

CALIDAD DE LA CARNE DE TERNEROS DE LA RAZA AUTÓCTONA PAJUNA EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

BEEF QUALITY OF NATIVE PAJUNA BREED CALVES IN TWO PRODUCTION SYSTEMS

Alberto Horcada-Ibáñez^{1*}, Oliva Polvillo-Polo², Asunción Lafuente-García³, Pedro González-Redondo¹, Antonio Molina-Alcalá⁴, Alfonso Luque-Moya⁵

¹Departamento Ciencias Agroforestales. ETSIA. Universidad de Sevilla. Carretera Utrera km 1, 41013. Sevilla, España. (albertohi@us.es). ²Servicio General de Investigación Agraria. Universidad de Sevilla. Carretera Utrera km 1, 41013. Sevilla, España. (oppolo@us.es). ³TRAGSATEC, Gerencia de Producción Mercados e Industrias Agrarias. Unidad Técnica Andalucía-Extremadura. C/Parsi 5 nº 8. 41016. Sevilla, España. (alafuent@tragsa.es). ⁴Departamento de Genética. Facultad de Veterinaria. Universidad de Córdoba. Campus de Rabanales. 14071. Córdoba, España. (gelmoala@uco.es). ⁵Asociación de Criadores de Ganado Vacuno de Raza Pajuna, C/ Caño, 10-3º I. 14001. Córdoba, España. (aludemoya@yahoo.es).

RESUMEN

Un reto de la ganadería moderna es la conservación del patrimonio genético autóctono amenazado por las razas mejoradas, y la justificación para conservar las razas ganaderas precisa de una revalorización de sus producciones. Con el objetivo de mostrar las posibilidades productivas de una raza bovina autóctona española en peligro de extinción y contribuir a su desarrollo, este estudio presenta por primera vez las variables de calidad de la carne de terneros de la raza Pajuna criados en dos sistemas de producción: semiextensivo (pasto y alimento concentrado, *Sem*) y extensivo (pastoreo permanente, *Ex*). También se analizaron los cambios en las variables de calidad de la carne durante 7, 14 y 21 d de maduración. Un panel de consumidores no entrenados comparó las preferencias del consumo de esta carne en los tres momentos de maduración. El diseño experimental fue completamente al azar y con un arreglo factorial 2×3: sistema de producción (*Sem* y *Ex*), y maduración (T₇, T₁₄ y T₂₁ d), y se usaron 23 canales de terneros castrados de dos años de edad de raza Pajuna. Las características de la carne de los terneros fueron similares a las descritas para otras razas autóctonas españolas. La carne de los terneros del sistema *Ex* fue más oscura y presentó un contenido mayor de ácidos grasos poliinsaturados que la producida en sistema *Sem* (13.90 y 7.14 %, respectivamente). En la carne, para ambos sistemas de producción, aumentó la luminosidad (L), la capacidad de retención de agua y la terneza durante el proceso de maduración, y los cambios

ABSTRACT

A challenge of modern stock breeding is conservation of the native gene pool threatened by improved breeds, and the justification to conserve livestock breeds requires a revaluation of their production. With the aim of showing the productive possibilities of a native Spanish bovine breed in danger of extinction, and to contribute to its development, this study presents for the first time the variables of meat quality in Pajuna breed calves raised in two production systems: semi-extensive (grass and feed concentrate, *Sem*) and extensive (permanent grazing, *Ex*). The changes in meat quality variables were also analyzed at 7, 14 and 21 d of maturation. A panel of untrained consumers compared the consumption preferences for this meat at different moments of maturation. The experimental design was completely random with a factorial arrangement of 2×3: production system (*Sem* and *Ex*), and maturation (T₇, T₁₄ and T₂₁ d), and 23 Pajuna breed castrated calves' carcasses of two years of age were used. The characteristics of the calves' meat were similar to those described for other Spanish native breeds. The calves' meat from the *Ex* system was darker and presented higher content of polyunsaturated fatty acids than the one produced in the *Sem* system (13.90 and 7.14 %, respectively). In the meat, for both production systems, luminosity (L) increased, as well as the water-holding capacity and the tenderness during the maturation process, and the most relevant changes were observed during the first 14 d of maturation. The best evaluation notes for the meat were observed after that period.

*Autor responsable ❖ Author for correspondence.

Recibido: febrero, 2015. Aprobado: octubre, 2015.

Publicado como ARTÍCULO en *Agrociencia* 50: 167-182. 2016.

Key words: Breed in danger of extinction, indigenous breed, native breed, grazing, maturation.

más relevantes se observaron durante los primeros 14 d de maduración. Después de ese período se observaron las mejores notas de valoración de la carne.

Palabras clave: Raza en peligro de extinción, raza rústica, raza autóctona, pastoreo, maduración.

INTRODUCCIÓN

El censo actual en España indica que hay 6×10^6 bovinos y 45 razas, 39 de las cuales son autóctonas del país (641 199 bovinos) y 31 (14.24 % del total de bovinos autóctonos) están catalogadas en peligro de extinción por su número reducido (MAGRAMA, 2014). La raza española bovina Pajuna o Serrana es autóctona, está clasificada en peligro de extinción (Real Decreto 2129/2008), comparte los espacios montañosos del sur de España con otras razas autóctonas como la Retinta y existen sólo cinco núcleos importantes en las serranías andaluzas de Granada, Jaén, Málaga y Sevilla. El censo bovino de la raza contabilizó 576 hembras reproductoras y 31 sementales en pureza en 34 ganaderías distribuidas en varias localidades montañosas del sur de España (ARCA, 2014).

De acuerdo con los planes propuestos por las administraciones públicas acerca de la conservación de las razas ganaderas, se contempla la revalorización de sus producciones como medida para la conservación de las razas autóctonas. En este sentido y debido a la situación crítica de la raza Pajuna, la Asociación de Criadores de Ganado Vacuno de Raza Pajuna (GRAPA) inició un plan de recuperación de la raza que tiene en cuenta la rusticidad de esta raza así como las particularidades de su carne.

La raza Pajuna tiene doble orientación productiva como animal de trabajo y productor de carne, pero tanto la industrialización del campo como las razas foráneas mejoradas para la producción de carne han desplazado a esta raza en beneficio de razas y cruces de mayor rendimiento cárnico. Sin embargo, según Osoro *et al.* (2000), el interés de la conservación y explotación de las razas rústicas frente a las razas mejoradas reside fundamentalmente en su gran capacidad para aprovechar los recursos forrajeros de baja calidad en entornos difíciles.

La mayor parte de los terneros de raza Pajuna son destetados con una edad aproximada de seis

INTRODUCTION

The current census in Spain indicates that there are 6×10^6 bovines and 45 breeds, 39 of which are native of the country (641 199 bovines) and 31 (14.24 % of the total of native bovines) are catalogued as in danger of extinction because of their small numbers (MAGRAMA, 2014). The Spanish bovine Pajuna or Serrana breed is native, it is classified as in danger of extinction (Real Decreto 2129/2008), it shares the mountainous spaces of southern Spain with other native breeds such as Retinta, and there are only five important nuclei in the Andalucía sierras of Granada, Jaén, Málaga and Sevilla. The bovine census of the breed counted 576 reproducing females and 31 pure bulls in 34 stock breeding ranches distributed in several mountainous locations of southern Spain (ARCA, 2014).

According to plans proposed by public administrations regarding the conservation of livestock breeds, the reevaluation of their production is contemplated as a measure for the conservation of native breeds. In this sense, and due to the critical situation of the Pajuna breed, the Association of the Pajuna Breed Cattle Producers (Asociación de Criadores de Ganado Vacuno de Raza Pajuna, GRAPA) began a recuperation plan for the breed that takes into account the rusticity of this breed, as well as the particularities of its meat.

The Pajuna breed has a double productive orientation as working animal and meat producer, but both industrialization of the countryside and the foreign improved breeds for meat production have displaced this breed in favor of breeds and crosses of higher meat yield. However, according to Osoro *et al.* (2000), the interest in conservation and exploitation of native breeds in face of improved breeds resides fundamentally in their great capacity to take advantage of low-quality fodder resources in difficult environments.

Most of the Pajuna breed calves are weaned at an approximate age of six months, and sold to be fattened in collective feeding places. This practice is habitual among Spanish native breeds with a reduced number of heads (Humada *et al.*, 2013), which makes the understanding of their productive potentiality and meat characteristics difficult. Until today, there are no studies that have

meses y vendidos para ser engordados en cebaderos colectivos. Esta práctica es habitual entre las razas autóctonas españolas con reducido número de efectivos (Humada *et al.*, 2013), lo cual dificulta el conocimiento de su potencialidad productiva y las características de su carne. Hasta ahora no hay investigaciones que hayan caracterizado las particularidades de la carne de la raza Pajuna.

Los ganaderos e industriales de la carne asocian el concepto de calidad con características técnicas u objetivas, mientras que el consumidor reconoce la calidad de la carne a través de la apreciación sensorial de la terneza, el sabor, el color o la frescura de este producto (Grunert, 2006). Asimismo, el consumidor de carne bovina manifiesta un interés creciente por conocer el origen geográfico y el modo de producción de lo que consume, y tiene una clara preferencia en la decisión de compra por productos locales asociados con sistemas tradicionales de producción (Almli *et al.*, 2011; Chrysochou *et al.*, 2012).

