

Perfil sensorial de la carne de vacuno de la raza Retinta procedente de dos sistemas de producción durante la maduración

Sol Zamuz¹, Susana García-Torres², María Cabeza de Vaca², David Tejerina², Alberto Ortiz², Mamen Oliván^{3,4}, Miguel A. Sentandreu⁵, María López-Pedrouso⁶, Laura Purriños¹, José M. Lorenzo¹ y Daniel Franco^{1,*}

¹ Centro Tecnológico de la Carne de Galicia, Av. de Galicia n.º 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, Km 372, 06187 Guadajira, España

³ Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), AS-267 PK 19, 33300 Villaviciosa, España

⁴ ISPA, 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

Resumen

El creciente interés de los consumidores por productos de calidad diferenciada, no sólo en cuanto a la calidad sensorial y nutricional, sino también en función de parámetros como el bienestar animal, el origen del producto y el sistema de producción, hace necesario reevaluar la importancia de las razas autóctonas criadas en sistemas de tipo extensivo que se caracterizan por ser más sostenibles y donde los niveles de bienestar suelen ser mayores. Además, sin dejar de lado los aspectos sensoriales, es bien conocido que la maduración es uno de los principales factores que influyen en la calidad final de la carne de vacuno. Por tanto, el objetivo de este trabajo fue estudiar el comportamiento de los atributos organolépticos de la carne de la raza autóctona Retinta proveniente de dos sistemas de producción (intensivo y extensivo) en dos momentos del proceso de maduración (7 días y 14 días) y la valoración de los consumidores por este tipo de carne. Los resultados mostraron que el sistema de producción en extensivo mejoró los parámetros de calidad (terneza, jugosidad y la untuosidad) de la carne de vacuno. Los parámetros de textura fueron los primeros en cambiar durante los primeros días de maduración. En cuanto al estudio hedónico, no hubo una preferencia y/o aceptabilidad clara por alguna de las muestras, lo que podría indicar que, para el consumidor, los sistemas de producción no dan lugar a una calidad diferen-

* Autor para correspondencia: danielfranco@ceteca.net

Cita del artículo: Zamuz S, García-Torres S, Cabeza de Vaca M, Tejerina D, Ortiz A, Oliván M, Sentandreu MA, López-Pedrouso M, Purriños L, Lorenzo JM, Franco D (2021). Perfil sensorial de la carne de vacuno de la raza Retinta procedente de dos sistemas de producción durante la maduración. ITEA-Información Técnica Económica Agraria 117(5): 513-531. <https://doi.org/10.12706/itea.2021.006>

ciada a nivel organoléptico, siendo necesario promover un mayor conocimiento acerca de los atributos organolépticos que deben ser considerados en el consumo de carne de vacuno de calidad, para que el sistema de producción pueda ser tenido en cuenta por el consumidor en la decisión de compra.

Palabras clave: Intensivo, extensivo, parámetros de textura, análisis sensorial, análisis consumidores.

Sensory profile of beef meat of Retinta breed from two livestock production system during ageing

Abstract

The growing consumers' interest in quality differentiated products, not only in terms of sensory and nutritional quality but also in terms of parameters such as animal welfare, product origin and production system, makes necessary to research the importance of autochthonous breeds, raised in more sustainable extensive systems, where welfare levels are often high. Additionally, it is well known that ageing is one of the main factors that has influence in the final quality of beef meat. Therefore, this work aimed to study the sensorial profile of organoleptic attributes of Retinta autochthonous breed from two livestock production systems (intensive and extensive) at 7 days and 14 days of ageing. Moreover, a consumer's assessment was also carried out. Findings showed that the extensive production system improved the quality parameters (tenderness, juiciness and oiliness) of beef meat. The texture parameters were the first to change during the first days of ageing. Regarding the hedonic study, the consumers did not show a clear preference and/or acceptance for any sample, which could indicate that the production systems did not result in a differentiated quality at the organoleptic level by the consumers. It is necessary to promote higher knowledge about the organoleptic attributes which must be considered in the consumption of quality beef, so that the production system can be taken into account in the purchase decision by the consumers.

Keywords: Intensive, extensive, textural parameters, sensorial analysis, consumer analysis.

Introducción

Según datos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA, 2019), el sector de carne de vacuno en España representa el 17,5 % de la Producción Final Ganadera y el 6,3 % de la Producción Final Agraria. En los últimos años, la producción de carne de vacuno ecológica y amparada por denominaciones de calidad se ha incrementado de manera notable, ya que los consumidores buscan productos de calidad diferenciada tanto desde el punto de vista nutricional y sensorial como desde el punto de vista de bienestar animal, producción más sostenible y origen de la carne.

La explotación de las razas autóctonas, que poseen características diferentes tanto a nivel productivo como a nivel de productos con respecto a las razas foráneas, en sistemas

de cría menos intensivos está siendo fuertemente promovidas por la Política Agrícola Común (PAC). Según el Catálogo Oficial de Razas de Ganado de España (Anexo I de BOE, 2019), en España hay 40 razas autóctonas de ganado bovino, de las cuales 32 están en peligro de extinción y 8 (Asturiana de los Valles, Avileña-Negra Ibérica, Lidia, Morucha, Parda de la Montaña, Pirenaica, Retinta y Rubia Gallega) se consideran Razas Autóctonas de Fomento, que son aquellas que se han originado en España y que por su censo y organización se encuentran en expansión (MAPA, 2019). La raza Retinta forma parte de este grupo y aquellas medidas de la PAC encaminadas a potenciar una ganadería menos intensiva, el empleo de prácticas de producción que disminuyan los efectos contaminantes, la conservación de pastos y dehesas para evitar

su abandono suponen un fuerte impulso en la comercialización de esta raza. Además de la influencia de los sistemas productivos la componente genética también influye en la calidad de la carne (Ruíz et al., 2006).

Según la Asociación Nacional de Criadores de Ganado Vacuno Selecto Retinto (ACRE), la raza Retinta constituye la principal raza bovina autóctona de la España seca y se distribuye por la mitad sur de la Península Ibérica, siendo Andalucía y Extremadura las principales áreas de distribución, con más del 90 % del censo animal. Tiene una gran capacidad de adaptación a zonas secas y áridas, y el sistema de cría más habitual es en extensivo. Se trata de una raza de aptitud cárnica, y la comercialización de la carne está certificada por la marca de calidad "Carne de Retinto".

Para que la carne de vacuno adquiera las características óptimas de calidad, ésta no debe consumirse recién sacrificado el animal, sino que tiene que ser sometida a un periodo de maduración durante el cual se van a producir cambios en sus características organolépticas (textura, sabor y aroma) que conllevan modificaciones en su calidad final (Oliván et al., 2013). De estos atributos, la textura y en particular la ternura y la jugosidad quizás sean los más importantes en carne bovina. Sin embargo, son difíciles de predecir al estar muy influenciadas por factores inherentes al animal, como su constitución genética, sexo, raza, peso del animal, el manejo y la alimentación, y también por el manejo pre-sacrificio y posterior manipulación *postmortem* de las canales en matadero (Huff-Lonergan et al., 1996; Koohmaraie, 1996). En muchas auditorías de calidad de carne vacuna de diferentes países siempre se concluye que la pérdida de valor de los productos cárnicos se debe a las altas variabilidades encontradas en la calidad y en concreto, en la ternura. Este hecho, es consecuencia de una gran variedad de factores –tanto intrínsecos como extrínsecos– que la afectan y donde no siempre se conoce el peso de los mismos, ni cómo actúan.

