo influyó significativamente en el crecimiento, pues durante el cebo la GMD es superior, en todos los grupos, a la del período 'nacimiento-inicio del cebo'. La GMD durante el cebo también disminuyó con la edad, debido fundamentalmente al período de cebo en pastoreo, pues la GMD durante el cebo en establo no difiere significativamente entre los distintos grupos. Conviene destacar que el cambio de alimentación, fundamentalmente al pasar de establo a pastoreo, tuvo un efecto temporal de disminución de peso en los animales (Figura 2). Este efecto fue más acusado al aumentar la edad y, en algún



caso, la GMD durante el pastoreo fue negativa, por ejemplo en la primavera del 2014 en el grupo G5. Por lo general, esta disminución de peso se recuperó con cierta rapidez debido al efecto del crecimiento compensatorio en fases posteriores. De hecho, si no se hubiese producido el cambio de establo a pasto durante el final del cebo, la GMD durante todo el cebo seguramente hubiese sido superior. De este modo, sería aconsejable evitar la salida al pasto durante la fase de cebo, tratando de maximizar así la ganancia de peso previa al sacrificio, pues esa disminución en la GMD durante el último pastoreo no fue posible compensarla posteriormente.

Cuando se produce la salida a pastoreo de animales alimentados en establo, las pérdidas de peso son frecuentes, siendo más elevadas a medida que la ración en la fase pre-pastoreo es más energética (Yarrow et al., 1996). En otros estudios se han observado igualmente pérdidas de peso al pasar de establo a pastoreo, con machos castrados de las razas Hereford (Charmley et al., 2003), Charolesa y Blonde d'Aquitaine (Listrat et al., 2001), y Parda de Montaña (Joy et al., 2006), así como un crecimiento compensatorio posterior durante la estancia en el pasto.

En otros estudios que utilizaron machos castrados y sistemas de alimentación basados en pastos y forrajes se observaron valores de GMD similares a los obtenidos en nuestro trabajo, con animales HF (Keane 2003; McNamee et al., 2015), HF cruzados con diferentes razas (McNamee et al., 2015; Pogorzelska-Przybyłek et al., 2018), y con razas de orientación cárnica (Listrat et al., 2001; Vieira et al., 2006). Sin embargo, otros estudios con machos castrados observaron GMD más elevadas, utilizando razas de orientación cárnica o sus cruces y/o sistemas de alimentación más intensivos (Caplis et al., 2005; Keane et al., 2006; Kirkland et al., 2006; Sanz et al., 2011).

### **Características de la canal**

#### *Peso, clasificación y medidas de la canal*

Los resultados correspondientes al peso, clasificación y medidas de la canal se muestran en la Tabla 3. Según del RD 75/2009 (BOE, 2009) la canales de los grupos G1,5; G2,5 y G3,5 entrarían dentro de la categoría cebón (macho castrado de menos de 48 meses de edad) y la canales del grupo G5 entrarían dentro de la categoría buey (macho castrado de más de 48 meses de edad).

El peso canal aumentó de forma significativa con la edad de sacrificio, del mismo modo que el peso vivo. Comparando el peso canal con el de animales no castrados, el grupo G1,5 presenta un peso canal (226,4 kg) similar al observado en animales sacrificados dentro de la categoría ternera (Zea et al., 2008; Sanz et al., 2011), la canal del grupo G2,5 (375,9 kg) se podría asimilar al peso de un añojo (Sanz et al., 2011), y serían los grupos G3,5 y G5 los que presentan un peso canal (495,9 kg y 585,6 kg, respectivamente) más acorde a lo observado en machos de vacuno mayor (Listrat et al., 2001; Vieira et al., 2006).