Durante los procesos de producción de carne hay varios factores que pueden afectar las características finales de este producto (Forrest *et al.*, 1979). Algunos de ellos, relacionados con el sistema de producción, dependen de la actividad realizada por el ganadero. Así, se han descrito los efectos de: 1) La raza sobre los rendimientos cárnicos (Albertí *et al.*, 2008), 2) el alimento que reciben los animales sobre las características organolépticas de la carne (Blanco *et al.*, 2010) y, 3) el tiempo de maduración en las características finales de la carne (Koohmaraie *et al.*, 1996). Esto tiene especial importancia en bovinos porque los tiempos de maduración de la carne recomendados son más largos (más de 7 d) que en otras especies animales de abasto de consumo tradicional (Campo *et al.*, 2000).

No hay referencias de caracterización de la calidad de la carne de los terneros de la raza Pajuna, y ante la necesidad de valorar las características de este producto para justificar la conservación de la raza, el objetivo principal de este estudio fue caracterizar la calidad de la carne de los terneros de la raza Pajuna obtenida en dos modelos de producción: semiextensivo (uso de pasto de montaña y complemento con heno de pradera y pienso comercial) y extensivo (uso permanente de pasto de montaña).

characterized the particularities of meat from the Pajuna breed.

Livestock producers and meat industrialists associate the concept of quality with technical or objective characteristics, while the consumer recognizes the quality of meat through the sensory appreciation of tenderness, flavor, color or freshness of the product (Grunert, 2006). Likewise, the bovine meat consumer manifests a growing interest for understanding the geographical origin and production mode of what he/she consumes, and has a clear preference in the purchasing decision for local products associated to traditional production systems (Almli *et al.*, 2011; Chrysochou *et al.*, 2012).

During meat production processes there are several factors that can affect the final characteristics of this product (Forrest *et al.*, 1979). Some of them, related to the production system, depend on the activity carried out by the livestock producer. Thus, the following effects have been described: 1) the breed on meat yields (Albertí *et al.*, 2008), 2) the food that animals receive on organoleptic characteristics of the meat (Blanco *et al.*, 2010), and 3) the maturation time on the final characteristics of the meat (Koohmaraie *et al.*, 1996). This is especially important in cattle because the maturation times recommended for meat are longer (over 7 d) than in other animal species of traditional consumption supply (Campo *et al.*, 2000).

There are no references of meat quality characterization for the Pajuna breed calves, and in view of the need to evaluate the characteristics of this product to justify the conservation of the breed, the principal objective of this study was to characterize the meat quality of Pajuna breed calves obtained through two production models: semi-extensive (using mountain grass and complementing with grassland hay and commercial feed), and extensive (using mountain grass permanently).

MATERIALS AND METHODS

In order to perform the study, 23 castrated calves of the Pajuna breed from GRAPA association stockbreeders were weaned in the spring of 2013 at an approximate age of eight months and were transported to the facilities of the Cortés farm (Bérchules, Granada) in the Natural Sierra Nevada Park (Spain), located at 1300 m of altitude. In the ranch facilities, the calves were surgically castrated and handled according to EU dispositions (Directiva 98/58/CE) which regulate the protection of animals

MATERIAL Y MÉTODOS

Para realizar el estudio se usaron 23 terneros castrados de la raza Pajuna de ganaderos de la asociación GRAPA. Los animales fueron destetados en la primavera de 2013 con una edad aproximada de ocho meses y trasladados a las instalaciones de la finca Cortés (Bérchules, Granada) del Parque Natural de Sierra Nevada (España), localizada a 1300 m de altitud. En la finca, los terneros fueron castrados quirúrgicamente y manejados de acuerdo con las disposiciones de la UE (Directiva 98/58/CE) que regulan la protección de los animales en las explotaciones ganaderas. Durante tres meses de adaptación los terneros usaron los pastos de primavera (marzo, abril y mayo) constituidos en 70 % de la materia seca por gramíneas (los géneros principales fueron *Bromus*, *Festuca* y *Avena*), leguminosas (los géneros principales fueron *Trifolium* y *Vicia*) y crucíferas. Este pasto produce 886 kg año⁻¹ y 4.519 MJ EM ha⁻¹ por año.

Después se constituyeron dos grupos: 11 terneros del grupo semiextensivo (*Sem*) fueron criados en semiconfinamiento usando los pastos de montaña, más heno de pradera y alimento concentrado comercial (proteína 12.20 %; grasa 2.35 %; fibra 5.85 %; cenizas 6.87 %) a razón de 6.9 kg d⁻¹ cada ternero hasta su sacrificio en mayo del 2014. En el grupo extensivo (*Ex*) 12 terneros permanecieron exclusivamente en 143 ha de los pastos de montaña hasta su sacrificio en junio del 2014. Durante los meses de invierno (diciembre, enero y febrero) y debido a las difíciles condiciones climáticas de la zona, cada ternero recibió un suplemento con el mismo alimento concentrado comercial que los del grupo *Sem* (2.1 kg d⁻¹). Todos los terneros tuvieron agua de manantial de la finca a voluntad, fueron pesados al entrar en la finca, después cada dos meses y en el día previo a su sacrificio (PV). La ganancia media diaria de peso (GMD) se calculó durante el período de permanencia en la finca mediante regresión lineal del peso en el tiempo, y la pendiente fue el valor de GMD.

Sacrificio y faenado de los animales

Al alcanzar la edad de sacrificio (unos dos años) los terneros fueron trasladados a un matadero comercial a 45 km de la finca y fueron alojados 14 h en un único corral con disponibilidad de agua hasta el momento de su sacrificio. El faenado de las canales se realizó de acuerdo con las regulaciones europeas (Reglamento CE 1099/2009) para el sacrificio de animales de abasto. Inmediatamente después del sacrificio, las canales fueron pesadas (PCC) provistas del riñón, rabo y grasa de riñonada; se calculó el peso de la canal fría (PCF) con la fórmula: $PCF = PCC \times 0.98$; y las canales fueron refrigeradas 7 d en cámara frigorífica a 4 °C (98 % de humedad

in livestock farms for the care of supply animals. During three months of adaptation, the calves used spring grasses (March, April and May), constituted in 70 % of dry matter from grasses (the main genera were *Bromus*, *Festuca* and *Avena*), legumes (the main genera were *Trifolium* and *Vicia*), and crucifers. This grass produces 886 kg year⁻¹ and an annual contribution of 4.519 MJ EM ha⁻¹.

Afterwards, two groups were constituted: 11 calves from the semi-extensive group (*Sem*) were bred in semi-confinement using the mountain grasses, with a contribution of grassland hay and commercial concentrated meal (protein 12.20 %; fat 2.35 %; fiber 5.85 %; ash 6.87 %) at a proportion of 6.9 kg d⁻¹ each calf until their sacrifice in May 2014. In the extensive group (*Ex*), 12 calves remained exclusively on 143 ha of mountain grassland until their sacrifice in June 2014. During the winter months (December, January and February) and due to the difficult climate conditions in the zone, each calf received a supplement with the same commercial concentrated feed as those in the *Sem* group (2.1 kg d⁻¹). All the calves had spring water from the farm at will, were weighed when they entered the farm, after every two months and in the day previous to the slaughter (WS). The mean daily weight gain (MWG) was calculated during the period of permanence in the farm through linear regression of the weight in time, and the slope was the MWG value.

Sacrifice and slaughter of animals

When reaching the sacrifice age (about two years) the calves were transported to a commercial slaughterhouse 45 km from the farm and were housed for 14 h in a single pen with available water until the moment of their sacrifice. The slaughter of the carcasses was performed according to European regulations (Reglamento CE 1099/2009) for the sacrifice of supply animals. Immediately after the sacrifice, the carcasses were weighed (CHW) with the kidney, tail and kidney fat; the weight of the carcass was calculated cold (CDW) with the formula: $CDW = CHW \times 0.98$; and the carcasses were refrigerated for 7 d in a refrigerator chamber at 4 °C (98 % of relative humidity). Afterwards, the *Longissimus dorsi* muscle was extracted from the left half-carcass (from the 3rd thoracic vertebrae to the 6th lumbar vertebrae) and was transported to the Animal Production laboratory at ETSIA in Universidad de Sevilla (Spain). There, the muscle was divided into three equal portions in weight: cranial (T₇), medial (T₁₄) and caudal (T₂₁). The T₁₄ and T₂₁ portions were vacuum-packed in individual bags and continued their maturation under refrigeration at 4 °C (95 % of relative humidity) until 14 and 21 d, respectively. In this way, samples were obtained to evaluate the quality of meat at three maturation times: 7, 14 and 21 d.

relativa). Después se extrajo el músculo *Longissimus dorsi* de la media canal izquierda (desde la 3ª vértebra torácica hasta la 6ª vértebra lumbar) y se trasladó al laboratorio de Producción Animal de la ETSIA de la Universidad de Sevilla (España). Allí el músculo se dividió en tres porciones equitativas en peso: craneal (T₇), medial (T₁₄) y caudal (T₂₁). Las porciones T₁₄ y T₂₁ fueron envasadas a vacío en bolsas individuales y continuaron su maduración en refrigeración a 4 °C (95 % de humedad relativa) hasta los 14 y 21 d, respectivamente. Así se obtuvieron muestras para evaluar la calidad de la carne en tres tiempos de maduración: 7, 14 y 21 d.

