

## EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD DE CARNE DE VACUNO ECOLÓGICO EN DOS MODELOS DE PRODUCCIÓN ECOLÓGICA

**Susana García-Torres<sup>1</sup>, Francisco J. Mesias<sup>2</sup>, María Cabeza<sup>1</sup>, Alberto Ortiz<sup>1</sup>, David Tejerina<sup>1</sup> y Alberto Horcada<sup>3\*</sup>**

<sup>1</sup>Área de Calidad de Carne y Productos Cárnicos.

Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológica de Extremadura (CICYTEX-La Orden),  
06187 Guadajira, Badajoz, España.

<sup>2</sup>Departamento de Economía, Universidad de Extremadura.

Ctra. Cáceres, s/n. 06071 Badajoz (España)

<sup>3</sup>Departamento de Agronomía, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica,  
Universidad de Sevilla, 41013 Sevilla, España

### Resumen

La etiqueta de carne ecológica garantiza a los consumidores el cumplimiento de los requerimientos de producción ecológica, y genera en ellos percepciones positivas y expectativas favorables hacia estos alimentos. Como en cualquier alimento, la experiencia sensorial y el conocimiento de sus características de calidad, resultan importantes para fidelizar al consumidor.

El conocimiento sobre la calidad de carne de vacuno ecológico podría resultar en una estrategia para fomentar este alimento. Por ello, se abordó el estudio de características de interés para los consumidores como el perfil lipídico, la terneza y la experiencia sensorial de la carne ecológica de vacuno producida en dos modelos de producción ecológica, a pasto y a pienso.

La carne de producción ecológica a pasto, mostró mayor contenido en ácidos grasos poliinsaturados, y aunque inicialmente fue la menos tierna, tras 7 días de maduración, alcanzó el grado de terneza de la carne ecológica a pienso y de convencional. Sensorialmente, los consumidores valoraron mejor la carne ecológica a pastos por su color aunque una vez cocinada, la valoración de los atributos terneza y jugosidad, la perjudicaron en la valoración de preferencia global. El estudio de preferencia reveló la importancia del color y el origen de la carne, así como la importancia de la etiqueta de calidad, incluso con una disposición a pagar más por ella.

**Palabras clave:** ácidos grasos, consumidores, sensorial, terneza.

### Abstract

Organic meat label assures consumers the compliance with organic regulations requirements generating positive perceptions and favourable expectations towards these foods. As with any food, the sensory experience and knowledge of its quality characteristics are important to build consumer loyalty.

Knowledge about the quality of organic beef could be a strategy to promote this food. Therefore, the study of characteristics of interest to consumers such as lipid profile, tenderness and sensory experience of organic beef produced in two models of organic production, grass-fed and feed-fed, were studied.

However, they need to be complemented by sensory experience and information on important characteristics to the consumer. The information about the quality of organic meat is scarce. Therefore, we studied the effect of beef produced in two organic production systems (pasture- and feed- raised) versus a conventional production system. In this study we focused on their lipid profile, tenderness at different ageing times, the sensory experience of the beef and consumer preferences.

The pasture-raised organic beef showed the highest content of polyunsaturated fatty acids. It was initially the least tender, but after 7 days of ageing, it reached the degree of tenderness of the feed-raised organic and conventionally produced beef.

Sensorially, consumers rated pasture-raised organic beef higher for its colour, although once cooked, the tenderness and juiciness attributes were rated lower in the overall preference rating. The preference study revealed the importance of the colour and origin of the meat, as well as the importance of the quality label, including a willingness to pay more for it.

**Key words:** consumers, fatty acids, sensory analysed, tenderness.

## Introducción

La producción ecológica de alimentos de origen animal cumple con las directrices de la Normativa europea ecológica (Reglamento (UE) 2018/848) que tiene como objetivo básico la producción de alimentos de máxima calidad, fomentando el respeto del medio ambiente, manteniendo un alto nivel de bienestar animal y exigiendo a los productores que respeten los hábitos de conducta específicos de los animales. Para que los ganaderos puedan producir bajo este sistema, los consumidores deben poder confiar en que se está respetando el reglamento de producción ecológica. Para lograrlo, este reglamento cuenta con un estricto sistema de control y garantía de su cumplimiento que llega al consumidor a través de la identidad visual del logotipo ecológico que se coloca en los alimentos ecológicos producidos y comercializados en la UE.

La etiqueta de producto ecológico genera en los consumidores la percepción positiva y las expectativas favorables hacia los alimentos (Prada *et al.*, 2017), asumiendo también con ello la calidad nutritiva y sensorial (Lee *et al.*, 2013; Lee y Yun, 2015). Sin embargo, como sucede en otros alimentos, el distintivo de producción ecológica no conlleva información alguna acerca de las características de calidad como pudiera ser el valor nutritivo, para los consumidores. Conocer las características de la calidad de los productos incluso a nivel sensorial, contribuiría al desarrollo de este sector con el objetivo de que las expectativas de los consumidores pudieran coincidir con la experiencia sobre el alimento.

La carne se considera un alimento nutritivo para el consumo humano porque incluye un alto contenido de lípidos, proteínas, vitaminas y minerales. Los estudios realizados sobre la carne ecológica son escasos y están centrados principalmente en aspectos relacionados con los sistemas de producción.

Es por ello, que generar conocimiento sobre los atributos de calidad de la carne ecológica como marca de calidad, podría suponer obtener características diferenciadoras que incrementen el fortalecimiento de la etiqueta de carne ecológica (Verbeke *et al.*, 2010).

En particular, el consumo de carne de vacuno está determinado por la experiencia del consumidor y así, la calidad nutritiva, la terneza y la valoración sensorial de la carne son de suma importancia en los consumidores, lo que influye sobre la disposición a volver a comprar este producto (Hastie *et al.*, 2020). Es por ello que el conocimiento generado sobre los atributos de calidad de la carne de producción ecológica, pondrían suponer un estímulo positivo para su consumo y que junto con la etiqueta de producción ecológica, fidelizaría al consumidor de este producto.

La calidad nutritiva de la carne resulta de interés para el consumidor y supone una preocupación por la salud. Concretamente, la grasa de la carne de vacuno incluye ácidos grasos esenciales poliinsaturados que tienen efectos positivos sobre la salud humana (Alfaia *et al.*, 2009). De hecho, se recomienda la ingesta de ácidos grasos

poliinsaturados n-3 en la alimentación humana porque conlleva múltiples beneficios para la salud. Algunos autores han estudiado la influencia del sistema de producción sobre el perfil de ácidos grasos de la carne de ternera (Muchenje *et al.*, 2009; Horcada *et al.*, 2017).

Otro aspecto fundamental en el consumo de este tipo de carne de ternera es la terneza, que es el atributo más valorado por los consumidores en el momento de la ingesta. En este sentido, Banović *et al.* (2009) indican que, los consumidores están dispuestos a pagar un precio más elevado si se garantiza que la carne es tierna, aumentando así la disposición a volver a comprar este producto.

El efecto del sistema de producción sobre la textura de la carne de vacuno ha sido estudiado por diferentes autores, que han descrito que la carne de los terneros criados en sistemas de producción en extensivo es más dura que la de los animales criados en sistemas convencionales en cebadero (Vestergaard *et al.*, 2000; Nuernberg *et al.*, 2005). Sin embargo, son más escasos los estudios sobre la textura de la carne de sistemas de producción ecológica (Marino *et al.*, 2006; García-Torres *et al.*, 2020).

El proceso de maduración de la carne proporciona mejoras sustanciales en la terneza de la carne y ha sido ampliamente estudiado (Campo *et al.*, 1999; Sañudo *et al.*, 2004). Este proceso implica complejos cambios en el metabolismo muscular en el periodo posterior al sacrificio, que pueden variar en función de la raza del animal, el estado metabólico del músculo y las condiciones extrínsecas al animal, como son el sistema de producción y el estrés previo al sacrificio de los animales (Díaz *et al.*, 2020). En este sentido, el proceso de maduración en carne de sistemas ecológicos también ha sido estudiado (Miotello *et al.*, 2009; García-Torres *et al.*, 2020).

La decisión de comprar de un alimento conlleva una mezcla de señales intrínsecas y extrínsecas, que no dependen sólo de las propiedades fisicoquímicas del producto, sino también de las expectativas y actitudes del consumidor hacia el mismo (Franchi, 2012). La experiencia sensorial o hedónica positiva sobre el alimento consolida la preferencia por su consumo. Asioli *et al.* (2014) concluyeron que el sabor y el olor son los atributos de los alimentos son los atributos más importantes a la hora de elegir los alimentos de producción ecológica. Por otro lado conocer la actitud de los consumidores y su disposición a pagar por la carne ecológica resulta una herramienta importante a tener en cuenta en el conocimiento de la actitud de los consumidores hacia este tipo concreto de alimento (García-Torres *et al.*, 2016).