El rendimiento de la canal también aumentó de forma significativa con la edad, no existiendo diferencias significativas entre G3,5 y G5. En otros estudios se ha demostrado igualmente que el rendimiento en canal aumenta al aumentar el peso de sacrificio (Caplis et al., 2005; Zea et al., 2008). Los valores obtenidos concuerdan con los observados por Keane (2003) y McNamee et al. (2015) utilizando también machos castrados HF. El rendimiento en canal suele ser inferior en razas lecheras que en razas de orientación cárnica y en machos castrados que en machos enteros (Keane, 2003; Zea et al., 2008). En nuestro estudio, el rendimiento en canal observado fue inferior, para pesos similares, al de machos HF enteros (Lukic et al., 2016), machos enteros y

Tabla 3. Peso canal (kg), rendimiento canal (%), conformación y estado de engrasamiento, medidas de la canal (cm) y superficie del *Longissimus thoracis* (cm<sup>2</sup>).Table 3. Carcass weight (kg), carcass dressing percentage (%), carcass conformation and fattening, carcass measurements (cm) and *Longissimus thoracis* surface (cm<sup>2</sup>).

	G1,5	G2,5	G3,5	G5	Sig.	ESM
Edad de sacrificio	522 d	897 c	1261 b	1804 a	***	82,24
Peso canal	226,4 d	375,9 c	495,9 b	585,6 a	***	24,33
Rendimiento canal	48,51 c	51,45 b	53,25 a	53,75 a	***	0,43
Conformación (1-18)	2,00 c	5,00 b	5,22 b	8,00 a	***	0,37
Engrasamiento (1-15)	5,00 c	7,00 b	8,00 b	9,43 a	***	0,33
Medidas de la canal						
EPC	3,2 d	4,6 c	5,1 b	6,3 a	***	0,22
PPI	42,6 d	50,4 c	53,5 b	57,8 a	***	1,05
PPE	68,3 d	79,6 c	88,4 b	95,6 a	***	1,83
LT	143,2 c	158,8 b	163,2 a	166,7 a	***	1,73
LLB	38,1 d	42,9 c	45,6 b	48,0 a	***	0,69
LB1	3,2 b	4,5 a	4,7 a	4,9 a	***	0,16
LB2	4,5 c	6,2 b	6,6 ab	7,0 a	***	0,21
LB3	4,7 b	7,2 a	6,9 a	7,2 a	***	0,27
LB4	5,9 b	8,3 a	9,3 a	9,2 a	***	0,33
EP	23,9 c	29,2 b	30,9 a	31,9 a	***	0,60
JCT	74,1 c	80,9 b	84,2 a	85,0 a	***	0,93
LP	81,7 d	89,9 c	102,7 b	107,1 a	***	1,87
ICC	1,6 d	2,4 c	3,0 b	3,5 a	***	0,14
Superficie <i>Longissimus thoracis</i>						
6ª costilla	36,2 b	39,1 b	47,5 a	52,8 a	***	1,54
9ª costilla	55,6 b	61,6 b	77,6 a	71,1 a	***	2,11

Sig.: significación; ESM: error estándar de la media; \*\*\* P &lt; 0,001.

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas según del test de Duncan (P &lt; 0,05).

EPC: espesor del plano de las costillas; PPI: profundidad del pecho interna; PPE: profundidad del pecho externa; LT: longitud total; LLB: longitud del lomo bajo; LB1: espesor del lomo bajo 1; LB2: espesor del lomo bajo 2; LB3: espesor del lomo bajo 3; LB4: espesor del lomo bajo 4; EP: espesor de la pierna; JCT: longitud jarrete-contra-tapa; LP: longitud de la pierna; ICC: índice de compacidad de la canal.

castrados HF cruzados con razas de orientación cárnica (Keane, 2003; Nogalski et al., 2017; Pogorzelska-Przybyłek et al., 2018), y machos castrados de razas de orientación cárnica (Sánchez et al., 1999; Chambaz et al., 2001; Listrat et al., 2001; Vieira et al., 2006).

