



Efecto del sexo sobre los rasgos de calidad de la carne y las propiedades sensoriales en cerdos mestizos argentinos



César Federico Guzmán ^{a*}

Julieta Fernández Madero ^b

Alberto Enrique Carini ^b

Malvina Marcela Tolaba ^b

Alejandra Picallo ^c

Enrique Paván ^{d,e}

Laura Pouzo ^{d,e}

^a Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), EEA Cuenca del Salado, Argentina. Av. Belgrano 416, B7203AJR Rauch, 7200, Argentina.

^b Universidad Católica de Salta. Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias, Salta, Argentina.

^c Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía. Departamento de Producción Animal. Área Calidad de Productos Pecuarios y Estudios del Consumidor. Buenos Aires, Argentina.

^d Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias. Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

^e INTA, EEA Balcarce, Argentina.

* Autor de correspondencia: guzman.federico@inta.gob.ar

Resumen:

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del sexo sobre el peso vivo final, las características de la canal, los rasgos de calidad de la carne y las propiedades sensoriales de una línea específica de cerdos mestizos (Landrace 75% x Yorkshire 25% “Degesa”). En el presente estudio se utilizaron ocho machos castrados (MC) y ocho nulíparas (H) seleccionados al azar. No se observaron diferencias ($P>0.05$) entre sexos en cuanto a las características de la canal, el valor de la fuerza de cizallamiento o la longitud del sarcómero. Sin embargo, el grosor de la grasa dorsal, el pH@45, el pH@24, la capacidad de retención de agua, el puntaje de marmoleado y el contenido de grasa intramuscular fueron mayores ($P>0.05$) en MC que en H. La carne de MC tuvo menor ($P=0.04$) luminosidad que la de H, pero similar ($P\geq 0.34$) rojez y amarillez. La proporción total de ácidos grasos saturados (AGS), así como los AGS individuales (C16:0 y C18:0) fueron mayores en MC que en H, pero la relación n-6:n-3 fue menor en los machos que en las hembras. En general, la carne de los machos fue mejor calificada que la carne de hembras por el panel entrenado en atributos de sabor, pero el resultado fue opuesto cuando se evaluaron las propiedades de textura. Además, una mayor puntuación general de color, así como los atributos de sabor, se asociaron positivamente con el contenido de grasa intramuscular y la tasa de AG monoinsaturados, pero se asociaron negativamente con la proporción de AG poliinsaturados. En conclusión, los resultados sugieren que la calidad de la carne de cerdos mestizos Degesa mostró marcadas diferencias relacionadas con el sexo y, por lo tanto, podría ser comercializado diferencialmente por sexo en el mercado de carne.

Palabras clave: Ácidos grasos, Grasa intramuscular, Color de la carne, Longitud del sarcómero, Panel sensorial, Fuerza de cizallamiento.

Recibido: 18/10/2023

Aceptado: 12/03/2024

Introducción

Argentina ha sido tradicionalmente reconocida como un importante productor y consumidor de carne de ganado bovino. No obstante, en los últimos años la industria porcina ha ido creciendo, lo que ha llevado a un mayor consumo local per cápita de carne (de 8.5 kg en 2011 a aproximadamente 16 kg en 2020⁽¹⁾). Si bien la calidad de la carne es un tema crítico para la industria cárnica, el sistema de clasificación de la carne de cerdo argentino se basa únicamente en la proporción (%) de tejido magro y en el rendimiento de la canal (kg) (Resolución S.A.G. y P. No. 57/95).

Los principales atributos sensoriales que definen la calidad de la carne de cerdo son el color, la terneza, la jugosidad, el olor y el sabor⁽²⁾. Los manejos productivos como la dieta y las prácticas de alimentación⁽³⁾ pueden afectar esos atributos. Además, son importantes los aspectos intrínsecos como la raza, el peso y el sexo^(4,5,6). Varios estudios^(7,8,9) sugirieron que los rasgos de calidad de la canal y de la carne de cerdo podrían ser altamente dependientes del sexo del animal, incluyendo el tipo de castración. Sin embargo, estos estudios obtuvieron resultados inconsistentes ya que se evaluaron diferentes líneas genéticas porcinas. Esto sugiere que las diferencias en los rasgos de calidad de la carne de cerdo relacionadas con el sexo son altamente dependientes de la raza o cruce genética considerada⁽⁶⁾.