En definitiva esta es todavía una problemática no resuelta, como lo demuestra la numerosa bibliografía publicada en carne de vacuno en los últimos años (Christensen et al., 2011; Oliván et al., 2013; Steinhäuserová et al., 2013; Gomes et al., 2014; Zamuz et al., 2018). Actualmente, se conoce que la maduración de la carne a temperatura de refrigeración es sin duda un eficaz método para disminuir la dureza de la carne, al igual que el proceso de maduración en condiciones refrigeradas conlleva un elevado coste en energía eléctrica (Brunner et al., 2014).

Dentro del análisis sensorial, los estudios de perfiles sensoriales basados en el análisis descriptivo cuantitativo (QDA) son de los métodos más completos y más sofisticados usados para la caracterización sensorial ya que proporciona una descripción completa de las propiedades organolépticas (Gomes et al., 2014). Este tipo de análisis se complementan con estudios de consumidores de aceptabilidad y preferencia.

Por lo tanto, con la finalidad de seguir avanzando en el estudio de la calidad sensorial de la carne de vacuno y teniendo en cuenta que la demanda de carnes de calidad tipo "Premium" o "Superior" en razas autóctonas es cada vez mayor, se estudió el perfil sensorial en carne de terneros de raza Retinta criados en dos sistemas de producción (intensivo y extensivo) y madurada en dos tiempos (7 días y 14 días). Además, se llevó a cabo un estudio hedónico para conocer la aceptabilidad y preferencia de los consumidores extremeños por este tipo de carne.

Material y métodos

Animales y selección de muestras

Se utilizaron un total de 22 animales de la raza autóctona Retinta (RE) procedentes de Extremadura criados con dos sistemas de ma-

nejo diferentes: extensivo (Ex) e intensivo (In) en la Finca Valdesequera perteneciente al Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX). Todos los terneros fueron destetados con un peso aproximado de 220 kg, momento en el que se separaron. El grupo Ex, compuesto por 12 terneros, dispuso de una parcela con pasto natural, base de su alimentación, y estuvo suplementado con pienso de engorde a razón de 4 kg/animal/día. El grupo In, compuesto por 10 terneros, consumió una media de 7 kg/animal/día de concentrado que fue la base de su alimentación y fue mantenido en corral durante toda la fase de acabado. Los terneros, todos machos, fueron sacrificados con 15 meses de edad, que es la media de edad en la que los terneros Retintos alcanzan su peso vivo comercial de 550-580 kg. Fueron trasladados al matadero en camión, tratando de minimizar en lo posible el estrés pre-sacrificio. El grupo extensivo mostró valores medios de $561,5 \pm 26,9$ kg de peso vivo y $313,7 \pm 15,0$ kg de peso canal, mientras el grupo intensivo se caracterizó por valores medios de $560,2 \pm 52,7$ kg de peso vivo y $316,6 \pm 33,4$ kg de peso canal. Los terneros fueron sacrificados con pistola de perno cautivo de acuerdo a la normativa europea (DOCE, 1993) en mataderos acreditados. Las canales fueron enfriadas durante 24 h en cámara de refrigeración a 2 °C (humedad relativa 98 %). Se extrajo el músculo *Longissimus thoracis et lumborum* (LTL) de la canal izquierda de cada uno de los terneros entre la quinta y la décima costilla y se cortó en seis filetes. El primer filete se utilizó para determinar el pH, color y pérdidas de agua por goteo. El segundo para evaluar la oxidación lipídica y los cuatro siguientes (de 3,5 cm de grosor) se emplearon para la determinación de la textura instrumental mediante la prueba de Warner–Bratzler (3^{er} y 4^o filete) y para el análisis sensorial (5^o y 6^o filete). Para la determinación de la oxidación lipídica, textura y análisis sensorial a los 7 días y 14 días, los file-

tes se envasaron sobre una bandeja de porexpan 1825-65, recubierta de film plástica retráctil de polipropileno y permeable al oxígeno ($1.200 \text{ cm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{día})$), a 23 °C y 0 % de humedad relativa y se maduraron en condiciones refrigeradas (4 °C). Después del tiempo de maduración estipulado (7 días y 14 días) los filetes para análisis de textura y sensorial fueron congelados y almacenados a -20 °C hasta su correspondiente análisis, mientras que los de oxidación lipídica se mantuvieron congelados en -80 °C hasta su análisis (máximo de 7 días).

Determinaciones fisicoquímicas

A las 24 h *postmortem* el pH fue medido en el LTL a la altura de la sexta costilla con un pH-metro portátil provisto de electrodo de penetración (InLab Solids Go-ISM, Mettler-Toledo S.A.E., Barcelona, España). El color en el espacio CIELAB se midió con un colorímetro portátil (Minolta CM-2300d, Madrid, España). Los resultados después de una hora de oxigenación (t_{60}) fueron expresados como luminosidad (L^*), índice rojo (a^*), índice amarillo (b^*), Chroma o cromaticidad (C^*) y tono (h^*) utilizando iluminante D65 y observador de 10 °. Se tomaron un total de tres medidas sobre el filete y se calculó la media de cada uno de los parámetros de color. Los parámetros de Chroma y tono se calcularon de acuerdo con las siguientes expresiones:

$\text{Chroma} = \sqrt[3]{(a^{*2} + b^{*2})}$ y $\text{tono} (^{\circ}) = \tan^{-1}(b^*/a^*)$. La capacidad de retención de agua, expresada como pérdidas por goteo (% de exudado) se determinó por duplicado sobre 50 g de muestra de carne fresca a las 24 h *postmortem* que se colocaron en un recipiente adecuado (Meat juice collector, Sarstedt, Alemania), siguiendo la metodología de Honikel (1998).

El test de determinación de fuerza máxima de corte con la sonda Warner–Bratzler (WB) se realizó sobre muestras de carne cocidas en

baño de agua a 100 °C. La cocción terminó cuando las muestras llegaron a una temperatura interna de 70 °C. Después de enfriarse se tomaron 8 trozos de 1 cm² y se cortaron en dirección perpendicular a las fibras con una sonda tipo WB acoplada a un texturómetro (TA.XT Plus, Stable Micro Systems, Londres, UK). La carga máxima de corte necesaria para cortar en su totalidad la muestra fue expresada en N/cm². La oxidación lipídica se determinó siguiendo el método de Salih et al. (1987), sobre las muestras congeladas a -80 °C tras los periodos de maduración establecidos. Para ello, las muestras fueron descongeladas a 4 °C desde el día anterior y se tomaron 2,5 g de cada muestra, fueron homogeneizadas con una homogeneizadora digital ULTRA-TURRAX T 25 (IKA-Werke GmbH & Co. KG, Staufen, Alemania) a 16.000 rpm con 7,5 mL de ácido perclórico (3,86 %) y 0,25 mL de butilhidroxitolueno (BHT; 4,2 % en solución de etanol). Posteriormente fueron filtradas con un papel de filtro de flujo rápido (90 mm de diámetro y 100pk⁻¹) y el filtrado se centrifugó a 2000 rpm durante 2 min. El sobrenadante se recogió en un Erlenmeyer de 10 mL y se diluyó con 3,86 % de ácido perclórico, se tomó una alícuota de 2 mL del sobrenadante y se mezcló con 2 mL de ácido tiobarbitúrico (TBA) (0,02 M) en agua destilada. En tubos se mantuvieron en un baño de agua caliente a 90 °C durante 30 min y posteriormente fueron enfriados bajo el agua del grifo durante 10 min. Se midió la absorbancia de las muestras a 532 nm con un espectrofotómetro (Cary 60 UV-Vis-NIR, Agilent). Los valores de las sustancias reactivas del ácido tiobarbitúrico (TBARS) se calcularon a partir de la curva estándar (1,1,3,3-tetraetoxipropano en el 1 x 10⁸ a un rango de 8 x 10⁸ M) y se expresaron como mg malondialdehído /kg carne.