Análisis fisicoquímico de la carne

El pH de la carne se determinó en la porción T₇ con un potenciómetro CRISON (pH meter 507) adaptado a un electrodo de penetración. En esta porción se determinó el contenido de humedad (ISO-1442-1997), cenizas (ISO-R-936), proteína (UNE 55-020) y grasa (ISO-1443-1973) y de mioglobina (Hornsey, 1956). Para determinar el contenido relativo de los ácidos grasos en la carne de esta porción T₇ se realizó un análisis de cromatografía gaseosa con el método propuesto por Aldai *et al.* (2006) y se usó un cromatógrafo de gases (GC, Agilent 6890N, Inc., California, EE.UU.) con un detector de ionización de llama y un inyector automático (HP 7683, Inc., California, EE.UU.) asociado a una columna capilar HP-88 (100 m, 0.25 mm i.d., 0.2 μm film thickness, Agilent Technologies Spain, S. L., Madrid, España). Las condiciones del análisis por cromatografía se detallan en Horcada *et al.* (2013).

Para evaluar los cambios en las variables de calidad de la carne durante la maduración, en las porciones T₇, T₁₄ y T₂₁ se valoró el color de la carne mediante la determinación de las coordenadas físicas de color L* a* b* (CIE, 1976). Para ello se utilizó un espectrofotómetro Minolta CM-700d (Konica Minolta Co., Japón) con iluminante D65 y un observador estándar de 10°. En cada muestra se realizaron siete determinaciones con diferente inclinación del aparato en varios puntos de un filete de 2 cm de espesor, aproximado, después de 1 h de exposición al aire.

Los cambios de la capacidad de retención de agua se determinaron en los tres momentos de maduración mediante el método propuesto por Grau y Hamm (1957). Para ello se calcularon las pérdidas de agua (porcentaje con respecto al peso fresco de la carne) por presión.

Para estudiar los cambios en la dureza de la carne durante la maduración se envasaron en vacío filetes de 1.5 cm de espesor de las porciones T₇, T₁₄ y T₂₁ y fueron congelados a -21 °C hasta el momento del análisis. Para la prueba las muestras fueron descongeladas 24 h en nevera regulada a 4 °C. Las

Physical-chemical analysis of the meat

The meat's pH was determined in the portion T₇ with a CRISON potentiometer (pH meter 507) adapted to a penetration electrode. In this portion the moisture (ISO-1442-1997), ash (ISO-R-936), protein (UNE 55-020) and fat (ISO-1443-1973) as well as myoglobin (Hornsey, 1956) contents, were determined. To determine the relative content of fatty acids in the meat of this T₇ portion, a gas chromatography analysis was carried out with the method proposed by Aldai *et al.* (2006) and a gas chromatograph was used (GC, Agilent 6890N, Inc., California, USA) with a flame ionization detector and an automatic injector (HP 7683, Inc., California, USA) associated to a capillary column HP-88 (100 m, 0.25 mm i.d., 0.2 μm film thickness, Agilent Technologies Spain, S. L., Madrid, Spain). The conditions of the chromatography analysis are detailed in Horcada *et al.* (2013).

In order to evaluate the changes in the variables of meat qualities during maturation, in portions T₇, T₁₄ and T₂₁, the meat color was evaluated through the determination of physical coordinates of color L* a* b* (CIE, 1976). For this purpose, a Minolta CM-700d (Konica Minolta Co., Japan) spectrophotometer with illuminant D65 and standard observer of 10° was used. In each sample, seven determinations were made with different inclination of the apparatus in several points of a 2 cm thick fillet, approximately, after 1 h of exposure to the air.

The changes in water-holding capacity were determined in the three moments of maturation through the method proposed by Grau and Hamm (1957). For this purpose, water losses were calculated (percentage with regard to fresh weight of the meat) through pressure.

To study the changes in meat hardness during maturation, 1.5 cm thick steaks were vacuum-packed from the T₇, T₁₄ and T₂₁ portions, and frozen at -21 °C until the time of analysis. For the test, the samples were thawed for 24 h in a refrigerator regulated at 4 °C, the vacuum-packed samples were immersed in hot water bath until 70 °C inside, and they were cooled under running cold water until reaching room temperature. Later, each sample was cut into prisms of 1×2×1 cm in parallel to the muscle fibers, to perform the measurements of strength at cut with a texturometer (TA.XT plus, UK), with a Warner-Bratzler blade of angle 50° and with the following conditions: blade speed of 150 mm min⁻¹, sampling speed of 4 points s⁻¹ and load cell of 30 kg. With each sample, five analytic determinations were performed.

Sensory analysis

To understand the opinion of consumers regarding the sensory characteristics and the acceptability of the Pajuna

muestras envasadas en vacío fueron sumergidas en baño de agua caliente hasta 70 °C en su interior, se enfriaron con agua fría hasta alcanzar temperatura ambiente. Después, cada muestra se cortó en prismas de 1×2×1 cm en sentido paralelo a las fibras musculares para medir fuerza al corte en un texturómetro (TA.XT plus, UK) con una chuchilla Warner-Bratzler de 50° de ángulo y con estas condiciones: velocidad de navaja 150 mm min⁻¹, velocidad de muestreo 4 puntos s⁻¹ y célula de carga de 30 kg. De cada muestra se realizaron cinco determinaciones analíticas.

Análisis sensorial

Para conocer la opinión de los consumidores acerca de las características sensoriales y la aceptabilidad de la carne de la raza Pajuna en tres momentos de maduración, se realizó una prueba de preferencia en 180 consumidores (85 hombres y 95 mujeres) elegidos al azar, no entrenados, mayores de 18 años y habituados al consumo de carne de ternero. A cada consumidor se le ofreció un lote de muestras de carne de unos 150 g de las porciones T₇, T₁₄ y T₂₁ y un cuestionario de valoración. Las muestras envasadas a vacío, congeladas e identificadas fueron entregadas todas a la vez a cada consumidor para que en su domicilio fueran cocinadas en la plancha de forma habitual sin aditivos (salvo sal y aceite de oliva). Los consumidores fueron informados únicamente de que iban a consumir carne de ternero desprovista de hueso. La opinión de cada consumidor se recogió en un cuestionario de valoración en el cual se evaluaron la terneza, la jugosidad, el sabor y aroma, y la aceptabilidad general de acuerdo con una escala numérica de 8 puntos (1=me desagrada extremadamente; 8=me gusta extremadamente) (Sosa *et al.*, 2008).

Análisis estadístico

El diseño experimental fue completamente al azar y con un arreglo factorial 2×3: factor sistema de producción (*Sem* y *Ex*) y factor tiempo de maduración (T₇, T₁₄ y T₂₁ d de maduración). Los resultados fueron analizados con SPSS Statistics 17.0 (SPSS Inc., Chicago, EE.UU., 2008). Para las variables productivas, pH, composición proximal, contenido de mioglobina y composición de la grasa se realizó una prueba de *t* de Student para muestras independientes en función del sistema de producción (*Sem* y *Ex*). Para los cambios en calidad de la carne (color, capacidad de retención de agua y resistencia al corte) durante la maduración y la valoración de los consumidores se realizó un procedimiento GLM con el sistema de producción (*Sem* y *Ex*) y el tiempo de maduración (7, 14 y 21 d) como efectos fijos y con el modelo siguiente:

breed meat at three moments of maturation, a preference test was performed with 180 consumers (85 men and 95 women), randomly chosen, untrained, older than 18 years, and used to calf meat consumption. Each consumer was offered a batch of meat samples of about 150 g from portions T₇, T₁₄ and T₂₁, and an evaluation questionnaire. The vacuum-packed samples, frozen and identified, were delivered all at once to each consumer so they would be cooked in their home on a pan in the habitual manner, without additives (except salt and olive oil). The consumers were informed only that they were going to consume boneless calf meat. The opinion of each consumer was recorded in an assessment questionnaire where the tenderness, juiciness, flavor and aroma, and general acceptability were evaluated according to a numerical scale of 8 points (1=I extremely dislike it; 8=I extremely like it) (Sosa *et al.*, 2008).

Statistical analysis

The experimental design was completely random and with a factorial arrangement of 2×3: production system factor (*Sem* and *Ex*), and maturation time factor (T₇, T₁₄ and T₂₁ d of maturation). The results were analyzed with SPSS Statistics 17.0 (SPSS Inc., Chicago, USA, 2008). For the productive variables, pH, proximal composition, myoglobin content and fat composition, a *t*-Student test was carried out with independent samples in function of the productive system (*Sem* and *Ex*). For the changes in meat quality (color, water-holding capacity and resistance to cutting), during maturation and the consumers' assessment, a GLM procedure was performed with the production system (*Sem* and *Ex*) and the maturation time (7, 14 and 21 d) as fixed effects, and with the following model:

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + M_j + S_i \times M_j + e_{ijk}$$

where, Y_{ijk} =coordinates of color L* a* b*, water-holding capacity, resistance to cutting, sensory analysis of tenderness, juiciness, flavor and aroma, general acceptability; μ =value of the least square means; S_i =fixed effect of the production system ($i=1$: semi-extensive; $i=2$: extensive); M_j =fixed effect of the maturation time ($j=1$: T₇, $j=2$: T₁₄, $j=3$: T₂₁); $S_i \times M_j$ interaction between the effect of the production system and the maturation time; e_{ijk} =random residue. Within each variation factor (production system and maturation time), the differences between means were calculated through a Tukey test ($p < 0.05$).

