

Impacto del modo de transporte al matadero (mezcla o no mezcla con animales extraños) de terneros de las razas Asturiana de los Valles y Retinta en los atributos físico-químicos y organolépticos de carne madurada. Aceptabilidad y preferencia de los consumidores

Sol Zamuz¹, Susana García-Torres², María Cabeza de Vaca², David Tejerina², Alberto Ortiz², Mamen Oliván^{3,4}, Verónica Sierra^{3,4}, Yolanda Diñeiro^{3,4}, Miguel A. Sentandreu⁵, María López-Pedrouso⁶, Laura Purriños¹, José M. Lorenzo^{1,7} y Daniel Franco^{1,*}

¹ Centro Tecnológico de la Carne de Galicia, Av. de Galicia nº 4, Parque Tecnológico de Galicia, San Cibrao das Viñas, Ourense, España

² CICYTEX (Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura), Junta de Extremadura. Ctra. A-V, Km372, 06187 Guadajira, España

³ Área de Sistemas de Producción Animal, Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), Ctra. AS-267, PK 19, 33300, Villaviciosa, Asturias, España

⁴ ISPA (Instituto de Investigación Sanitaria del Principado de Asturias), Avda. Roma s/n, 33011 Oviedo, España

⁵ Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (CSIC), Avenida Agustín Escardino 7, Paterna, 46980 Valencia, España

⁶ Departamento de Zoología, Genética y Antropología Física, Universidad de Santiago de Compostela, 15872 Santiago de Compostela, España

⁷ Área de Tecnología de los Alimentos, Facultad de Ciencias de Ourense, Universidad de Vigo, 32004 Ourense, España

Resumen

La maduración es uno de los principales factores que influyen en las características organolépticas de la carne y en su aceptabilidad. El objetivo de este trabajo fue estudiar en dos momentos del proceso de maduración (7 días y 14 días), la variación de los atributos físico-químicos y organolépticos de la carne de terneros de las razas Asturiana de los Valles y Retinta con diferentes manejos pre-sacrificio (mezcla y no mezcla con animales desconocidos). Se llevó a cabo un análisis sensorial descriptivo con un panel entrenado y se analizó la aceptabilidad y la preferencia por la carne madurada de estas dos razas con 75 consumidores, así como un estudio sobre los factores que influyen en la decisión de compra de este

* Autor para correspondencia: danielfranco@ceteca.net

Cita del artículo: Zamuz S, García-Torres S, Cabeza de Vaca M, Tejerina D, Ortiz A, Oliván M, Sierra V, Diñeiro Y, Sentandreu MA, López-Pedrouso M, Purriños L, Lorenzo JM, Franco D (2022). Impacto del modo de transporte al matadero (mezcla o no mezcla con animales extraños) de terneros de las razas Asturiana de los Valles y Retinta en los atributos físico-químicos y organolépticos de carne madurada. Aceptabilidad y preferencia de los consumidores. ITEA-Información Técnica Económica Agraria 118(2): 213-238. <https://doi.org/10.12706/itea.2021.021>

tipo de carne. La raza y la mezcla de animales antes del sacrificio afectaron significativamente a la dureza instrumental. La intensidad de los atributos relacionados con la textura presentó diferencias significativas entre las muestras estudiadas a los 7 días de maduración, con un aumento de la ternura, jugosidad y fibrosidad, mientras que a los 14 días de maduración también mostraron diferencias significativas el olor y flavor a vacuno, el flavor a hígado y la untuosidad. Los resultados indicaron que los atributos organolépticos van cambiando de intensidad a medida que evoluciona la maduración, por lo tanto, podemos concluir que los atributos ternura, jugosidad, untuosidad, fibrosidad, olor y flavor a vacuno y flavor a hígado, que presentaron diferencias significativas entre las muestras, podrían ser considerados indicadores sensoriales de maduración. El tipo de transporte pre-sacrificio (con o sin mezcla con animales desconocidos) también influyó en la intensidad de los atributos sensoriales, pero de manera menos notable que el efecto raza. También se observó que los consumidores prefieren la carne de la raza Asturiana de los Valles madurada 14 días, aunque entre los factores que más influyen en la decisión de compra de la carne no está el tiempo de maduración. En cuanto a los hábitos de compra, se observó una relación entre el formato de compra de la carne y el lugar de compra. En general, es necesario promover un mayor conocimiento entre los consumidores sobre la importancia de la maduración en la calidad de la carne de vacuno.

Palabras clave: Razas autóctonas, transporte pre-sacrificio, QDA, análisis hedónico, preferencia, decisión de compra y hábitos de consumo.

Impact of the pre-slaughter transport (mixing or no mixing with unfamiliar animals) of calves of Asturiana de los Valles and Retinta breeds on physicochemical and organoleptic attributes of the ageing meat. Consumers' acceptability and preference

Abstract

As ageing process is one of the main factors influencing the organoleptic characteristics of meat and its consumer acceptability, the objective of this research was to study the organoleptic attributes variation of meat from Asturiana de los Valles and Retinta breeds at two times of the ageing process (7 and 14 days) under different pre-slaughter transport conditions (mixing and non-mixing with unfamiliar animals). A descriptive sensory analysis was carried out with a trained panel and the acceptability and preference for ageing meat of these two breeds were analysed with 75 consumers, as well as a study on the factors that influence the purchase decision to this type of meat. The breed and mixing with unfamiliar animals before slaughter affected significantly at instrumental tenderness. The intensity of the attributes related to the texture showed significant differences among studied samples at 7 days of ageing, with an increase in tenderness, juiciness and fibrousness while at 14 days of ageing, odour, beef flavour, liver flavour and smoothness also showed significant differences. The results indicated that the organoleptic attributes changed in intensity during ageing time, therefore, we can conclude that the attributes of tenderness, juiciness, smoothness, fibrousness, odour, beef flavour and liver flavour showed significant differences among samples and could be considered sensory indicators of ageing. The type of pre-slaughter transport (with or without mixing with unknown animals) also influenced the intensity of the sensory attributes, but less markedly than the breed effect. It was also observed that consumers prefer the meat of the Asturiana de los Valles breed aged for 14 days, despite among the factors that most influence the meat purchase decision, the ageing time was not present. Regarding purchasing habits, a relationship was observed between the meat purchase format and sale point. Overall, it is necessary to promote greater knowledge among consumers about the importance of ageing in beef quality.

Keywords: Autochthonous breeds, pre-slaughter transport, QDA, hedonic analysis, preference, purchase decision and consumption habits.

Introducción

La industria cárnica debe innovar dando respuesta a las preferencias de los consumidores para ser competitiva y sostenible. Para esta industria es esencial conocer detalladamente cuáles son los atributos de calidad más importantes para la carne de vacuno y qué hacer para mejorarlos (Troy y Kerry, 2010). Las características organolépticas y sensoriales de la carne de vacuno importantes para el consumidor, como el color, la capacidad de retención de agua y la terneza, dependen de muchos factores, tanto intrínsecos del producto como extrínsecos, que no siempre son fáciles de controlar ni de evaluar.

Son muchos los trabajos que se han llevado a cabo para estudiar la calidad sensorial de la carne y los factores que pueden afectarla (Sierra et al., 2010; Oliván et al., 2013; Gomes et al., 2014; Pagliarini et al., 2016), siendo uno de los más importantes la raza (Albertí et al., 2008; Campo et al., 1999). También se ha comprobado cómo diferentes factores de manejo como el sistema de producción, el tipo de transporte hacia el matadero (con o sin mezcla con animales desconocidos) así como las condiciones de estancia en el matadero previas al sacrificio (Miranda-de la Lama, 2013a,b; Villarroel et al., 2013; López-Pedrouso et al., 2020) influyen sobre estas características organolépticas. El ganado, en su manejo habitual, experimenta cierto nivel de estrés antes del sacrificio, lo que puede generar un efecto negativo sobre la calidad de la carne. Ferguson y Warner (2008) afirman que el impacto del estrés pre-sacrificio es más importante de lo que se cree en la calidad de la carne en los rumiantes y por lo tanto, se subestima. La magnitud de este efecto dependerá del tipo y la duración del factor estresante, así como de la susceptibilidad del animal ante los factores estresantes y su capacidad de respuesta. Los principales factores estresantes antes del sacrificio del animal se deben al tipo de manejo en la

granja y al contacto de los animales con los humanos (Ponnampalam et al., 2017), al transporte y sus características (duración, distancia, tipos de conducción y vehículos, así como a las condiciones climáticas durante el mismo) (Tadich et al., 2005), al cambio a un entorno desconocido, a la falta de agua y alimentos y también a cambios en la estructura social del animal (separaciones y mezclas con animales desconocidos) (Mach et al., 2008a). Como resultado de estos factores, el animal sufre miedo, deshidratación y nerviosismo, lo que provoca un aumento de la actividad física, fatiga y, en consecuencia, una disminución de las reservas de glucógeno en el músculo que puede provocar una disminución de la calidad de la carne (Bethancourt-García et al., 2019; Loudon et al., 2019). Sin embargo existe poca bibliografía a este respecto en lo referente al efecto negativo que tiene la mezcla con individuos extraños sobre la calidad final del producto (Ferguson y Warner, 2008; Mach et al., 2008b; Peña et al., 2014; López-Pedrouso et al., 2020).

Por otra parte, terneza, jugosidad y sabor son los atributos de calidad más importantes en carne bovina (López-Pedrouso et al., 2020) los cuales mejoran con la maduración, principalmente la terneza, siendo este el atributo más apreciado por el consumidor, hasta el punto de poder influir en futuras compras (García-Torres et al., 2016). La maduración de la carne en vacuno es recomendable, por lo que esta carne no se debería consumir tras el sacrificio del animal, sino que tendría que ser sometida a un periodo más o menos largo de maduración durante el cual se van adquiriendo los niveles óptimos de estos atributos de calidad. La terneza está muy influenciada por factores inherentes al animal, como su genética, el sexo, la raza, el peso al sacrificio, etc., pero también por factores extrínsecos pre-sacrificio como el sistema de producción (Panea et al., 2018) y el manejo *antemorten* (Villarroel et al., 2003), así como la posterior manipulación *postmortem* de las canales en

matadero (Huff-Lonergan *et al.*, 1996; Koohmaraie, 1996). Además de la terneza, durante el proceso de transformación del músculo en carne también se desarrollan el aroma y el flavor de la misma y se mejora su jugosidad (Oliván *et al.*, 2013). Según estos autores, todo esto ocurre tras un periodo óptimo de maduración, que es un proceso básicamente enzimático, el cual va a depender del tipo de maduración y de las características musculares de la carne, que son diferentes según el corte y la categoría comercial. Según Vitale (2016) el tiempo mínimo de maduración para las categorías comerciales de carne en España es de 5 días para la categoría Ternera y 7 días para las categorías Añejo, Buey y Vaca.

En España están reconocidas varias razas autóctonas de ganado bovino (BOE, 2019), entre las que se encuentran la Asturiana de los Valles (en adelante, AV) y la Retinta (en adelante, RE), las cuales presentan características organolépticas diferenciadas de las razas de fomento. En este sentido son menos los trabajos acerca de la calidad sensorial de estas razas (Ruiz *et al.*, 2006; Sierra *et al.*, 2010; Oliván *et al.*, 2013; García-Torres *et al.*, 2016; Panea *et al.*, 2016 y 2019) que los encontrados acerca de la calidad nutricional. Así, teniendo en cuenta tanto que la demanda de carne de calidad *Premium* de vacuno de razas autóctonas es cada vez mayor (MERCASA, 2019) como la importancia del proceso de maduración en las características organolépticas de la carne, se hace necesario avanzar en la búsqueda de indicadores sensoriales, que permitan conocer la susceptibilidad de las razas estudiadas al estrés pre-sacrificio y reconocer los atributos organolépticos durante el proceso de maduración.

Por ello, se decidió estudiar el efecto del transporte con y sin mezcla con animales desconocidos sobre diferentes atributos sensoriales de carne de dos razas autóctonas (AV y RE), medidos en dos momentos a lo largo del proceso de maduración (7 días y 14 días). El

estudio se completó con un análisis hedónico para conocer la aceptabilidad y la preferencia de los consumidores por estos tipos de carne y con un estudio de los factores que influyen en la decisión de compra de la carne de ternera.