Considerando que el Reglamento de producción ecológica recomienda el uso de razas autóctonas para la producción de carne, este trabajo fue desarrollado con terneros de raza Retinta, de aptitud cárnica, producidos en Andalucía y Extremadura. Ambas Comunidades cuentan con el mayor censo nacional de animales de esta raza (MAPA, 2022). Tradicionalmente los terneros se crían con sus madres hasta los 7-8 meses de edad y seguidamente se crían en régimen extensivo en el ecosistema denominado Dehesa. Según Horrillo *et al.* (2016) este sistema de producción es fácilmente convertible a la producción

ecológica ajustando las prácticas sanitarias y de gestión de la explotación a las especificaciones del reglamento ecológico de la UE.

Las condiciones extensivas suelen implicar frecuentemente periodos de escasez de pasto debido a la dependencia de las condiciones climáticas, lo que supone un problema para los productores. Aunque el término "ecológico" se asocia a menudo con el ganado en libertad, los ganaderos ecológicos tienen una forma alternativa de criar ganado ecológico sin depender de la disponibilidad estacional de pastos mediante el uso de piensos ecológicos.

Por lo tanto, cabría esperar que los modelos de producción ecológica dieran lugar a diferencias en los parámetros de calidad de interés para los consumidores. A la vista de todo lo expuesto, los objetivos del presente trabajo han sido analizar el perfil lipídico y la textura de la carne, así como realizar un estudio de valoración de consumidores de la carne de terneros de raza Retinta criados en dos sistemas de producción de acuerdo a la normativa de producción ecológica (aprovechamiento de pasto en extensivo frente a cebo de los terneros con alimento concentrado de producción ecológica y forraje en pesebre) frente al sistema de producción convencional en cebaderos.

## Material y Métodos

### Diseño experimental, muestreo y proceso de maduración

Se seleccionaron 75 terneros machos de raza Retinta que tras su destete (200-220 kg a 6 meses de edad aproximadamente), fueron asignados a tres grupos experimentales hasta el sacrificio: animales alimentados con pasto ecológico (EP,  $n = 30$ ), animales alimentados con pienso ecológico y forraje (EC,  $n = 30$ ), y animales alimentados con pienso convencional y forraje (CC,  $n = 15$ ). En el caso de las producciones ecológicas, se cumplieron los requerimientos de la normativa ecológica (Reglamento (UE) 2018/848) y de bienestar animal. La producción de terneros en sistema convencional fue de acuerdo a las prácticas ganaderas estándares. En todos los casos, se cumplió el Reglamento (CE) n.º. 1099/2009 del Consejo, para la protección de los animales en el momento del sacrificio.

Los terneros del sistema EP fueron engordados en una parcela de dehesa, bajo los requerimientos de la normativa ecológica, perteneciente a CICYTEX (Centro de Investigación Científica y Tecnológica de Extremadura, España) con 26,81 hectáreas disponibles. Los terneros se alimentaron (desde el destete hasta el sacrificio) con pastos naturales de Dehesa, compuestos principalmente por raygrass (*Lolium perenne* y *Lolium rigidum*) y trébol (*Trifolium repens*), y tuvieron acceso libre a agua. Cuando hubo escasez de pastos fresco en los meses de verano (junio-septiembre) se alimentaron con pienso ecológico racionado (4 kg por animal) en comederos controlados de acuerdo con el Reglamento Europeo Ecológico y con libre disposición del pasto seco como ración de volumen.

Los terneros del sistema EC fueron engordados en corrales con disposición de espacio de 8 m<sup>2</sup> por animal, en la cooperativa "Divino Salvador" (Cádiz). Los terneros fueron alimentados con un 40% de pienso ecológico y un 60% de forraje ecológico (25% de paja de cebada y 35% de hierba ensilada). El pienso ecológico estaba compuesto por grano de cebada (36,2%); grano de avena (24,5%); guisantes (16,6%); torta de semillas de girasol (19,6%); y minerales y vitaminas (3,1%).

El engorde de los terneros del sistema CC se realizó en un cebadero de la Estación Agrícola de la Diputación de Cádiz. Los animales fueron confinados en corrales con disponibilidad de espacio de 4 m<sup>2</sup> por animal y alimentados con pienso convencional *ad libitum* y paja de cebada sin posibilidad de pastoreo. El pienso convencional estaba compuesto por grano de maíz (34,0%); grano de cebada (33,5%); pienso de gluten de maíz (17,1%); harina de soja 44 (8,4%); minerales y vitaminas (3,9%); y aceite de palma (3,1%).

Todos los animales fueron sacrificados cuando alcanzaron el peso comercial (500-550 kg a los 12-14 meses aproximadamente) en mataderos locales autorizados, que cumplían con la normativa ecológica y de bienestar animal. En los mataderos comerciales, los terneros fueron aturdidos con un dispositivo de bala cautiva y se sacrificaron mediante desangramiento inmediato de acuerdo con la normativa vigente de la UE (Reglamento europeo (CE) n.º. 1099/2009). A las 24 horas *post-mortem* se retiró el músculo *Longissimus thoracis* de la media canal izquierda que se trasladó en refrigeración al laboratorio de Calidad de carne de CICYTEX, donde se procedió a su fileteado (3-3,5 cm de grosor) y conservación hasta su análisis.

Cada filete fue envuelto con película transparente de cloruro de polivinilo permeable al oxígeno. La maduración de la carne se llevó a cabo en un frigorífico (mod. AN1002, Infrico S.L., Sevilla, España), a una temperatura de  $2-4 \pm 1$  °C durante 7 ( $T_7$ ), 14 ( $T_{14}$ ) y 21 ( $T_{21}$ ) días a  $2-4 \pm 1$  °C. El estudio del perfil de ácidos grasos se realizó a las 24 horas *post-mortem* ( $T_0$ ). El estudio de la textura se realizó en 4 tiempos de maduración y el análisis sensorial de consumidores se llevó a cabo con carne de cada lote experimental madurada durante 7 días ( $T_7$ ).

### Análisis físico-químicos

#### Perfil de ácidos grasos

El contenido de grasa intramuscular se extrajo siguiendo el método de Folch *et al.* (1957). Los ésteres metílicos de ácidos grasos (FAMES) de la grasa intramuscular se obtuvieron mediante el método propuesto por Aldai *et al.* (2006). La separación y cuantificación de los FAMES se llevó a cabo en un cromatógrafo de gases modelo Agilent 6890N Network (Agilent, Inc., Palo Alto, California, EE.UU.), equipado con un detector de ionización de llama (FID) y provisto de una columna capilar HP-88 (100m x 0,25mm i.d.; 0.2 µm film thickness; Agilent Technologies Spain S.A.). Las condiciones específicas del análisis por cromatografía de gases se han descrito en Horcada *et al.* (2016). Los ácidos grasos individuales y grupos de ácidos grasos saturados (SFA), monoinsaturados (MUFA)

y poliinsaturados (PUFA) se expresaron como porcentaje de cada ácido graso sobre el total de ácidos grasos identificados.

#### Análisis de la textura

La textura instrumental de la carne se evaluó en muestras cocidas, envasadas a vacío y cocinadas por inmersión en un baño de agua a 80 °C, con temperatura controlada hasta que cada filete alcanzó una temperatura interna de 75 °C (Combes *et al.*, 2004), y entonces se enfriaron bajo el agua del grifo, durante 30 minutos para cortar la cocción y posteriormente se mantuvieron durante la noche previa al análisis a 4 °C. Se realizaron dos tipos de análisis de textura: Fuerza máxima de corte con Warner-Bratzler (WB) y análisis del perfil de textura (TPA) con un dispositivo de compresión. Se obtuvieron tiras de 1 cm<sup>2</sup> de cada filete cocinado, con las fibras musculares paralelas al eje longitudinal de la muestra (Sañudo *et al.*, 2004). Las mediciones se realizaron a temperatura ambiente con un texturómetro TA-XT 2i Texture Analyser de Aname (Stable Micro Systems Ltd., Surrey, Reino Unido). Las determinaciones instrumentales se repitieron 8 veces por muestra, y los resultados se promediaron. Para el análisis de WB, las muestras se cortaron con una cuchilla Warner-Bratzler (HDP/BS) en la dirección perpendicular a las fibras musculares y se determinó: la fuerza máxima de cizallamiento (kg/cm<sup>2</sup>). Por otro lado, se realizó el ensayo TPA al 20% de compresión (TPA20) para evaluar el perfil de textura de la carne según Tejerina *et al.* (2012). Las muestras cocinadas se cortaron en cubos uniformes de aproximadamente 1 cm<sup>3</sup> y se comprimieron axialmente al 20% de su altura original utilizando una sonda con un émbolo plano de 20 mm de diámetro (P/20) conectada a una célula de carga de 25 kg a una velocidad de ensayo de 2 mm/s. El TPA20 se utilizó para determinar la contribución de las estructuras miofibrilares, sin la intervención del tejido conectivo, en la textura de la carne. Los parámetros de textura obtenidos a partir de las curvas de fuerza-deformación fueron los siguientes: dureza (kg/cm<sup>2</sup>) = fuerza máxima necesaria para comprimir la muestra; elasticidad (cm) = altura que recupera la muestra; masticabilidad (kg\*cm\*s) = el trabajo necesario para masticar una muestra sólida hasta un estado estable de deglución; y resiliencia (adimensional) = cómo recupera el producto su altura original.