A pesar de que el sexo del cerdo juega un papel clave en los aspectos de calidad de la carne, las canales de cerdo argentino se comercializan actualmente como una sola categoría “capón”, la cual incluye machos enteros o castrados y hembras, considerando que no hay investigaciones hasta el conocimiento actual que evalúen el aspecto de la calidad de la carne de la línea híbrida porcina (Landrace 75% x Yorkshire 25%). Por lo tanto, el presente estudio representa un enfoque novedoso para evaluar el efecto del sexo de las hembras y los machos castrados sobre las características de la canal y la calidad de la carne de la cruce porcina (Landrace 75% x Yorkshire 25% “Degesa”).

Material y métodos

Manejo de animales, mediciones de canales y recolección de muestras

El ensayo se llevó a cabo en La Isla, Cerrillos, provincia de Salta (24°52'46"S, 65°24'20"O, 1,217 m de altitud) Argentina, bajo manejo de buenas prácticas de manufactura y estándares de bienestar de acuerdo con las recomendaciones nacionales argentinas para el manejo de animales. El procedimiento fue aprobado por el comité ético y técnico institucional de la Universidad Católica de Salta (RR N° 1294/15).

Dieciséis (16) cerdos mestizos Degesa (Yorkshire 25% x Landrace 75%) se seleccionaron aleatoriamente de la misma piara: ocho hembras y ocho machos. Los machos fueron castrados quirúrgicamente (MC) y las hembras (H) permanecieron enteras. A cada grupo se le asignaron corrales separados, con un área de 1.2 m² por animal. Los animales fueron alimentados *ad libitum* con el mismo alimento comercial y agua utilizando un sistema de tolva. Todos los animales se sacrificaron el mismo día en un matadero comercial, situado a 30 km de la granja experimental. En el momento del sacrificio, los animales tenían 25 semanas de edad y su peso vivo promedio fue de 125 ± 5 kg.

En el matadero se registró el peso individual previo al sacrificio (PPS) y el peso de la canal caliente (PCC). El pH muscular se determinó a los 45 min (pH@45) y 24 h después del

sacrificio (pH@24) en el músculo *Longissimus lumborum* (LL), entre las costillas 12 y 13 de la mitad derecha de cada canal. El grosor de la grasa dorsal se midió con un calibrador manual (Starrett®, Athol, Massachusetts, EE. UU.) y el área del ojo del lomo (AOL) se trazó y determinó con el software ImageJ® a nivel de la costilla 11 (GGD; cm) en el lado izquierdo de la canal. El puntaje de marmoleado se determinó en la misma costilla a través de las tarjetas de puntuación de los Estándares Oficiales de Calidad de Marmoleado (Estándares Oficiales de Calidad de Color y Marmoleado, Pork checkoff, EE. UU.). Las secciones del *Longissimus lumborum* (LL) entre las costillas 9 y 13 de cada canal izquierda y derecha se cortaron en filetes, perpendiculares al eje longitudinal del músculo LL. Se obtuvo un filete de 2.5 cm de grosor del músculo LL de la sección de las costillas 12-13 (de craneal a caudal), de las canales izquierdas para su análisis proximal. Para este análisis, previamente se extrajo toda la grasa externa y los tejidos conectivos. Se obtuvo un filete adicional de 0.5 cm de grosor de la sección de costillas 12-13 y se almacenó para la posterior determinación de la longitud del sarcómero. El músculo LL de la sección de las costillas 9-11 se cortó en filetes de 2.5 cm de grosor para evaluar el color, la fuerza de cizallamiento Warner-Bratzler (FCWB) y la pérdida por cocción. Después de 24 h de sacrificio, las muestras de carne se envasaron al vacío y se almacenaron a -20 °C, hasta su posterior análisis en el laboratorio de calidad de carne del EEA INTA Balcarce, Argentina. Los análisis sensoriales se realizaron en el Laboratorio de Análisis Sensorial de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina.

Mediciones de la calidad de la carne

Análisis proximal

El contenido de materia seca se calculó como la diferencia entre el peso inicial (carne fresca) y el peso final después de secar la carne durante 48 h a 60 °C, por duplicado. El contenido de lípidos totales se determinó mediante un sistema de extracción automática (Ankom xt10, Ankon, Macedonia NY, EE. UU.).