Análisis sensorial: análisis descriptivo cuantitativo y estudio hedónico

La evaluación sensorial se llevó a cabo sobre filetes del LTL, que fueron cocinados en un horno de convección a 180 °C hasta alcanzar una temperatura interna de 70 °C. Cada filete fue cortado en trozos de 1,5 cm x 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).

Se hizo un análisis descriptivo cuantitativo (QDA) con un panel de cata formado por 5 miembros entrenados pertenecientes a la plantilla de trabajadores del Centro Tecnológico de la Carne de Galicia (CTC) que valoraron los atributos relacionados con el olor y el flavor (olor a vacuno, olor a grasa, flavor a vacuno, flavor a grasa, flavor a hígado y flavor ácido) y la textura (terneza, jugosidad, untuosidad, fibrosidad y arenosidad), en una escala lineal estructurada de 10 puntos, donde 0 representa la ausencia o intensidad mínima del atributo y 10 su presencia o intensidad máxima.

Se realizaron 6 sesiones que se llevaron a cabo en el Laboratorio de Análisis Sensorial del CTC equipado con cabinas individuales siguiendo el Reglamento UNE-EN ISO 8589:2010/A1: 2014 y bajo luz roja.

El análisis hedónico se llevó a cabo en el CICYTEX con 75 consumidores de diferentes municipios de la Comunidad Autónoma de Extremadura al ser una de las principales áreas de producción de carne de vacuno de la raza Retinta. Las características sociodemográficas de los consumidores se muestran en la Tabla 1.

El estudio de preferencia se realizó mediante un test de ordenación UNE-ISO 8587:2010/Amd 1:2017 que se basa en pedirle a los consumidores participantes que ordenen las muestras bajo estudio en función de su preferencia para la valoración global de las muestras, de

Tabla 1. Caracterización socio-demográfica de los consumidores (n = 75) que realizaron el estudio hedónico.
 Table 1. Socio-demographic characterization of consumers (n = 75) who carry out hedonic study.

	Segmentación	Porcentaje (%)
Sexo	Mujer	57
	Hombre	43
Edad (años)	19-35	27
	36-50	39
	51-65	35
Nivel de estudios	Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO)	5
	Bachillerato	12
	Formación Profesional (FP)	11
	Estudios Universitarios	72
Nivel de ingresos (€/mes)	Menos de 1500	41
	1500-2500	47
	Más de 2500	12
Consumidor habitual de carne de ternera	Sí	61
	No	39

modo que adjudiquen la puntuación de 1 cuando la muestra resulta la más preferida y 4 a la menos preferida. Para la aceptabilidad global se realizó un test de aceptabilidad utilizando una escala hedónica de 9 puntos (1 = me disgusta muchísimo; 9 = me gusta muchísimo) siguiendo la metodología propuesta por Lago et al. (2017). La evaluación hedónica se llevó a cabo en una única sesión utilizando una única ficha de cata en la que a los consumidores se les preguntó por la preferencia y por la aceptabilidad.

Tanto al panel entrenado como a los consumidores se le presentaron todas las muestras en diferente orden para evitar el "efecto carry over", siguiendo un diseño experimental en bloques completos equilibrados y al inicio de la sesión y entre muestras se usó agua y pan tostado sin sal para limpiar el paladar.

Análisis estadístico

Las diferencias en los parámetros fisicoquímicos 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 el test de Duncan. Para estudiar si había 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 considera tanto las sesiones como los cata-dores como factores fijos y que tiene en cuenta la interacción producto/juez y se consideró un valor p -umbral = 0,1 para filtrar los atributos no discriminantes. También se llevó a cabo un ANOVA de dos vías para estudiar las interacciones entre la preferencia y los segmentos de consumidores. Los datos ob-

tenidos de la prueba de ordenación fueron analizados mediante el test de Friedman asumiendo como factores fijos e independientes las muestras y los consumidores. Para determinar cuáles fueron los tratamientos diferentes significativamente se calculó la MDS para un riesgo asumido ($\alpha = 0,05$). Finalmente, se creó un mapa de preferencia externo (PREFMAP) basado en el Análisis de Componentes Principales (ACP) para relacionar la aceptabilidad global de las muestras con sus atributos organolépticos y establecer un mapa de calidad sensorial desde el punto de vista de los consumidores (Zamuz et al., 2019). Los datos fueron analizados utilizando el software XLSTAT 2018.5.52745.

Resultados y discusión

Características fisicoquímicas

En la Tabla 2 se muestran los parámetros fisicoquímicos de las muestras de carne de Retinta en los dos sistemas de producción estudiados. No se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) para el pH, pérdidas por goteo ni para los parámetros relacionados con el color. El intervalo de valores de pH (5,42-5,63) y pérdidas por goteo (0,95-2,45 %) estuvieron dentro de los rangos normales para la raza Retinta y coinciden con los encontrados por Panea et al. (2016). En cuanto a los parámetros del color, la carne de la raza Retinta

Tabla 2. Valores medio de los parámetros fisicoquímicas de las muestras de carne de Retinta obtenidas a partir de los dos sistemas de producción ensayados en este estudio.

Table 2. Mean values of physico-chemical parameters for Retinta meat samples from two livestock production tested systems in this study.

		RE-In	RE-Ex	SEM	Sig.
0 días	pH	5,60	5,56	0,02	ns
	CRA por goteo (%)	1,71	1,83	0,08	ns
	L* _{t60}	39,66	37,13	0,86	ns
	a* _{t60}	20,67	20,74	0,58	ns
	b* _{t60}	10,37	9,92	0,45	ns
	C* _{t60}	23,31	23,00	0,70	ns
	h* _{t60}	26,13	25,37	0,44	ns
WB (N/cm ²)	7 días	99,91	115,71	0,59	ns
	14 días	93,35	106,75	0,55	ns
		ns	ns		
TBARs (mg MDA/kg carne)	7 días	0,14	0,18	0,03	ns
	14 días	0,18	0,52	0,08	*
		ns	*		

RE-In: Retinta criada en intensivo; RE-Ex: Retinta criada en extensivo; CRA: capacidad de retención de agua; WB: Warner-Bratzler; TBARs: sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico; SEM: error estándar muestral; Sig.: Significación.

sacrificada a los 15 meses es considerada como carne roja según la clasificación dada por Albertí *et al.* (2016) para la carne de vacuno comercial, como se puede comprobar al poseer ambos grupos (extensivo e intensivo) valores del índice de rojo (a^*) por encima de 20. Si bien es cierto que los sistemas de producción basados en diferente tipo de acabado juegan un papel importante en la diferenciación del color de la carne como han comprobado algunos autores en vacuno (Realiní *et al.*, 2004; Juniper *et al.*, 2005; Vestergaard *et al.*, 2007; Dunne *et al.*, 2009; Franco *et al.*, 2009) en el presente trabajo no se encontraron estas diferencias. Una posible explicación a la no diferencia en características fisicoquímicas podría atribuirse a que los terneros empleados provienen de un centro experimental donde la proximidad genética es elevada, después de muchos años de selección del genotipo Retinto, así como que la intensidad del acabado pudo no ser suficiente para manifestar estas diferencias en color y terneza. Sin embargo, en un estudio previo con razas autóctonas (Asturiana de los Valles, Retinta y Rubia Gallega) se encontraron resultados parcialmente coherentes con los del presente estudio, pues se comprobó que el sistema de producción afectó a los parámetros índice de rojo, chroma y tono, pero no a la luminosidad e índice de amarillo. Así mismo, en ese estudio los parámetros pH, pérdidas por goteo y dureza instrumental tampoco fueron afectados por el sistema de producción (López-Pedrouso *et al.*, 2020).