En cuanto a la clasificación de la canal, se observó un aumento significativo de la conformación y del de engrasamiento al aumentar la edad de sacrificio, sin diferencias significativas entre G2,5 y G3,5. Atendiendo al sistema SEUROP se obtuvieron las siguientes clasificaciones, G1,5: P2; G2,5: O3-; G3,5: O3; G5: R3+. Otros estudios han observado igualmente que, para una misma raza, la clasificación aumenta al aumentar el peso canal (Zea et al., 2008; Huuskonen et al., 2013). De todos modos, los autores consideramos que la conformación del grupo G5 puede estar sobreevaluada. Hay que tener en cuenta que se tomó la clasificación oficial realizada por el matadero, que puede tener las limitaciones inherentes a una clasificación basada en la apreciación subjetiva. De hecho, observando las medidas de la canal, no existen diferencias significativas en el espesor de la pierna entre G3,5 y G5, cuando sería algo de esperar si la conformación aumenta de forma significativa.

Las clasificaciones obtenidas fueron parecidas, para pesos similares, a las observadas por Keane (2003) y McNamee et al. (2015) con machos castrados HF, mientras que los niveles de engrasamiento fueron inferiores que en machos castrados HF alimentados con concentrados *ad libitum* (Kirkland et al., 2006). Las clasificaciones en conformación son inferiores y las de engrasamiento similares a las obtenidas con machos castrados de razas de orientación cárnica o sus cruces con HF para pesos en canal parecidos (Vieira et al., 2006; Sanz et al., 2011; Huuskonen et al., 2013; Nogalski et al., 2017; Pogorzelska-Przybyłek et al., 2018).

Si bien en algunos mercados el exceso de grasa en la canal puede ser negativo, en el mer-

cado de carne de vacuno mayor de alta calidad es deseable un alto contenido graso, porque es una de las características que la diferencia de otros productos cárnicos (Vieira et al., 2007a). Además, una cobertura grasa suficientemente gruesa es necesaria para proteger la canal del acortamiento por frío (Dolezal et al., 1982), sobre todo durante los largos periodos de maduración en cámara frigorífica que se asocian a este tipo de carne ( $\geq 30$  días), y es un factor fundamental a la hora de incrementar el precio de venta (Alam et al., 2013). Sin embargo, en nuestro estudio no se alcanzaron altos niveles de engrasamiento de cobertura de la canal en ninguno de los grupos.

Respecto a las medidas de la canal y el ICC, de forma global los valores aumentaron a medida que se incrementó la edad. Sánchez et al. (1999) observaron el mismo efecto de la edad en machos enteros y castrados de raza Rubia Gallega, tanto para las medidas de la canal como para el ICC.

Las diferencias fueron significativas entre todos los grupos de edad para EPC, PPI, PPE, LLB, LP y ICC. Para la LT no se encontraron diferencias significativas entre G3,5 y G5.

Salvo en LB2, en todos los puntos en los que se midió el espesor del lomo bajo no hubo diferencias significativas entre G2,5, G3,5 y G5, mientras que en G1,5 los valores fueron significativamente más bajos. Tanto en las medida EP como JCT no hubo diferencias entre G3,5 y G5, siendo ambas significativamente mayores que G2,5 y ésta, mayor que G1,5. Curiosamente, las valoraciones subjetivas de conformación de la canal bajo la normativa SEUROP no siguieron el mismo patrón que el EP, pues se les otorgó la misma clasificación a los grupos G2,5 y G3,5, y superior al grupo G5.