Evaluación del color de la carne

El color instrumental se registró utilizando un colorímetro de Minolta (CR-310; Minolta Inc., Osaka, Japón) con un área de medición de 50 mm de diámetro utilizando un iluminante D65, calibrado contra un disco de cerámica blanco proporcionado por el fabricante. Las lecturas de color se determinaron 24 h *post mortem* en las secciones transversales expuestas de la costilla 12 del músculo LL de la canal izquierda. La muestra de carne se expuso al oxígeno a temperatura ambiente durante 30 minutos antes de la medición del color. Cada muestra se midió seis veces y el valor se expresa como un promedio. El sistema utilizado fue el CIE Lab, el cual proporciona tres componentes de color: L* (luminosidad, 0= negro, 100=

blanco), a^* (índice de rojez, $-a^*$ = verde, $+a^*$ = rojo) y b^* (índice de amarillez, $-b^*$ = azul, $+b^*$ = amarillo).

Fuerza de cizallamiento Warner-Bratzler y pérdida por cocción

El procedimiento de la FCWB se llevó a cabo de acuerdo con las directrices de la AMSA (1995)⁽¹⁰⁾. Las muestras congeladas (filetes de 2.5 cm de grosor) se descongelaron a 4 °C durante 12 h, se pesaron y se cocinaron en parrilla eléctrica corazón abierto (Farberware, Bronks NY). Durante la cocción, los filetes se voltearon a 35.5 °C en el centro geométrico y se asaron a la parrilla hasta que la temperatura alcanzó los 71 °C. La temperatura interna se controló mediante un termómetro digital de barrido múltiple (termómetro de barrido, Digi-Sense, Cole Palmer). Las muestras cocidas se enfriaron a 4 °C durante 20 min y se pesaron de nuevo. La pérdida por cocción se calculó de la siguiente manera: pérdida por cocción (%) = $(\text{peso de la muestra cruda} - \text{peso de la muestra cocida}) / (\text{peso de la muestra cruda}) \times 100$. Las chuletas se enfriaron a temperatura ambiente; se extrajeron seis núcleos de 1.27 cm de diámetro paralelos a la fibra muscular, y se cortaron núcleos perpendiculares al eje longitudinal de la fibra. La fuerza de cizallamiento máxima se midió utilizando un dinamómetro digital (BFG500N, Quantro I TM, Dillon/ Quality Plus, Inc., Kansas City, MO, EE. UU.), equipado con un accesorio FCWB a una velocidad de cruceta de 200 mm/min (cizalla de carne Warner-Bratzler, G-R Manufacturing CO., Manhattan, KS, EE. UU.).

Longitud del sarcómero

La longitud del sarcómero (LS) se determinó en muestras de músculo LL, utilizando un método de difracción láser de helio-neón (CVI Melles Gliot. Serie 7822 FH-1)⁽¹¹⁾. Se midieron veinte fragmentos de miofibrillas de cada muestra para determinar la longitud promedio del sarcómero.

Perfil de ácidos grasos

Los ésteres metílicos de ácidos grasos en muestras de músculo LL liofilizado se obtuvieron por transmetilación directa⁽¹²⁾. Los ésteres metílicos de ácidos grasos se analizaron con un cromatógrafo de gases Clarus 500 (Perking Elmer) provisto de una columna capilar CP-Select CB para FAME, sílice fundida WCOT 100 m_0.25 mm (No. Cat. CP7420; Varian Inc.). Los ácidos grasos individuales se identificaron comparando los tiempos de retención con los patrones (Sigma, St. Louis, MO; Supelco, Bellefonte, PA; Matreya, Pleasant Gap, PA). Los ácidos grasos se cuantificaron incorporando ácido metil tricosanoico (C23:0) como patrón interno, en cada muestra durante la metilación.

Análisis sensorial

Veinticuatro (24) horas antes del análisis sensorial, las muestras se descongelaron a 2.5 ± 0.5 °C en el Laboratorio de Análisis Sensorial de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina. Las muestras de lomo (2.5 cm de grosor) se cocinaron en una parrilla de contacto doble hasta que la temperatura interna alcanzó los 71 ± 1 °C. Las muestras fueron analizadas por un panel analítico de seis miembros capacitados de acuerdo con estándares internacionales y experiencia cárnica⁽¹³⁻¹⁶⁾ en análisis sensorial. Cada panelista recibió las muestras (cubos: 1x1x2.54 cm) en placas de Petri con un código aleatorio de tres dígitos. Las muestras de los filetes se evaluaron para los siguientes atributos sensoriales: color general (CG); intensidad del olor (IO); persistencia de sabor (PS), sabor característico (SC); firmeza (F) y dureza (D). Los panelistas calificaron las muestras utilizando una escala lineal no estructurada de 10 cm, donde cada punto final correspondía a la puntuación baja o alta de cada atributo, es decir: CG: rosa claro a rojo oscuro, IO: no intenso a extremadamente fuerte, PS: no persistente a extremadamente persistente, SC: ninguno a sabor desagradable fuerte, F: extremadamente suave a duro, D: muy tierno a muy duro (límite inferior: 0 al límite superior: 10)⁽¹⁰⁾.