Durante la maduración de la carne la textura es uno de los parámetros que mayor modificación sufre debido a la acción de las enzimas sobre la estructura miofibrilar (Koohmaraie, 1996; Oliván *et al.*, 2013), lo cual es determinante para su calidad. La disminución de la dureza instrumental al aumentar el tiempo de maduración de 7 días a 14 días (Tabla 2) concuerda con los resultados obtenidos por otros autores (López-Gajardo, 2018; Oliván *et al.*, 2013; Panea *et al.*, 2016), aunque en este

estudio esta disminución no fue significativa ($p > 0,05$). No se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) a los 7 días ni a los 14 días de maduración entre la carne de los terneros criados en extensivo y en intensivo. En el ganado vacuno es conocido que el sistema de explotación afecta a la terneza de la carne, concretamente Vestergaard *et al.* (2000), encontraron que la carne de toros jóvenes alimentados en régimen extensivo era más dura que la de animales en régimen intensivo. En estudios realizados en carne de raza Retinta, se observó que la carne producida en pastoreo fue inicialmente más dura que la de otros sistemas, aunque transcurridos 7 días de maduración, estas diferencias debidas a los sistemas de producción desaparecieron (García-Torres *et al.* 2020). Generalmente un acabado más intensivo disminuye los valores de la fuerza de corte instrumental como comprobaron diferentes autores en carne de vacuno mayor (Boleman *et al.*, 1996; Franco *et al.*, 2009). Estos autores correlacionaron el porcentaje de grasa intramuscular, elevado en este tipo de animales, con la fuerza de corte. Si bien en el presente trabajo no se encontraron diferencias significativas, los animales criados en sistema intensivo mostraron los valores más bajos numéricamente de fuerza de corte (Tabla 2). En este tipo de animal joven (ternero) el porcentaje de grasa aun no es elevado, por lo que el acabado con dieta más energética (sistema intensivo) no permite apreciar diferencias en fuerza de corte instrumental, a diferencia de los trabajos mencionados anteriormente. Resultados similares fueron encontrados por López-Pedrouso *et al.* (2020) para carne de terneros de raza Retinta.

En cuanto a los valores de oxidación de la grasa a los 7 días no se encontraron diferencias significativas ($p \geq 0,05$) debidas al efecto del sistema de producción, aunque sí se observaron a los 14 días ($p < 0,05$), siendo estos valores más elevados en las muestras de carne de terneros criados en extensivo. Además, se observó que el aumento en los valo-

res de oxidación lipídica de 7 días a 14 días, no fue significativo para las muestras procedentes del sistema de producción en intensivo ($p > 0,05$), pero sí para las del sistema de producción extensivo ($p < 0,05$). Los valores promedio a los siete días de 0,16 mg MDA/kg carne fueron tres veces superiores a los mostrados en un trabajo previo con raza Retinta y la diferencia radica en que en el presente estudio la carne se maduró en condiciones permeables al oxígeno, a diferencia del citado donde la maduración se realizó en vacío. Estos valores también fueron superiores a los mostrados por las razas Asturiana de los Valles y Rubia Gallega en los mismos días de maduración (López-Pedrouso et al., 2020). Valores similares fueron reportados por Realini et al. (2004) con terneros novillos de raza Hereford criados en dos sistemas (pasto vs. concentrado) y ligeramente superiores fueron indicados por Franco et al. (2012) con filetes de Rubia Gallega provenientes de diferentes dietas de acabado (0,28 mg MDA/kg carne). La evolución de la oxidación lipídica de 7 días a 14 días fue elevada en el caso de la carne procedente del sistema extensivo. Si bien, se conoce que los sistemas extensivos aportan niveles de α -tocoferol, presente en los pastos, así como de otros compuestos con capacidad antioxidante como ácido ascórbico o β -caroteno, como comprobó Descalzo et al. (2005) que deberían ayudar a controlar la oxidación lipídica, también hoy en día los concentrados que se formulan poseen niveles elevados de α -tocoferol sintético (vitamina E) para controlar el enranciamiento de los mismos, evitando pérdida de palatabilidad por parte del ganado y parte de esta vitamina se acumula en las membranas celulares favoreciendo la disminución del nivel de oxidación (Scollan et al., 2006). Desafortunadamente en el presente trabajo no se evaluó el alimento (pasto y concentrado) a nivel de estos compuestos en este estudio, para confirmar esta hipótesis. Sin embargo, podemos tomar como referencia el trabajo de Horcada et al.

(2020) donde se indicaron los niveles de α -tocoferol de la carne de Retinta producida en pastoreo y en cebo con pienso comercial ($1,67 \mu\text{g g}^{-1}$ vs. $0,82 \mu\text{g g}^{-1}$ de carne, respectivamente), que indicaría el mayor aporte del pasto en cuanto a vitamina E. Por otra parte, también es conocido que los sistemas basados en pastoreo dan lugar a un perfil de ácidos grasos de la grasa intramuscular con mayores porcentajes de ácidos grasos poliinsaturados que son más propensos a oxidarse (Yang et al., 2002; Realini et al., 2004; Descalzo et al., 2005) lo cual podría explicar el valor elevado de TBARS. En este sentido, algunos autores (Horcada et al., 2017 y 2020) observaron un incremento de ácidos grasos poliinsaturados en terneros de raza Retinta en pastoreo frente a otros sistemas de producción, así como también constataron que el valor de α -tocoferol de la carne producida en pastoreo pudo ser insuficiente para minimizar la oxidación de los ácidos grasos poliinsaturados, especialmente del C18:3, muy abundante en la carne de terneros Retintos en pastoreo y altamente susceptible de oxidación.

De cualquier forma, los valores están lejos de alcanzar el valor de 2 mg MDA/kg carne, propuesto como umbral de detección de la rancidez en carne bovina (Campo et al., 2006).

Perfil sensorial

Los perfiles sensoriales en los dos puntos de maduración estudiados (7 días y 14 días de maduración) de las muestras de carne de raza Retinta criadas en intensivo y extensivo obtenidos a partir de los datos del QDA presentaron diferencias entre ellos. Otros autores, trabajando con otras razas han encontrado que el sistema de producción influye en las características sensoriales de la carne de vacuno (Oliván et al., 2003; Guerrero et al., 2011). A los 7 días de maduración (Figura 1) se observaron diferencias significativas