Material y métodos

Animales y selección de muestras

Se utilizaron un total de 48 animales machos, 24 de la raza autóctona Asturiana de los Valles criados en la finca experimental La Mata (Grado) del Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario del Principado de Asturias (SERIDA) y 24 de la raza autóctona Retinta criados en la Finca Valde-sequera perteneciente al Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX). Todos los animales fueron machos enteros, destetados con un peso aproximado de 220 kg y fueron engordados en un sistema de producción intensivo. Los animales se mantuvieron en corrales y consumieron una media de 7 kg/animal/día de concentrado (84 % harina de cebada, 10 % harina de soja, 3 % grasa, 3 % minerales, vitaminas y oligoelementos) más 2 kg de paja al día. Los terneros fueron sacrificados cuando alcanzaron un peso de 550-580 kg. El diseño experimental para cada una de las razas supuso hacer dos lotes de animales que se engordaron en dos corrales diferentes (2 lotes de terneros AV y 2 lotes de terneros RE). Una vez alcanzado el peso de sacrificio, los animales fueron cargados en el transporte y recibieron un tratamiento diferente en cada uno de los lotes de cada raza. Así, en cada raza, un lote de terneros engordados juntos, fueron mezclados durante el transporte y el tiempo de espera en el matadero antes del sacrificio con animales desconocidos (mezclados, en adelante M) y el otro lote de ter-

neros engordados juntos se transportaron y permanecieron juntos hasta el sacrificio (no mezclados, en adelante NM). La carga y descarga de los animales se realizó de forma tranquila y cuidadosa para evitar estrés adicional. En el matadero, los terneros fueron aturridos con pistola de perno cautivo y sacrificados de acuerdo a la normativa europea (DOCE, 2009) en mataderos acreditados. Las canales fueron enfriadas durante 24 h en cámara de refrigeración a 2 °C (humedad relativa 98 %) y después de este tiempo se extrajo el músculo *Longissimus thoracis et lumborum* (LTL) de la media canal izquierda de cada uno de los terneros entre la quinta y la décima costilla y se cortaron en seis filetes en sentido cráneo-caudal. El primer filete (de 1,5 cm de grosor) se usó para determinar el pH, color y pérdidas de agua por goteo. El segundo (de 1,5 cm de grosor) se utilizó para evaluar la oxidación lipídica (TBARs) y los cuatro siguientes se emplearon para la determinación de la textura instrumental mediante la prueba de Warner-Bratzler (filetes 3 y 4, de 3,5 cm de grosor cada uno) y para el análisis sensorial (filetes 5 y 6, de 2 cm de grosor cada uno). Los filetes utilizados para la determinación de la oxidación lipídica se envasaron en una bandeja de porrexpan 1825-65 recubierta de film plástico retráctil de polipropileno y permeable al oxígeno (1.200 cm³/m² día, a 23 °C y 0 % humedad relativa), se maduraron en condiciones refrigeradas (4 °C) durante 7 días o 14 días en oscuridad y posteriormente se envasaron a vacío en bolsas de polietileno (O₂ permeabilidad, 9,3 mL O₂/m²/24 h a 0 °C) y fueron conservadas a -80 °C durante un máximo de 30 días hasta su análisis. Las muestras para análisis de textura instrumental y sensorial, transcurridos los correspondientes tiempos de maduración, fueron envasadas al vacío en las condiciones descritas anteriormente antes de ser congeladas y almacenadas a -20 °C hasta su correspondiente análisis.

Determinaciones fisicoquímicas

A las 24 h *postmortem* el pH fue medido en LTL a la altura de la sexta costilla con pH-metro portátil provisto de electrodo de penetración (InLab Solids Go-ISM, Mettler-Toledo S.A.E., Barcelona, Spain).

El color en el espacio CIELAB se midió con un colorímetro portátil (Minolta CM-2300d, Madrid, Spain) utilizando iluminante D65 y observador de 10°. Las medidas se tomaron en tres zonas de la superficie del filete tras una hora de oxigenación al aire (t60) y el resultado final para cada parámetro fue la media de las tres medidas. Se registraron los valores de luminosidad (L*), índice rojo (a*) e índice amarillo (b*). Los parámetros de Chroma o cromaticidad (C*) y tono (h_{ab}) se calcularon de acuerdo con las siguientes expresiones (Franco *et al.*, 2009): $C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$ y $h_{ab} = \tan^{-1} (b^*/a^*)$.

La capacidad de retención de agua, expresada como pérdidas por goteo (% de exudado) se determinó por duplicado siguiendo la metodología de Honikel (Honikel, 1998) colocando 50 g de carne sobre una rejilla en un recipiente cerrado (recolector de jugo de carne, Sarstedt, Alemania) durante 24 h en refrigeración. El resultado fue la diferencia de peso de las muestras antes y después de 24 h expresado en porcentaje.

Para estudiar la dureza de la carne cocinada, se determinó la fuerza máxima de cizalla con un texturómetro TA XT 2i Texture Analyser de Aname (Stable Micro Systems Ltd., Surrey, UK) con una célula Warner-Bratzler (WB) acoplada. Las muestras fueron descongeladas durante 24 h a 4 °C. Una vez descongeladas, las muestras envasadas a vacío se introdujeron en un baño de agua caliente a 80 °C hasta que alcanzaron una temperatura interna de 75 °C (medida con una sonda Datalogger, Comark, UK). Después se enfriaron sumergiéndolas en agua hasta alcanzar una tempe-

ratura de 18 °C. De cada filete, se obtuvieron ocho paralelepípedos de un 1 cm² de sección y 2,5 cm de largo con las fibras en paralelo en todas sus caras, sobre los que se realizó la determinación situando la célula en dirección perpendicular a las fibras musculares (Lepetit y Culioli, 1994). El resultado fue el valor de la carga máxima de cizalla necesaria para el corte de la carne y fue expresada en N/cm².

La oxidación lipídica se determinó siguiendo el método de Salih *et al.* (1987) en muestras descongeladas en nevera a 4 °C durante 24 h. Se midió la absorbancia de los extractos obtenidos de las muestras a 532 nm en un espectrofotómetro Cary 60 UV-Vis-NIR, (Agilen). Los valores de las sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARs) se calcularon a partir de la curva estándar (1,1,3,3-tetraetoxipropano en el 1×10^8 M a un rango de 8×10^8 M) y se expresaron como mg malondialdehído/g carne.

Perfil sensorial con panel entrenado (QDA)

Las sesiones se llevaron a cabo en el Laboratorio de Análisis Sensorial del Centro Tecnológico de la Carne de Galicia (CTC) equipado con cabinas individuales siguiendo el Reglamento UNE-EN ISO 8589:2010/A1:2014 y bajo luz roja (con un flujo luminoso de 500 lm). Se hizo un análisis descriptivo cuantitativo (QDA) con un panel de cata formado por 5 miembros entrenados (UNE-EN ISO 8586:2014) pertenecientes a la plantilla de trabajadores del CTC.

La evaluación sensorial se llevó a cabo sobre cuatro filetes envueltos en papel de aluminio y cocinados simultáneamente en un horno de convección eléctrico con sonda térmica interna precalentado a 180 °C hasta alcanzar una temperatura interna de 70 °C. Cada filete fue cortado en 10 trozos de 1,5 cm × 1,5 cm y cada muestra fue envuelta en papel de aluminio y codificada con un número de 3 dígitos elegido aleatoriamente (Macfie *et al.*, 1989).

Los catadores valoraron los siguientes atributos: intensidad de olor a vacuno, olor a grasa, flavor a vacuno, flavor a grasa, flavor a hígado y flavor a ácido, terneza, jugosidad, untuosidad, fibrosidad y arenosidad, en una escala lineal estructurada, donde 0 representa la ausencia o la intensidad mínima del atributo y 10 su intensidad máxima. Se realizaron 6 sesiones y en cada sesión a cada catador se le presentaron las 8 muestras (AVNM7d, AVM7d, AVNM14d, AVM14d, RENM7d, REM7d, RENM14d, REM14d) siguiendo un diseño experimental en bloques completos equilibrados, de modo que todos los jueces catan todas las muestras. Las muestras se mantuvieron calientes en un baño de arena y, para evitar el efecto de arrastre, a cada uno de los catadores se les indicó el orden en que deben ir catando cada una de las muestras. Al inicio de la sesión y entre muestras se utilizó agua y pan tostado sin sal para limpiar el paladar.

Cata hedónica

Para conocer el grado de satisfacción de los consumidores por la carne de las razas AV y RE con diferente tiempo de maduración y analizar si el hecho de ser consumidor habitual de un tipo concreto de carne afecta a la aceptabilidad y a la preferencia de los consumidores, se llevó a cabo un estudio hedónico, con tres partes: encuesta de datos sociodemográficos, cata de producto y test de ordenación. Este estudio se desarrolló en el CICYTEX con 75 consumidores en cinco sesiones de 15 participantes. Se requirió que los participantes fueran voluntarios y no tuvieran rechazo a la carne de ternera.

Con el fin de caracterizar la población de estudio, la primera parte de la sesión consistió en la realización de una encuesta mediante la cual se recogieron los datos sociodemográficos, y las características de la población fueron las siguientes: género (mujeres, 57 %; hombres, 43 %), rango de edad (19-35 años,

27 %; 36-50 años, 39 %; 51-65 años, 35 %) y consumidor habitual de carne de ternera (Sí, 61 %; No, 39 %). A continuación, los participantes realizaron la cata de la carne cocinada, con la única información de que era carne de lomo de vacuno. Finalmente fueron cuestionados sobre sus hábitos de consumo de este tipo de carne.

Las muestras se cocinaron y codificaron del mismo modo que para el panel de cata entrenado para cada sesión. En este caso, a cada participante se le facilitó un plato con las cuatro muestras (AV7d, AV14d, RE7d y RE14d) codificadas para evaluar. Se proporcionó agua y pan para ayudar a los participantes a limpiar la boca entre las muestras y cada sesión estuvo apoyada por dos asistentes en la sala. Los atributos evaluados fueron el aspecto visual, el olor, la jugosidad, la terneza, el sabor y la valoración global, utilizado para ello una escala hedónica de 9 puntos (1 = me disgusta muchísimo; 9 = me gusta muchísimo) de acuerdo con Meilgaard et al. (2007).

En la tercera parte de la sesión, el estudio de la preferencia se realizó mediante un test de ordenación (UNE-ISO 8587:2010/Amd 1:2017) que se basa en pedirle a los consumidores que ordenen las muestras bajo estudio en función de su preferencia tras la valoración global de las muestras, adjudicando la puntuación de 1 a la muestra preferida y 4 la menos preferida.

Evaluación de la decisión de compra de carne de ternera y hábitos de consumo

Para conocer los factores que más tienen en cuenta los consumidores participantes en este estudio a la hora de tomar una decisión sobre la compra de la carne de ternera, los atributos empleados fueron el color de la carne, el precio, el contenido en grasa, la existencia de una marca de calidad (entendida como Indicación Geográfica Protegida, IGP), el tiempo de maduración y el tipo de pieza.

Los atributos color, precio, contenido en grasa y marca de calidad fueron escogidos por ser los criterios más importantes que afectan a la percepción de los consumidores respecto a la calidad de la carne de vacuno (Baba et al., 2015), mientras que el tiempo de maduración se consideró por ser el objetivo de evaluación de nuestro trabajo. Para llevar a cabo este estudio, a los 75 participantes en la cata hedónica se les entregó una encuesta junto con la ficha de cata y se les pidió que ordenaran estos atributos en función de la importancia que ejercen sobre su decisión de comprar carne de vacuno, de modo que la puntuación 1 es el motivo principal, 2 el siguiente y así sucesivamente. También contaron con la posibilidad de señalar algún otro atributo que no estuviera recogido en la prueba. En esta encuesta también se incluyeron preguntas para, finalmente, estudiar los hábitos de consumo de la carne de vacuno: si eran consumidores habituales de carne de ternera (sí/no), cuál era la frecuencia de consumo de esta carne (≤ 1 vez/mes; 2-3 veces/mes, 1-2 veces/semana, > 2 veces/semana), si era el comprador habitual de carne de su unidad familiar (sí/no), cuál era el formato habitual de compra (al corte o envasado) y el lugar de compra (gran superficie, supermercado o carnicería).