#### Análisis estadístico

Los resultados obtenidos para cada caso se trataron con el programa SPSS v. 19.0, realizando un análisis de la varianza (ANOVA) de una vía para analizar el efecto de los sistemas de producción sobre el perfil de ácidos grasos y el análisis sensorial y un ANOVA de dos vías para analizar el efecto de los sistemas de producción y el tiempo de maduración de los resultados relativos a la textura. Se determinó la media y el error estándar de la media (EEM). Para comprobar las diferencias entre pares de grupos, se aplicó la prueba post-hoc de Tukey a un nivel significativo de ( $p \leq 0,05$ ).

### **Análisis sensorial y de preferencias**

#### Análisis Sensorial

El estudio sensorial se desarrolló con 150 consumidores no entrenados que se ofrecieron a participar, reclutados en la ciudad de Badajoz y habituados al consumo de carne de vacuno. La muestra de consumidores estaba equilibrada en términos de género (48,6% mujeres y 51,4% hombres), y presentaba una edad media de 42,5 años, estudios universitarios y una renta media de 2315 euros/mes.

El análisis sensorial se realizó en diferentes estancias de organismos oficiales (Escuela de Ingenierías Agrarias de la Universidad de Extremadura, Instituto de Investigaciones Agrarias Finca La Orden-Valdesequera, Instituto Tecnológico Agroalimentario de Extremadura ambos pertenecientes a CICYTEX). Cada consumidor completó dos pruebas, primero un análisis sensorial y en segundo lugar un análisis de preferencias declaradas (análisis conjunto). Durante el análisis sensorial se proporcionó una cantidad limitada de información (tipo de carne, tiempo de maduración y la raza de los animales) para reducir el posible sesgo. Tras la cata, los consumidores recibieron información detallada sobre los diferentes sistemas de producción que se estaban analizando (EP, EC y CC). Los consumidores también proporcionaron algunos datos sobre sus hábitos de compra de carne, así como datos socioeconómicos.

Para el análisis sensorial, las muestras fueron cocinadas en plancha hasta que la temperatura interna fue de 75 °C. Cada filete se cortó en piezas de 3x2 cm evitando los bordes y se colocaron inmediatamente sobre un plato caliente para mantener la temperatura. A cada catador se les presentó un plato con tres muestras (una por sistema de producción) codificadas con números y letras aleatorios. Se proporcionó agua mineral y pan para limpiar el paladar entre las muestras. El análisis sensorial se realizó utilizando una escala lineal de 1 (extremadamente desagradable) a 10 (extremadamente agradable) puntos. En primer lugar, cada participante evaluó el color de la carne cruda fresca y, a continuación, se valoraron los diferentes atributos de la carne cocinada sin sal (olor, ternura, jugosidad, sabor) así como la apreciación global.

Los resultados obtenidos fueron analizados según se ha descrito en el apartado "Análisis estadístico" para estudiar el efecto del sistema de producción sobre los atributos valorados.

#### Análisis de Preferencia

El análisis de preferencia de los consumidores se realizó mediante el análisis Conjunto, también conocido como Conjoint Analysis. Se trata de una técnica de investigación multivariante que parte del supuesto de que el comportamiento de compra puede interpretarse como una elección entre diferentes productos o marcas que poseen un conjunto de atributos o características diferenciadoras (Varela *et al.*, 1997).

Los principales aspectos que definen el Análisis Conjunto son que: i) los productos alternativos pueden definirse mediante una serie de atributos que a su vez

presentan distintos niveles; ii) la utilidad total que obtiene un consumidor de un producto para el consumidor viene dada por la suma de las utilidades parciales de cada nivel de atributo que componen dicho producto.

El concepto clave en este análisis es la utilidad, que puede definirse como el valor relativo que aporta (o resta) la presencia en un producto de un determinado nivel de un atributo. Así, una utilidad positiva indica que la presencia de ese nivel del atributo añade un valor adicional al producto. Un signo negativo, en cambio, implica que la presencia de ese nivel del atributo en el producto disminuye su utilidad para el consumidor.

El objetivo del Análisis Conjunto es, por tanto, identificar las combinaciones de atributos que proporcionan al consumidor la mayor utilidad, determinando además la importancia relativa de cada atributo en cuanto a su contribución a la utilidad total.

Lógicamente, y en base a lo anterior, uno de los pasos más importantes del diseño de este tipo de análisis de preferencias se refiere a la identificación de los atributos que van a ser incluidos en el estudio, así como de sus niveles respectivos (Hair *et al.*, 2004). Así, y partiendo de distintos estudios de preferencias en carne y productos cárnicos (Gillespie *et al.*, 1998; Cunhal-Sendim *et al.*, 1999; Sánchez *et al.*, 2000) se seleccionaron atributos intrínsecos y extrínsecos, dando especial importancia a la evaluación del color, ya que la preferencia por el color y las decisiones de compra están estrechamente relacionadas (Carpenter *et al.*, 2001). Además del color, el resto de los atributos incluidos en el estudio, junto con sus niveles respectivos fueron el origen (Extremadura, Resto de España, Importado), el sistema de producción (Ecológico alimentado con pastos, Ecológico alimentado con piensos, Convencional) y el precio (12,0 €/kg, 17,0 €/kg, 22,0 €/kg).

La inclusión del precio en el estudio viene dada no sólo por su importancia en el proceso de decisión de compra del consumidor, sino también porque su presencia permite calcular la disposición a pagar de los consumidores. Los niveles del atributo "precio" se definieron a partir de los precios medios de carne de vacuno disponibles en el mercado en el momento de realizar el estudio.

Una vez elegidos los atributos y niveles, estos son combinados para crear productos alternativos que se presentan a los consumidores para que indiquen su preferencia. La Figura 1 muestra un ejemplo de uno de los productos utilizados en el estudio.

Finalmente se generaron nueve productos diferentes a través de un diseño fraccional ortogonal que se presentaron a los participantes, a los que se pidió que calificaran cada producto según su preferencia. La calificación se hizo utilizando una escala de 1 (muy baja preferencia) a 7 (muy alta preferencia).

Con respecto a la evaluación del color, y para que la información recibida por los participantes se asemejara lo más posible a la que experimentan en una situación de compra, se les presentaban en el momento de cumplimentar el cuestionario y junto con la descripción escrita mencionada anteriormente, tres filetes de carne

de vacuno cruda (cada uno de ellos producido bajo uno de los sistemas de cría analizados). Los distintos tipos de carne estaban codificados tal y como se muestran en la Figura 2. Se instruyó a los participantes para que se refirieran a las diferentes muestras de carne cuando evaluaran el color de los diferentes productos que tenían que evaluar.

<b>PRODUCTO 1:</b>		Color: <b>RZ203</b>						
		Origen: <b>Extremadura</b>						
		Sistema de producción: <b>Ecológico alimentado con pastos</b>						
		Precio: <b>22 €/kg</b>						
<b>Muy baja preferencia</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>Muy alta preferencia</b>

Figura 1. Ejemplo de uno de los productos utilizados en el estudio.

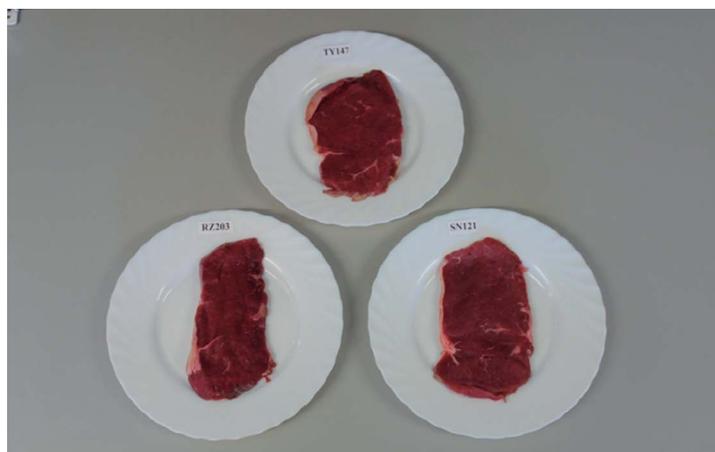


Figura 2. Muestras utilizadas para evaluar el color

#### Disposición a pagar por los distintos productos estudiados

El hecho de incluir el precio en un análisis conjunto permite estimar el valor monetario que los consumidores conceden a la presencia de los demás atributos que conforman los productos evaluados. Esto se aplicó en este estudio para determinar el sobreprecio que un consumidor está dispuesto a pagar por el hecho de que la carne de vacuno se produzca bajo normativa ecológica (bien con animales alimentados con pastos o con piensos) o bajo producción convencional. Para ello se siguió un procedimiento descrito en otras investigaciones (Mesías *et al.*, 2011) y que consiste en dividir la diferencia entre los valores absolutos de las utilidades de dos niveles de un atributo entre el coeficiente del precio expresado por euro, tal y como se muestra en la ecuación siguiente:

$$DAP_k = - \frac{\beta_{k2} - \beta_{k1}}{\beta_{PRECIO}}$$

Donde  $\beta_{k2}$  y  $\beta_{k1}$  son las utilidades para dos valores del atributo k y  $\beta_{PRECIO}$  es la utilidad del precio expresada por euro.