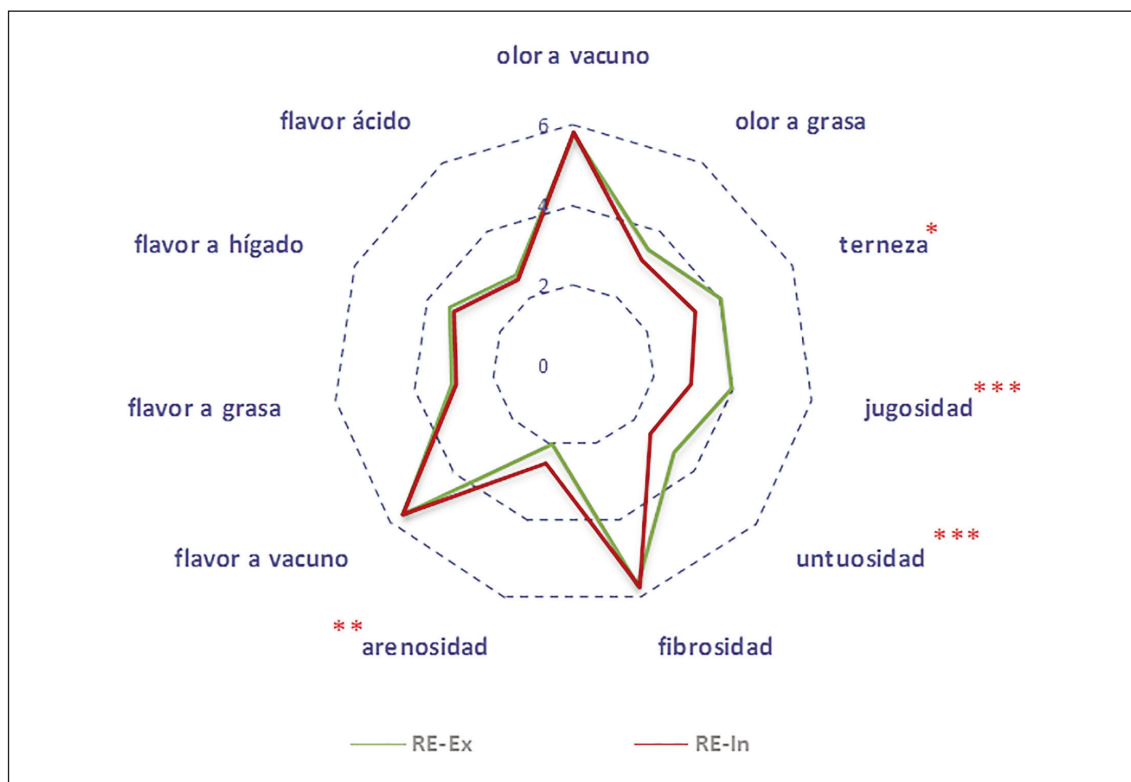


Figura 1. Perfil sensorial de la carne de raza Retinta a los 7 días de maduración procedente de animales criados en sistemas intensivo (RE-In) y extensivo (RE-Ex).

Figure 1. Sensory profile of Retinta meat at 7 days of ageing from animals raised in intensive (RE-In) and extensive systems (RE-Ex).

($p < 0,05$) en los parámetros relacionados con la textura evaluados: terneza, jugosidad, untuosidad y arenosidad, siendo las muestras de carne de terneros criados en extensivo las que presentaron valores más elevados para la terneza, jugosidad y la untuosidad, y los más bajos para la arenosidad. Por el contrario, a los 14 días de maduración (Figura 2) el único parámetro relacionado con la textura que presentó diferencias significativas ($p \leq 0,01$) fue la jugosidad, siendo más elevada en los terneros criados en extensivo. El hecho de que la textura instrumental no presentara diferencias significativas entre las muestras, pero sí se dieran en la evaluación sensorial de

sus atributos por un panel entrenado, corroboran los resultados obtenidos Ortiz-Huaccha (2017), quien observó que la textura de un alimento es demasiado compleja para ser evaluada sólo mediante propiedades físicas. Además, también se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en el flavor –sensación conjunta del sabor y del aroma–, tanto en el flavor a vacuno, a hígado y ácido, presentando mayor intensidad las muestras de terneros criados en extensivo y dentro del rango de intensidades que son consideradas como favorables. Se sabe que la carne sometida a un período de maduración más prolongado proporciona un aroma más intenso y agrada-

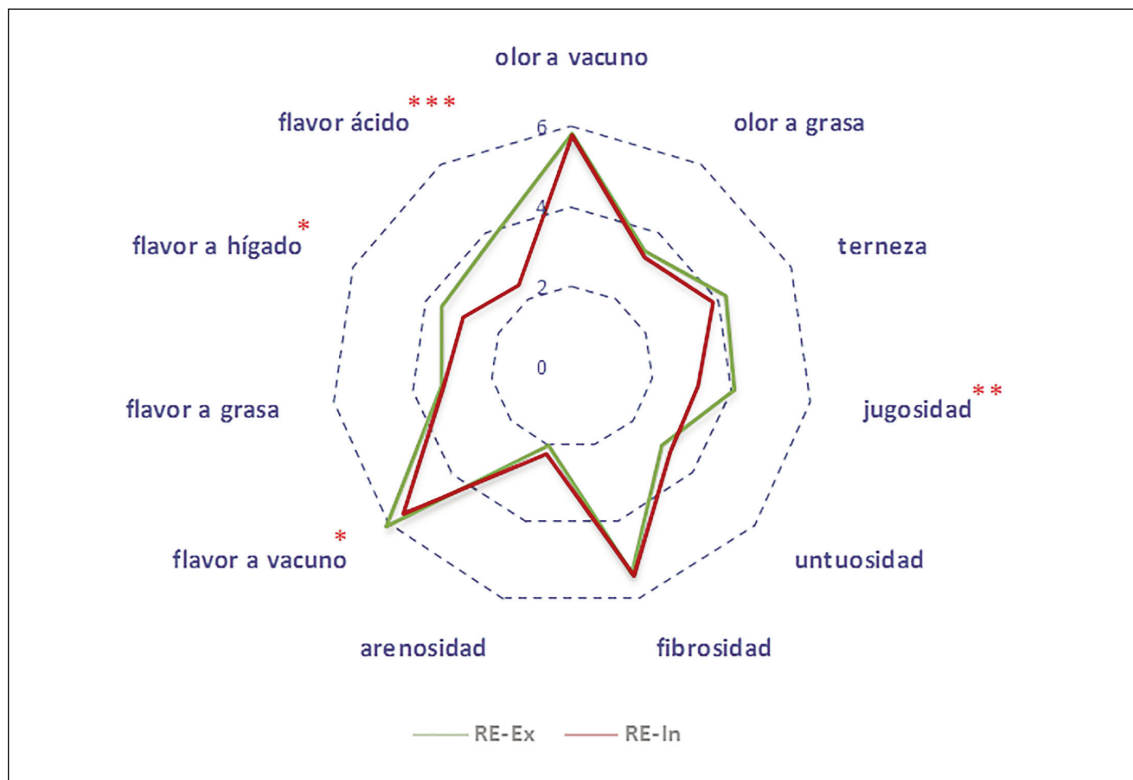


Figura 2. Perfil sensorial de la carne de raza Retinta a los 14 días de maduración procedente de animales criados en sistemas intensivo (RE-In) y extensivo (RE-Ex)

Figure 2. Sensory profile of Retinta meat at 14 days of ageing from animals raised in intensive (RE-In) and extensive systems (RE-Ex).

ble (Ruíz et al., 2006). Esto es debido a que 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). Las diferencias significativas en los valores de oxidación lipídica (0,18 vs. 0,52; $p < 0,05$) entre terneros criados en intensivo y extensivo pueden explicar en parte las diferencias encontradas en el flavor. El aumento de los valores de TBARS a los 14 días en la carne de terneros del sistema extensivo podría estar asociado con los aumentos significativos en el flavor a vacuno ($p < 0,05$), flavor a hígado ($p < 0,05$) y flavor

ácido ($p < 0,001$), pero no con el flavor a grasa ($p > 0,05$), como se muestran en la figura 2. Si bien numéricamente las diferencias no son tan altas, se alcanzó significancia estadística, sobre todo en el flavor ácido. Es difícil establecer un valor umbral único de TBARS que indique aspectos negativos en términos de valoración sensorial y distintos autores han establecido diferentes umbrales. Por ejemplo, Verma y Sahoo (2000) indican concentraciones entre 1 mg MDA/kg carne y 2 mg MDA/kg carne como valor límite para la percepción sensorial de la rancidez en carne de cabra. Campo et al. (2006) pone el límite en 2 mg MDA/kg carne para carne de vacuno

y Zhang *et al.* (2019) lo sube a 2,5 mg MDA/kg carne también para vacuno, mientras que Georgantelis *et al.* (2007) lo fija un valor más bajo, 0,6 mg MDA/kg carne en hamburguesas de ternera, si bien este valor podría ser debido a la mayor presencia de grasa en este producto transformado, con respecto a los anteriores autores que trabajaron con filetes. En cualquier caso, el valor de 0,52 mg MDA/kg carne obtenido en el presente trabajo debe considerarse como indicador de comienzo de oxidación, por lo que debería de confirmarse en futuros estudios. De ser afirmativo debe tenerse en cuenta de cara a la comercialización de carne madurada y envasada proveniente de este sistema de producción frente a la procedente del sistema intensivo.