McNamee et al. (2015) observaron, en machos HF de dos años de edad y 314 kg de peso canal, valores de LT y EP que concuerdan con los resultados obtenidos en el presente estudio, pues los valores se encuentran entre

los de los grupos G1,5 y G2,5. Para un peso canal similar, el grupo G1,5 presentó valores superiores de LT y PPI y valores similares de LP y EP que machos enteros de raza Nelore (Sánchez et al., 2005), el grupo G2,5 presentó valores superiores de LT, PPI y EP que cebones de la raza Serrana de Teruel (Sanz et al., 2011), valores superiores de LT, PPI, PPE, LP que machos castrados de raza Piemontese (Lazzaroni y Biagini, 2008), y valores superiores de LT que machos castrados de raza Charolais (Chambaz et al., 2001), mientras que los grupos G3,5 y G5 presentaron valores más elevados de LT que bueyes de razas de orientación cárnica (Vieira et al., 2007b).

Respecto a la superficie del músculo LD, medida tanto en la sexta como en la novena costilla, no se observaron diferencias entre G3,5 y G5, siendo ambos superiores a G2,5 y G1,5, que tampoco presentaron diferencias entre sí. Zea et al. (2008) observaron igualmente un aumento de la superficie del músculo LD al aumentar el peso de sacrificio de terneros de raza Rubia Gallega, HF y cruzados de ambas razas.

#### *Despiece de la canal*

En cuanto al despiece de la canal (Tabla 4), la proporción del total de piezas comerciales disminuyó significativamente con la edad, sin existir diferencias significativas entre G2,5 y G3,5. La proporción de hueso también disminuyó con la edad, pasando del 20% de la canal en el grupo G1,5 al 17,6% en el grupo G5. Contrariamente, la proporción de recortes aumentó de forma significativa con la edad, llegando a ser más del doble en el grupo G5 que en el G1,5. Esta variación de las proporciones se ha observado en otros estudios, donde se evidencia que la proporción de grasa, que compone la mayor parte de los recortes, aumenta de forma significativa con el peso canal y la proporción de hueso disminuye (Zea y Díaz, 1990; McNamee et al., 2015; Nogalski et al., 2017).

Dentro de las piezas comerciales, la proporción de delantero aumentó de forma significativa con la edad, siendo la falda la parte de mayor peso. En cuanto al resto de piezas, la proporción de aguja aumentó ligeramente con la edad, no se observaron diferencias en la llana, y la proporción del resto de piezas disminuyó significativamente con la edad (esaldilla, pez, brazuelo y morcillo).

Respecto a la pistola, la proporción disminuyó con la edad, pasando de casi un 40% en el grupo G1,5 a un 33,4% en el G5. Caplis et al. (2005), Keane et al. (2006), Zea et al. (2008) y McNamee et al. (2015) observaron igualmente que la proporción de pistola disminuye al aumentar el peso canal en machos castrados.

Atendiendo a cada una de las piezas de la pistola, no se observaron diferencias en la proporción de lomo, mientras que la de solomillo disminuyó de forma significativa con la edad. En cuanto a la bola, todas las partes disminuyeron su proporción con la edad, salvo el rabillo, que tendió a aumentar. La proporción de las distintas piezas de la bola en la canal fue inferior a la observada en bueyes de las razas Asturiana de los Valles y Limousine con pesos en canal similares a los grupos G3,5 y G5 (Vieira et al., 2006), lo que concuerda con la mejor conformación de las razas de orientación cárnica.

Con respecto a la categoría de las piezas comerciales, no se observaron diferencias en función de la edad en la categoría extra, la proporción de piezas de primera disminuyó con la edad, la de segunda también (aunque sin diferencias significativas entre G2,5; G3,5 y G5) y la de tercera categoría aumentó con la edad. El incremento de la proporción de la categoría de menos calidad a medida que aumenta el peso canal ha sido observado en otros estudios (Carballo y Moreno, 2006; Sanz et al., 2011).

Tabla 4. Proporción de cada pieza dentro de la canal y proporción de las diferentes categorías comerciales.  
 Table 4. Carcass pieces proportion and different commercial categories proportion.