Análisis estadístico

El análisis se realizó con un diseño completamente al azar. El efecto del sexo sobre los parámetros de calidad de la carne se analizó mediante una prueba de T. Cada animal se consideró una unidad experimental. Las diferencias se consideraron significativas con $P \leq 0.05$ y las tendencias se consideraron cuando $P \leq 0.10$. El grado de asociación entre los datos fisicoquímicos y sensoriales se evaluó utilizando las correlaciones de Pearson (significativas a $P \leq 0.05$; tendencias $P \leq 0.10$). El análisis estadístico se realizó utilizando el paquete rcmdr del programa estadístico R core team (2013).

Resultados

Características de la canal y rasgos de calidad de la carne

El sexo no afectó al PPS, PCC, rendimiento de la canal o al AOL ($P=0.48$, $P=0.20$, $P=0.22$ y $P=0.61$, respectivamente; Cuadro 1). El grosor de la grasa dorsal fue 19 % mayor ($P < 0.001$) en MC que en H. La carne de MC tendió ($P=0.07$) a tener mayor pH@45 que la carne de H y, a las 24 h *post mortem*, el pH muscular fue mayor ($P=0.03$) en MC que en H.

No se observaron diferencias ($P \geq 0.34$) para los parámetros de rojez (a*) o amarillez (b*) en las muestras de lomo, excepto para L* en H, que fue 7 % mayor ($P=0.04$) que en MC. Además, la fuerza de cizallamiento y la longitud del sarcómero no difirieron ($P > 0.05$) entre

la carne de H y MC. No se observaron diferencias ($P=0.55$) en la pérdida por cocción entre sexos. La carne de MC tuvo mayor puntaje de marmoleado ($P=0.03$) y contenido de grasa intramuscular que la carne de H.

Cuadro 1: Efecto del sexo sobre el peso vivo, las características de la canal y la calidad de la carne

	MC	H	EEM	Valor <i>P</i>
Peso previo al sacrificio, kg	124.50	121.50	7.52	0.48
Peso de la canal caliente, kg	101.60	98.00	5.78	0.22
Rendimiento de la canal, %	81.80	80.70	1.82	0.20
Grosor de la grasa dorsal, mm	25.90	21.06	3.14	<0.001
Área del ojo del lomo, cm ²	36.16	36.98	3.11	0.61
Fuerza de cizallamiento Warner Bratzler, N	36.00	31.00	0.86	0.26
Longitud del sarcómero, μm	2.04	2.01	0.05	0.22
Marmoleado	2.60	1.70	0.83	0.03
Grasa intramuscular, %	3.48	2.60	0.79	0.02
Pérdida por cocción, %	25.52	26.74	0.96	0.55
pH@45	5.67	5.43	0.06	0.03
pH@24	5.41	5.23	0.05	0.07
	Color			
L*	52.44	56.13	3.60	0.04
a*	5.10	4.57	1.49	0.34
b*	14.56	15.16	2.16	0.94

MC= macho castrado; H= hembra; EEM= error estándar de la media; PPS= peso previo al sacrificio; PCC= peso de la canal caliente; RC= rendimiento de la canal; GGD= grosor de la grasa dorsal; AOL= área del ojo del lomo; FCWB= fuerza de cizallamiento Warner Bratzler; LS= longitud del sarcómero; MAR= marmoleado; PC= pérdida por cocción; GIM= grasa intramuscular; pH@45= pH del músculo *longissimus lumborum* a los 45 min *post mortem*; pH@24= pH del músculo *longissimus lumborum* a las 24 h *post mortem*; L* (luminosidad), a* (índice de rojez) y b* (índice de amarillez).

Perfil de ácidos grasos

La proporción total de ácidos grasos saturados (AGS) fue mayor ($P<0.01$) en MC que en H (Cuadro 2); los AGS individuales también fueron mayores en MC que en H, con relaciones C16:0 y C18:0 más altas en MC que en H, respectivamente ($P\leq 0.04$). La relación C22:5 fue mayor ($P<0.05$) en H que en MC. No se encontraron diferencias ($P>0.10$) entre sexos para el resto de las mediciones.