Los cambios en la evolución del perfil sensorial del presente estudio concuerdan con los obtenidos por otros autores (White *et al.*, 2004; Christensen *et al.*, 2011) quienes mostraron como los primeros atributos que cambian durante el proceso de maduración son los relacionados con la textura y que además observaron que dicho efecto es mayor en los primeros días, mientras que a medida que avanza el proceso de maduración aquellos atributos relacionados con el aroma y sabor son los más afectados.

Estudio hedónico

Cuando se estudió la preferencia de las muestras en los distintos segmentos de consumidores, se observó (Tabla 3) que la única interacción que mostró diferencias significativas ($p < 0,05$) fue aquella entre muestra y el segmento sexo.

En la Tabla 4 se muestran las puntuaciones totales obtenidas de la prueba de ordenación para la valoración global de cada una de las muestras tanto para el conjunto de los 75 consumidores considerados como para cada uno de los segmentos que figuran en la Tabla 1. Sólo se encontraron diferencias significati-

Tabla 3. Interacción entre los resultados de preferencia y los segmentos de consumidores.

Table 3. Interactions between preference and consumers segments.

	F	Sig.
Muestra × Sexo	5,045	0,003
Muestra × Edad	1,653	0,139
Muestra × Estudios	0,456	0,901
Muestra × Renta	0,537	0,827
Muestra × Consumo	0,672	0,571

F: estadístico de prueba; Sig: Significación.

vas ($F_{\text{test}} > F_{\alpha} = 0,05$) al estudiar la preferencia en el segmento de consumidores agrupados en función del sexo; estas diferencias se observaron en el grupo de mujeres donde se pueden diferenciar dos tipos de muestras, las producidas en intensivo y maduras durante 14 días (RE-Int14) y las producidas en extensivo y maduras 7 días (RE-Ex7), siendo las preferidas las de las RE-Int14.

Tanto para el conjunto de consumidores sin segmentar como para los otros segmentos estudiados donde las diferencias no fueron significativas ($F_{\text{test}} < F_{\alpha} = 0,05$), en la mayoría de los casos también fueron las muestras de RE-Int14 las que obtuvieron la mejor puntuación. Estos resultados indican, por una parte, que las muestras de ternera maduras 14 días tendieron a ser las preferidas por los consumidores (sin mostrar diferencias significativas) frente a las maduras sólo 7 días. Por otra parte, el hecho de que los consumidores prefieran la carne procedente de sistemas de producción intensivo, fue también observado por García-Torres *et al.* (2016) y podría ser debido a que es el tipo de carne de vacuno a la que están más habituados los consumidores participantes, al ser la de mayor disponibilidad en el mercado. Lee y Yun (2015) indicaron que la percepción de las condiciones de producción de los animales da

Tabla 4. Valores de preferencia y resultados del test MDS.
 Table 4. Preference values and LSD test results.

	Muestra más preferida	Muestra menos preferida
Total de consumidores	RE-In14 (166)	RE-In7 (188)
Sexo	Mujer	RE-Ex14 (194)
	Hombre	RE-Ex7 (202)
Edad (años)	19-35	RE-In7 (98)
	36-50	RE-Ex14 (116)
	51-65	RE-In7 (98)
		RE-Ex14 (116)
		RE-Ex7 (78)
		RE-In7 (90)
		RE-Ex7 (56)
		RE-Ex7 (81)
		RE-Ex14 (76)
Nivel de estudios	ESO	RE-In7 (12)
	Bachillerato	RE-Ex7 (11)
	FP	RE-Ex14 (23)
	Universitarios	RE-Ex7 (25)
		RE-In7 (24)
		RE-Ex14 (142)
Nivel de renta (€/mes)	< 1500	RE-Ex14 (85)
	1500-2500	RE-In7 (70)
	>2500	RE-Ex7 (86)
		RE-Ex14(100)
Consumidor habitual de carne de ternera	Sí	RE-In7 (93)
	No	RE-Ex7 (24)
		RE-In7 (119)
		RE-Ex14 (75)
		RE-Ex7 (83)

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 una de las muestras 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. MDS: mínima diferencia significativa; RE-In 7: Retinta criada en intensivo y carne madurada 7 días; RE-In14: Retinta criada en intensivo y carne madurada a 14 días; RE-Ex7: Retinta criada en extensivo y carne madurada 7 días; RE-Ex14: Retinta criada en extensivo y carne madurada 14 días.

lugar a una actitud positiva ante la intención de compra, por lo que el aumentar el nivel de formación en los consumidores podría ser positivo pues les permitiría conocer los criterios para determinar los atributos sensoriales, así como aquellos factores que pueden ejercer mayor influencia en el sistema de producción y saber cómo evaluarlos para valorar carne con características organolépticas diferentes.

En cuanto a la aceptabilidad (Figura 3) de los consumidores por la carne de ternera Retinta, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre las muestras estudiadas, con puntuaciones en torno a 5 que en la escala hedónica se corresponde al segmento “Ni me gusta ni me disgusta”.

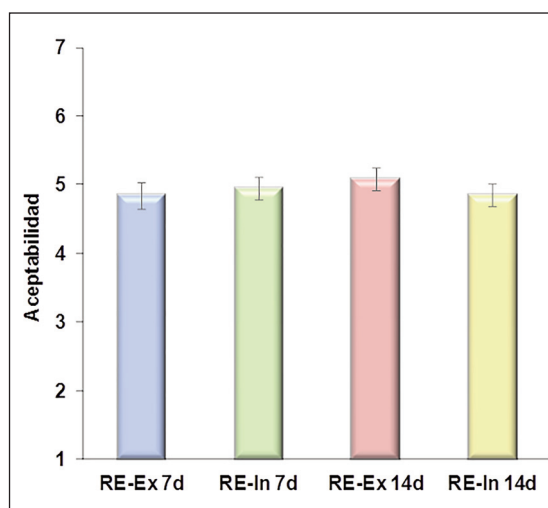


Figura 3. Aceptabilidad global (media \pm ES).

RE-Ex7: Retinta criada en extensivo y carne madurada 7 días; RE-In 7: Retinta criada en intensivo y carne madurada 7 días; RE-Ex14: Retinta criada en extensivo y carne madurada 14 días; RE-In14: Retinta criada en intensivo y carne madurada a 14 días.

Figure 3. Global acceptability (mean \pm SE).

RE-Ex7: Retinta meat at 7 days of ageing from animals raised in extensive systems; RE-In 7: Retinta meat at 7 days of ageing from animals raised in intensive systems; RE-Ex14: Retinta meat at 14 days of ageing from animals raised in extensive systems; RE-In14: Retinta meat at 14 days of ageing from animals raised in intensive systems.