## Resultados y Discusión

En total fueron identificados 37 ácidos grasos. Sin embargo, en la Tabla 1 se presentan únicamente los ácidos grasos de mayor relevancia cuantitativa en la carne de los terneros del presente estudio. Los mayores porcentajes de SFA (48,0% y 49,0% para EC y CC, respectivamente) y MUFA (39,4% y 38,8% para EC y CC, respectivamente) se observaron en la carne de terneros alimentados con alimentos concentrados, independientemente de que se tratara de producción ecológica o convencional, lo que se debe principalmente al aumento de los ácidos grasos 16:0 observados en los terneros EC y CC. El contenido más elevado de MUFA se observó en la carne de los terneros criados con alimento concentrado. Este hecho es significativo ya que el mayor contenido del principal ácido graso MUFA descrito en la carne (C18:1) también fue más elevado en la carne procedente de los terneros criados en base al uso de piensos concentrados, independientemente de su procedencia ecológica o convencional. El mayor contenido de ácidos grasos PUFA fue observado en la carne de los terneros criados en los pastos ecológicos (18,7%).

Según detallan Wood *et al.* (2008) el régimen de alimentación es, probablemente, el factor más importante que afecta a la composición de ácidos grasos de la carne. En referencia a los ácidos grasos cuantitativamente más representados en la carne, éstos fueron el ácido oleico (9c18:1) y palmítico (16:0), como también ha sido descrito por otros autores en la carne de terneros (Horcada *et al.* 2017).

El menor contenido de C18:1 observado en la carne de los animales criados en pastoreo (EP; Tabla 1), podría deberse a que cuando los animales se alimentan a base de hierba, el alimento permanece más tiempo en el

rumen que cuando se alimentan con concentrado, por lo que puede producirse una mayor biohidrogenación del ácido graso 18:1 a ácido graso esteárico (18:0). En estas condiciones, una mayor concentración de ácidos grasos volátiles en el rumen se produce a partir del ácido graso 18:1 antes de la síntesis de SFA (Horcada *et al.* 2020).

Se observaron mayores porcentajes de 18:3 (n-6) y 18:3 (n-3) en la carne de terneros alimentados con pastos en comparación con los alimentados con pienso ecológico y pienso convencional. El tipo y la calidad de los pastos afectan a la proporción de ácidos grasos 18:3 en la carne porque se ha demostrado que el ácido linoléico (18:3n-3) es uno de los principales componentes del contenido total de lípidos de la hierba. De otra parte, como informaron Wood y Enser (1997) los lípidos de la hierba se encuentran en el interior de orgánulos (cloroplasto) que permanecen intactos durante los procesos de digestión ruminal, proporcionando una protección natural para los PUFA n-3 durante la biohidrogenación en el rumen. Por lo tanto, estos ácidos grasos tienen la posibilidad natural de atravesar el rumen y evitar su actividad de biohidrogenación microbiana.

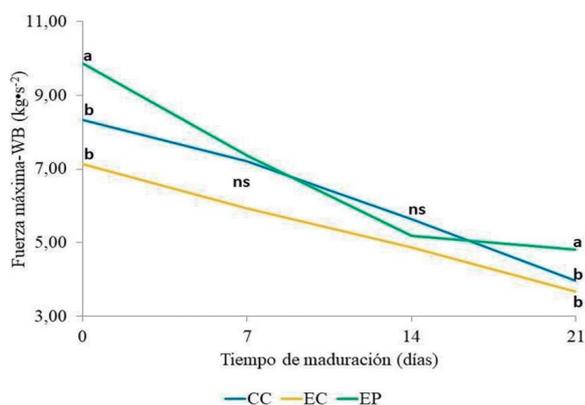
En cuanto a los ácidos grasos de cadena larga como el 20:4n-6, se observaron en mayor porcentaje en la carne de los terneros EP que en la de los terneros EC y CC. Estos resultados coinciden con los encontrados por otros autores (Horcada *et al.*, 2017; Yang *et al.*, 2002), que informaron de un mayor porcentaje de ácidos grasos 20:4n-6 y 22:5n-3 en la carne de novillos alimentados con pastos frente a los valores encontrados en la carne procedente de terneros alimentados con granos de cereales.

Desde el punto de vista de la alimentación humana, la recomendación general para la ingesta de grasas es reducir el contenido de grasas saturadas y aumentar el consumo de PUFA de cadena larga, fundamentalmente

**Tabla 1.** Efecto de diferentes sistemas de producción ecológicos frente a convencional sobre el perfil de ácidos grasos a 7 días de maduración.

	EP	EC	CC	EEM	Significación
Palmitico 16:0	23,5b	25,2a	24,8a	0,087	***
Palmitoleico 16:1	2,3c	3,4a	2,9b	0,050	***
Esteárico 18:0	18,5a	16,8b	18,8a	0,107	***
Oleico 9c18:1	27,7b	32,8a	32,1a	0,210	***
Linoleico 6c18:2	11,4a	7,7c	8,7b	0,150	***
$\alpha$ -Linolenico 18:3 (n-6)	0,14a	0,11b	0,07c	0,003	***
$\gamma$ -Linolenico 18:3 (n-3)	0,79a	0,50b	0,41c	0,015	***
Araquídico 20:0	0,26a	0,20b	0,10c	0,006	***
CLA 9c, 11t	0,46a	0,28c	0,36	0,008	***
Araquidónico 20:4 (n-6)	3,9a	2,1b	1,7c	0,083	***
SFA	47,10b	48,02a	49,18a	0,301	***
MUFA	34,18b	39,41a	38,85a	0,288	***
PUFA	18,71a	12,57b	11,97b	0,151	***

EP: Ecológico en pasto; EC: Ecológico en cebo; CC: Cebo convencional; EEM: Error estándar de la media; \*\*\*  $p \leq 0,001$ ; a, b y c: las letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre sistemas de producción utilizando la prueba post-hoc de Tukey,



**Figura 3.** Efecto del sistema de producción y el tiempo de maduración sobre la Fuerza al corte medido con Warner-Braztler (WB) del músculo Longissimus thoracis de terneros de la raza Retinta.

del grupo n-3 porque desempeñan un papel importante en la prevención de las enfermedades cardíacas y de algunos tipos de cáncer (Hritani, 2021). En el caso de la carne de ternera la fuente de ácidos grasos n-3 se localiza fundamentalmente en los ácidos grasos 18:3n-3, 20:5n-3, 22:5n-3 y 22:6n-3. El contenido de PUFA n-3 aumentó en la carne de los terneros engordados a pasto ecológico, mostrando el doble de cantidad que la de terneros alimentados con pienso en sistema convencional, aunque también fue superior en la carne de los terneros alimentados con pienso ecológicos.

Basándose en estos resultados, desde punto de vista nutricional se podría recomendar el consumo de carne de ternera de animales engordados en pastoreo debido a su contenido en ácidos grasos más saludables (Horcada *et al.*, 2020).

Como ya se indicó en la introducción de este documento, la ternereza de la carne es el parámetro más valorado por el consumidor en el momento de la ingesta. La ternereza es, probablemente el parámetro que más fácilmente identifica al consumidor en referencia a la textura de la carne, ya que éste es un concepto complejo (dureza, masticabilidad, jugosidad, elasticidad, fibrosidad,...) que puede ser valorado instrumentalmente y sensorialmente. Teniendo en cuenta la importancia que el proceso de maduración tiene sobre los parámetros de textura como la ternereza, se realizaron medidas de la textura instrumental para determinar de manera objetiva la fuerza al corte y el análisis del perfil de textura en diferentes tiempos de maduración. En la Figura 3 se puede observar el efecto del sistema de producción sobre el parámetro de fuerza máxima de corte medido con Warner-Braztler, en diferentes momentos de la maduración de la carne. En todos los casos estudiados, el proceso de maduración de la carne favoreció la reducción de la fuerza necesaria para cortar la carne (Marino *et al.*, 2006; López-Pedrouso *et al.*, 2020), es decir, la carne tendió a ser más tierna tras el proceso de maduración ( $p \leq 0,001$ ).