RESULTS AND DISCUSSION

The calves from group *Ex* were sacrificed with one more month of age than those from group

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + M_j + S_i \times M_j + e_{ijk}$$

donde, Y_{ijk} son las coordenadas de color $L^* a^* b^*$, capacidad de retención de agua, resistencia al corte, análisis sensorial de ternura, jugosidad, sabor y aroma, aceptabilidad general; μ es el valor de la media de mínimos cuadrados; S_i es el efecto fijo del sistema de producción ($i=1$: semiextensivo, $i=2$: extensivo); M_j es el efecto fijo del tiempo de maduración ($j=1$: T₇, $j=2$: T₁₄, $j=3$: T₂₁); $S_i \times M_j$ es la interacción entre el efecto del sistema de producción y el tiempo de maduración; e_{ijk} es el residuo aleatorio. Dentro de cada factor de variación (sistema de producción y tiempo de maduración) se calcularon las diferencias entre medias mediante una prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los terneros del grupo *Ex* se sacrificaron con un mes más de edad que los del grupo *Sem* (Cuadro 1). En ambos grupos, los valores de GMD (intervalo inferior a 700 g d⁻¹) fueron menores a los descritos para otras razas autóctonas españolas seleccionadas para la producción de carne como la Parda de Montaña (1300 g d⁻¹, Blanco *et al.*, 2010) o Retinta y Avileña-Negra Ibérica (1400 g d⁻¹, Piedrafita *et al.*, 2003). Pero los valores de GMD correspondieron con los esperados en bovinos criados en áreas de invernada; así, terneros de la raza autóctona Tudanca tuvieron 513 g d⁻¹ de GMD durante la invernada (Humada *et al.*, 2013). Los valores de GMD del sistema *Sem* (650 g d⁻¹) fueron superiores a los del sistema *Ex* (580 g d⁻¹) ($p=0.009$), lo cual está de acuerdo con Sami *et al.* (2004) quienes señalaron diferencias en la GMD

(Table 1). In both groups, the MWG values (interval below 700 g d⁻¹) were lower than those described for other Spanish native breeds selected for meat production such as Parda de Montaña (1300 g d⁻¹; Blanco *et al.*, 2010) or Retinta and Avileña-Negra Ibérica (1400 g d⁻¹; Piedrafita *et al.*, 2003). However, the MWG values corresponded with the expected ones in cattle bred in wintering areas; thus, the calves from the Tudanca native breed showed 513 g d⁻¹ of MWG during wintering (Humada *et al.*, 2013). The MWG values from the *Sem* system (650 g d⁻¹) were superior than those in the *Ex* system (580 g d⁻¹) ($p=0.009$), which is in agreement with Sami *et al.* (2004) who pointed out the differences in the MWG in calves due to the type of feeding and management system.

Although the calves from group *Ex* were sacrificed with one more month of age than those from group *Sem*, there were no significant differences in the sacrifice weight ($p=0.166$). The weight of the carcass (250 kg) of the Pajuna calves in this study was lower than the one described for most of the native butcher breeds of southwestern Europe (250 to 450 kg; Piedrafita *et al.*, 2003), but higher than those from Tudanca calves produced in the mountainous areas of northern Spain (140-180 kg; Humada *et al.*, 2013). The carcasses from group *Sem* calves were heavier than those from group *Ex* ($p=0.044$), as well as carcass yield (53.87 vs. 50.09 %, $p=0.008$). This is because the calves from group *Ex* had more access to grass than those from group *Sem*, which is why they showed greater development of the digestive system.

Cuadro 1. Efecto del sistema de producción en las características productivas de los terneros de raza Pajuna en los sistemas Semiextensivo y Extensivo.

Table 1. Effect of the production system on the productive characteristics of Pajuna breed calves in Semi-extensive and Extensive systems.

Variable	Semiextensivo (n=11)	Extensivo (n=12)	EEM	p=
Edad sacrificio (d)	669.45	691.83	52.24	0.032
GMD (g d ⁻¹)	650.01	579.87	6.31	0.009
Peso de sacrificio (kg)	454.01	427.86	25.30	0.166
Peso canal fría (kg)	245.13	214.00	13.75	0.044
Rendimiento canal (%)	53.87	50.09	1.40	0.008

GMD: ganancia media diaria de peso; EEM: error estándar de la media ♦ MWG: Mean daily weight gain; EEM: standard error of the mean.

de peso en los terneros debidas al tipo de alimentación y al sistema de manejo.

Aunque los terneros del grupo *Ex* se sacrificaron con un mes más edad que los del grupo *Sem*, no hubo diferencias significativas en el peso de sacrificio ($p=0.166$). El peso de la canal (250 kg) de los terneros Pajuna de este estudio fue inferior al descrito para la mayoría de las razas carniceras autóctonas del suroeste de Europa (250 a 450 kg; Piedrafita *et al.*, 2003), pero superior al de los terneros Tudanca producidos en las áreas de montaña del norte de España (140-180 kg; Humada *et al.*, 2013). Las canales de los terneros del grupo *Sem* fueron más pesadas que las del grupo *Ex* ($p=0.044$) y también el rendimiento de la canal (53.87 vs. 50.09 %, $p=0.008$). Esto se debe a que los terneros del grupo *Ex* tuvieron más acceso al pasto que los del grupo *Sem*, por lo cual presentaron mayor desarrollo del sistema digestivo.

Fisicoquímica de la carne

Los valores de pH (Cuadro 2) estuvieron en el intervalo esperado para la carne de terneros sin estrés previo al sacrificio (Albertí *et al.*, 1995). Esto debe tenerse en cuenta en la raza Pajuna porque es una raza rústica de la cual se espera una adaptación superior a la situación de estrés previo al sacrificio, respecto a las razas mejoradas. La composición proximal de la carne de los terneros Pajuna está dentro de los intervalos descritos para bovinos (Schweigert, 1994).

Physical chemistry of the meat

The pH values (Table 2) were in the interval expected for calf meat without prior stress (Albertí *et al.*, 1995). This must be taken into account in the Pajuna breed because it is a rustic breed from which a higher adaptation to the stress situation prior to the sacrifice is expected, compared to the improved breeds. The proximal composition of the Pajuna calf meat is within the intervals described for cattle (Schweigert, 1994).

There were no significant differences in the meat water content between the two production systems. From the chemical constituents of meat (water, ash, protein, fat), the water content shows least variation in function of the production systems (Forrest *et al.*, 1979). However, the mineral (ash), protein and fat content was significantly higher in the *Sem* group calves compared to those from the *Ex* group. These results agree with Wood *et al.* (2008), who point out that the meat of calves that receive concentrated feed during the finishing phase present higher infiltration fat content, compared to those that consume grass or forages.

Myoglobin is the principal responsible for meat color and includes a hemic group in its structure (Warriss *et al.*, 1990). The values of myoglobin content observed in Pajuna calves (Table 2) are within those expected for cattle, considered as red meat (Beriaín *et al.*, 2009). The content of this pigment was significantly higher in the meat from the *Ex* group

Cuadro 2. Efecto del sistema de producción en los valores de pH, composición proximal y pigmentos hemínicos de la carne (*Longissimus dorsi*) de los terneros de raza Pajuna en los sistemas Semiextensivo y Extensivo.

Table 2. Effect of the production system on the pH values, proximal composition and hemic pigments of the meat (*Longissimus dorsi*) of Pajuna breed calves in Semi-extensive and Extensive systems.

Variable	Semiextensivo (n=11)	Extensivo (n=12)	EEM	p=
pH	5.59	5.61	0.05	0.305
Composición proximal (%)				
Humedad	73.80	75.21	0.91	0.222
Cenizas	1.41	1.07	0.19	0.033
Proteína	24.79	21.26	1.01	0.002
Grasa	3.24	2.56	0.41	0.003
Mioglobina (mg g ⁻¹ carne fresca)	4.16	5.12	0.62	0.002

EEM: error estándar de la media ❖ EEM: standard error of the mean.

No hubo diferencias significativas en el contenido de agua de la carne entre los dos sistemas de producción. De los constituyentes químicos de la carne (agua, cenizas, proteína, grasa), el contenido de agua varía menos en función de los sistemas de producción (Forrest *et al.*, 1979). Sin embargo, el contenido de minerales (cenizas), proteína y grasa fue significativamente superior en los terneros del grupo *Sem* frente a los del grupo *Ex*. Estos resultados están de acuerdo con Wood *et al.* (2008) quienes señalan que la carne de los terneros que reciben alimento concentrado durante la fase de acabado presentan mayor contenido de grasa de infiltración, respecto a los que consumen pasto o forrajes.