Para relacionar la aceptabilidad de los consumidores con los atributos sensoriales de las muestras se construyó un mapa de preferencia externo siguiendo el método PREF-MAP (Zamuz et al., 2019). El mapa de atributos creado previamente con los atributos organolépticos mostró que los dos primeros componentes principales (F1 y F2) acumularon el 87,5 % de la variabilidad total y se observa como las muestras de ternera quedan perfectamente separadas en función de sus características organolépticas. Reis et al. (2013) considera que para que el ACP (Análisis de Componentes Principales) sea efectivo tiene que acumular una variabilidad igual o superior al 70 %. En el mapa de preferencia externo (Figura 4) se puede observar cómo los 75 consumidores fueron agrupados en tres grupos en función de su respuesta ante la aceptabilidad de las muestras. Este gráfico permite apreciar como el grupo 2 tiene una fuerte inclinación por las muestras procedentes de animales criados en extensivo cuya carne se maduró durante 7 días (RE-Ex7) y que se caracterizó por los siguientes atributos: olor y flavor graso, terneza, untuosidad y jugosidad. Los otros dos grupos no mostraron una inclinación tan definida por ninguno de los otros tres grupos de muestras. También se puede comprobar como los atributos característicos de las muestras RE-Ex14 fueron el flavor a hígado, vacuno y ácido, así como en menor medida la jugosidad, mientras que las muestras RE-In7 se caracterizaron por la arenosidad, la fibrosidad y el olor a vacuno.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en este trabajo indicaron que el sistema de producción de los terneros de raza Retinta influyó en la intensidad de los atributos sensoriales durante la maduración. Las muestras de carne procedente de terneros criados en extensivo presentaron mejores parámetros de calidad sen-

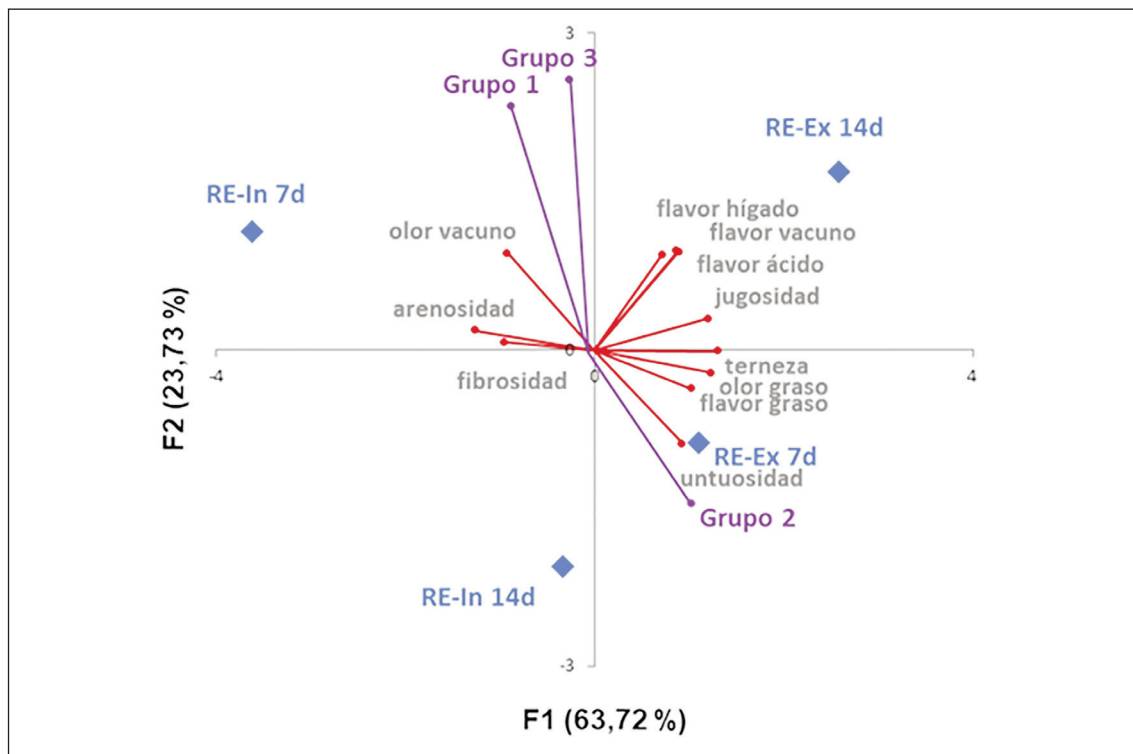


Figura 4. Mapa de atributos y mapa de preferencia externo de la carne de Retinta.

Grupo = Agrupamiento homogéneo de consumidores obtenidos mediante Clasificación Ascendente Jerárquica al realizar el mapa de preferencia externo por el método PREFMAP.

RE-Ex7: Retinta criada en extensivo y carne madurada 7 días; RE-In 7: Retinta criada en intensivo y carne madurada 7 días; RE-Ex14: Retinta criada en extensivo y carne madurada 14 días; RE-In14: Retinta criada en intensivo y carne madurada a 14 días.

Figure 4. Attribute map and external preference map of Retinta meat. Group = Homogeneous cluster of consumers obtained by Hierarchical Ascending Classification using the external preference map following PREFMAP method.

RE-Ex7: Retinta meat at 7 days of ageing from animals raised in extensive systems; RE-In 7: Retinta meat at 7 days of ageing from animals raised in intensive systems; RE-Ex14: Retinta meat at 14 days of ageing from animals raised in extensive systems; RE-In14: Retinta meat at 14 days of ageing from animals raised in intensive systems.

social (más tiernas, más jugosas, más untuosas y menos arenosas) que las muestras de terneros criados en intensivo tanto a los 7 días como a los 14 días de maduración, excepto el atributo untuosidad, que sólo fue mayor a los 7 días sin presentar diferencias a los 14 días de maduración. También mostraron mayor intensidad de flavor a vacuno, a hígado y a ácido

en los dos puntos de maduración estudiados, salvo el flavor a vacuno que a los 7 días presentó valores similares de intensidad, característicos de la carne de vacuno.

Respecto al estudio hedónico, sólo un grupo de consumidores mostró una preferencia clara por las muestras de carne procedente de animales criados en extensivo y madurada

durante 7 días. En general, se ha podido comprobar que no hubo una preferencia ni una aceptabilidad clara por alguna de las muestras, lo cual indica que los consumidores no fueron capaces de diferenciar atributos sensoriales diferenciadores en función de los sistemas de producción en contra de los resultados obtenidos con el panel de catadores. Es por ello, que plantear la formación de los consumidores de carne de vacuno Retinto en la identificación de atributos afectados por el sistema de producción, redundaría en la posibilidad de poder seleccionar el producto, poniendo en valor los sistemas productivos, siguiendo el criterio actual de los consumidores ante los productos de origen animal.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por el proyecto RTA 2014-00034-C04-00 (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, Ripoll G, Albertí C, Panea B. (2016). Clasificación objetiva del color de la carne de las denominaciones de venta de vacuno. *Eurocarne* 244: 131-142.

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.

Boleman SJ, Miller RK, Buyck MJ, Cross HR, Savell JW (1996). Influence of realimentation of mature cows on maturity, color, collagen solubility, and sensory characteristics. *Journal of Animal Science* 74: 2187-2194. <https://doi.org/10.2527/1996.7492187x>.

Brunner C, Fluch J, Kulterer K, Glatzi W (2014). GREENFOODS branch concept for enhancing energy efficiency in the food and drink industry. *ECEEE Industrial Summer Study Proceedings*, 233-238.

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>.

Christensen M, Ertbjerg P, Failla S, Sañudo C, Richardson RI, Nute GR, Olleta JL, Panea B, Albertí P, Juárez M, Hocquette JF, Williams JL (2011). Relationship between collagen characteristics, lipid content and raw and cooked texture of meat from young bulls of fifteen European breeds. *Meat Science* 87 (1): 61-65. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.09.003>.