Cuadro 2: Efecto del sexo sobre la composición de ácidos grasos del *Longissimus lumborum* (%)

Ácidos grasos	MC	H	EEM	Valor P
AGS	37.90	36.46	0.27	<0.01
C12:0	0.10	0.09	0.01	0.19
C14:0	1.34	1.31	0.01	0.29
C16:0	23.20	22.44	0.17	0.02
C18:0	11.91	11.19	0.17	0.04
AGMI	40.03	39.97	0.47	0.95
C16:1 cis-9	2.65	2.70	0.08	0.79
C18:1 cis-9	33.94	33.63	0.37	0.69
C18:1 cis-11	2.87	3.03	0.06	0.22
AGPI	18.99	20.15	0.54	0.29
C18:2 n-6	15.01	15.77	0.43	0.39
C18:3 n-3	1.24	1.21	0.03	0.76
C20:4 n-6	2.06	2.35	0.08	0.08
C20:4 n-3	0.03	0.04	0.01	0.21
C20:5 n-3	0.10	0.11	0.01	0.37
C22:5 n-3	0.34	0.39	0.01	0.03
AGPI n-6	17.07	18.12	0.49	0.29
AGPI n-3	1.82	1.88	0.04	0.57
Proporciones				
n-6:n-3	9.33	9.64	0.06	0.12
AGPI:AGS	0.50	0.55	0.09	0.38
AGMI:AGS	1.04	1.09	0.07	0.19

MC= macho castrado; H= hembra; EEM= error estándar de la media; AGS (ácidos grasos saturados)= C12:0+ C14:0+ C16:0+ C18:0; AGMI (ácidos grasos monoinsaturados)= C14:1 cis-9 + C16:1 cis-9 + C18:1 cis-9 + C18:1 cis-11; AGPI (ácidos grasos poliinsaturados)= C18:2 n-6 + C18:3 n-3 + C18:4 n-3 + C20:4 n-6 + C20:4 n-3 + C20:5 n-3 + C22:5 n-3 + C22:6 n-3; AGPI n-6: C18:2 n-6 + C20:4 n-6; AGPI n-3: C18:3 n-3 + C18:4 n-3 + C20:4 n-3 + C20:5 n-3 + C22:5 n-3 + C22:6 n-3.

Características sensoriales

Los atributos sensoriales de la carne fueron influenciados por el sexo de los animales. La carne de MC tuvo un puntaje más alto de persistencia de sabor ($P<0.01$) y tendió a tener un color general más alto (CG, $P<0.09$) y sabor característico (SC; $P=0.06$) que la carne de H. La dureza (D) y la firmeza (F) fueron mayores en H ($P<0.05$). No hubo diferencias significativas en el resto de los atributos ($P>0.10$; Cuadro 3).

Cuadro 3: Efecto del sexo sobre la variabilidad de las variables sensoriales visuales, olfato-gustativas y texturales en el panel sensorial entrenado

Atributos	Descriptor	MC	H	EEM	Valor P
Visual	CG	6.01	5.53	0.15	0.09
Olfato-gustativa	FC	6.39	5.84	0.11	0.06
	PS	6.70	5.63	0.13	0.001
Textural	H	4.19	4.89	0.14	0.01
	FI	3.92	4.72	0.16	0.01

MC= macho castrado; H= hembra; EEM= error estándar de la media; CG= color general; SC= sabor característico; PS= persistencia del sabor; D= dureza; F= firmeza.