Análisis estadístico

Las diferencias en los parámetros instrumentales fueron examinadas mediante un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significación de $\alpha = 0,05$ y se calculó la mínima diferencia significativa (MDS) mediante la prueba de Duncan. Para estudiar si hubo diferencias en los atributos organolépticos de los perfiles sensoriales obtenidos de las puntuaciones del QDA se llevó a cabo un ANOVA de dos vías; el modelo elegido fue aquel que consideró tanto las sesiones como los cataadores factores fijos y que tiene en cuenta la interacción producto/juez y considerando un

valor p -umbral = 0,1 para filtrar los atributos no discriminantes. Los mapas de atributos a los 7 días y 14 días de maduración se crearon mediante un análisis multivariante de componentes principales (ACP), utilizando los parámetros fisicoquímicos y los atributos organolépticos que presentaron diferencias significativas. Para clasificar a los animales en grupos en función de la raza y el modo de transporte, se hizo un Análisis Discriminante Lineal (AD) usando el método directo ya que se emplearon aquellos atributos sensoriales que mostraron diferencias significativas en cada uno de los puntos de maduración. Las diferencias en la aceptabilidad también fueron estudiadas mediante un ANOVA con un nivel de significación de $\alpha = 0,05$; en este caso las MDS se calcularon con la prueba de Tukey. Los datos obtenidos de las pruebas de ordenación fueron analizados mediante el test de Friedman asumiendo como factores fijos e independientes las muestras (en la preferencia de las muestras) o los atributos (en la decisión de compra) y los consumidores. Para determinar cuáles fueron los lotes diferentes significativamente se calculó la MDS para un riesgo asumido ($\alpha = 0,05$). La relación entre los hábitos de consumo y los segmentos poblacionales considerados se determinaron mediante un análisis de tabulación cruzada a través del test de independencia Chi-cuadrado de Pearson (χ^2) y V de Cramer. Los datos fueron analizados utilizando el software XLSTAT 2018.5.52745 (Adinsoft, NY, USA)

Resultados y discusión

Determinaciones fisicoquímicas

Los valores de pH (Tabla 1) resultaron más elevados en las muestras de RE (5,79 y 5,70 para el grupo NM y M, respectivamente) que en las de AV (5,48 y 5,62 para el grupo NM y M, respectivamente) y se encontraron dife-

rencias significativas para el pH entre razas en los grupos NM (5,48 vs. 5,79; $p < 0,05$). Los valores de pH encontrados para la raza RE fueron algo más elevados que los encontrados por Panea et al. (2016) a las 24 h *post-mortem* (5,55), mientras que los encontrados para AV fueron similares a los indicados por estos mismos autores (5,56). Respecto a las pérdidas por goteo no se observaron diferencias significativas ($p \geq 0,05$) entre las distintas muestras, variando en un rango muy estrecho (1,58 % a 1,70 %). En este caso, los valores encontrados para la raza AV fueron más elevados que los encontrados por Panea et al. (2016) que obtuvieron valores del 0,94 %, mientras que para la RE fueron similares (1,85 %). El color de la carne no se puede interpretar usando las variables de forma independiente (Ripoll et al., 2012), de manera que para la medición y clasificación del color Albertí et al. (2017) consideraron los valores de L^* , C^* y h_{ab} . Estos autores establecieron una clasificación para la carne de vacuno comercial a partir de estos parámetros basada en cuatro grupos (blanca, rosada, roja y muy roja). De acuerdo con este sistema de clasificación, la carne de las razas AV y RE pertenece al grupo de carne rosada (L^* : 36-42; C^* : 13-19; h_{ab} : 30-40) y carne roja (L^* : 35-39; C^* : 20-24; h_{ab} : 19-26), respectivamente.

La textura es uno de los parámetros que mayor modificación sufre durante la maduración de la carne debido a la acción de las enzimas sobre la estructura miofibrilar (Koohmaraie, 1996; Oliván et al., 2013), lo cual es determinante para su calidad. Se observaron diferencias significativas ($p \leq 0,001$) de la dureza instrumental tanto a los 7 días como a los 14 días de maduración entre las distintas muestras. Los valores más elevados de dureza se obtuvieron para los terneros del grupo NM de la raza RE (123,42 N/cm² y 118,19 N/cm² a los 7 días y 14 días, respectivamente) y los más bajos para los de NM de la raza AV (76,26 N/cm² y 67,75 N/cm² a los 7 días y 14 días, respectivamente). Los valores de du-

Tabla 1. Valores medios para las características fisicoquímicas (pH, color y pérdidas por goteo) de carne de ternera de raza Asturiana de los Valles (AV) y Retinta (RE) a 24 h *postmortem*. Dureza instrumental (WB) y oxidación lipídica (TBARs) a los 7 y 14 días de maduración.

Table 1. Average values of physicochemical characteristics (pH, color and drip losses) of beef from Asturiana de los Valles (AV) and Retinta (RE) at 24 h *postmortem*. Instrumental hardness (WB) and lipid oxidation (TBARs) at 7 and 14 days of ageing.

	AVNM	AVM	RENM	REM	SEM	<i>p</i>
24 horas						
pH	5,48 ^b	5,62 ^{ab}	5,79 ^a	5,70 ^a	0,03	0,005
CRA por goteo (%)	1,58	1,61	1,70	1,61	0,07	0,945
L* _{t60}	39,23 ^{ab}	41,57 ^a	36,20 ^b	38,34 ^b	0,57	0,010
a* _{t60}	13,94 ^b	15,85 ^b	19,90 ^a	21,43 ^a	0,62	0,000
b* _{t60}	13,11 ^a	14,40 ^a	9,43 ^b	10,81 ^b	0,42	0,000
C* _{t60}	19,73 ^b	21,93 ^{ab}	22,03 ^{ab}	24,19 ^a	0,47	0,005
h _{t60}	44,79 ^a	42,71 ^a	25,18 ^b	26,42 ^b	1,64	0,000
WB (N/cm ²)						
7 días	76,26 ^c	100,00 ^b	123,42 ^a	99,04 ^b	0,42	0,001
14 días	67,75 ^b	77,68 ^b	118,19 ^a	85,68 ^b	0,41	0,000
<i>p</i>	0,063	0,006	0,754	0,129		
Tenderización (%)	10,66 ^{bc}	20,92 ^a	3,79 ^c	14,13 ^{ab}	1,50	0,000
TBARs (mg MDA/kg muestra)						
7 días	0,10	0,09	0,10	0,12	0,01	0,769
14 días	0,34 ^a	0,09 ^b	0,23 ^{ab}	0,12 ^{ab}	0,04	0,076
<i>p</i>	0,032	1,000	0,290	0,948		

Valores en la misma fila con diferentes letras indican diferencias significativas; AVNM: Asturiana de los Valles transportada sin animales desconocidos; AVM: Asturiana de los Valles transportada con animales desconocidos; RENM: Retinta transportada sin animales desconocidos; REM: Retinta transportada con animales desconocidos; CRA: capacidad de retención de agua; WB: Warner-Bratzler; TBARs: sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico; SEM: error estándar muestral.

reza fueron en general más bajos, en la carne de la raza AV que en la raza RE aunque no se encontraron diferencias significativas ($p \geq 0,05$) entre AVM y REM a 7 días ni entre REM y cualquier tratamiento de AV a 14 días. Esto puede deberse a que la AV es una raza de

tenderización rápida debido a la presencia del fenómeno de hipertrofia muscular en la población (Sierra *et al.*, 2010; Oliván *et al.*, 2013). El hecho de que los valores de dureza instrumental para la raza RE fueran más altos en las muestras NM que en M podría de-

berse a la diferencia de la respuesta a situaciones de estrés *antemortem* relacionadas con el temperamento de la raza Retinta, lo cual como indicaron King et al. (2006), podría alterar la proteólisis mediada por las calpaínas, provocando diferencias en la dureza instrumental, aun cuando esta diferencia no sea apreciada a nivel sensorial. Se necesitarían más estudios relativos a condiciones de transporte *antemortem* para confirmar estos resultados. La carne de la raza AV presentó mayor porcentaje de tenderización que la de la raza RE entre los 7 días y los 14 días de conservación, siendo este porcentaje (diferencia porcentual entre la dureza a los 14 días respecto a la dureza a los 7 días) superior en el tratamiento de mezcla en ambas razas (20,92 % AVM vs. 10,66 % AVNM; 14,13 % REM vs. 3,79 % RENM), posiblemente porque los animales de estos tratamientos de mezcla produjeron carne más dura a los 7 días, lo cual podría mostrar un retardo del metabolismo muscular *postmortem* debido al estrés, en particular un retardo de los procesos proteolíticos durante los primeros 7 días. Se ha demostrado que en las carnes DFD (relacionadas con situaciones de estrés animal) el proceso de tenderización de la carne se ve perjudicado por la mayor activación en el tejido muscular de fenómenos de supervivencia y muerte celular (autofagia y apoptosis) en las primeras horas *postmortem*, lo que parece producir una ralentización de la apoptosis y un retardo de la actividad proteolítica (Díaz-Luis et al., 2021).

Durante la maduración puede haber cambios indeseables como son los procesos de la oxidación (Franco et al., 2012). Sin embargo, en el presente estudio no se encontraron diferencias significativas ($p \geq 0,05$) entre las diferentes muestras en los valores de TBARS a los 7 días ni a los 14 días de maduración (Tabla 1), por lo que ni la raza ni el modo de transporte de los animales va a afectar a la oxidación de la grasa. Los valores de TBARS encontrados a

los 7 días fueron similares a los encontrados a los descritos por otros autores en animales similares (López-Pedrouso et al., 2020) mientras que los obtenidos a los 14 días para AVMN y REMN fueron más elevados que los descritos por dichos autores, lo cual podría deberse a que las muestras fueron envasadas a vacío durante el periodo de maduración, mientras que en el presente trabajo las muestras mantuvieron contacto con el oxígeno durante la maduración. Nuestros valores de TBARS fueron ligeramente inferiores a los encontrados por Realini et al. (2004) con terneros novillos de raza Hereford criados en dos sistemas (pasto vs. concentrado) y a los señalados por Franco et al. (2012) con filetes de Rubia Gallega provenientes de diferentes dietas de acabado. Por otro lado, cuando se estudió si existe diferencia entre los dos tiempos de maduración, se observó que no había variación en el grado de oxidación lipídica para las muestras del grupo M, independientemente de la raza, mientras que en las muestras del grupo MN sí se produjo un aumento de los valores de TBARS a los 14 días de maduración, el cual fue solamente significativo ($p < 0,05$) para la raza AV. En cualquier caso, los valores fueron bajos, sin llegar en ninguna de las muestras a aproximarse al valor de 2 mg MDA/kg carne, considerado el umbral de detección de la ranciedad para la carne bovina (Campo et al., 2006).