La mioglobina es la principal responsable del color de la carne e incluye un grupo hemínico en su estructura (Warriss *et al.*, 1990). Los valores de contenido de mioglobina observados en los terneros Pajuna (Cuadro 2) están dentro de los esperados para bovinos, considerada como carne roja (Beriaín *et al.*, 2009). El contenido de este pigmento fue significativamente más elevado en la carne de los terneros del grupo *Ex* que los del grupo *Sem* ($p=0.002$). Esto se debería a que la hierba ingerida por los terneros en el grupo *Ex* aporta cantidades importantes de Fe^{++} disponible para la síntesis de mioglobina (McCaughy y Cliplef, 1996).

Los porcentajes de ácidos grasos (AG) saturados e insaturados en la carne de los terneros Pajuna (Cuadro 3) fueron similares a los descritos para razas autóctonas bovinas en el mercado español (raza Pirenaica, Indurain *et al.*, 2006; raza Tudanca, Humada *et al.*, 2012); estos autores señalan que el ácido oleico (9c 18:1) es el principal en la composición de la grasa (35.1-37.8 %). El contenido relativo de AG saturados y monoinsaturados fue significativamente superior en el grupo *Sem* que en el grupo *Ex* ($p=0.002$ y $p=0.036$, respectivamente). Sin embargo el contenido de AG poliinsaturados de la carne procedente del grupo *Ex* fue mayor al del grupo *Sem* ($p=0.001$), lo cual se relaciona con el tipo de alimentación de los terneros en los dos grupos. Así, según Scerra *et al.* (2007) y Blanco *et al.* (2010) las dietas basadas en pasto y forraje aumentan el contenido de AG poliinsaturados en la carne, respecto a las dietas de finalización basadas en alimento concentrado. El consumo de AG poliinsaturados tiene efectos beneficiosos sobre la salud humana comparado con AG saturados (Enser *et al.*, 1996; Nuernberg *et al.*, 2005), y los AG

calves than those from the *Sem* group ($p=0.002$). This could be because the herb ingested by calves in group *Ex* contributes important amounts of Fe^{++} available for myoglobin synthesis (McCaughy and Cliplef, 1996).

The percentages of saturated and unsaturated fatty acids (FA) in the Pajuna calf meat (Table 3) were similar to those described for native cattle breeds in the Spanish market (Pirenaica breed, Indurain *et al.*, 2006; Tudanca breed, Humada *et al.*, 2012); these authors point out that oleic acid (9c 18:1) is main one in the fat composition (35.1-37.8 %). The relative content of saturated and monounsaturated FA was significantly higher in the *Sem* group than in the *Ex* group ($p=0.002$ and $p=0.036$, respectively). However, the polyunsaturated FA content in meat from group *Ex* was higher than that in group *Sem* ($p=0.001$), which is related to the type of diet of calves in the two groups. Thus, according to Scerra *et al.* (2007) and Blanco *et al.* (2010), the diets based on grass and forage increase the polyunsaturated FA content in meat, compared to the finalization diets based on concentrated feed. The polyunsaturated FA content has beneficial effects on human health compared to the consumption of saturated FA (Enser *et al.*, 1996; Nuernberg *et al.*, 2005), and the polyunsaturated n-3 FA deserve special attention because of their influence on the prevention of coronary disease (Muchenje *et al.*, 2009; Alfaia *et al.*, 2009). The production system affected significantly ($p=0.001$) the percentage of n-3 FA (18:3n-3, EPA, DPA and DHA), which was higher in meat from *Ex* group calves, compared to those from the *Sem* group. French *et al.* (2000) showed that the contribution of herb to bullock diet increased the content of n-3 FAs that is beneficial to human health.

Changes in the meat quality parameters during maturation

The values observed for trichromatic coordinates in meat of Pajuna breed calves (Figure 1) are within those described by Ruiz de Huidobro *et al.* (2003) and Panea *et al.* (2011) for cattle sacrificed at the commercial weights of the Spanish market (between 36-41, 12-18 and 3-20 for L^* , a^* y b^* , respectively). The meat of Pajuna breed calves presented values similar to those described for the Spanish native breeds of Pirenaica or Avileña-Negra Ibérica which

Cuadro 3. Efecto del sistema de producción en el contenido relativo de ácidos grasos (expresado como porcentaje del total de ácidos grasos identificados) de los terneros de raza Pajuna en los sistemas Semiextensivo y Extensivo.

Table 3. Effect of the production system on the relative content of fatty acids (expressed as total percentage of unidentified fatty acids) of the Pajuna breed calves in Semi-extensive and Extensive systems.

Ácidos grasos	Semiextensivo (n=11)	Extensivo (n=12)	EEM	p=
Total ácidos grasos saturados	50.08	46.02	1.40	0.002
12:0	0.15	0.12	0.02	0.038
14:0	2.29	1.57	0.22	0.002
16:0	26.03	23.42	1.00	0.003
18:0	19.16	18.58	1.19	0.047
22:0	0.34	0.08	0.02	0.001
Total ácidos grasos monoinsaturados	42.78	40.08	1.22	0.036
16:1	2.71	2.78	0.40	0.0347
11 ω 18:1	0.52	0.60	0.13	0.002
9 ω 18:1	37.84	35.07	1.12	0.003
20:1 ω -9	0.24	0.21	0.02	0.311
22:1 ω -9	0.04	0.05	0.01	0.475
Total ácidos grasos poliinsaturados	7.14	13.90	0.74	0.001
18:2 ω -6	3.97	5.73	0.39	0.001
18:3 ω -3	0.52	1.59	0.10	0.001
20:4 ω -6	1.14	3.00	0.30	0.001
20:5 ω -3 (EPA)	0.18	0.84	0.05	0.001
22:5 ω -3 (DPA)	0.50	0.96	0.09	0.001
22:6 ω -3 (DHA)	0.10	0.23	0.02	0.001

EEM: error estándar de la media ❖ EEM: standard error of the mean.

poliinsaturados n-3 merecen especial atención por su influencia en la prevención de enfermedades coronarias (Alfaia *et al.*, 2009; Muchenje *et al.*, 2009). El sistema de producción afectó significativamente ($p=0.001$) al porcentaje de AG n-3 (18:3n-3, EPA, DPA y DHA), el cual fue superior en la carne de los terneros del grupo *Ex*, respecto a los del grupo *Sem*. French *et al.* (2000) mostraron que el aporte de hierba en la dieta de novillos aumenta el contenido de AG n-3 benéficos para la salud humana.

Cambios en los parámetros de calidad de la carne durante la maduración

Los valores observados para las coordenadas tricromáticas de la carne de los terneros de la raza Pajuna (Figura 1) están dentro de los descritos por Ruiz de Huidobro *et al.* (2003) y Panea *et al.* (2011) para bovinos sacrificados a los pesos comerciales del mercado español (entre 36-41, 12-18 y 3-20 para L*, a* y b*, respectivamente). La carne de los terneros de la raza Pajuna presentó valores similares a los descritos para las razas autóctonas españolas Pirenaica

are protected with the European distinctions of quality Indicación Geográfica Protegida Ternera de Navarra (BOE, 2002) and Indicación Geográfica Protegida Carne de Ávila (BOE, 2008).

The effect of the production system on the meat color was significant in all moments of maturation for L* ($p=0.003$). Thus, the calf meat from the *Sem* group was more luminous throughout maturation than the meat from the *Ex* group. During maturation of the meat, the value of all the chromatic coordinates analyzed increased (Figure 1). According to Echevarne *et al.* (1990), the prolonged maturation periods decreased the consumption of oxygen by tissues, changing the meat color. This observation was more prevalent on days 0 to 14 of maturation, and after 14 d the evolution of the chromatic variables L*, a* and b* was less intense.

The water-holding capacity of Pajuna calves' meat (Figure 2) is within the values described by Serra *et al.* (2008) for native Spanish breeds in the national markets (Bruna de los Pirineos, Avileña-Negra Ibérica or Morucha). As it happens in normal meat maturation processes, the maturation time of Pajuna

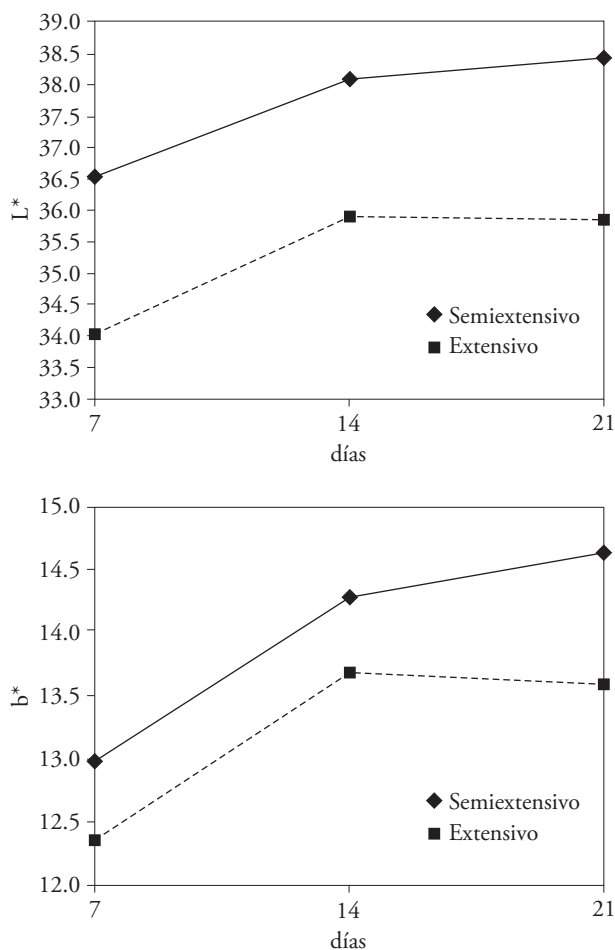


Figura 1. Cambios en las coordenadas tricromáticas (L^* , a^* y b^*) de la carne de los terneros de raza Pajuna durante 7, 14 y 21 días de maduración.