	G1,5	G2,5	G3,5	G5	Sig.	ESM
<b>Parte/pieza</b>						
Total piezas delantero	34,9 c	36,9 b	36,9 b	38,3 a	***	0,28
Aguja	7,7 b	8,0 ab	8,5 a	8,2 ab	*	0,10
Llana	1,7	1,6	1,6	1,6	NS	0,03
Espaldilla	4,0 a	3,6 b	2,9 c	3,2 c	***	0,09
Pez	1,4 a	1,2 b	1,0 c	0,9 c	***	0,03
Brazuelo	1,6 a	1,3 a	0,9 b	0,9 b	***	0,06
Morcillo	3,4 a	2,4 c	3,0 b	2,7 bc	***	0,09
Falda	15,1 c	18,7 b	18,9 b	20,7 a	***	0,40
Total piezas pistola	39,9 a	36,3 b	35,9 b	33,4 c	***	0,45
Bola	24,5 a	20,9 b	20,6 b	18,6 c	***	0,39
Babilla	4,7 a	4,0 b	3,9 b	3,6 c	***	0,08
Cadera	2,2 a	2,0 b	2,1 ab	1,8 c	***	0,04
Tapilla	1,7 a	1,3 b	1,2 b	1,1 c	***	0,05
Contra	3,5 a	3,1 b	3,2 b	3,1 b	***	0,04
Culata	1,7 a	1,2 b	1,2 b	1,0 c	***	0,04
Morcillo	1,8 a	1,5 b	1,3 c	1,1 d	***	0,05
Redondo	1,67 a	1,5 b	1,5 b	1,3 c	***	0,03
Tapa	6,6 a	5,7 b	5,4 c	4,9 d	***	0,12
Rabillo	0,5 c	0,7 b	0,8 a	0,6 b	***	0,02
Lomo	13,4	13,8	13,8	13,4	NS	0,10
Solomillo	2,0 a	1,6 b	1,5 b	1,3 c	***	0,05
– Total piezas comerciales	74,8 a	73,2 b	72,7 b	71,7 c	***	0,25
– Recortes	5,2 d	7,9 c	9,0 b	10,8 a	***	0,41
– Hueso	20,0 a	19,0 b	18,2 bc	17,5 c	***	0,22
<b>Categoría piezas</b>						
Extra	15,4	15,4	15,3	14,8	NS	0,11
Primera A	20,5 a	17,5 b	17,4 b	15,8 c	***	0,32
Primera B	15,3 a	14,8 ab	14,4 bc	14,0 c	**	0,13
Segunda	8,5 a	6,8 b	6,8 b	6,4 b	***	0,16
Tercera	15,1 c	18,7 b	18,9 b	20,7 a	***	0,40

Sig.: significación; ESM: error estándar de la media; NS: no significativo; \* P < 0,05; \*\*P < 0,01; \*\*\* P < 0,001.  
 Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas según del test de Duncan (P < 0,05).

## Conclusiones

Con el sistema productivo propuesto se han observado ganancias de peso moderadas, que se redujeron significativamente al aumentar la edad de sacrificio. Durante la fase de cebo debería evitarse el cambio de alimentación de establo a pasto, sobre todo con animales de elevada edad.

El rendimiento y la clasificación de la canal mejoraron al aumentar la edad de sacrificio, pero no se han conseguido clasificaciones en canal adecuadas para el mercado de vacuno mayor de alta calidad en ninguno de los grupos, sobre todo en lo que concierne al estado de engrasamiento. Para ello habría que plantearse intensificar el sistema productivo o sacrificar los animales a edades superiores.

El aumento de la edad de sacrificio supuso una mayor proporción del delantero en la canal y una menor proporción de pistola. La proporción de piezas de categoría extra no se vio afectada por la edad de sacrificio.

## Agradecimientos

Nuestro agradecimiento al personal de campo del Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo por su labor diaria en el cuidado y manejo de los animales, sin la cual este estudio no habría sido posible.

Nuestro agradecimiento a la empresa Betanzos Carnes S.L. por su colaboración en el estudio.