Asociación entre variables

En el Cuadro 4 se muestra la correlación entre las variables fisicoquímicas y sensoriales. El grado de color general (CG) de los filetes se correlacionó positivamente con el puntaje de marmoleado, el contenido de grasa intramuscular y la proporción total de AGMI ($r= 0.61$, $P<0.01$; $r= 0.52$, $P<0.05$; $r= 0.84$, $P< 0.001$), pero se asoció negativamente con la proporción total de AGPI y la relación AGPI: AGS ($r\geq 0.83$; $P<0.001$). La dureza (D) de la carne se correlacionó negativamente con el pH24 ($r= -0.46$, $P<0.05$) y con el puntaje de marmoleado ($r= -0.63$, $P<0.001$), pero se correlacionó positivamente con los AGPI: AGS ($r= 0.43$, $P<0.05$). La puntuación general de firmeza (F) se correlacionó negativamente con el pH45 ($r= -0.54$, $P<0.05$), el pH24 ($r= -0.42$, $P<0.1$), la puntuación de marmoleado ($r= -0.49$, $P<0.05$) y la pérdida por cocción ($r= -0.35$, $P<0.05$). El SC se correlacionó positivamente con el contenido de grasa intramuscular ($r= 0.45$; $P<0.10$) y proporción total de AGMI ($r= 0.54$; $P<0.05$), pero se asoció negativamente con la proporción total de AGPI ($r= -0.45$; $P<0.10$). La persistencia (PS) mostró una correlación positiva con GGD, contenido de grasa intramuscular ($P<0.01$) y proporción de AGMI ($P<0.05$), y una correlación negativa débil con la proporción de AGPI y relación AGPI: AGS ($P<0.1$). El resto de las asociaciones no fueron significativas ($P>0.05$).

Cuadro 4: Coeficiente de correlación de Pearson entre variables fisicoquímicas y sensoriales

	CG	D	F	SC	PS
pH@45	0.03	-0.26	-0.54*	-0.27	0.06
pH@24	0.03	-0.46*	-0.42 [†]	-0.14	0.09
GGD	0.23	-0.37	-0.24	0.08	0.41 [†]
MAR	0.61**	-0.63***	-0.49*	0.25	0.29
FCWB	0.02	0.12	-0.10	0.32	0.12
LS	0.30	-0.13	-0.16	0.09	0.52*
PP (%)	-0.04	0.38	-0.35*	0.11	-0.26
GIM	0.52*	-0.46 [†]	-0.28	0.45 [†]	0.57**
AGMI	0.84***	-0.41 [†]	0.20	0.54*	0.48*
AGPI	-0.83***	0.45 [†]	-0.18	-0.45 [†]	-0.45 [†]
AGPI:AGS	-0.80***	0.43*	0.18	-0.01	-0.46 [†]

CG= color general; D= dureza; F= firmeza; SC= sabor característico; PS= persistencia del sabor; pH@45= pH del músculo *longissimus lumborum* a los 45 min *post mortem*; pH@24= pH del músculo *longissimus lumborum* a las 24 h *post mortem*; GGD= grosor de la grasa dorsal; MAR= marmoleado; FCWB= fuerza de cizallamiento Warner Bratzler; LS= longitud del sarcómero; PC= pérdida por cocción; GIM= grasa intramuscular; AGMI= ácidos grasos monoinsaturados; AGPI= ácidos grasos poliinsaturados; AGPI:AGS= proporción de ácidos grasos poliinsaturados-monoinsaturados.

[†] $P < 0.1$; * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$.

Discusión

La productividad y la calidad de la carne juegan un papel clave en la industria cárnica, ya que tienen un efecto directo en la rentabilidad. Acorde con reportes anteriores⁽¹⁷⁾, no se observaron diferencias en el PCC entre H y MC. Los resultados de este estudio mostraron que MC presentó mayor porcentaje de GGD y contenido de grasa intramuscular que H, en consonancia con los valores reportados por otros autores^(18,19,20), independientemente de la línea genética. La menor concentración de hormonas sexuales presentes en MC puede haber promovido la deposición de grasa en lugar de músculo^(4,5).

El área del ojo del lomo (cm²) en las muestras de MC y H enteras fue similar a la de otros autores^(8,17). La carne de H tuvo valores de L más altos que la carne de MC, en línea con el pH muscular final más bajo y una disminución de la tasa de pH más alta de H (menor pH@45). Este resultado puede atribuirse al hecho de que las hembras son más susceptibles al estrés previo al sacrificio⁽²¹⁾, lo que resulta en cortes de carne de cerdo pálidos.

La falta de efecto del sexo sobre los valores de fuerza de cizallamiento medidos por el procedimiento Warner Bratzler estuvo en línea con la falta de efecto del sexo sobre la longitud

del sarcómero. Se ha sugerido que una longitud de sarcómero mayor de 2 μm en el músculo de los cerdos, como en el presente estudio, sería suficiente para asegurar carnes tiernas⁽²²⁾. No obstante, estos resultados no estuvieron en consonancia con la diferencia en la disminución de la tasa observada entre sexos, probablemente porque estas diferencias fueron pequeñas.