Descalzo AM, Insani EM, Biolatto A, Sancho AM, García PT, Pensel NA, Josifovich J (2005). Influence of pasture or grain-based diets supplemented with vitamin E on antioxidant/oxidative balance of Argentine beef. *Meat Science* 70: 35-44. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.11.018>.

DOCE (1993) Directiva 93/119/CE del Consejo, de 22 de diciembre de 1993, relativa a la protección de los animales en el momento de su sacrificio o matanza. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, núm. 340, de 31 de diciembre de 1993, pp. 21-34.

- Dunne PG, Monahan FJ, O'Mara FP, Moloney AP (2009). Colour of bovine subcutaneous adipose tissue: A review of contributory factors, associations with carcass and meat quality and its potential utility in authentication of dietary history. *Meat Science* 81: 28-45. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.06.013>.
- 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>.
- García-Torres S, López-Gajardo A, Tejerina D, Prior E, Cabeza de Vaca M, Horcada A (2020) Effect of two organic production strategies and ageing time on textural characteristics of beef from the Retinta breed. *Foods* 9: 1417. <https://doi.org/10.3390/foods9101417>.
- Georgantelis D, Blekas G, Katikou P, Ambrosiadis I, Fletouris DJ (2007). Effect of rosemary extract, chitosan and α -tocopherol on lipid oxidation and colour stability during frozen storage of beef burgers. *Meat Science* 75(2): 256-264. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.07.018>.
- Gomes CL, Pflanzner 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>.
- Guerrero A, Sañudo C, Albertí P, Campo MM, Olleta JL, Resconi V, Panea B, Ripoll G, Santolaria P (2011). Efecto del sistema de producción previo al cebo sobre el perfil de ácidos grasos y calidad sensorial de la carne de vacuno. XIV Jornadas Sobre Producción Animal, 17 y 18 de mayo de 2011, Zaragoza, España, pp. 664-666.
- 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).
- Horcada A, López A, Polvillo O, Pino R, Cubiles-de-la-Vega D, Tejerina D, García-Torres S (2017). Fatty acid profile as a tool to trace the origin of beef in pasture- and grain-fed young bulls of Retinta breed. *Spanish Journal of Agricultural Research* 15(4): e0607. <https://doi.org/10.5424/sjar/2017154-11032>.
- Horcada A, Polvillo O, González-Redondo P, López A, Tejerina D, García-Torres S (2020). Stability of fatty acid composition of intramuscular fat from pasture- and grain-fed young bulls during the first 7 d postmortem. *Archives Animal Breeding* 63: 45-52. <https://doi.org/10.5194/aab-63-45-2020>.
- Huff-Lonergan E, Mitsuhashi T, Beekman DD, Parrish FC, Olson DG, Robson RM (1996). Proteolysis of Specific Muscle Structural Proteins by μ -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>.
- Juniper DT, Browne EM, Fisher AV, Bryant MJ, Nute GR, Beever DE (2005). Intake, growth and meat quality of steers given diets based on varying proportions of maize silage and grass silage. *Animal Science* 81: 159-170. <https://doi.org/10.1079/ASC41340159>.
- Koohmaraie M (1996). Biochemical factors regulating the toughening and tenderization processes of meat. *Meat Science* 43(S1): 193-201. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(96\)00065-4](https://doi.org/10.1016/0309-1740(96)00065-4).
- Lago AMT, Vidal ACC, Schiassi MCEV, Reis T, Pimenta C, Pimenta MESG (2017). Influence of the addition of minced fish on the preparation of fish sausage: Effects on sensory properties. *Journal of Food Science* 82: 492-499. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13586>.
- Lee HJ, Yun ZS (2015). Consumers' perceptions of organic food attributes and cognitive and affective attitudes as determinants of their purchase intentions toward organic food. *Food Quality and Preference* 39: 259-267. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.06.002>.

- López-Gajardo A (2018). Parámetros de calidad y características sensoriales de la carne de terneros de raza retinta criados en dos modelos de producción ecológica. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.
- 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>.
- Macfie HJ, Bratchell N, Greenhoff K (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>.
- MAPA (2019). Catálogo oficial de razas. Disponible en: <https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/razas-ganaderas/razas/catalogo-razas> (Consultado: 8 de abril de 2020).
- 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, Osoro K, Martínez A, Guerrero L (2003). Características físico-químicas y calidad sensorial de la carne de terneros añejos de las razas asturianas cebadas en intensivo o extensivo. *X Jornadas Sobre Producción Animal*, 14-16 de mayo, Zaragoza, España, pp. 22-24.
- 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 SERIDA 12: 45-52.
- Ortiz-Huaccha RM (2017). Análisis de la textura en productos cárnicos. Tesis, Universidad Nacional de Trujillo, Perú.
- 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, 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>.
- 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.
- Ruiz J, Bonilla F, Hidalgo J, Morillo-Velarde M (2006). Calidad de la carne de razas de vacuno autóctono. *Las carnes de Extremadura. El vacuno de la Dehesa*, 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>.
- Scollan N, Hocquette J-F, Nuernberg K, Dannenberger D, Richardson I, Moloney A (2006). Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat Science* 74: 17-33. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.05.002>.
- Steinhauserová I, Ježek F, Nečada V (2013). The evaluation of sensory properties of mature beef meat. *Maso International Journal of Food Science and Technology* 2/2013: 121-128.
- 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).

- Verma SP, Sahoo J (2000). Improvement in the quality of ground chevon during refrigerated storage by tocopherol acetate preblending. *Meat Science* 56(4): 403-413. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(00\)00072-3](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00072-3).
- Vestergaard M, Therkildsen M, Henckel P, Jensen LR, Andersen HR, Sejrsen K (2000). Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on meat and eating quality of young bulls and the relationship between muscle fibre characteristics, fibre fragmentation and meat tenderness. *Meat Science* 54: 187-195. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(99\)00098-4](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(99)00098-4).
- Vestergaard M, Madsen NT, Bligaard HB, Bredahl L, Rasmussen PT, Andersen HR (2007). Consequences of two or four months of finishing feeding of culled dry dairy cows on carcass characteristics and technological and sensory meat quality. *Meat Science* 76: 635-643. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.02.001>.
- White A, O'Sullivan A, O'Neil EE, Troy DJ (2004). The significance of sarcomere length and proteolysis on the tenderness of bovine *M. longissimus dorsi*. *Proceedings of 50th International Congress of Meat and Technology (ICoMST)*, 8-13 de Agosto, Helsinki, Finland.
- Yang A, Lanari MC, Brewster MJ, Tume RK (2002). Lipid stability and meat colour of beef from pasture- and grain-fed cattle with or without vitamin E supplementation. *Meat Science* 60(1): 41-50. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00103-6](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00103-6).
- 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 different livestock production system on sensory characteristics of three Spanish bovine breeds. *64th International Congress of Meat Science and Technology*, 12-17 de agosto, Melbourne, Australia.
- Zamuz S, Purriños L, Galvez F, Zdolec N, Muchenje V, Barba FJ, Lorenzo JM (2019). Influence of the addition of different origin sources of protein on meat products sensory acceptance. *Journal of Food Processing and Preservation* 43: e13940. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13940>.
- Zhang Y, Holman BWB, Ponnampalam EN, Kerr MG, Bailes KL, Kilgannon AK, Collins D, Hopkins DL (2019). Understanding beef flavour and overall liking traits using two different methods for determination of thiobarbituric acid reactive substance (TBARS). *Meat Science* 149: 114-119. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.11.018>.

(Aceptado para publicación el 2 de febrero de 2021)