## Referencias bibliográficas

- Alam M, Cho KH, Lee SS, Choy YH, Kim HS, Cho CI, Choi TJ (2013). Effect of carcass traits on carcass prices of Holstein steers in Korea. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 26 (10): 1388-1398. <https://doi.org/10.5713/ajas.2013.13109>
- Bernués A, Ruiz R, Olaizola A, Villalba D, Casasús I (2011). Sustainability of pasture-based livestock farming systems in the European Mediterranean context: synergies and trade-offs. *Livestock Science* 139: 44-57. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.03.018>
- BOE (2009). Real Decreto 75/2009, de 30 de enero, por el que se modifica el Real Decreto 1698/2003, de 12 de diciembre, por el que se establecen las disposiciones de aplicación de los Reglamentos comunitarios sobre el sistema de etiquetado de la carne de vacuno, y el Real Decreto 1799/2008, de 3 de noviembre, por el que se establecen las bases reguladoras para la concesión de ayudas destinadas a la reconversión de plantaciones de determinados cítricos. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 27, de 31 de enero de 2009, pp. 10433-10440.
- Calo LL, McDowell RE, Van Vleck LD, Miller PD (1973). Parameters of growth of Holstein-Friesian bulls. *Journal of Animal Science* 37: 417-422. <https://doi.org/10.2527/jas1973.372417x>
- Caplis J, Keane MG, Moloney AP, O'Mara FP (2005). Effects of supplementary concentrate level with grass silage, and separate or total mixed ration feeding, on performance and carcass traits of finishing steers. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 44: 27-43.
- Carballo JA, Moreno T (2006). Características cuantitativas de las canales de vacas de desecho en Galicia. *Archivos de Zootecnia* 55 (212): 339-350.
- Chambaz A, Morel I, Scheeder MRL, Kreuzer M, Dufey P (2001). Characteristics of steers of six beef breeds fattened from eight months of age and slaughtered at a target level of intramuscular fat. I. Growth performance and carcass quality. *Archiv für Tierzucht* 44: 395-411. <https://doi.org/10.5194/aab-44-395-2001>
- Charmley E, Jannasch RW, Boyd J (2003). Grazing behaviour and weight change of cattle turned out to pasture in spring. *Canadian Journal of Animal Science* 83(4): 801-808. <https://doi.org/10.4141/A03-015>
- Crecente S, Calvo C, Díaz N, Díaz D (2017). Efecto de la edad de sacrificio en la canal y en la composición química de la carne de machos castra-