Los valores de fuerza al corte (WB) obtenidos a las 24 h *post-mortem* ( $T_0$ ) fueron los más altos y se redujeron significativamente de  $T_0$  a  $T_{14}$ . La carne procedente

del sistema EP resultó ser la más dura a  $T_0$ . Este resultado está de acuerdo con los obtenidos por otros autores en muestras de carne procedentes de animales criados en sistemas de producción en régimen extensivo. Según Vestergaard *et al.* (2000), el mayor nivel de actividad física de los animales en pastoreo, comparado con la limitada actividad en condiciones semi-intensivas e intensivas, es la principal razón de los mayores valores del parámetro WB, y por tanto de una menor ternereza de la carne. El ejercicio físico está asociado al sistema de producción en extensivo (Marino *et al.* 2006), lo que implica un cambio estructural y bioquímico en las fibras musculares (Jurie *et al.*, 2006). Estas razones podrían explicar los resultados obtenidos para la carne del sistema EP que probablemente se debieron a la gran disponibilidad de espacio para realizar ejercicio físico en busca del alimento.

En el presente estudio, los valores de fuerza de corte a los 14 días de maduración ( $T_{14}$ ) fueron superiores a los observados por otros autores (Panea *et al.*, 2018; López-Pedrouso *et al.*, 2020) para la carne de la raza Retinta producida en sistema convencional.

Los patrones de ablandamiento entre las carnes EP, EC y CC difieren entre ellos (Figura 3), aunque en todos los casos a los 7 días de maduración se produjo el mayor porcentaje de ablandamiento de la carne (42,65% para la EP, del 36,22% para la EC y del 39,83% para la CC). Después de la primera semana de maduración solamente se observaron diferencias significativas entre los sistemas de producción estudiados tras 21 días de maduración, lo que fue un hecho no esperado y que pudiera ser debido a la variabilidad de las muestras ya que desde el punto de vista bioquímico en la maduración, no encontramos explicación alguna. Así, mientras que la velocidad de ablandamiento de la carne EC y CC fue similar, la carne EP reveló un patrón de ablandamiento diferente. Inicialmente fue la más dura pero su proceso de ablandamiento fue más rápido durante los primeros días de maduración ( $T_7$ ). Este hallazgo nos lleva a considerar que las diferencias encontradas están principalmente relacionadas el sistema productivo asociado a la gran disponibilidad de espacio para el pastoreo, en el que un mayor ejercicio afecta a la estructura y características miofibrilares del músculo, provocando un aumento de la ternereza de la carne tras un largo periodo de maduración (Jurie *et al.*, 2006; Marino *et al.*, 2006).

Los resultados del análisis del perfil de textura ( $TPA_{20}$ ) se muestran en la Tabla 2. Algunos de los parámetros de  $TPA_{20}$  mostraron diferencias significativas en la interacción entre el sistema de producción y el tiempo de maduración, como en el caso de la dureza ( $p \leq 0,001$ ), elasticidad ( $p \leq 0,01$ ) y masticabilidad ( $p \leq 0,05$ ). Por lo tanto, estos parámetros indican la vinculación entre el sistema de producción y el tiempo de maduración de la carne.

Los valores más altos de dureza de la carne se observaron en terneros del sistema EP, seguidos de la carne EC y finalmente la carne del sistema CC. También en otros parámetros del perfil de textura como la resiliencia y la cohesividad tuvieron valores más altos en la carne ecológica a pasto. Además, la carne producida en los sistemas

**Tabla 2.** Efecto del sistema de producción y el tiempo de maduración sobre el análisis del perfil de textura 20% (TPA<sub>20</sub>) del *Longissimus thoracis* de terneros de la raza Retinta.

	Sist. Producción (SP)			Días de maduración (M)				Significación			
	EP	EC	CC	0	7	14	21	EEM	SP	M	SPxM
Dureza	0,51a	0,33b	0,25c	0,39a	0,41b	0,35b	0,36b	0,010	***	***	***
Elasticidad	1,00b	1,01b	1,04a	1,00	1,02	1,01	1,02	0,003	***	ns	**
Masticabilidad	0,34a	0,32a	0,28b	0,30b	0,31b	0,27ab	0,24ab	0,005	***	ns	*
Resiliencia	0,37a	0,15b	0,35b	0,35	0,36	0,35	0,34	0,003	***	*	ns
Cohesividad	0,65a	0,62b	0,62b	0,64	0,64	0,63	0,63	0,003	***	ns	ns

Dureza (kg/cm<sup>2</sup>); Elasticidad (cm); Masticabilidad (kg\*m\*s); Resiliencia (adimensional)

EP: Ecológico en pasto; EC: Ecológico en cebo; CC: Cebo convencional; EEM: Error estándar de la media; ns  $p > 0,05$ ; \*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$ ; a, b y c: las letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre sistemas de producción utilizando la prueba post-hoc de Tukey

ecológicos (EP y EC) mostró menor elasticidad y mayores valores en la masticabilidad frente a la carne de sistemas convencionales (CC). El TPA<sub>20</sub> está relacionado con la valoración del comportamiento de las estructuras miofibrilares sin la intervención del tejido conectivo (Tejerina *et al.*, 2012). Varios estudios han señalado el factor del ejercicio como determinante de las características de la textura de la carne, pudiendo influir en el tipo, el tamaño y la composición de la fibra muscular y, por tanto, afectando a las características reológicas del producto (Aalhus y Price, 1991). Los resultados obtenidos por lo tanto pueden ser explicados teniendo en cuenta el nivel de ejercicio en cada uno de los sistemas de producción estudiados.

El efecto de tiempo de maduración sobre el análisis del perfil de textura mostró que la dureza disminuyó tras 7 días de maduración. Los resultados nos indican que el punto óptimo de maduración para la carne de terneros Retintos debe estar entre 7 y 14 días, puesto que los valores de dureza de la carne no mostraron diferencias a

partir de los 7 días de maduración, sin diferencias significativas entre 7, 14 y 21 días (Tabla 2).

El análisis sensorial de las muestras de lomo cocinadas procedente de cada sistema de producción estudiado fue valorado tras un periodo de maduración de 7 días. Los consumidores evaluaron diferentes características de los tres tipos de carne de vacuno objeto de estudio. Para ello a los participantes no se les dio información sobre las muestras de carne que iban a catar (sólo que era carne de vacuno Retinto) y, por tanto, no sabían nada sobre los diferentes sistemas de producción, orígenes o precios, y que posteriormente fueron evaluados en el análisis conjunto. Por tanto, hay que suponer que las calificaciones de aceptación global otorgadas en el análisis sensorial a la carne de vacuno cocinada se deben a los sistemas de producción evaluados, y que afectan a las características sensoriales de la carne. Así pues, las puntuaciones obtenidas en los diferentes atributos de interés para los consumidores que se evaluaron se muestran en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Valoración sensorial por consumidores de carne de ternera de diferentes sistemas de producción ecológicos frente a convencional a 7 días de maduración.

	Sistemas de Producción			Significación
	EP	EC	CC	
<i>Carne cruda</i>				
Color	7,28±1,49a	5,08±1,58b	6,68±1,72a	***
<i>Carne Cocinada</i>				
Olor	6,18±1,51b	6,46±1,56ab	6,66±1,65a	**
Terneza	5,56±1,83 b	6,68±1,76 a	6,72±1,81 a	***
Jugosidad	5,98±1,75 b	6,79 ±1,55a	6,87±1,66 a	***
Sabor	6,03±1,57b	6,75±1,62a	6,93±1,63a	***
Apreciación global	5,94±1,46b	6,74±1,55a	6,89±1,69a	***

\*\*  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$ ; a y b: las letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre sistemas de producción utilizando la prueba post-hoc de Tukey

**Tabla 4.** Importancia relativa de los atributos.

Atributo	Importancia relativa (%)
Color	30,27
Origen	25,68
Sistema de Producción	21,41
Precio	22,64

En primer lugar, los consumidores evaluaron el color de la carne cruda. El color puede considerarse como una de las características más importantes, y es determinante en la compra de carne (Bredahl *et al.*, 1998; Suman y Joseph, 2014). Algunos autores (Bruce *et al.*, 2004; Frylinck *et al.*, 2013) han encontrado que la carne procedente de sistemas extensivos es más oscura, característica que podría influir negativamente en la opción de compra final. La carne de vacuno EP obtuvo en nuestro estudio una valoración similar a la carne de vacuno CC, la más común en los mercados de la zona, y la carne EC fue la menos valorada ( $p \leq 0,001$ ).