Análisis organoléptico

Perfil sensorial (QDA)

El QDA es uno de los métodos más completos usado para la caracterización sensorial ya que proporciona una descripción completa de las propiedades organolépticas (Gomes et al., 2014). A partir de los datos obtenidos en el QDA se elaboraron los perfiles sensoriales de los cuatro grupos de muestras en los dos puntos de maduración estudiados (Figura 1). A los 7 días de maduración sólo

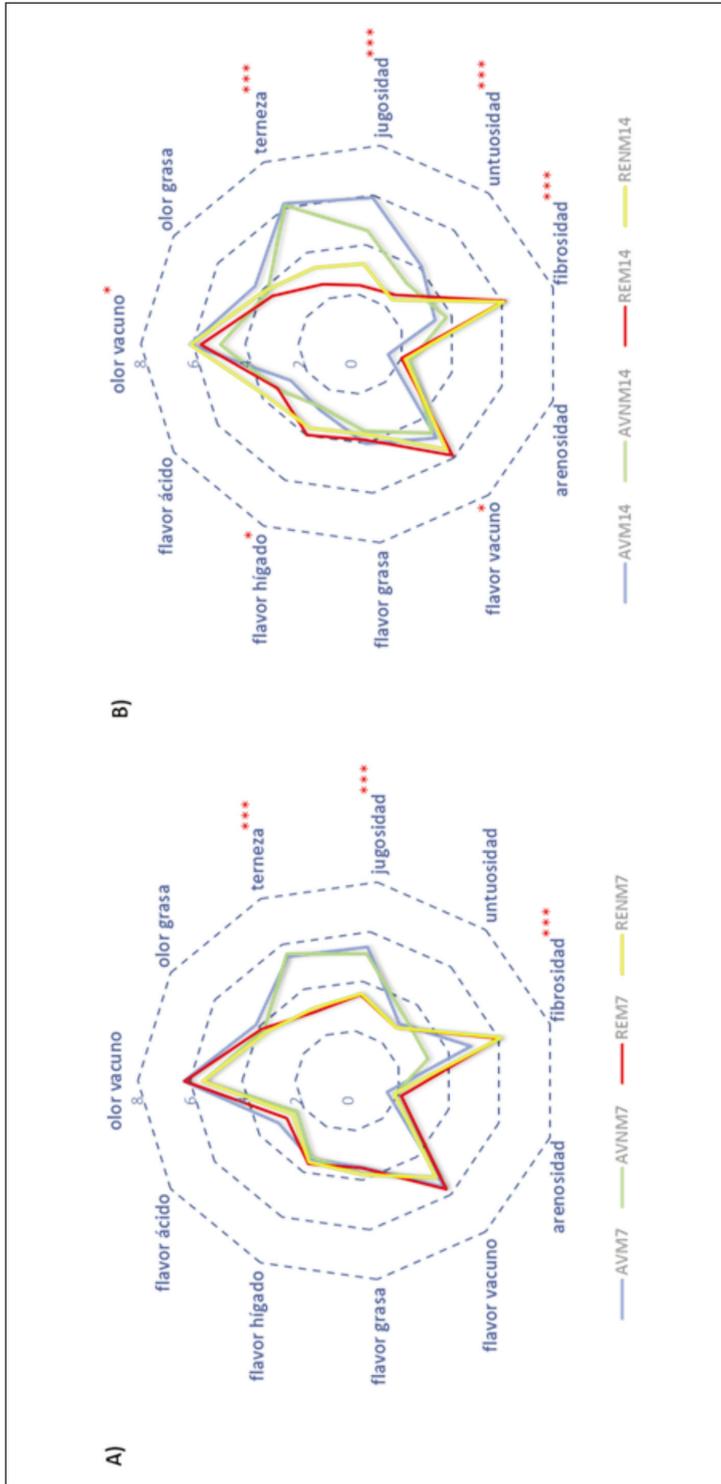


Figura 1. Perfiles sensoriales obtenidos a partir del análisis cuantitativo descriptivo de carne de ternera de raza AV y RE a los 7 (A) y 14 (B) días de maduración. AVNM: Asturiana de los Valles transportada sin animales desconocidos; AVM: Asturiana de los Valles transportada con animales desconocidos; RENM: Retinta transportada sin animales desconocidos; REM: Retinta transportada con animales desconocidos. Figure 1. Sensory profiles obtained from the descriptive quantitative analysis of beef from AV and RE breed at 7 (A) and 14 (B) days of ageing.

hubo diferencias significativas en los parámetros relacionados con la textura (terneza, jugosidad y fibrosidad; $p < 0,001$), mientras que a los 14 días además de en estos tres atributos también se observaron diferencias para la untuosidad ($p < 0,001$), el olor a vacuno, el flavor a hígado y el flavor a vacuno ($p < 0,05$). Esto indica que durante el proceso de maduración no todos los atributos sensoriales se modifican al mismo tiempo ni de la misma manera (Campo et al., 1999). Durante el proceso de maduración tienen lugar reacciones de oxidación que originan compuestos responsables del aroma y del flavor característico de la carne (Mottram, 1998; Panea et al., 2019), por lo que períodos de maduración más prolongados proporcionan aromas más intensos (Ruíz et al., 2006). Esta evolución sensorial además de verse afectada por el tiempo de maduración también se vio influenciada por la raza y el modo de transporte pre-sacrificio de los terneros. Otros autores (Campo et al., 1999; Oliván et al., 2013) ya demostraron cómo los factores productivos y el genotipo puede influir en los atributos sensoriales de la carne de vacuno y en su modificación durante la maduración, y la dominancia social afecta a los atributos sensoriales (Miranda-de la Lama et al., 2013b). A los 7 días de maduración se observó que las muestras que presentaron mayor terneza y jugosidad y menor fibrosidad fueron las de raza AV y, dentro de esta raza, las pertenecientes al grupo AVNM fueron las menos fibrosas. En este primer punto de maduración, no se observó efecto ($p \geq 0,05$) del tipo de transporte en la terneza ni en la jugosidad en la raza AV, ni tampoco en la raza RE para ninguno de los tres atributos. La raza AV fue la que obtuvo mayores valores de intensidad para la terneza y la jugosidad y la untuosidad a los 14 días de maduración y valores más bajos para la fibrosidad, intensidad de flavor a vacuno y de flavor a hígado. En este momento de la maduración, para esta raza la intensidad de los atributos jugosidad, untuosidad

y olor a vacuno fue más alta para la carne del grupo M que para la del grupo NM, mientras que en la raza RE el efecto fue el inverso, con mayor intensidad para terneza y jugosidad en las muestras RENM que en las REM. Respecto al olor a vacuno, fue más intenso en AVM que en AVNM. Según Campo et al. (1999), el olor a vacuno puede ser debido a la degradación de los compuestos nitrogenados que tiene lugar durante la maduración.

Cuando se analizó el tipo de transporte pre-sacrificio se observó que las diferencias en las intensidades de los atributos que mostraron diferencias significativas no fueron tan importantes como las debidas al efecto raza. Esto podría ser debido a que el grado de estrés al que fueron sometidos los animales mezclados durante el transporte no fue suficiente para mostrar variaciones en los atributos sensoriales detectables por los cataadores. Los resultados obtenidos concuerdan con el hecho de que las razas que presentan hipertrofia muscular como la AV, no necesitan períodos de maduración tan largos para alcanzar su punto óptimo de maduración como otras más rústicas, como puede ser la RE (Campo et al., 1999; Piedrafita et al., 2003; Sierra et al., 2010; Oliván et al., 2013).

Mapa de atributos

Los mapas de atributos a los 7 días y 14 días (Figura 2) fueron obtenidos mediante ACP (aplicando una rotación Varimax) con aquellos parámetros que presentaron diferencias significativas en la dureza instrumental y los atributos sensoriales del QDA. Reis et al. (2013) consideran que para que un ACP se pueda considerar válido los dos primeros componentes (F1 y F2) tienen que acumular un porcentaje de varianza igual o mayor del 70 %. En el presente estudio, para el mapa de atributos a los 7 días de maduración, ambas funciones (F1 y F2) explicaron el 97,72 % de la variabilidad total y el 94,01 % a los 14 días. En ambos casos las muestras queda-

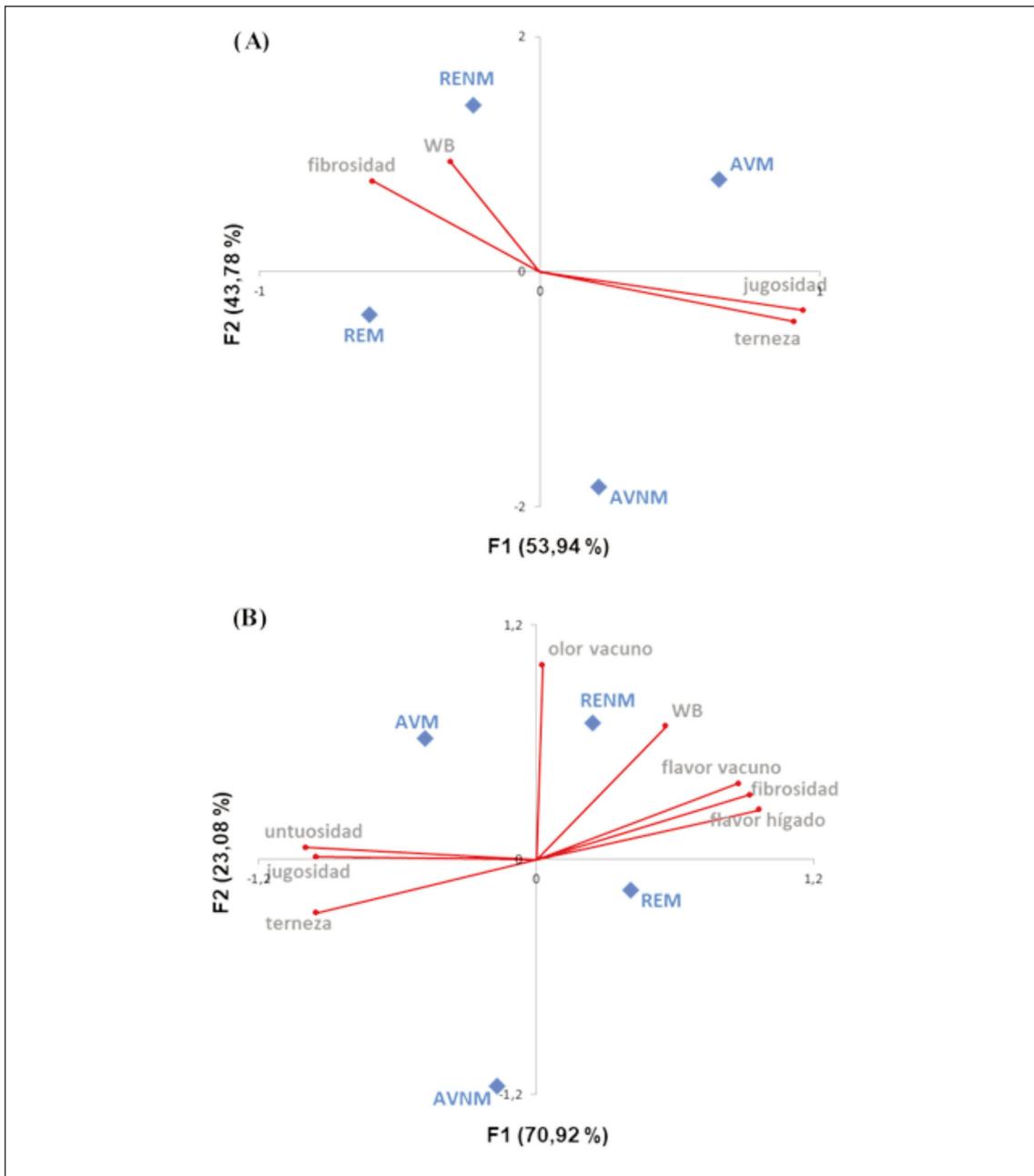


Figura 2. Mapa de atributos de carne de ternera de raza AV y RE a los 7 (A) y 14 (B) días de maduración. AVNM: Asturiana de los Valles transportada sin animales desconocidos; AVM: Asturiana de los Valles transportada con animales desconocidos; RENM: Retinta transportada sin animales desconocidos; REM: Retinta transportada con animales desconocidos

Figure 2. Meat attribute map of beef from AV and RE breed at 7 (A) and 14 (B) days of ageing.

ron bien diferenciadas. A los 7 días (Figura 2A), la F1 y F2 explicaron el 53,94 % y 43,78 %, de la variabilidad total, respectivamente. La jugosidad y terneza estaban correlacionadas positivamente con el eje 1, mientras la dureza instrumental y la fibrosidad lo estaban con la parte positiva del eje 2. Las muestras del grupo M quedan separadas por los atributos asociados a F1 y las muestras del grupo NM lo hacen por los atributos asociados a F2. A los 14 días (Figura 2B), la F1 explicó el 70,92 % de la variabilidad total y la F2 el 23,08 %. En este punto de maduración, los atributos fibrosidad, flavor a vacuno y flavor a hígado fueron los que estuvieron correlacionados con la parte positiva del eje 1, mientras que la terneza, la untuosidad y la jugosidad lo estuvieron con la parte negativa de dicho eje. En el caso del eje 2, los atributos positivamente correlacionados fueron la dureza instrumental y el olor a vacuno. Del mismo modo que a los 7 días de maduración, también a los 14 días la carne de las muestras del grupo M quedaron separadas por los atributos asociados a F1 y las muestras del grupo NM lo hicieron por los atributos asociados a F2. Este agrupamiento asocia preferentemente los atributos sensoriales relacionados con el olor y flavor a la raza Retinta, mientras los atributos de textura (jugosidad, terneza y untuosidad) tienen más peso en la raza Asturiana. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por otros autores (Campo et al., 1999; Piedrafita et al., 2003; Serra et al., 2008; Sierra et al., 2010), quienes observaron que la raza influye en las características sensoriales de la carne y que los primeros atributos que cambian durante el proceso de maduración son los relacionados con la textura. En este sentido, hay que señalar que la tenderización depende del genotipo de las razas y se sabe que los ejemplares que presentan doble musculatura dentro de la raza AV tienen un proceso de tenderización más rápido (alcanzando la máxima calidad sensorial entre los 7 días y los 14 días de maduración) que otros

genotipos más rústicos que necesitan más tiempo para alcanzar un mayor grado de terneza. La condición de doble musculatura también va a influir en el perfil de ácidos grasos y en sus procesos de oxidación lo cual conlleva diferencias en el olor y en el flavor de la carne (Sierra et al., 2010).