Figure 1. Changes in the trichromatic coordinates (L^* , a^* and b^*) of the meat of Pajuna breed calves during 7, 14 and 21 days of maturation.

o Avileña-Negra Ibérica que están protegidas con los distintivos europeos de calidad Indicación Geográfica Protegida Ternera de Navarra (BOE, 2002) e Indicación Geográfica Protegida Carne de Ávila (BOE, 2008).

El efecto del sistema de producción sobre el color de la carne fue significativo en todos los momentos de la maduración para L^* ($p=0.003$). Así, la carne de los terneros del grupo *Sem* fue más luminosa en toda la maduración que la carne del grupo *Ex*. Durante la maduración de la carne aumentó el valor de todas las coordenadas cromáticas analizadas (Figura 1). Según Echevarne *et al.* (1990), los períodos de maduración prolongados disminuyen el consumo de oxígeno por los tejidos, lo cual cambia el color de la carne. Esta observación fue más acusada en los días 0 a 14 de maduración, y desde los 14 d la evolución de las variables cromáticas L^* , a^* y b^* fue menos intensa.

La capacidad de retención de agua de la carne de los terneros Pajuna (Figura 2) está dentro de los

calf meat influenced ($p=0.003$) the water-holding capacity. In the two production systems there was a decrease in the amount of water liberated by the meat as the maturation processes developed. These changes were more noticeable in the meat of calves fed with concentrate feed (*Sem*) than in those with continuous grazing (*Ex*).

The hydration of the muscle fibers depends on the final pH of the meat, which in turn depends on animal management, and the electronic environment of the muscle fibers is the primary determinant of water adsorption in muscle fibers. In the Pajuna calves it is also evident and the water-holding capacity of meat increases during the maturation processes, although in a different way depending on the prior management.

The values of resistance to cutting of Pajuna calf meat during maturation (Figure 3) were similar to those described by María *et al.* (2003) for calves of the Spanish breeds selected for meat production ($4-5 \text{ kg cm}^{-2}$) and by Campo *et al.* (2000) for calves of Spanish native breeds sacrificed with approximately one year of age.

At all moments of the maturation process of the meat, there were no significant differences in the resistance to meat cutting of calves from the *Sem* or *Ex* groups ($p>0.05$); thus, the production systems proposed do not affect the meat toughness

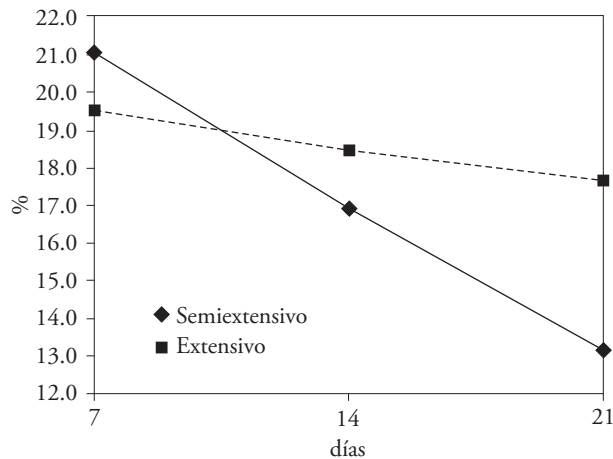


Figura 2. Cambios en la capacidad de retención de agua (porcentaje de agua liberada) de la carne de los terneros de raza Pajuna durante 7, 14 y 21 días de maduración.

Figure 2. Changes in the water-holding capacity (percentage of water liberated) of the meat of Pajuna breed calves during 7, 14 and 21 days of maturation.

valores descritos por Serra *et al.* (2008) para razas autóctonas españolas en el mercado nacional (Bruna de los Pirineos, Avileña-Negra Ibérica o Morucha). Como ocurre en los procesos normales de maduración de la carne, el tiempo de maduración de la carne de terneros Pajuna influyó ($p=0.003$) sobre la capacidad de retención de agua. En los dos sistemas de producción hubo un descenso de la cantidad de agua liberada por la carne conforme se desarrollan los procesos de maduración. Estos cambios fueron más acusados en la carne de los terneros criados con alimento concentrado (*Sem*) respecto a los de pastoreo continuo (*Ex*).

La hidratación de las fibras musculares depende del pH final de la carne, que a la vez depende del manejo de los animales. El ambiente electrónico de las fibras musculares es el principal determinante de la adsorción de agua en las fibras musculares. En los terneros Pajuna también es una evidencia y la capacidad de retención de agua de la carne aumenta durante los procesos de maduración, pero de forma diferente dependiendo del manejo previo.

Los valores de resistencia al corte de la carne de los terneros Pajuna durante la maduración (Figura 3) fueron similares a los descritos por María *et al.* (2003) para terneros de las razas bovinas españolas seleccionadas para la producción de carne ($4-5 \text{ kg cm}^{-2}$) y por Campo *et al.* (2000) para terneros de

in Pajuna calves. This assertion is related to the idea that meat toughness depends to a great extent on the activity of animals during their productive process, on the management prior to the sacrifice, and on the final pH values of the meat. Therefore, the absence of significant differences observed in meat pH between the *Sem* and *Ex* groups (Table 2) is related to the absence of significant differences in the meat toughness between the two production groups. However, in both production systems, the maturation time of the meat influenced the resistance to cutting ($p=0.002$), as was described by Maria *et al.* (2003) in calf meat matured for 14 d. During the period of 7 to 14 d of maturation, the resistance to cutting of the meat was reduced in 14.1 %, whereas at 21 d it was reduced in 28.5 %. These results could respond to the processes described by Nishimura *et al.* (1996) regarding the gradual disintegration of the muscle structure that takes place during maturation of the meat.

Sensory analysis

As judged by consumers, the effect of the production system on the attributes assessed in sensory terms (tenderness, juiciness, flavor and aroma) and the general acceptability was not significant ($p>0.05$) (Table 4). However, the effect of maturation on the meat was significant in all the

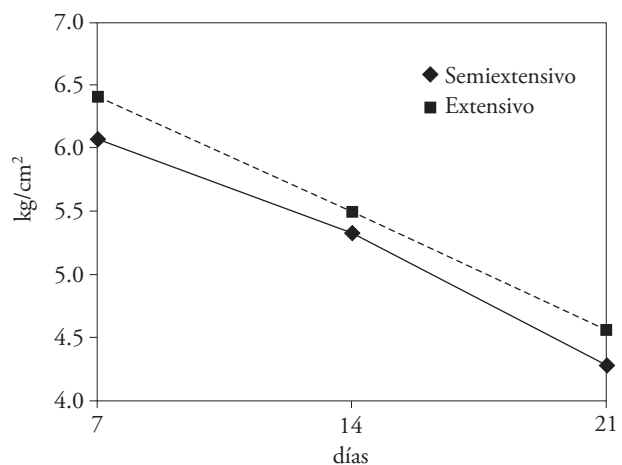


Figura 3. Cambios en la resistencia al corte de la carne de los terneros de raza Pajuna durante 7, 14 y 21 días de maduración.

Figure 3. Changes in resistance to cutting of the meat of Pajuna breed calves during 7, 14 and 21 days of maturation.

razas autóctonas españolas sacrificadas con aproximadamente un año de edad.

En todos los momentos del proceso de maduración de la carne no hubo diferencias significativas en la resistencia al corte de la carne de los terneros de los grupos *Sem* o *Ex* ($p > 0.05$); entonces, los sistemas de producción propuestos no afectan a la dureza de la carne en los terneros Pajuna. Esta aseveración se relaciona con la idea de que la dureza de la carne depende en gran medida de la actividad de los animales durante su proceso productivo, del manejo previo antes del sacrificio y de los valores de pH final de la carne. Por ello, la ausencia de diferencias significativas observada en el pH de la carne entre los grupos *Sem* y *Ex* (Cuadro 2) se relaciona con la ausencia de diferencias significativas en la dureza de la carne entre los dos grupos productivos. Sin embargo, en ambos sistemas de producción, el tiempo de maduración de la carne influyó sobre la resistencia al corte ($p = 0.002$), como lo describió María *et al.* (2003) en la carne de terneros madurada durante 14 d. Durante el período de 7 a 14 d de maduración la resistencia al corte de la carne se redujo en 14.1 %, mientras que a los 21 d disminuyó 28.5 %. Estos resultados podrían responder a los procesos descritos por Nishimura *et al.* (1996) sobre desintegración paulatina de la estructura muscular que ocurre durante la maduración de la carne.