- dos de raza frisona. Libro de Actas de las XVII Jornadas sobre Producción Animal, 30 y 31 de mayo de 2017, Zaragoza, España, pp. 696-698.
- Dolezal HG, Smith GC, Savell JW, Carpenter ZL (1982). Comparison of subcutaneous fat thickness, marbling and quality grade for predicting palatability of beef. *Journal of Food Science*, 47: 397-401. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1982.tb10089.x>
- EEC (1991). Council Regulation EEC No. 1026/91 of 22 April 1991 amending Regulation, (EEC) No. 1280/81 determining the community scale for the classification of carcasses of adult bovine animals. *Official Journal L106*: 2-3.
- Huuskonen A, Pesonen M, Kämäräinen H, Kauppinen R (2013). A comparison of purebred Holstein-Friesian and Holstein-Friesian × beef breed bulls for beef production and carcass traits. *Agricultural and Food Science* 22: 262-271. <https://doi.org/10.23986/afsci.7781>
- INVAC (2008). Despiece del Vacuno, Histórico campañas 2007-2009. Organización Interprofesional de la Carne de Vacuno Autóctono de Calidad. Disponible en: [http://www.alimentacion.es/es/campanas/historico-campanias-2007-2009/piezas\\_del\\_vacuno/default\\_html.aspx](http://www.alimentacion.es/es/campanas/historico-campanias-2007-2009/piezas_del_vacuno/default_html.aspx) (Consultado: 12 de enero de 2019).
- Joy M, Blanco M, Albertí P, Delfa R, Revilla R, Casasús I (2006). Producción de cebones de raza Parda de Montaña en condiciones extensivas. *Ganadería* 39: 22-25.
- Keane MG (2003). Beef production from Holstein-Friesian bulls and steers of New Zealand and European/American descent, and Belgian Blue × Holstein-Friesians, slaughtered at two weights. *Livestock Production Science* 84: 207-218. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(03\)00092-7](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(03)00092-7)
- Keane MG, Drennan MJ, Moloney AP (2006). Comparison of supplementary concentrate levels with grass silage, separate or total mixed ration feeding, and duration of finishing in beef steers. *Livestock Science*, 103: 169-180. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.02.008>
- Kirkland RM, Keady TWJ, Patterson DC, Kilpatrick DJ, Steen RWJ (2006). The effect of slaughter weight and sexual status on performance characteristics of male Holstein-Friesian cattle offered a cereal-based diet. *Animal Science* 82: 397-404. <https://doi.org/10.1079/ASC200642>
- Lazzaroni C, Biagini D (2008). Effect of pre- and post-pubertal castration on Piemontese male cattle. II: Carcass measures and meat yield. *Meat Science* 80: 442-448. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.01.007>
- Listrat A, Picard B, Jailler R, Collignon H, Peccatte J, Micol D, Geay Y, Dozias D (2001). Grass valorization and muscular characteristics of blonde d'Aquitaine steers. *Animal Research* 50: 105-118. <https://doi.org/10.1051/animres:2001110>
- Lukic M, Ivanovic J, Janjic J, Starcevic M, Djordjevic J, Markovic R, Baltic MZ (2016). Carcass performance of Simmental and Holstein Friesian beef cattle in Serbia. *Meat Technology* 57(2): 95-101.
- MAGRAMA (2016). Caracterización del sector vacuno de carne en España. Año 2016. Subdirección General de Productos Ganaderos, Dirección General de Producciones y Mercados Agrarios, Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, 8 pp.
- MAPAMA (2017). Base de datos de consumo en hogares. Disponible en: <https://www.mapa.gob.es/app/consumo-en-hogares/consulta.asp> (Consultado: 12 febrero 2019).
- McNamee A, Keane MG, Kenny DA, Moloney AP, Buckley F, O'Riordan EG (2015). Beef production from Holstein-Friesian, Norwegian Red×Holstein-Friesian and Jersey×Holstein-Friesian male cattle reared as bulls or steers. *Livestock Science* 173: 95-105. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.12.009>
- Nogalski Z, Pogorzelska-Przybyłek P, Sobczuk-Szul M, Nogalska A, Modzelewska-Kapituła M, Purwin C (2017). Carcass characteristics and meat quality of bulls and steers slaughtered at two different ages. *Italian Journal of Animal Science* 17: 279-288 <https://doi.org/10.1080/1828051X.2017.1383861>
- Olaizola A, Wehbi Z, Manrique E (2005). Quality perception and consumer attitudes to "specific quality beef" in Aragón, Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research* 3(4): 418-428. <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2005034-169>