Resultados del Análisis Discriminante

El diagrama de dispersión (Figura 3) obtenido del Análisis Discriminante muestra cómo a los 7 días la separación entre los cuatro grupos de muestras no es tan evidente como a los 14 días. A los 7 días las funciones F1 y F2 explicaron el 76,02 % y el 21,26 % de la varianza, respectivamente (97,28 % de la varianza total) y a los 14 días F1 y F2 explicaron el 87,27 % y el 10,27 % de la varianza, respectivamente (97,54 % de la varianza total). Estos resultados indicarían cómo a medida que avanza la maduración las diferencias de los atributos sensoriales se acentúan y factores extrínsecos, como la raza y el transporte previo al sacrificio, van a afectar a las características organolépticas de la carne de vacuno, de modo que permiten clasificar los tipos de carne en función de los grupos estudiados. En trabajos realizados previamente con estas razas (Zamuz et al., 2018; López-Pedrouso et al., 2020) no se observó un efecto de la mezcla de los terneros con animales desconocidos en el momento previo al sacrificio sobre los atributos sensoriales tan notable como sucede con otros factores como la raza o el sistema de producción. Con los datos obtenidos en este trabajo podemos inferir que el efecto del modo de transportar los animales (mezclados o sin mezclar con otros animales) en los atributos sensoriales es más notable y dependiente de la raza a medida que avanza la maduración que el obtenido en los trabajos anteriormente citados, influyendo en la clasificación de los animales. No tenemos una explicación para este resultado y esto podría deberse a un retardo en el me-

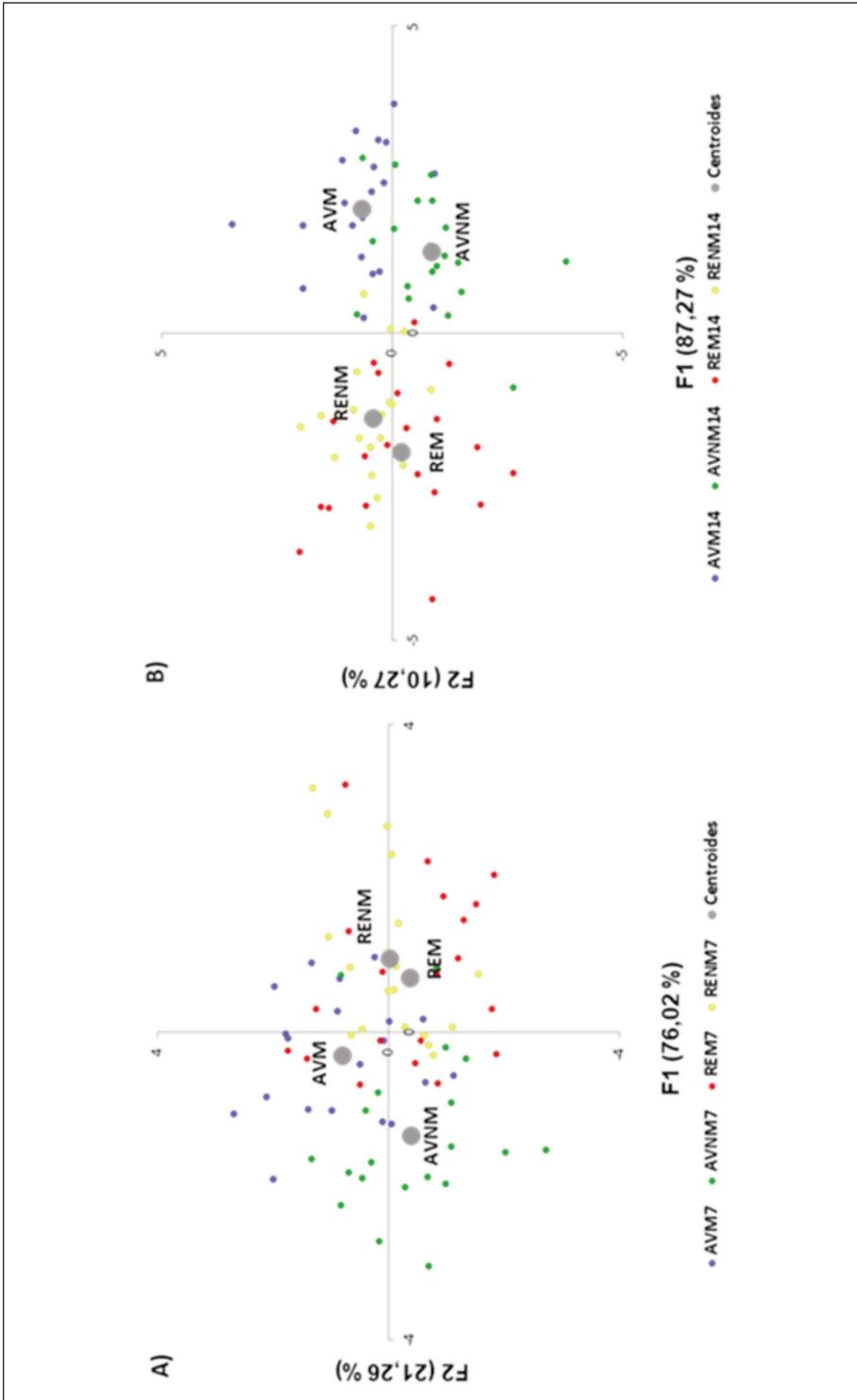


Figura 3. Diagrama de dispersión de carne de ternera de raza AV y RE a los 7 (A) y 14 (B) días de maduración proyectadas en el plano definido por las dos funciones discriminantes canónicas F1 y F2.
AVNM: Asturiana de los Valles transportada sin animales desconocidos; AVM: Asturiana de los Valles transportada con animales desconocidos; RENM: Retinta transportada sin animales desconocidos; REM: Retinta transportada con animales desconocidos.
Figure 3. Scatter diagram of beef from AV and RE breed at 7 (A) and 14 (B) days of ageing projected in the plane defined by the two canonical discriminant functions F1 and F2.

tabolismo muscular *postmortem* debido al estrés. Al hacer la validación cruzada para los casos del análisis, a los 7 días de maduración sólo el 57,5 % de los animales fueron agrupados correctamente, mientras que a los 14 días el porcentaje de animales clasificados en el grupo adecuado subió al 82,5 %. Del total de animales mal clasificados a los 7 días de maduración, el 64,6 % lo estaban en función de la raza y el 82,3 % en función del modo de transporte; sin embargo, a los 14 días de maduración, sólo un 21,4 % de los animales mal clasificados lo estuvieron en función de la raza, mientras que una gran mayoría (92,8 %) se clasificaron mal en cuanto al modo de transporte. La raza tiene mayor peso que el modo de transporte como factor para clasificar correctamente la carne de ternera en función de los atributos sensoriales a lo largo de la maduración.

Cata hedónica

Se llevaron a cabo análisis de aceptabilidad (cata) y de preferencia para conocer el grado de satisfacción de los consumidores por la carne de AV y RE durante la maduración (7 días y 14 días). En estas pruebas no se consideró el efecto del modo de transporte de los animales, sólo la raza y la maduración.

En cuanto a la aceptabilidad de los consumidores, no se apreciaron diferencias significativas ($p \geq 0,05$) a los 7 días de maduración (Figura 4A) para ninguno de los atributos estudiados lo cual indica que la aceptabilidad por la carne de las dos razas es idéntica. A los 14 días de maduración (Figura 4B) sí se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) para la jugosidad, la terneza y la valoración global, con puntuaciones mayores para las muestras de AV. Esto indica que, la aceptabilidad de los consumidores por la carne procedente de una raza u otra se ve influenciada por los cambios que tienen lugar durante la maduración en los atributos sensoriales rela-

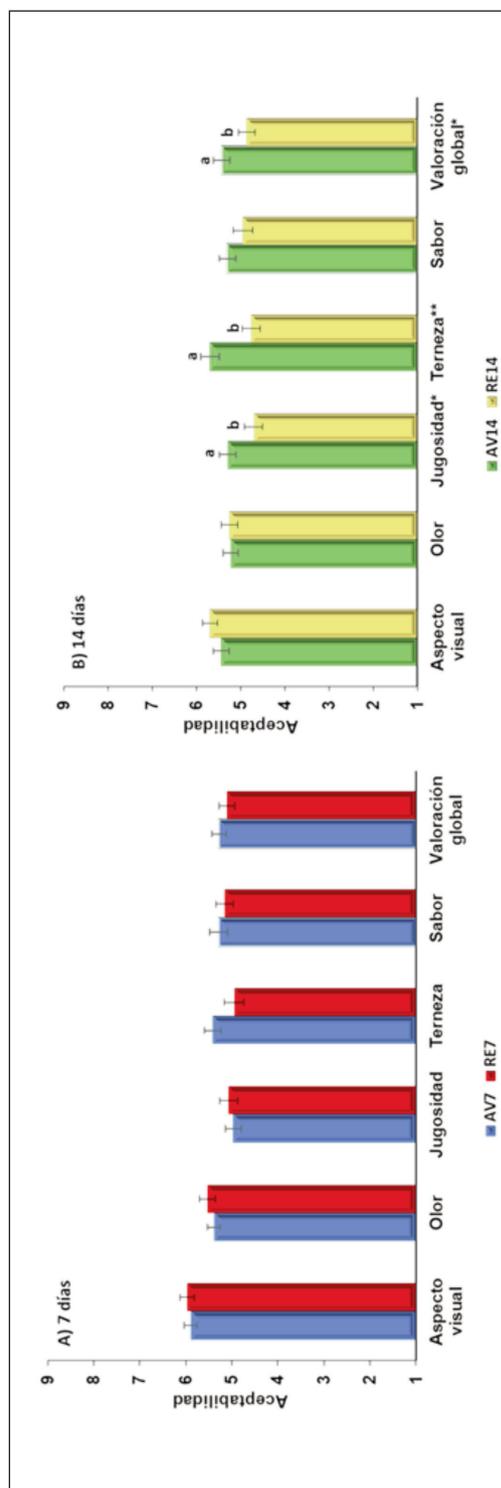


Figura 4. Aceptabilidad de cada uno de los atributos estudiados en carne de ternera de raza Asturiana de los Valles (AV) y Retinta (RE) (media \pm ES) a los 7 (A) y 14 (B) días de maduración.