Se observó una correlación negativa entre el marmoleado y la ternura ($r = -0.49$, $P < 0.05$)⁽²³⁾. Sin embargo, la diferencia en el porcentaje de grasa intramuscular entre MC y H observada en el presente estudio no parece ser suficiente para producir un efecto significativo sobre la ternura objetiva. Este resultado concuerda con los valores de fibrosidad más bajos en MC que H, como lo indican los atributos visuales y texturales y el coeficiente de Pearson.

El sabor y la palatabilidad de la carne dependen en gran medida de la cantidad total de grasa y del perfil de ácidos grasos⁽²⁴⁾. Por lo tanto, el nivel de GIM encontrado en MC con respecto a H, así como algunas diferencias en el perfil de ácidos grasos, serían responsables de las diferencias en el sabor y las características del olor de la carne de cerdo observadas en el presente estudio. De manera similar, otros autores encontraron que la carne de MC tuvo mayor puntaje de sabor que la carne de muestras de H^(7,25). La correlación significativa entre el contenido de grasa intramuscular y la PS o SC observada en el presente estudio apoya la hipótesis de que la composición de la grasa intramuscular y los atributos de sabor podrían estar relacionados.

El perfil de ácidos grasos de la carne de cerdo es un factor importante para varias propiedades sensoriales, como el sabor y la firmeza de los tejidos⁽²⁶⁾. El sabor de la carne de cerdo está directamente asociado a la oxidación lipídica que ocurre durante el procedimiento de cocción⁽²⁶⁾, generando un perfil característico de compuestos volátiles. Las diferencias en algunos ácidos grasos poliinsaturados individuales observadas en el presente estudio podrían conducir a diferencias en la percepción de los compuestos de sabor por parte del panel sensorial. No obstante, estas diferencias fueron muy pequeñas y deben confirmarse en estudios posteriores. La proporción de ácidos grasos monoinsaturados se correlacionó positivamente con el sabor característico y su persistencia⁽²⁷⁾. Además, como era de esperar, una mayor proporción de algunos ácidos grasos poliinsaturados individuales o totales parece contribuir negativamente a los atributos de olor y sabor, pero positivamente a los atributos texturales en la carne de hembras⁽²⁷⁾.

Conclusiones e implicaciones

La carne de MC quirúrgicamente y H enteras de cerdos mestizos argentinos “Degesa” (Yorkshire 25% x Landrace 75%) presentó algunos rasgos de calidad diferenciales en el músculo *Longissimus lumborum*. Los MC parecen tener mejores características

colorimétricas y sensoriales que las H. Las principales diferencias observadas entre sexos se relacionaron con una mayor cantidad de contenido de grasa intramuscular en la carne de MC. Este resultado implica que el sexo de los animales debe tenerse en cuenta a la hora de producir cortes o productos cárnicos con determinadas características de calidad. Esto significa que la categoría de carne de cerdo argentina podría diferenciarse por la calidad de la carne según el sexo. Serían necesarios más estudios con un mayor número de animales para corroborar estos hallazgos.

Agradecimientos y conflicto de intereses

Esta investigación fue financiada por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina y el Consejo de Investigaciones de la Universidad Católica de Salta, Argentina (UCASAL) (RR N° 694/2012, 1294/2015). Certificamos que no existe conflicto de intereses.

Literatura citada:

1. MAGyP. Ministerio de agricultura ganadería y pesca de la nación. 2022. Resultados económicos ganadero. Boletín Porcino. <http://www.minagri.gob.ar/sitio/areas/porcinos/estadistica/Consultado> 13 Mar, 2023.
2. Auqui Silvera SM. Estrategias productivas y alimentarias para mejorar la calidad de la canal y de la carne de chato Murciano. Universidad de Murcia, Facultad de Veterinaria. 2014:221.
3. Medel P, Fuentetaja A. Efecto del perfil genético, del sexo, del peso al sacrificio y de la alimentación sobre la productividad y la calidad de la canal y de la carne de cerdos grasos. 16ºCurso de especialización FEDNA. Madrid. España 2001:1-25.
4. Gispert M, Oliver MA, Velarde A, Suarez P, Pérez J, Furnols M. Carcass and meat quality characteristics of immunocastrated male, surgically castrated male, entire male and female pigs. *Meat Sci* 2010;(84):120–127.
5. Trefan L. Development of empirical models for pork quality [Doctoral thesis]. Edinburgh: University of Edinburgh; 2011.
6. Trefan L, Doeschl-Wilson A, Rooke JA, Blom-Hansen J, Terlouw C, Bünger L. Meta-analysis of the effects of gender in combination with carcass weight and breed on pork. *J Anim Sci* 2013;(91):1480-1492.
7. D'Souza DN, Mullan BP. The effect of genotype, sex and management strategy on eating quality of pork. *Meat Sci* 2002;(60):95–101.