Una vez que la carne fue cocinada, se procedió a la cata y a la valoración de los atributos sensoriales. La evaluación de la carne EP en comparación con las otras carnes estudiadas, mostró valores consistentemente más bajos para todos los atributos evaluados.

Dado que la terneza de la carne es un atributo importante para el consumidor y puede afectar a futuras compras, el mayor valor de dureza obtenido en la carne de vacuno EP podría influir negativamente en la decisión de repetir la compra de carne de este sistema de producción. Este resultado está de acuerdo con diferentes autores que han descrito que la carne procedente de sistemas de producción en pastoreo es más dura que la procedente de

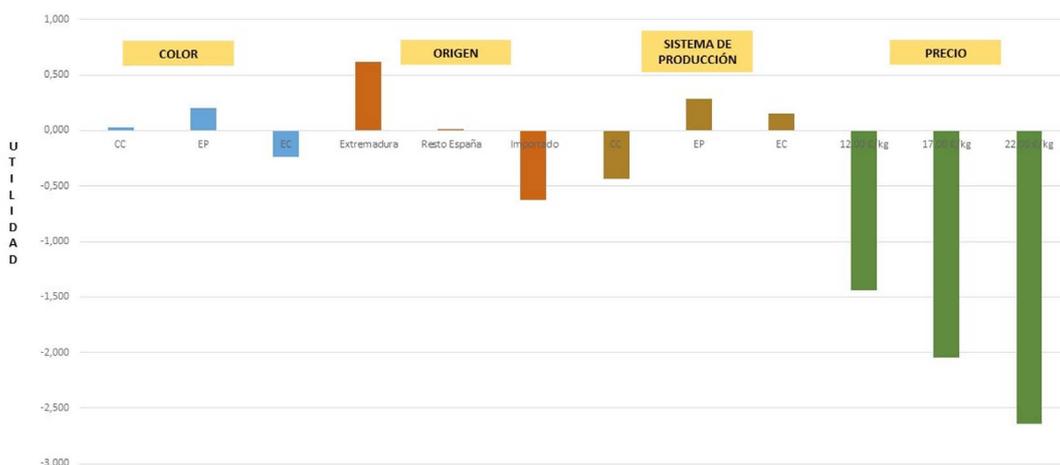
sistemas convencionales (Nuernberg *et al.*, 2005; Marino *et al.*, 2006). En nuestro estudio, este resultado está influenciado principalmente por el espacio disponible para el ejercicio de los sistemas de producción extensivos, más que por el hecho de ser ecológico. No obstante, la terneza de la carne de vacuno EP podría mejorarse con una adecuada maduración tal y como se ha visto anteriormente al analizar la textura de la carne.

Con respecto a los resultados del análisis de preferencias, la Tabla 4 muestra la importancia relativa de los atributos incluidos en el análisis conjunto.

La Tabla 4 muestra que el atributo más importante en la formación de las preferencias de los consumidores fue el color de la carne, seguido del origen y el precio. El atributo que menos afectó a la elección de los distintos tipos de carne fue el sistema de producción.

Estos resultados coinciden, en general, con otros estudios recientes sobre la carne, en los que el color y el origen son los atributos más relevantes para el consumidor y el precio uno de los menos (si no el menos) importante (Bernabeu y Tendero, 2005; Mennecke *et al.* 2007; Ngapo *et al.*, 2007; Font i Furnols *et al.* 2011; Díaz *et al.* 2013; Realini *et al.*, 2013). En cuanto a la escasa importancia concedida al sistema de producción, esta aparece también en estudios previos sobre preferencias en carne de vacuno (Mesías *et al.* 2005). No obstante, también hay autores (Zanoli *et al.* 2013) que han encontrado que la producción ecológica y el origen local eran los atributos más relevantes. Nuestros resultados pueden reflejar que los consumidores se basan, a la hora de elegir la carne, en aquellos atributos que pueden valorar con facilidad (color u origen) y que les aportan información sobre la calidad (color) o seguridad (origen conocido del producto). El sistema de producción, que puede no ser conocido en detalle por el consumidor es, a pesar de su relevancia para la calidad del producto final, poco valorado.

Como ya se comentó en la sección de metodología, el análisis conjunto proporciona también el valor relativo (utilidad) de los distintos niveles de los atributos, que se muestran en la Figura 4.



**Figura 4.** Valores relativos para el consumidor de los distintos niveles de los atributos.

**Tabla 5.** Disposición a pagar por los atributos Sistema de Producción y Origen (€/kg).

Pasar de nivel.... a nivel .....	€/kg
Producción convencional a Ecológico alimentado con piensos	4,90
Producción convencional a Ecológico alimentado con pastos	6,06
Ecológico alimentado con piensos a Ecológico alimentado con pastos	1,16
Origen Importado a Origen Extremadura	10,37
Origen Importado a Origen Resto de España	5,31
Origen Resto de España a Origen Extremadura	5,06

El hecho de que el precio tenga siempre una utilidad negativa implica que el nivel preferido será el que menos disminuya la utilidad total del producto, es decir, el precio más bajo, un resultado que es coherente con la teoría económica y que ha sido encontrado también en distintos estudios sobre preferencias en alimentos (Mesías *et al.*, 2011; Koutsimanis *et al.*, 2012; Gadioli *et al.*, 2013; Mesías *et al.*, 2013). Se puede destacar, además, que la estructura de las preferencias en cuanto al color coincide con la del análisis sensorial, siendo el color de la carne EP el preferido y el de la carne EC al que se le asigna la menor utilidad.

En cuanto al sistema de producción, la carne ecológica es preferida a la convencional, y dentro de la ecológica se prefiere la de animales alimentados con pasto a la de aquellos alimentados con piensos. Estos resultados están en línea con otros estudios sobre preferencias por alimentos ecológicos, como los de Pouta *et al.* (2010) para la carne de pollo ecológica; López-Galán *et al.* (2013) y Mesías *et al.* (2011) para los huevos ecológicos; Napolitano *et al.* (2010) con la carne de vacuno y Díaz *et al.* (2013) con el cordero. Todo esto demuestra que, en términos generales, el sello de producción ecológica genera utilidad para el consumidor, que lo valora positivamente. Por ello se podría suponer que la conversión a producción ecológica como estrategia de diferenciación podría ser interesante para los productores, aunque el sobreprecio derivado de la producción de alimentos ecológicos puede generar rechazo en esos mismos consumidores.

Para profundizar en este aspecto se ha calculado la disposición a pagar (DAP) entre los distintos niveles de los atributos. Se han tenido en cuenta tan solo el origen y el sistema de producción al entenderse que son las variables que podrían modificarse a nivel explotación. La Tabla 5 presenta los diferentes valores calculados de acuerdo con la metodología descrita.

Los resultados de la Tabla 5 reflejan las funciones de preferencia estimadas anteriormente y muestran que, por ejemplo, el consumidor estaría dispuesto a pagar hasta 6,06 €/kg adicionales por una carne ecológica procedente de animales alimentados con pastos en lugar de una carne de producción convencional. Como puede observarse, y dado que la carne ecológica era preferida a

la convencional, las DAP de ambos tipos de carne son positivas y relevantes. De forma orientativa se incluyen aquí los precios medios de mercado encontrados durante el periodo en que se realizó el estudio, y que fueron de 12,65 euros/kg para la carne de vacuno producida de forma convencional y de 17,95 euros/kg para la carne de vacuno ecológica. Estos precios correspondían a diferentes tipos de tiendas y marcas comerciales, por lo que pueden considerarse bastante representativos del mercado y confirman la aplicabilidad de la metodología utilizada.

Con respecto a la DAP por los niveles del atributo origen, los valores obtenidos no son tan fácilmente interpretables como los del sistema de producción, pero dejan entrever el potencial de los productos locales o de orígenes cercanos, por los que el consumidor está dispuesto a pagar un sobreprecio sustancial debido a los valores adicionales que les asigna.

## Conclusiones

La carne de vacuno producida en sistemas de producción ecológica, además de tener la garantía de calidad en cuanto a la producción, tiene también características que dan al producto un valor añadido y podría ayudar a fidelización de los consumidores. Los resultados obtenidos en parámetros de calidad tan importantes para los consumidores como el contenido en ácidos grasos poliinsaturados y la ternieza, mostraron que la carne ecológica producida en pastoreo fue la que mostró mayor contenido de PUFA y aunque inicialmente fue la más dura, tras la primera semana de maduración, su velocidad de ablandamiento fue mayor y alcanzó los niveles de ternieza de la carne ecológica a pienso e incluso de la convencional. Para los consumidores los atributos más importantes al elegir una carne en mercado fueron el color y el origen de la carne, lo que quedó evidenciado en las catas. La carne fresca ecológica en pastoreo fue la mejor puntuada por su color, aunque una vez cocinada, los atributos de ternieza, jugosidad y apreciación global, obtuvieron las puntuaciones más bajas de los grupos estudiados. La valoración sensorial no mostró diferencias entre la carne ecológica de pienso y la convencional.

## Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero del proyecto RTA2009-00122-C03-00 del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. También quieren mostrar su agradecimiento al personal técnico de la Finca Valdesequera (Junta de Extremadura), a la Cooperativa Divino Salvador (Cádiz) y al personal de las granjas de la Diputación de Cádiz, así como al personal del Área de Calidad de Carne y Productos Cárnicos de CICYTEX.

## Bibliografía

- Aalhus, J.L. & Price, M.A. 1991. Endurance-exercised growing sheep: I. Post-mortem and histological changes in skeletal muscles. *Meat Science*, 29, 43–56. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(91\)90022-I](https://doi.org/10.1016/0309-1740(91)90022-I)
- Aldai, N., Osoro, K., Barrón, L. J. R., & Nájera, A. I. 2006. Gas-liquid chromatographic method for analysing complex mixtures of fatty acids including conjugated linoleic acids (cis9trans11 and trans10cis12 isomers) and long-chain (n-3 or n-6) polyunsaturated fatty acids: Application to the intramuscular fat of beef meat. *Journal of Chromatography A*, 1110, 133–139. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2006.01.049>, 2006.
- Alfaia, C. P. M., Alves, S. P., Martins, S. I. V., Costa, A. S. H., Fontes, C. M. G. A., Lemos, J. P. C. & Prates, J. A. M. (2009). Effect of the feeding system on intramuscular fatty acids and conjugated linoleic acid isomers of beef cattle, with emphasis on their nutritional value and discriminatory ability. *Food Chemistry*, 114(3), 939–946. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.10.041>
- Asioli, D., Canavari, M., Pignatti, E., Obermowe, T., Sidali, K. L., Vogt, C., & Spiller, A. (2014). Sensory Experiences and Expectations of Italian and German Organic Consumers. *Journal of International Food and Agribusiness Marketing*, 26(1), 13–27. <https://doi.org/10.1080/08974438.2012.755718>
- Banović, M., Grunert, K. G., Barreira, M. M., & Fontes, M. A. (2009). Beef quality perception at the point of purchase: A study from Portugal. *Food Quality and Preference*, 20(4), 335–342. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2009.02.009>
- Bredahl, L., Grunert, K.G., & Fertin, C. (1998). Relating consumer perceptions of pork quality to physical product characteristics. *Food Quality & Preference*, 9(4), 273–281. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(98\)00007-X](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(98)00007-X)
- Bernabeu, R., & Tendero, A. (2005). Preference structure for lamb meat consumers. A Spanish case study. *Meat Science*, 71, 464–470. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.04.027>
- Bruce, H.L., Stark, J.L., & Beilken, S.L. (2004). The effects of finishing diet and post mortem ageing on the eating quality of the M. longissimus thoracis of electrically stimulated Brahman steer carcasses. *Meat Science*, 67, 261–268. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2003.10.014>
- Campo, M. M., Sañudo, C., Panea, B., Alberti, 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)
- Carpenter, C.E., Cornforth, D.P., & Whittier, D. (2001). Consumer preferences for beef colour and packaging did not affect eating satisfaction. *Meat Science*, 57, 359–363. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(00\)00111-X](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00111-X)
- Combes, S., Lepetit, J., Darche, B., & Lebas, F. (2004). Effect of cooking temperature and cooking time on Warner-Bratzler tenderness measurement and collagen content in rabbit meat. *Meat Science*, 66(1), 91–96. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00019-6](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00019-6)
- Cunhal-Sendim, A., Albiac, J., Delfa, R., & Lahoz, F. (1999). Quality perception of light lamb carcass. *Archivos de Zootecnia*, 48, 187–196.
- Díaz, M., Prieto, A., & Bernabéu, R. (2013). Estructura de preferencias de los consumidores de carne de cordero en Castilla-La Mancha. *ITEA*, 109(4), 476–491.
- Díaz, F., Díaz-Luis, A., Sierra, V., Diñeiro, Y., González, P., García-Torres, S., & Oliván, M. (2020). What functional proteomic and biochemical analysis tell us about animal stress in beef? *Journal of Proteomics*, 218, 103722. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jprot.2020.103722>
- DOUE (2009). Reglamento (CE) n.º 1099/2009 del Consejo, de 24 de septiembre de 2009, relativo a la protección de los animales en el momento de la matanza. (Diario Oficial de la Unión Europea) n.º 303, 18/11/2009. Bruselas, Bélgica. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2009-82167>
- Europea, U. (2018). Reglamento (UE) 2018/848 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, sobre producción ecológica y etiquetado de los productos ecológicos y por el que se deroga el Reglamento (CE) no 834/2007 del Consejo. Diario Oficial de la Unión Europea L, 150, 1-92.
- Folch, J., Lees, M. & Sloane-Stanley, G. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 193, 265–275.
- Font i Furnols, M., Realini, C., Montossi, F., Sañudo, C., Campo, M.M., Oliver, M.A., et al. (2011). Consumer's purchasing intention for lambmeat affected by country of origin, feeding system and meat price: A conjoint study in Spain, France and United Kingdom. *Food Quality and Preference*, 22, 443–451. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2011.02.007>

- Franchi, M. (2012). Food choice: beyond the chemical content. *International journal of food sciences and nutrition*, 63(sup1), 17–28. <https://doi.org/10.3109/09637486.2011.632403>
- Frylinck, L., Strydom, P.E., Webb, E.C., & du Toit, E. (2013). Effect of South African beef production systems on post-mortem muscle energy status and meat quality. *Meat Science*, 93(4), 827–837. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.11.047>
- Gadioli, I.L., Pineli, L., Rodrigues, J., Campos, A.B., Gerolim, I.Q., & Chiarello, M.D. (2013). Evaluation of packing attributes of orange juice on consumers' intention to purchase by conjoint analysis and consumer attitudes expectation. *Journal of Sensory Studies*, 28, 57–65. <https://doi.org/10.1111/joss.12023>
- García-Torres, S., López-Gajardo, A., & Mesías, F. J. (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., De Vaca, M. C., & Horcada, A. (2020). Effect of two organic production strategies and ageing time on textural characteristics of beef from the retinta breed. *Foods*, 9(10). <https://doi.org/10.3390/foods9101417>
- Gillespie, J., Taylor, G., Schupp, A., & Wirth, F. (1998). Opinions of professional buyers toward a new, alternative red meat: Ostrich. *Agribusiness*, 14(3), 247–256. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1520-6297\(199805/06\)14:3<247::AID-AGR7>3.0.CO;2-0](https://doi.org/10.1002/(SICI)1520-6297(199805/06)14:3<247::AID-AGR7>3.0.CO;2-0)
- Hair, J.F., Anderson, R.E., Tatham, R.L., & Black, W.C. (2004). *Análisis multivariante*. En Prentice Hall (Eds.). (5ª ed.). Madrid
- Hastie, M., Ashman, H., Torrico, D., Ha, M., & Warner, R. (2020). A mixed method approach for the investigation of consumer responses to sheepmeat and beef. *Foods*, 9(2), 126. <https://doi.org/10.3390/foods9020126>
- Horcada, A., Polvillo, O., Juárez, M., Avilés, C., Martínez, A. L., & Peña, F. (2016). Influence of feeding system (concentrate and total mixed ration) on fatty acid profiles of beef from three lean cattle breeds. *Journal of Food Composition and Analysis*, 49, 110–116. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.04.008>
- Horcada, A., López, A., Polvillo, O., Pino, R., Cubilede-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(1), 45–52. <https://doi.org/10.5194/aab-63-45-2020>
- Horrillo, A., Escribano, M., Mesias, F. J., Elghannam, A., & Gaspar, P. (2016). Is there a future for organic production in high ecological value ecosystems?. *Agricultural Systems*, 143, 114–125. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.12.015>
- Hritani, R. (2021). Heart healthy diet: A modifiable tool for cardiovascular disease prevention. *American Journal of Preventive Cardiology*, 8. <https://doi.org/10.1016/j.ajpc.2021.100287>
- Jurie, C., Ortigues-Marty, I., Picard, B., Micol, D., & Hocquette, J. F. (2006). The separate effects of the nature of diet and grazing mobility on metabolic potential of muscles from Charolais steers. *Livestock Science*, 104(1-2), 182–192. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.04.016>
- Koutsimanis, G., Getter, K., Behe, B., Harte, J., & Almenar, E. (2012). Influences of packaging attributes on consumer purchase decisions for fresh produce. *Appetite*, 59, 270–280. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2012.05.012>
- Lee, H. J., & Yun, Z. S. (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>
- Lee, W. J., Shimizu, M., Kniffin, K. M., & Wansink, B. (2013). You taste what you see: Do organic labels bias taste perceptions?. *Food Quality and Preference*, 29, 33–39. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2013.01.010>
- López-Galan, B., Gracia, A., & Barreiro-Hurle, J. (2013). What comes first, origin or production method? An investigation into the relative importance of different attributes in the demand for eggs. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 11(2), 305–315. <https://doi.org/10.5424/sjar/2013112-3953>
- López-Pedrouso, M., Rodríguez-Vázquez, R., Purriños, L., Oliván, M., García-Torres, S., Sentandreu, M. Á., & 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>
- MAPA (2022). Datos censales de la raza Retinta. [https://servicio.mapa.gob.es/arca/flujos.html?\\_flowId=datosCensalesRaza-flow&tipoOperacion=CONSULTA&id=50218&isMapa=1&formatoPagina=0](https://servicio.mapa.gob.es/arca/flujos.html?_flowId=datosCensalesRaza-flow&tipoOperacion=CONSULTA&id=50218&isMapa=1&formatoPagina=0)
- Marino, R., Albenzio, M., Braghieri, A., Muscio, A., & Sevi, A. (2006). Organic farming: effects of forage to concentrate ratio and ageing time on meat quality of Podolian young bulls. *Livestock Science*, 102(1–2), 42–50. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.04.016>