Figure 4. Acceptability of each of the attributes studied of beef from AV and RE breed at 7 (A) and 14 (B) days of ageing.

cionados con la textura y aunque la población participante está más acostumbrada a consumir carne de RE (por tratarse de una raza que está muy asentada en la región de Extremadura), valora más positivamente la carne de AV (propia de la zona de Asturias), en cuanto a aceptabilidad se refiere. Los resultados obtenidos concuerdan con los obtenidos por Sierra et al. (2010) quienes no encontraron diferencias significativas para la aceptabilidad de la carne procedente de genotipos que necesitan periodos cortos de maduración y los que necesitan periodos más largos a los 3 días y 7 días de maduración, pero sí encontraron diferencias cuando el tiempo de maduración fue de 14 días y 21 días, existiendo dos grupos de consumidores, los que prefieren carnes con menos tiempo de maduración y otro grupo que prefieren las que tienen más tiempo. Por otro lado, Santolaria et al. (1997) encontraron diferencias en la aceptabilidad de las razas AV y RE en muestras maduradas 7 días, obteniendo la AV mayor puntuación. En nuestro estudio, a los 14 días de maduración también fue la raza AV la que obtuvo mayor aceptabilidad global y para los atributos jugosidad y terneza.

Además, las muestras se ordenaron mediante el test de Friedman de la más preferida a la menos preferida como sigue: AV14 (154) \geq AV7 (183) = RE7 (198) \geq RE14 (215), donde los números entre paréntesis son el sumatorio (Σ) de las puntuaciones, calculado como sumatorio de las puntuaciones adjudicadas por los consumidores a cada uno de los atributos en función de la preferencia de los participantes (UNE-ISO 8587:2010/Amd 1:2017). Con los resultados obtenidos de la prueba de Friedman ($F_{\text{test}} = 16,07 > F_{0,05} = 7,81$) y de la mínima diferencia significativa (MDS = 30,99) se encontraron diferencias significativas, siendo las muestras más preferidas por los consumidores las de AV y existiendo un grupo bien diferenciado entre las AV y las RE con 14 días de maduración (AV14 y RE14). En

los trabajos llevados a cabo por Santolaria et al. (1997) también la raza AV fue la mejor valorada un mayor número de veces.

Decisión de compra y hábitos de consumo

Los factores que más impacto tuvieron a la hora de decidir qué tipo de carne de ternera comprar se muestran en la Figura 5. El color (37,3 %), seguido del tipo de pieza (22,7 %) fueron los atributos elegidos como motivos clave por los consumidores en el proceso de decisión. El color es el primer atributo evaluado como indicador de calidad y frescura en la carne (Glitsch, 2000). El hecho de que la maduración fuera el factor menos valorado (2,7 %) podría indicar que quizás los consumidores no tienen suficiente información sobre este proceso y su influencia sobre la calidad de la carne, por lo que es necesario fomentar el hecho de que maduraciones correctas son esenciales para poder degustar una carne de ternera con atributos organolépticos óptimos. La calidad es fundamental en la evolución de los mercados de productos agroalimentarios, pero este concepto es complejo y puede tener distintos significados en los diferentes eslabones de la cadena productor-consumidor (Maza y Ramírez, 2006). Estos autores observaron cómo en el sector transformación (mataderos y salas de despiece) ligan el concepto de calidad a las características organolépticas del producto, especialmente los atributos de color, presentación, grasa y terneza. Por otra parte, destacan aspectos como la ausencia de sustancias nocivas, calidad nutricional de la carne como motivo de compra, así como la importancia del origen y alimentación de los animales como factores de importancia para los consumidores (Maza y Ramírez, 2006).

Del resultado de la prueba MDS (Figura 5B) para la ordenación de los factores implicados en la decisión de compra de la carne de ternera se obtuvieron cuatro grupos de atribu-

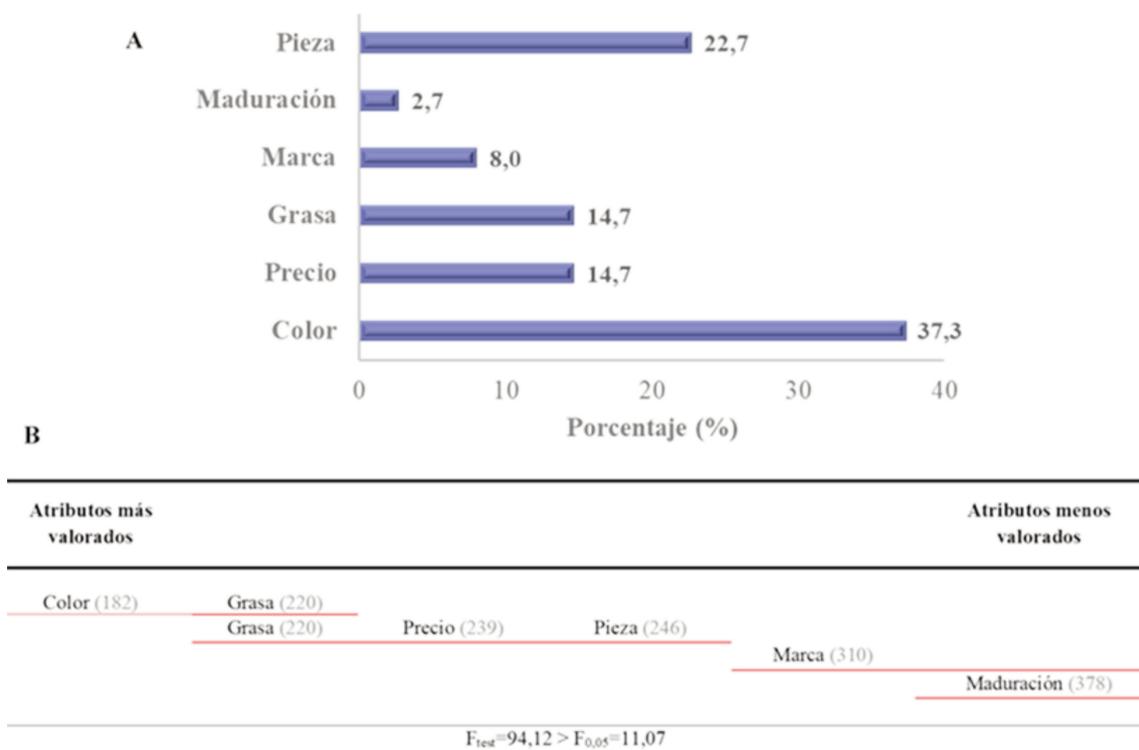


Figura 5. (A) Importancia relativa de los atributos implicados en la decisión de compra de carne de ternera; el porcentaje que se representa es el porcentaje de veces que un atributo es elegido en primer lugar por los consumidores. (B) Ordenación por importancia de los atributos implicados en la decisión de compra de la carne de ternera y resultados de la prueba de Mínima Diferencia Significativa.

F_{test} : estadístico calculado; $F_{0,05}$: estadístico teórico; Muestras encima de la misma línea no presentan preferencias significativas; muestras en distintas líneas presentan diferencias significativas. Números entre paréntesis son Σ de las puntuaciones, calculado como sumatorio de las puntuaciones adjudicadas por los consumidores a cada uno de los atributos en función de la preferencia de los participantes (1= muestra más preferida; 4 = menos preferida), según determina la norma UNE-ISO 8587:2010/Amd 1:2017.

Figure 5. (A) Relative importance of the attributes involved in the decision to purchase veal; The percentage represented is the percentage of times that an attribute is chosen firstly by consumers. (B) Classification by the importance of the attributes involved in the decision to purchase veal and results of the Least Significant Difference test.

tos con diferencias significativas entre ellos según los resultados de la prueba de Friedman ($F_{\text{test}} > F_{=0,05}$): el color, que es el factor más importante valorado por los consumidores a la hora de comprar carne de ternera y que no presentó diferencias significativas con el grado de engrasamiento. Por otro

lado, el grado de engrasamiento, el precio y el tipo de pieza que tienen una relevancia media y entre ellos tampoco hubo diferencias significativas. El grado de engrasamiento se suele utilizar como predictor de la calidad sensorial en el punto de compra (Sánchez et al., 2012) y el precio también está entre los

factores clave en el proceso de elección (Baba et al., 2015). Los dos atributos menos valorados y que además presentaron diferencias significativas entre ellos fueron la marca de calidad y la maduración. Además, cuando a los consumidores se les preguntó por otros factores que puedan influir en su decisión de compra de carne de ternera, un 12 % de los participantes indicaron que el lugar de origen de la carne y un 8 % la recomendación del carnicero. En este sentido, Gracia y Pérez y Pérez (2004) observaron que entre los atributos que más afectan al precio de la carne de vacuno, y por tanto a la decisión de compra, están el origen geográfico y el poseer una Denominación de Origen. Hay que tener en cuenta que el consumidor no puede evaluar la mayoría de las características organolépticas de la carne hasta después de la compra por lo que van a utilizar diferentes señales de calidad (intrínsecas o extrínsecas al producto) para tomar sus decisiones de compra (Olaizola et al., 2005). En nuestro estudio, propiedades intrínsecas como el color y en engrasamiento fueron los más valorados, y esto coincide con los resultados obtenidos por Henschion et al. (2017) en una revisión sobre las perspectivas de los consumidores ante los atributos de calidad de la carne de vacuno.

Finalmente, el estudio de los hábitos de consumo de la carne se llevó a cabo considerando de forma independiente el segmento que consume habitualmente carne de ternera (63 %) del segmento que no lo hace (37 %) (Figura 6). Los resultados de la prueba χ^2 (Figura 6C) indicaron que dentro del grupo de consumidores habituales de carne de ternera sólo hubo una relación significativa ($p < 0,05$) para las variables formato y lugar de compra en el grupo de las mujeres y en el grupo de consumidores no habituales sólo para la variable comprador habitual en el grupo de los hombres. Los hábitos de consumo de carne de ternera quedan reflejados en la Figura 6 (A y B). Dentro del grupo de consumidores habituales se observó que, en cuanto a la frecuen-

cia de consumo, la mayoría de los participantes consumen carne de ternera entre 2 y 3 veces al mes, siendo sólo mayor este consumo en los hombres de edad entre 19 y 35 años donde la frecuencia de consumo es de 1 o 2 veces por semana. Algunos participantes dentro del grupo de mujeres de mayor edad y de hombres entre 36 y 50 años consumen carne de ternera más de 2 veces a la semana. Un estudio llevado a cabo en el año 2017 indicó que el 60 % de la población española consume carne de vacuno al menos una vez a la semana (Pensado-Leglise et al., 2018), por lo que el consumo medio del grupo poblacional con el que se llevó a cabo este trabajo es inferior a la media española. Como era esperable en el grupo de consumidores no habituales, la frecuencia de compra mayoritariamente es de una vez al mes o menos. Cuando a los participantes se les preguntó si son ellos los que habitualmente van a hacer la compra, la mayoría contestó que sí, excepto el grupo de hombres de mayor edad (tanto entre los consumidores habituales como no habituales) y los hombres más jóvenes del grupo de consumidores no habituales. En cuanto al formato de compra de la carne de ternera, los dos grupos de mujeres de mayor edad compran mayoritariamente la carne al corte, mientras que en el grupo hombres todos la compran mayoritariamente envasada, excepto los dos grupos de hombres de mayor edad de consumidores no habituales. También se constató que las mujeres consumidoras habituales más jóvenes y todos los hombres consumidores habituales normalmente compran en grandes superficies, mientras que la mayoría de las mujeres consumidoras habituales de los dos grupos de mayor edad, las más jóvenes consumidoras no habituales y los hombres no consumidores habituales, compran en carnicerías. En este punto cabe destacar que los hombres de más edad consumidores habituales compran más en carnicería que en supermercado. Con estos datos se podría decir que, en general, a la mayoría de la población muestral del