- Osoro K, Martínez A, Oliván MC, Soldado AB, Fernández M (2011). Puesta en valor de la carne de vacuno mayor en Asturias y en la cornisa cántabra. *Tecnología Alimentaria* 10: 46-53.
- Pogorzelska-Przybytek P, Nogalski Z, Sobczuk-Szul M, Purwin C, Momot M (2018). Carcass characteristics of grass-fed crossbred bulls and steers slaughtered at two different ages. *Canadian Journal of Animal Science* 98: 376-385. <https://doi.org/10.1139/cjas-2017-0148>
- Price EO, Adams TE, Huxsoll CC, Borgwardt RE (2003). Aggressive behavior is reduced in bulls actively immunized against gonadotropin-releasing hormone. *Journal of Animal Science* 81: 411-415. <https://doi.org/10.2527/2003.812411x>
- Ruiz-Mirazo J, Robles AB, González-Rebollar JL (2009). Pastoralism in natural parks of Andalusia (Spain): a tool for fire prevention and the naturalization of ecosystems. *Options Méditerranéennes. Série A* 91: 141-144.
- Sánchez L, Varela A, Monserrat L, Carballo JA (1999). Efecto del sexo y edad de sacrificio en los animales de tipo "Cebón" de la raza Rubia Gallega: valoración objetiva de las canales. *ITEA-Información Técnica Económica Agraria* 20(1): 65-67.
- Sánchez L, Carballo JA, Sánchez B, Monserrat L (2005). Características de la canal y de la carne de machos procedentes del cruce de Rubia Gallega con Nelore. *Archivos de Zootecnia* 54: 485-489.
- Sanz A, Ripoll G, Blasco I, Álvarez-Rodríguez J, Albertí P (2011). Rendimiento comercial de las categorías ternero, añojo y cebón de la raza bovina Serrana de Teruel. Libro de Actas de las XIV Jornadas sobre Producción Animal, 17 y 18 de mayo de 2011, Zaragoza, España, pp. 745-747.
- SAS Institute Inc. (2004). SAS/STAT 9.1 User's guide. Version 9.1 ed. SAS Institute Inc., Cary, N.C. 5121 p.
- Savell JW, Branson RE, Cross HR, Stiffler DM, Wise JW, Griffin DB, Smith GC (1987). National Consumer Retail Beef Study. Palatability evaluations of beef loin steaks that differed in marbling. *Journal of Food Science* 52: 517-519. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1987.tb06664.x>
- Vallejo M (1971). Estudio de la composición, rendimientos y calidades carniceras de siete razas bovinas españolas. *Anales de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza* IV(6): 263-329.
- Varela A, Oliete B, Moreno T, Portela C, Carballo JA, Sánchez L, Monserrat L (2003). Calidad de la carne de machos enteros y castrados de raza Rubia Gallega sacrificados con 24 meses. *Archivos de Zootecnia* 52: 347-358.
- Vieira C, Cerdeño A, Serrano E, Mantecón AR (2006). Adult steers for beef production: breed effect on animal performance, retail yield and carcass quality. *Czech Journal of Animal Science* 51 (11): 467-474.
- Vieira C, Cerdeño A, Serrano E, Lavín P, Mantecón AR (2007a). Breed and ageing extent on carcass and meat quality of beef from adult steers (oxen). *Livestock Science* 107: 62-69. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.09.004>
- Vieira C, Cerdeño A, Serrano E, Lavín P, Mantecón AR (2007b). ¿Qué raza elegir para la producción de bueyes? *Innovación y Tecnología Agroalimentaria* 2: 13-29.
- Villalba D, Molina E, Cubiló D, Blanco M, Albertí P, Joy M, Casasús I (2010). Alternativas técnicas para el engorde de terneros utilizando forrajes. *Agroecología* 2: 24-27.
- Yarrow NH, Penning PD, Johnson RH (1996). The effect of plane of winter nutrition and sward height on the performance of steers grazing grass/white clover swards. *Grass and Forage Science* 51 (4): 424-433. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1996.tb02077.x>
- Yeates NMT (1967). *Avances en Zootécnica*. Ed. Acribia, Zaragoza, España. 404 pp.
- Zea J, Díaz D (1990). *Producción de carne con pastos y forrajes*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España. 389 pp.
- Zea J, Díaz MD, Carballo JA (2008). Efecto del peso de sacrificio y la raza en la canal de terneros alimentados con ensilados. *Archivos de Zootecnia* 57: 295-306.

(Aceptado para publicación el 4 de abril de 2019)