- livsci.2005.11.004
- Mennecke, B.E., Townsend, A.M., Hayes, D.J., & Lonergan, S.M. (2007). A study of the factors that influence consumer attitudes toward beef products using the conjoint market analysis tool. *Journal of Animal Science*, 85, 2639–2659. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-495>
- Mesías, F. J., Escribano, M., De Ledesma, A. R., & Pulido, F. (2005). Consumers' preferences for beef in the Spanish region of Extremadura: a study using conjoint analysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(14), 2487–2494. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2283>
- Mesías, F.J., Martínez-Carrasco, F., Martínez, J.M., & Gaspar, P. (2011). Functional and organic eggs as an alternative to conventional production: A conjoint analysis of consumers' preferences. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91, 532–538. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4217>
- Mesías, F.J., Pulido, F., Escribano, M., Gaspar, P., Pulido, A.F., Escribano, A., et al. (2013). Evaluation of new packaging formats for dry-cured meat products using conjoint analysis: An application to dry-cured Iberian ham. *Journal of Sensory Studies*, 28, 238–247. <https://doi.org/10.1111/joss.12040>
- Miotello, S., Bondesan, V., Tagliapietra, F., Schiavon, S., & Bailoni, L. (2009). Meat quality of calves obtained from organic and conventional farming. *Italian Journal of Animal Science*, 8(SUPPL. 3), 213–215. <https://doi.org/10.4081/ijas.2009.s3.213>
- Muchenje, V., Hugo, A., Dzama, K., Chimonyo, M., Strydom, P. E., & Raats, J. G. (2009). Cholesterol levels and fatty acid profiles of beef from three cattle breeds raised on natural pasture. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(4), 354–358. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2008.10.019>
- Napolitano, F., Braghieri, A., Piasentier, E., Favotto, S., Naspetti, S., & Zanoli, R. (2010). Effect of information about organic production on beef liking and consumer willingness to pay. *Food Quality and Preference*, 21, 207–212. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2009.08.007>
- Ngapo, T.M., Martin, J.F., & Dransfield, E. (2007). International preferences for pork appearance: I. Consumer choices. *Food Quality and Preference*, 18, 26–36. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2005.07.001>
- Nuernberg, K., Dannenberger, D., Nuernberg, G., Ender, K., Voigt, J., Scollan, N. D. & Richardson, R. I. (2005). Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds. *Livestock Production Science*, 94(1–2), 137–147. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.11.036>
- Palacios, C., Revilla, I., Vivar-Quintana, A. M., Luruena-Martinez, M. A., & Severiano-Perez, P. (2008). Consumer appreciation of carcass quality of organic vs. conventional suckling lamb production. *Proceedings 16th IFOAM Organic World Congress Cultivating the Future Based on*
- Panea, B., Olleta, J. L., Sañudo, C., del Mar Campo, M., Oliver, M. A., Gispert, M., & 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>
- Pouta, E., Heikkilä, J., Forsman-Hugg, S., Isoniemi, M., & Mäkelä, J. (2010). Consumer choice of broiler meat: The effects of country of origin and production methods. *Food Quality and Preference*, 21, 539–546. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2010.02.004>
- Prada, M., Garrido, M. V, & Rodrigues, D. (2017). Lost in processing ? Perceived healthfulness , taste and caloric content of whole and processed organic food. *Appetite*, 114, 175–186. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.03.031>
- Realini, C.E., Font i Furnols, M., Sañudo, C., Montossi, F., Oliver, M.A., & Guerrero, L. (2013). Spanish, French and British consumers' acceptability of Uruguayan beef, and consumers' beef choice associated with country of origin, finishing diet and meat price. *Meat Science*, 95, 14–21. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.04.004>
- Revilla, I., Plaza, J., & Palacios, C. (2021). The effect of grazing level and ageing time on the physico-chemical and sensory characteristics of beef meat in organic and conventional production. *Animals*, 11(3), 635.
- Revilla, I., Luruena-Martinez, M. A., Blanco-Lopez, M. A., Vivar-Quintana, A. M., Palacios, C., & Severiano-Perez, P. (2009). Comparison of the sensory characteristics of suckling lamb meat: organic vs conventional production. *Czech Journal of Food Sciences*, 27(Special Issue 1),
- Revilla, I., Vivar-Quintana, A. M., Palacios, C., Martínez-Martín, I., & Hernández-Jiménez, M. (2021). Effects of rearing system (organic and conventional) and breed (Churra and Castellana) on fatty acid composition and sensory characteristics of suckling lamb meat produced in north-west Spain. *Biological Agriculture & Horticulture*, 37(1), 25–39.
- Revilla, I., Vivar-Quintana, M., Luruena-Martinez, M. A., Palacios, C. & Severiano-Perez, P. (2008). Organic vs. conventional suckling lamb production: Product quality and consumer acceptance. In 16th IFOAM Organic World Congress. Modena. Retrieved from <http://orgprints.org/view/projects/conference.html>
- Sánchez, M., Goñi, C., Marañón, I., & Martín, S. (2000). Diferencias en las preferencias entre los consumidores de carne de vacuno etiquetada y no etiquetada. *ITEA*, 96A(1), 40–55.
- Sañudo, C., Macie, E. S., Olleta, J. L., Villarroel, M.,

- Panea, B., & Albertí, P. (2004). The effects of slaughter weight, breed type and ageing time on beef meat quality using two different texture devices. *Meat Science*, 66(4), 925–932. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2003.08.005>
- Sarmiento-García, A., Palacios, C., González-Martín, I., & Revilla, I. (2021). Evaluation of the Production Performance and the Meat Quality of Chickens Reared in Organic System. As Affected by the Inclusion of *Calliphora* sp. in the Diet. *Animals*, 11(2), 324.
- Suman, S.P., & Joseph, P. (2014). Color and pigment. In M. Dikeman, & G. Devine (Eds.), *Encyclopedia of meat sciences*, 244–251. London: Academic Press.
- Tejerina, D., García-Torres, S., & Cava, R. (2012). Water-holding capacity and instrumental texture properties of m. *Longissimus dorsi* and m. *Serratus ventralis* from Iberian pigs as affected by the production system. *Livestock Science*, 148(1–2), 46–51. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.05.005>
- Varela, J., Braña, T., & Rial, A. (1997). Diseño del producto ideal mediante el análisis conjunto. *ESIC MARKET*, Octubre–Diciembre, 67–74.
- Verbeke, W., Wezemael, L. Van, Barcellos, M. D. De, & Ku, J. O. (2010). European beef consumers' interest in a beef eating-quality guarantee Insights from a qualitative study in four EU countries. 54, 289–296. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2009.11.013>
- Vestergaard, M., Therkildsen, M., Henckel, P., Jensen, L. R., Andersen, H. R., & 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(2), 187–195. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22060615>
- Wood, J. D. & Enser, H. (1997): Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. *British Journal of Nutrition*, 78, Supplement 1, S49–S60.
- Wood, J. D., Enser, M., Fisher, A. V., Nute, G. R., Sheard, P. R., Richardson, R. I., Hughes, S. I., & Whittington, F. M. (2008): Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, 78, 343–358, <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.019>
- Yang, A., Lanari, M. C., Brewster, M., & Tume, R. K. (2002): Lipid stability and meat colour of beef from pasture- and grain-fed cattle with or without vitamin E supplement. *Meat Science*, 60, 41–50, [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00103-6](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00103-6).
- Zanoli, R., Scarpa, R., Napolitano, F., Piasentier, E., Naspetti, S., & Bruschi, V. (2013). Organic label as an identifier of environmentally related quality: A consumer choice experiment on beef in Italy. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 28(1), 70–79.