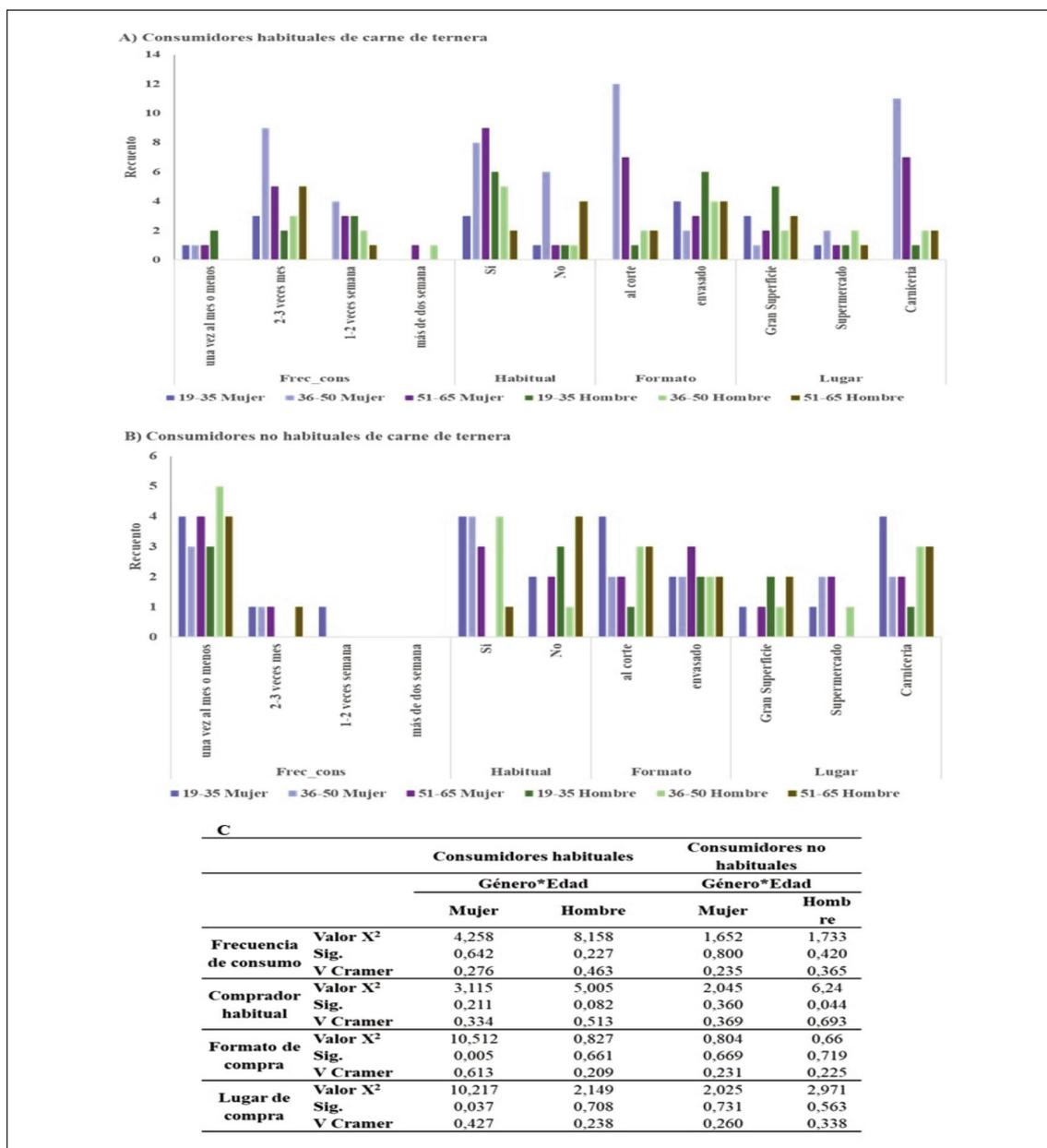


Figura 6. Frecuencias absolutas sobre el total de respuestas de los hábitos de compra de carne de ternera en función de los segmentos género*edad para el grupo de consumidores habituales (A) y no habituales (B). (C) Contrastes Chi-cuadrado y V de Cramer para el estudio de los hábitos de consumo de los segmentos poblacionales.

Figure 6. Absolute frequencies over the total responses of the purchasing habits of beef according to the gender*age segments for the group of habitual (A) and non-habitual (B) consumers. (C) Chi-square and Cramer's V tests for the study of the habits of the population segments.

presente estudio que le gusta comprar la carne al corte lo hace en carnicerías, mientras que los grupos que compran la carne envasada lo hacen en supermercados o grandes superficies. Pensado-Leglise *et al.* (2018) indicaron que la carnicería de barrio fue el lugar predilecto de los españoles para comprar carne de vacuno y el 90 % de la población prefiere comprar al corte. Uno de los motivos puede ser que los consumidores necesitan confiar en los expertos para formar su propia expectativa sobre la calidad de la carne (Grunert, 1997; Olaizola *et al.*, 2005) y consideran que el trato familiar del carnicero les permite obtener de una forma más directa información sobre algunos atributos intrínsecos como pueden ser la raza del animal o el sistema de producción. En la actualidad existe un sistema de trazabilidad y etiquetado obligatorio (DOCE, 2000; DOCE, 2013) que garantiza la identificación y el registro de la carne con cada uno de los animales o grupos de animales de los que procede y su origen (Bermúdez *et al.*, 2019). El problema es que toda esta información está codificada en las etiquetas y a veces su comprensión no es fácil para el consumidor, hecho que hace que en general la gente más joven se incline más a comprar en grandes superficies, mientras que la de mayor edad sigue prefiriendo la cercanía con el carnicero. Por otro lado, el ritmo de vida de la sociedad actual también hace que se compre en aquellos establecimientos que permiten abastecer al consumidor de todo lo que necesita.

Conclusiones

De los resultados obtenidos podemos concluir que la raza y el manejo de mezcla de animales antes del sacrificio no afectaron a la oxidación lipídica de la carne, pero sí afectaron significativamente a la dureza instrumental. En cuanto a los atributos organolépticos,

estos van cambiando su intensidad a medida que va evolucionando la maduración y no hacen por igual en las dos razas evaluadas (AV y RE). Los atributos relacionados con la textura fueron los primeros que mostraron diferencias significativas (a los 7 días de maduración) y posteriormente (a los 14 días), antes que aquellos relacionados con el olor y el flavor. A los 7 días se produjo un aumento de la ternura y de la jugosidad en la raza AV y de la fibrosidad en la RE y a los 14 días la untuosidad aumenta en AV y el olor y flavor a vacuno y el flavor a hígado disminuyen en AV y aumentan en RE. La manera de transportar animales (con o sin mezcla con animales desconocidos) también influyó en la intensidad de los atributos sensoriales, pero de una forma menos notable que la raza. En cuanto a la valoración de los consumidores se observó que las muestras de raza AV maduras 14 días tuvieron mejor puntuación tanto en aceptabilidad como en preferencia.

El estudio de los hábitos de consumo y en la toma de decisión de compra de carne de ternera no permitió obtener diferencias significativas importantes, por lo que para conocer la tendencia de los consumidores es necesario profundizar más en este tipo de estudios. Se comprobó que los consumidores no consideran la maduración un factor decisivo a la hora de comprar la carne de ternera. Se puede concluir que es necesario un mayor esfuerzo informativo relativo a los parámetros de calidad de la carne, así como a los efectos positivos de una correcta maduración para que los consumidores puedan tener unos conocimientos claros a la hora de elegir carne de vacuno de calidad óptima. También se constató una relación importante entre el género y formato de compra y lugar de compra y considerando el grupo poblacional en conjunto se observó que la mayoría de los participantes compran la carne de ternera al corte y lo hacen en carnicerías.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por el proyecto RTA 2014-00034-C00 (INIA-AEI) y fondos FEDER. Sol Zamuz está contratada con financiación a cargo de las ayudas para Personal Técnico de Apoyo (PTA2017-14156-I) de la Agencia Estatal de Investigación y Alberto Ortiz quiere agradecer al Fondo Social Europeo y a la Junta de Extremadura por la beca predoctoral (PD16057) concedida. José M. Lorenzo y Daniel Franco son miembros de la red HealthyMeat del programa CYTED (Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, ref 119RT0568). Gracias al GAIN (Agencia Gallega de Innovación, Xunta de Galicia), por la financiación al CTC (IN607A2019/01).

Referencias bibliográficas

- Albertí P, Panea B, Sañudo C, Olleta JL, Ripoll G, Ertbjerg P, Christensen M, Gigli S, Failla S, Concetti S, Hocquette JF, Jailler R, Rudel S, Renand G, Nute GR, Richardson RI, Williams JL (2008). Live weight, body size and carcass characteristics of young bulls of fifteen European breeds. *Livestock Science* 114: 19-30. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.04.010>.
- Albertí P, Ripoll G, Albertí C, Panea B (2017). Etude de la couleur des différents types de viande bovine vendus en Espagne. *Viandes et Produits Carnés* 33: 1-9.
- Baba Y, Zallas Z, Pérez-Juan M, Sañudo C, Albertí P, Insausti K, Realini C (2015). Preferencia y aceptabilidad de los consumidores por la carne de vacuno enriquecida en omega-3 y ácido linoleico conjugado en tres ciudades españolas. X Congreso de la Asociación Española de Economía Agraria, 9-11 septiembre, Córdoba, España.
- Bermúdez R, Zamuz S, Pateiro M, Lorenzo JM (2019). Plan de trazabilidad global en carnes. En: *Marcas de calidad de carne en Iberoamérica: Caribe, Sudamérica y Península Ibérica* (Ed. Teixeira A y Sañudo C), pp. 259-265. RED MARCARNE, Bragança, Portugal.
- Bethancourt-García JA, Vaz RZ, Vaz FN, Silva WB, Pascoal LL, Mendonça FS, Vara CCD, Nuñez AJ, Restle J (2019). Pre-slaughter factors affecting the incidence of severe bruising in cattle carcasses. *Livestock Science* 222: 41-48. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.02.009>.
- BOE (2019). RD 45/2019, de 8 de febrero, por el que se establecen las normas zootécnicas aplicables a los animales reproductores de raza pura, porcinos reproductores híbridos y su material reproductivo, se actualiza el Programa nacional de conservación, mejora y fomento de las razas ganaderas y se modifican los Reales Decretos 558/2001, de 25 de mayo; 1316/1992, de 30 de octubre; 1438/1992, de 27 de noviembre; y 1625/2011, de 14 de noviembre. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 52, de 1 de marzo de 2019, pp. 19716-19748.
- Campo MM, Sañudo C, Panea B, Albertí P, Santolaria P (1999). Breed type and ageing time effects on sensory characteristics of beef strip loin steaks. *Meat Science* 51(4): 383-390. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(98\)00159-4](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00159-4).
- Campo MM, Nute GR, Hughes SI, Enser M, Wood JD, Richardson RI (2006). Flavour perception of oxidation in beef. *Meat Science* 72(2): 303-311. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.07.015>.
- Díaz-Luis A, Díaz F, Diñeiro Y, González-Blanco L, Arias E, Coto-Montes A, Oliván M, Sierra V (2021). Nuevos indicadores de carnes DFD: estrés oxidativo, autofagia y apoptosis. *ITEA-Información Técnica Económica Agraria* 117(1): 3-18. <https://doi.org/10.12706/itea.2020.006>.
- DOCE (2000). Reglamento (CE) 1760/2000, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de julio de 2000, que establece un sistema de identificación y registro de los animales de la especie bovina y relativo al etiquetado de la carne de vacuno y de los productos a base de carne de vacuno por el que se deroga el Reglamento (CE) nº 820/97 del Consejo. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, núm. 204, de 11 de noviembre de 2000, pp. 1-10.
- DOCE (2009). Reglamento CE 1099/2009 del Consejo, de 24 de septiembre de 2009, relativa a la protección de los animales en el momento de su sacrificio o matanza. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, núm. 303, de 18 de noviembre de 2009, pp. 19-30.