Análisis sensorial

A juicio de los consumidores, el efecto del sistema de producción sobre los atributos valorados de manera sensorial (terneza, jugosidad, sabor y aroma) y la aceptabilidad general no fue significativo ($p > 0.05$) (Cuadro 4). Sin embargo, el efecto de la maduración de la carne fue significativo en todos los atributos analizados ($p \leq 0.01$) en los dos sistemas de producción. Este resultado está de acuerdo con Monsón *et al.* (2005) quienes observaron que el efecto de la maduración es más importante que el efecto del genotipo sobre la valoración positiva de las características de la carne bovina por el consumidor. La valoración de la terneza es el principal atributo que considera el consumidor en el momento del consumo. En ambos sistemas de producción la carne mejor valorada fue la madurada 21 d a 4 °C. Esta observación fue corroborada por la determinación instrumental en la carne madurada durante 21 d. Según Campo *et al.* (2000), los períodos prolongados de maduración mejoran la

atributos analizados ($p \leq 0.01$) en los dos sistemas de producción. This result agrees with Monsón *et al.* (2005) who observed that the effect of maturation is more important than the effect of the genotype on the positive valuation of the characteristics of the cattle meat by the consumer. The valuation of tenderness is the main attribute that the consumer considers at the moment of consumption. In both production systems the meat that was best evaluated was matured for 21 d at 4 °C. This observation was corroborated by the instrumental determination in the meat matured for 21 d. According to Campo *et al.* (2000), prolonged maturation periods improve the tenderness of the meat due to the structural changes of disintegration of muscle proteins. In both production systems, the highest grades in juiciness were for the meat matured for 14 and 21 d. As it was described, this observation could be related to the reduction of water liberation in the meat subjected to prolonged maturation periods (Figure 2). Regarding meat flavor and aroma, the best assessment mark by consumers was for meat with 14 d of maturation, which is significant for the meat of calves that received concentrated feed (*Sem*). However, in calves raised on permanent grazing (*Ex*), there were no significant differences in the assessment of flavor and aroma for the meat between 14 and 21 d of maturation.

Studies related to sensory appreciation indicate that fat affects the aroma and flavor of the meat in two ways: through oxidation of the fatty acids when carbonyl compounds are originated that contribute to the aroma, and when it acts as a deposit of odoriferous compounds released during heating or during storage of the meat. In the Pajuna breed, this effect on fat transformations at 14 d of maturation of the meat is quite valued by consumers. In the same way as what was observed for the appreciation of juiciness, the highest marks for general acceptability were for the meat matured for 14 d.

CONCLUSIONS

The meat quality characteristics of Pajuna calves are similar to those described for other native breeds in the Spanish market. This could contribute to the interest for the conservation of this breed, considered in danger of extinction, and to favor the activity of

Cuadro 4. Puntaje del consumidor de la carne de terneros de raza Pajuna en función del sistema de producción (S) y maduración (M) de la carne.**Table 4. Scoring by consumer of the Pajuna breed calf meat in function of the production system (S) and maturation (M) of the meat.**

Sistema de producción	Semiextensivo			Extensivo			EEM	p=		
	7d	14d	21d	7d	14d	21d		S	M	S×M
Tiempo de maduración										
Terneza	5.93 ^a	6.32 ^b	6.49 ^c	5.74 ^a	6.32 ^b	6.80 ^c	0.56	0.301	0.003	0.364
Jugosidad	5.97 ^a	6.41 ^b	6.43 ^b	5.93 ^a	6.40 ^b	6.65 ^b	0.88	0.412	0.002	0.314
Sabor y aroma	5.92 ^a	6.39 ^b	6.22 ^c	6.11 ^a	6.59 ^b	6.69 ^b	0.74	0.117	0.002	0.021
Aceptabilidad general	6.38 ^a	6.77 ^b	6.63 ^b	6.17 ^a	6.53 ^b	6.89 ^b	1.03	0.121	0.004	0.441

Calificaciones en una escala de 8 puntos (1: me desagrada extremadamente; 8: me gusta extremadamente). a, b, c: Letras diferentes en un renglón indican diferencias en maduración dentro de sistema de producción ($p \leq 0.05$). EEM: error estándar de la media ❖ Grados on a scale of 8 points (1: I extremely dislike it; 8: I extremely like it). a, b, c: Different letters in a line indicate differences in maturation within a production system ($p \leq 0.05$). EEM: standard error of the mean.

terneza de la carne debido a los cambios estructurales de desintegración en las proteínas musculares. En ambos sistemas de producción, las mayores notas de jugosidad fueron para la carne madurada durante 14 y 21 d. Como ya se describió, esta observación se relacionaría con la reducción de la liberación de agua en la carne sometida a períodos de maduración prolongados (Figura 2). Respecto al sabor y aroma de la carne, la mejor nota de valoración de los consumidores fue para la carne con 14 d de maduración, lo cual es significativo en la carne de los ternero que recibieron alimento concentrado (*Sem*). Pero en los terneros criados en pastoreo permanente (*Ex*) no hubo diferencias significativas en la valoración del sabor y aroma de la carne entre los 14 y 21 d de maduración.

Estudios relativos a la apreciación sensorial indican que la grasa afecta al aroma y sabor de la carne de dos formas: mediante la oxidación de los ácidos grasos cuando se originan compuestos carbonilos que contribuyen al aroma y cuando actúa como depósito de compuestos odoríferos liberados durante el calentamiento o durante el almacenamiento de la carne. En la raza Pajuna, este efecto en las transformaciones de la grasa a los 14 d de maduración de la carne es muy valorado por los consumidores. Al igual que lo observado para la apreciación de la jugosidad, las mayores notas de aceptabilidad general fueron para la carne madurada durante 14 d.

CONCLUSIONES

Las características de calidad de la carne de los terneros Pajuna son similares a las descritas para otras

livestock producers in disadvantaged rural zones where the Pajuna breed has its natural space. The production system and the maturation time of the meat affect the meat characteristics of this breed. However, as judged by the consumers, the effect of meat maturation on the assessment of the quality attributes is more important than the effect of the production system. The best sensory valuation of the meat was after 14 d of maturation.

—End of the English version—



razas autóctonas del mercado español. Esto podría contribuir al interés por la conservación de esta raza, considerada en peligro de extinción, y favorecer la actividad de los ganaderos en las zonas rurales desfavorecidas donde la raza Pajuna tiene su espacio natural. El sistema de producción y el tiempo de maduración de la carne afectan a las características de la carne de esta raza. Sin embargo, a juicio de los consumidores, el efecto de la maduración de la carne sobre la valoración de los atributos de calidad es más importante que el efecto del sistema de producción. La mejor valoración sensorial de la carne fue desde los 14 días de maduración.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue posible gracias al proyecto Gestión de la ganadería extensiva del Parque Nacional de Sierra Nevada y la

colaboración de los ganaderos de la Asociación de Criadores de Ganado Vacuno de Raza Pajuna.