8. Piao JR, Tian JZ, Kim BG, Choi YI, Kim YY, Han IK. Effects of sex and market weight on performance, carcass characteristics and pork quality of market hogs. *Asian–Austr J Anim Sci* 2004;(17):1452–1458.
9. Caldara FR, Moi M, Dos Santos LS, de Lima Almeida Paz IC, Garcia RG, de Alencar Nääs I, Fernandes ARM. Carcass characteristics and qualitative attributes of pork from immunocastrated animals. *Asian-Austr J Anim Sci* 2013;(26):1630-1636.
10. AMSA. American Meat Science Association. Sensory evaluation and instrumental tenderness measurement of fresh meat. In: *Research guidelines for cookery*. Meat Am Sci Ass Nat Livestock and Meat Board. Chicago, IL. 1995.
11. Cross HR, West RL, Dutso TR. Comparison of methods for measuring sarcomere length in beef semitendinosus muscle. *Meat Sci* 1981;(5):261–269.
12. Park PW, Goins RE. *In situ* preparation of fatty acid methyl esters for analysis of fatty acid composition in foods. *J Food Sci* 1994;(59):1262–1266.
13. ISO5496: Sensory Analysis - Methodology Initiation and training of assessors in detection-recognition of odours. 1992.
14. ISO 4121: Sensory Analysis - Methodology - Evaluation of products by methods using scales. 1987.
15. ISO8586-1: Sensory Analysis - General guidance for the selection, training and monitoring of assessors. Part 1: Selected assessors.1993.
16. ISO11036: Sensory Analysis. Methodology, Texture Profile. 1994.
17. Boler DD, Puls CL, Clark DL, Ellis M, Schroeder AL, Matzat PD, *et al*. Effects of immunological castration (Improvest) on changes in dressing percentage and carcass characteristics of finishing pigs. *J Anim Sci* 2014;(92):359–368.
18. Alonso V, Campo MM, Español S, Roncales P. Beltrán JA. Effect of crossbreed and gender on meat quality and fatty acid composition in pork. *Meat Sci* 2009;(81):209-217.
19. Ngapo TM, Riendeau L, Laberge C, Fortin J. Marbling and ageing — Part 1. Sensory quality of pork. *Food Res Intern* 2012;(49):396–405.
20. Muhlisin P, Lee SJ, Lee JK, Lee SK. Effects of crossbreeding and gender on the carcass traits and meat quality of Korean Native Black Pig and Duroc crossbred. *Asian-Austr J Anim Sci* 2014;(27):1019–1025.
21. Scheffler TL, Scheffler JM, Kasten SC, Sosnicki AA, Gerrard DE. High glycolytic potential does not predict low ultimate pH in pork. *Meat Sci* 2013;(95):85-91.

22. Wheeler TL, Shackelford SD, Koohmaraie M. Variation in proteolysis, sarcomere length, collagen content, and tenderness among major pork muscles. *J Anim Sci* 2000;(78): 958–965.
23. Noidad S, Limsupavanich R, Suwonsichon S, Chaosap C. Effect of visual marbling levels in pork loins on meat quality and Thai consumer acceptance and purchase intent. *Asian-Australas J Anim Sci* 2019;(32):1923-1932.
24. Calkins CR, Hodgen JM. A fresh look at meat flavor. *Meat Sci* 2007;77(1):63-80.
25. Furnols MFI, González J, Gispert M, Oliver MA, Hortós M, Pérez J, Suárez P, Guerrero L. Sensory characterization of meat from pigs vaccinated against gonadotropin releasing factor compared to meat from surgically castrated, entire male and female pigs. *Meat Sci* 2009;83(3):438-442.
26. Wood JD, Richardson RI, Nute GR, Fisher AV, Campo MM, Kasapidou E, Sheard PR, Enser M. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Sci* 2004;66(1):21-32.
27. Cameron ND, Enser M. Fatty acid composition of lipid in *Longissimus dorsi* muscle of Duroc and British Landrace pigs and its relationship with eating quality. *Meat Sci* 1991;(29): 295-307.