- DOCE (2013). Reglamento de Ejecución (UE) 1337/2013 de la comisión, de 13 de diciembre de 2013, por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento (UE) 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que se refiere a la indicación del país de origen o del lugar de procedencia para la carne fresca, refrigerada o congelada de porcino, ovino, caprino y aves de corral. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, núm. 335, de 14 de diciembre de 2013, pp.19-22.
- Gracia A, Pérez y Pérez L (2004). Factores determinantes del precio de la carne de ternera: un análisis hedónico. *Economía Agraria y Recursos Naturales* 4(8): 87-104. <http://dx.doi.org/10.22004/ag.econ.28777>.
- Ferguson DM, Warner RD (2008). Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? *Meat Science* 80: 12-9. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.05.004>.
- Franco D, Bispo E, González L, Vázquez JA, Moreno T (2009). Effect of finishing and ageing time on quality attributes of loin from the meat of Holstein-Friesian cull cows. *Meat Science* 83(3): 484-491. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.06.030>.
- Franco D, González L, Bispo E, Latorre A, Moreno T, Sineiro J, Sánchez M, Núñez MJ (2012). Effects of calf diet, antioxidants, packaging type and storage time on beef steak storage. *Meat Science* 90(4): 871-880. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.10.008>.
- García-Torres S, López-Gajardo A, Mesías FJ (2016). Intensive vs. free-range organic beef. A preference study through consumer liking and conjoint analysis. *Meat Science* 114: 114-120. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.12.019>.
- Glitsch K (2000). Consumer perceptions of fresh meat quality: cross-national comparison. *British Food Journal* 102(3): 177-194. <https://doi.org/10.1108/00070700010332278>.
- Gomes CL, Pflanzler SB, Cruz AG, de Felício PE, Bolini HMA (2014). Sensory descriptive profiling and consumer preferences of beef strip loin steaks. *Food Research International* 59: 76-84. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.01.061>.
- Grunert KG (1997). What's in a steak? A cross-cultural study on the quality perception of beef. *Food Quality Preference* 8(3): 157-174. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(96\)00038-9](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(96)00038-9).
- Henchion MM, McCarthy M, Resconi VC (2017). Beef quality attributes: A systematic review of consumer perspectives. *Meat Science* 128: 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.01.006>.
- Honikel KO (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science* 49(4): 447-457. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(98\)00034-5](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00034-5).
- Huff-Lonergan E, Mitsuhashi T, Beekman DD, Parrish FC, Olson DG, Robson RM (1996). Proteolysis of specific muscle structural proteins by calpain at low pH and temperature is similar to degradation in *postmortem* bovine muscle. *Journal of Animal Science* 74(5): 993-1008. <https://doi.org/10.2527/1996.745993x>.
- King DA, Pfeiffer CS, Randel RD, Welsh Jr TH, Oliphint, RA, Baird BE, Curley Jr KO, Vann RC, Hale DS, Savell JW (2006). Influence of animal temperament and stress responsiveness on the carcass quality and beef tenderness of feedlot cattle. *Meat science* 74(3): 546-556. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.05.004>.
- Koohmaraie M (1996). Biochemical factors regulating the toughening and tenderization processes of meat. *Meat Science* 43(suppl. 1): 193-201. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(96\)00065-4](https://doi.org/10.1016/0309-1740(96)00065-4).
- Lepetit J, Culioli J (1994). Mechanical properties of meat. *Meat Science* 36(1-2): 203-237. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(94\)90042-6](https://doi.org/10.1016/0309-1740(94)90042-6).
- López-Pedrouso M, Rodríguez-Vázquez R, Purriños L, Oliván M, García-Torres S, Sentandreu MÁ, Lorenzo JM, Zapata C, Franco D (2020). Sensory and physicochemical analysis of meat from bovine breeds in different livestock production systems, pre-slaughter handling conditions and ageing time. *Foods* 9(2): 176. <https://doi.org/10.3390/foods9020176>.
- Loudon KMW, Tarr G, Lean IJ, Polkinghorne R, McGilchrist P, Dunshea FR, Gardner GE, Pethick DW (2019). The impact of pre-slaughter stress on beef eating quality. *Animals* 9(9): 612. <https://doi.org/10.3390/ani9090612>.

- Macfie HJ, Bratchell N, Greenhoff K, Vallis LV (1989). Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. *Journal of Sensory Studies* 4: 129-148. <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.1989.tb00463.x>.
- Mach N, Bach A, Velarde A, Devant M (2008a). Association between animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. *Meat Science* 78(3): 232-238. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.06.021>.
- Maza MT, Ramírez V (2006). Distintas consideraciones en torno a los atributos de calidad de la carne de vacuno por parte de industria y consumidores. *ITEA- Información Técnica Económica Agraria* 102(4): 360-372.
- Meilgaard MC, Civille GV, Caar BT (2007). *Sensory Evaluation Techniques*, 4^a ed. CRC Press, Taylor and Francis Group. 464 pp. <https://doi.org/10.1201/b16452>.
- MERCASA (2019). Las indicaciones geográficas protegidas marcan la diferencia en la oferta de carnes. *Distribución y Consumo* 2: 34-42.
- Miranda-de la Lama GC (2013a). Transport and pre-slaughter logistic: definitions and current tendencies in animal welfare and meat quality. *Veterinaria Mexico* 44(1): 31-56.
- Miranda-de la Lama GC, Pascual-Alonso M, Guerrero A, Albertí P, Alierta S, Sans P, Gajan JP, Villarroel M, Dalmau A, Velarde A, Campo MM, Galindo F, Santolaria MP, Sañudo C, María GA (2013b). Influence of social dominance on production, welfare and the quality of meat from beef bulls. *Meat Science* 94: 432-437. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.03.026>.
- Mottram DS (1998). Flavour formation in meat and meat products: A review. *Food Chemistry* 62(4): 415-424. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00076-4](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00076-4).
- Oliván M, Sierra V, García P (2013). Efecto del tiempo de maduración sobre la calidad organoléptica de la carne de vacuno. *Tecnología Agroalimentaria: Boletín Informativo del SE-RIDA* 12: 45-52.
- Olaizola AM, Whebi Z, Manrique-Persiva 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>.
- Pagliarini E, Laureati M, Dinnella C, Monteleone E, Proserpio C, Piasentier E (2016). Influence of pig genetic type on sensory properties and consumer acceptance of Parma, San Daniele and Toscano dry-cured hams. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 96(3): 798-806. <http://doi.wiley.com/10.1002/jsfa.7151>.
- Panea B, Ripoll G, Sañudo C, Olleta JL, Albertí P (2016). Calidad instrumental de la carne de terneros procedentes del cruce industrial de la raza Retinta. *ITEA- Información Técnica Económica Agraria* 112(3): 286-300. <https://doi.org/10.12706/itea.2016.018>.
- Panea B, Olleta JL, Sañudo C, Campo MM, Oliver MA, Gispert M, Serra X, Renard G, Oliván MC, Jabet S, García S, López M, Izquierdo M, García-Cachán MD, Quintanilla R, Piedrafita J (2018). Effects of breed production system on collagen, textural, and sensory traits of 10 European beef cattle breeds. *Journal of Texture Studies* 49(5): 528-535. <https://doi.org/10.1111/jtxs.12350>.
- Panea B, Ripoll G, Insausti K, Beriain MJ, Sañudo C, Albertí P (2019). Influencia de la maduración y el tipo de cocinado en la valoración sensorial y el perfil de compuestos aromáticos del cruce industrial de raza Retinta. *ITEA- Información Técnica Económica Agraria* 115(2): 149-162. <https://doi.org/10.12706/itea.2018.030>.
- Pensado-Leglise MR y Sanz-Cañada J (2018). Valorización de una Indicación Geográfica Protegida. El caso de la carne de la Sierra de Guadarrama, España. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 9(3): 451-465. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v9i3.4329>.
- Peña F, Avilés C, Domenech V, González A, Martínez A, Molina A (2014). Effects of stress by unfamiliar sounds on carcass and meat traits in bulls from three continental beef cattle breeds at different ageing times. *Meat Science* 98(4): 718-725. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.07.021>.
- Piedrafita J, Quintanilla R, Sañudo C, Olleta JL, Campo MM, Panea B, Renard G, Turin F, Jabet

- S, Osoro K, Oliván MC, Noval G, García P, García MD, Oliver G, Gispert M, Serra X, Espejo M, García S, López M, Izquierdo M (2003). Carcass quality of 10 beef cattle breeds of the Southwest of Europe in their typical production systems. *Livestock Production Science* 82(1): 1-13. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(03\)00006-X](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(03)00006-X).
- Ponnampalam EN, Hopkins DL, Bruce H, Li D, Baldi G, Bekhit AE (2017). Causes and contributing factors to "Dark Cutting" meat: current trends and future directions: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 16: 400-430. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12258>.
- Realini CE, Duckett SK, Brito GW, Dalla Rizza M, De Mattos D (2004). Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. *Meat Science* 66(3): 567-577. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00160-8](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00160-8).
- Reis RC, Regazzi AJA, Carneiro JCS, Minim VPR (2013). Mapa de preferência. En: *Análise Sensorial Estudos com Consumidores* (Ed. Minim V), pp. 332. Viçosa, UFV.
- Ripoll G, Panea B, Albertí P (2012). Apreciación visual de la carne bovina y su relación con el espacio de color CIELab. *ITEA-Información Técnica Económica Agraria* 108(2): 222-232.
- Ruiz J, Bonilla F, Hidalgo J, Morillo-Velarde M (2006). Calidad de la carne de las razas autóctonas. *Calidad de la carne de razas bovinas autóctonas*, servicio de publicaciones de la Junta de Extremadura, pp. 117-133.
- Salih AM, Smith DM, Price JF, Dawson LE (1987). Modified extraction 2-thiobarbituric acid method for measuring lipid oxidation in poultry. *Poultry Science* 66(9): 1483-1488. <https://doi.org/10.3382/ps.0661483>.
- Sánchez M, Beriain MJ, Carr TR (2012). Socio-economic factors affecting consumer behaviour for United States and Spanish beef under different information scenarios. *Food Quality and Preference* 24(1): 30-39. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2011.08.008>.
- Santolaria P, Sañudo C, Albertí P, Campo MM (1997). Estudio de la calidad organoléptica de la carne de añojo de siete razas españolas mediante una prueba de consumidores. *ITEA-Información Técnica Económica Agraria* 93(2): 89-87.
- Serra X, Guerrero L, Guàrdia MD, Gil M, Sañudo C, Panea B, Campo MM, Olleta JL, García-Cachán MD, Piedrafita J, Oliver MA (2008). Eating quality of young bulls from three Spanish beef breed-production systems and its relationships with chemical and instrumental meat quality. *Meat Science* 79(1): 98-104. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.08.005>.
- Sierra V, Guerrero L, Fernández-Suárez V, Martínez A, Castro P, Osoro K, Rodríguez-Colunga MJ, Coto-Montes A, Oliván M (2010). Eating quality of beef from biotypes included in the PGI "Terñera Asturiana" showing distinct physicochemical characteristics and tenderization pattern. *Meat Science* 86(2): 343-351. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.05.007>.
- UNE-EN ISO 8589:2010/A1:2014 Análisis sensorial. Guía general para el diseño de una sala de catas. Disponible en: <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/une/?c=N0053610> (Consultado: 15 de junio de 2020)
- UNE-ISO 8587:2010/Amd 1:2017 Análisis sensorial. Metodología. Ordenación. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0045392> (Consultado 15 de junio de 2020) (UNE-EN ISO 8586:2014).
- UNE-EN ISO 8586:2014 Análisis sensorial. Guía general para la selección, entrenamiento y control de catadores y catadores expertos. Disponible en: <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/UNE?c=N0053072> (Consultado 29 de enero de 2021) (ISO 8586:2012).
- Tadich N, Gallo C, Bustamante H, Schwerter M, Van Schaik G. (2005). Effects of transport and lairage time on some blood constituents of Friesian-cross steers in Chile. *Livestock Production Science* 93(3): 223-233. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.10.004>.
- Troy DJ, Kerry JP (2010). Consumer perception and the role of science in the meat industry. *Meat Science* 86: 214-26. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.05.009>.

- Villarroel M, María GA, Sañudo C, Olleta JL, Gebresenbeth G (2003). Effect of transport time and ageing on aspects of beef meat quality. *Meat Science* 65(4): 1335-1340. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00054-8](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00054-8).
- Vitale M (2016). Maduración de la carne de vacuno: cómo se realiza y factores que la afectan. Interempresas. Disponible en: <https://www.interempresas.net/Industria-Carnica/Articulos/150611-Maduracion-de-la-carne-de-vacuno-como-se-realiza-y-factores-que-la-afectan.html>. Consultado: 27 de enero de 2021.
- Zamuz S, Pateiro M, López-Pedrouso M, Rodríguez-Vázquez R, Oliván M, García-Torres S, Santandreu MA, Lorenzo JM, Zapata C, Franco D (2018). Effect of pre-slaughter mixing crates on sensory attributes of three Spanish bovine breeds. 64th International Congress of Meat Science and Technology, 12-17 agosto, Melbourne, Australia.

(Aceptado para publicación el 10 de junio de 2021)