LITERATURA CITADA

- Albertí, P., C. Sañudo, P. Santolaria, e I. Negueruela. 1995. Variación de la calidad de la carne, de las medidas de la canal y de los parámetros productivos de añojos de seis razas españolas. ITEA 16: 627-629.
- Albertí, P., B. Panea, C. Sañudo, J. L. Olleta, G. Ripoll, P. Ertbjerg, M. Christensen, S. Gigli, S. Failla, S. Concetti, J. F. Hocquette, R. Jailler, S. Rudel, G. Renand, G. R. Nute, R. I. Richardson, and J. L. Williams. 2008. Live weight, body size and carcass characteristics of young bulls of fifteen European breeds. *Livest. Sci.* 114: 19-30.
- Aldai, N., K. Osoro, L. J. R. Barron, and A. I. Nájera. 2006. Gas-liquid chromatographic method for analysing complex mixtures of fatty acids including conjugated linoleic acids (cis9trans11 and trans10cis12 isomers) and long-chain polyunsaturated fatty acids - Application to the intramuscular fat of beef meat. *J. Chromatogr. A* 1110: 133-139.
- Alfaia, C. P., S. P. Alves, S. I. Martins, A. S. Costa, C. M. Fontes, J. P. Lemos, R. J. Bessa, and J. A. Prates. 2009. Effect of the feeding system on intramuscular fatty acids and conjugated linoleic acid isomers of beef cattle, with emphasis on their nutritional value and discriminatory ability. *Food Chem.* 114: 939-946.
- Almli, V. L., W. Verbeke, F. Vanhonacker, T. Næs, and M. Hersleth. 2011. General image and attribute perceptions of traditional food in six European countries. *Food Qual. Prefer.* 22: 129-138.
- ARCA. 2014. <http://www.magrama.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia>.
- Beriain, M. J., M. V. Goñi, G. Indurain, M. V. Sarriés, and K. Insausti. 2009. Predicting *Longissimus dorsi* myoglobin oxydation in aged beef based on early post-mortem colour measurements on the carcass as a colour stability index. *Meat Sci.* 81: 439-445.
- Blanco, M., I. Casasús, G. Ripoll, B. Panea, P. Albertí, and M. Joy. 2010. Lucerne grazing compared with concentrate-feeding slightly modifies carcass and meat quality of young bull. *Meat Sci.* 84: 545-552.
- BOE. 2002. Orden de 26 de diciembre por la que se ratifica el Reglamento de la Indicación Geográfica Protegida "Terñera de Navarra o Nafarroako Aratxea" y de su Consejo Regulador. BOE 13: 1755-1763, de 15 de enero.
- BOE. 2008. Resolución de 23 de julio de 2008, de la Dirección General de Industria y Mercados Alimentarios, por la que se concede la protección transitoria a la Indicación Geográfica Protegida "Carne de Ávila". BOE 203: 35252-35255, de 22 de agosto.
- Campo, M. M., P. Santolaria, C. Sañudo, J. Lepetit, J. L. Olleta, B. Panea, and P. Alberti. 2000. Assessment of breed type and ageing time effects on beef meat quality using two different texture devices. *Meat Sci.* 55: 371-378.
- Chrysochou, P., A. Krystallis, and G. Giraud. 2012. Quality assurance labels as drivers of customer loyalty in the case of traditional food products. *Food Qual. Prefer.* 25: 156-162.
- CIE. 1976. Commission Internationale de l'Éclairage. Official Recommendations on 327 inform Colour Spaces. Colour Difference Equations and Metric Colour Terms. 328 Suppl 2. CIE Publication 15 Colourimetry, Paris
- Directiva 98/58/CE del Consejo de 20 de julio de 1998 relativa a la protección de los animales en explotaciones ganaderas. Diario Oficial de las Comunidades Europeas L 221: 23-27.
- Echevarne, C., M. Rennerre, and R. Labas. 1990. Metmyoglobin reductase activity in bovine muscles. *Meat Sci* 27: 161-172.
- Enser, M., K. Hallet, B. Hewitt, G. A. Fursey, and J. D. Wood. 1996. Fatty acid content and composition of English beef, lamb and pork at retail. *Meat Sci.* 42: 443-456.
- Forrest, J. C., E. D. Aberle, H. B. Hedrick, M. D. Judge, y R. A. Merkel. 1979. Fundamentos de Ciencia de la Carne. Acribia. Zaragoza. 364 p.
- French, P., C. Staton, F. Lawless, E.G. O'Riordan, F. J. Monahan, P.J. Caffrey, and A. P. Moloney. 2000. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. *J. Anim.Sci.* 78: 2849-2855.
- Grau, R., und R. Hamm. 1957. Ubers das Wasserbindungsvermögen des Säugetiermuskels. II. Mitt. Über die bestimmung der wasserbindung der muskels. *Z. Lebensm. Unters. For.* 105: 446-460.
- Grunert, K.G. 2006. Future trends and consumer lifestyles with regard to meat consumption. *Meat Sci.* 74: 149-160.
- Horcada, A., V. M. Fernández-Cabanás, O. Polvillo, B. Botella, M. D. Cubiles, R. Pino, M. Narváez-Rivas, M. León-Camacho, and R. Rodríguez-Acuña. 2013. Feasibility of use of fatty acid triacylglycerol profiles for the authentication of commercial labelling in Iberian dry-cured sausages. *Talanta* 117: 463-470.
- Hornsey, H. C. 1956. The colour of cooked cured pork. I.- Estimation of the nitric oxide-haem pigments. *J. Sci. Food Agric.* 7: 534-540.
- Humada, M. J., E. Serrano, C. Sañudo, D. C. Rolland, and M. E. R. Dugan. 2012. Production system and slaughter age effects on intramuscular fatty acid from young Tudanca bulls. *Meat Sci.* 90: 678-685.
- Humada, M. J., C. Sañudo, C. Cimadevilla, y E. Serrano. 2013. Efecto del sistema de producción y la edad de sacrificio sobre parámetros productivos, calidad de la canal y rendimiento económico de la producción de terneros y añojos de raza Tudanca. ITEA 109: 183-200.
- Indurain, G., M. J. Beriain, M. V. Goñi, A. Arana, and A. Purroy. 2006. Composition and estimation of intramuscular and subcutaneous fatty acid composition in Spanish young bulls. *Meat Sci.* 73: 326-334.
- Koohmaraie, M., M. E. Doumit, and T. L. Wheeler. 1996. Meat toughening does not occur when rigor shortening is prevented. *J. Anim. Sci.* 74: 2935-2942.
- MAGRAMA, 2014. <http://www.magrama.gob.es/es/ganaderia/estadisticas/>
- María, G. A., M. Villarroel, C. Sañudo, J. L. Olleta, and G. Gebresenbet. 2003. Effect of transport time and ageing on aspects of beef quality. *Meat Sci.* 65: 1335-1340.
- McCaughey, W. P., and R. L. Cliplef. 1996. Carcass and organoleptic characteristics of meat from steers grazed on alfalfa/grass pastures and finished on grain. *Can. J. Anim. Sci.* 76: 149-155.

- Monsón, F., C. Sañudo, and I. Sierra. 2005. Influence of breed and ageing time on the sensory meat quality and consumer acceptability in intensively reared beef. *Meat Sci.* 71: 471-479.
- Muchenje, V., K. Dzama, M. Chimonyo, P. E. Strydom, A. Hugo, and J. G. Raats. 2009. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review. *Food Chem.* 112: 279-289.
- Nishimura, T., A. Hattori, and K. Takahashi. 1996. Relationship between degradation of proteoglycans and weakening of the intramuscular connective tissue during post-mortem ageing of beef. *Meat Sci.* 42: 251-260.
- Nuernberg, K., D. Dannenberger, G. Nuernberg, K. Ender, J. Voigt, N. D. Scollan, J. D. Wood, G. R. Nute, and R. I. Richardson. 2005. Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of *Longissimus* muscle in different cattle breeds. *Livest. Prod. Sci.* 94: 137-147.
- Osoro, K., J. M. Vassallo, R. Celaya, y A. Martínez. 2000. Resultados de la interacción vegetación×manejo animal en dos comunidades vegetales naturales de la Cordillera Cantábrica. *Investigación Agraria: Producción y Sanidad Animal* 15: 137-157.
- Panea, B., G. Ripoll, J. L. Olleta, y C. Sañudo. 2011. Efecto del sexo y del cruzamiento sobre la calidad instrumental y sensorial y sobre la aceptación de la carne de añajos de la raza Avileña-Negra ibérica. *ITEA* 107: 239-250.
- Piedrafita, J., R. Quintanilla, C. Sañudo, J. L. Olleta, M. M. Campo, B. Panea, G. Renand, F. Turin, S. Jabet, K. Osoro, M. C. Oliván, G. Noval, P. García, M. D. García, M. A. Oliver, M. Gispert, X. Serra, M. Espejo, S. García, M. López, and M. Izquierdo. 2003. Carcass quality of 10 beef cattle breeds of the Southwest of Europe in their typical production system. *Livest. Prod. Sci.* 82: 1-13.
- Reglamento CE 1099/2009 del Consejo de 24 de septiembre de 2009 relativo a la protección de los animales en el momento de la matanza. *DOCE L* 303: 1-30.
- Real Decreto 2129/2008, de 26 de diciembre, por el que se establece el Programa Nacional de Conservación, Mejora y Fomento de las Razas Ganaderas. *BOE* 23: 9211-9242.
- Ruiz de Huidobro, F., E. Miguel, E. Onega, and B. Blázquez. 2003. Changes in meat quality characteristics of bovine meat during the first 6 days post mortem. *Meat Sci.* 65: 1439-1446.
- Sami, A. S., C. Augustini, and F. J. Schwarz. 2004. Effects of feeding intensity and time on feed on performance, carcass characteristics and meat quality of Simmental bulls. *Meat Sci.* 67: 195-201.
- Scerra, M., P. Caparra, F. Foti, V. Galofaro, M. C. Sinatra, and V. Scerra. 2007. Influence of ewe feeding systems on fatty acid composition of suckling lambs. *Meat Science* 76: 390-394.
- Schweigert, B. S. 1994. Contenido en nutrientes y valor nutritivo de la carne y de los productos cárnicos. *Ciencia de la carne y de los productos cárnicos*. Ed. Acribia, Zaragoza, 581 p.
- Serra, X., L. Guerrero, M. Gil, C. Sañudo, B. Panea, M. M. Campo, J. L. Olleta, M. D. García-Cachán, J. Piedrafita, M. A. Oliver. 2008. Eating quality of young bulls from three Spanish beef breed-production systems and its relationships with chemical and instrumental meat quality. *Meat Sci.* 79: 98-104.
- Sosa, M., C. Martínez, F. Márquez, and G. Hough. 2008. Location and scale influence on sensory acceptability measurements among low-income consumers. *J. Sens Stud.* 23: 707-719.
- Warriss, P. D., S. N. Brown, and S. J. Adams. 1990. Variation in haem pigment concentration and colour in meat from British pigs. *Meat Sci.* 28: 321-329.
- Wood, J. D., M. Enser, A. V. Fisher, G. R. Nute, P. R. Sheard, R. I. Richardson, S.I. Hughes, and F. M. Whittington. 2008. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Sci.* 78: 343-358.