

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO, CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y CALIDAD DE LA CARNE DE CERDOS INMUNOCASTRADOS A DIFERENTE EDAD

Ricardo Gallegos-Lara, Alma Delia Alarcón-Rojo, Iván Adrián García-Galicia, José Guadalupe Gamboa-Alvarado y Eduardo Santellano-Estrada

RESUMEN

La inmunocastración en cerdos permite aprovechar las ventajas productivas de los machos enteros. Con el objetivo de evaluar el comportamiento productivo, características de la canal y calidad de carne de cerdos inmunocastrados se utilizaron 40 lechones enteros, 20 sometidos a inmunocastración temprana (ITEM) y 20 a inmunocastración tardía (ITAR). El comportamiento productivo y las características de la canal no mostraron diferencias ($P>0,05$) entre tratamientos, excepto el largo del jamón (LJ) y la circunferencia del tarso que fueron menores ($p<0,05$) en cerdos con ITEM, posiblemente por disminución del nivel sanguíneo de testosterona después de la primera inmunización. Las lesiones cutáneas

fueron mayores a las reportadas debido al transporte en grupos no familiarizados pertenecientes al mismo tratamiento. La circunferencia del jamón fue menor a lo reportado en cerdos castrados debido a su mayor engrasamiento. Las características fisicoquímicas y tecnológicas de la carne fueron similares ($P>0,05$) entre tratamientos. El comportamiento productivo en cerdos con ITEM e ITAR es superior al reportado en cerdos castrados quirúrgicamente y generan carne de aceptable calidad fisicoquímica y tecnológica. Sin embargo, la ITAR permitirá a los productores de cerdos obtener canales con mayor LJ, el cual representa uno de los cortes primarios de mayor valor económico.

Introducción

El olor sexual en carne de cerdo se refiere a un olor o sabor ofensivo que se manifiesta frecuentemente durante la cocción o el consumo de la misma o de sus productos. Este olor está presente en carne de cerdos machos sin castrar que han alcanzado la pubertad, por lo que está relacionado con la secreción de hormonas masculinas. Se le considera un defecto sensorial que disminuye su aceptación por el consumidor.

La inmunocastración es una alternativa a la castración quirúrgica que permite obtener carne libre de esta condición (Brunius *et al.*, 2011). La

importancia de su práctica en la industria porcina es la posibilidad de aprovechar las ventajas productivas de machos enteros (Dunsha *et al.*, 2001). La inmunocastración consiste en suprimir la función testicular mediante vacunación contra el factor liberador de gonadotropinas o GnRH (Brunius *et al.*, 2011). Esta técnica promueve el bienestar animal (Thun *et al.*, 2006) y elimina las potenciales desventajas de la castración quirúrgica, como una mayor incidencia de inflamaciones crónicas, una menor velocidad de crecimiento durante el amamantamiento (Zamaratskaia *et al.*, 2008a) y un mayor engrasamiento en

etapas *post* destete (Campbell y Taverner, 1988; Fàbrega *et al.*, 2010). La tendencia en diversos países a limitar la castración quirúrgica (Zamaratskaia *et al.*, 2008a) ha estimulado la búsqueda de opciones para controlar el olor sexual de la carne en la industria porcina (Lundstrom y Zamaratskaia, 2006). A la fecha, la inmunocastración ha sido aprobada en más de 50 países, incluyendo Australia, Nueva Zelanda, Brasil, México, Suiza y recientemente en los EEUU (Gispert *et al.*, 2010) y en varios países se ha estudiado el efecto de la inmunocastración estándar (a las 16-20 semanas de edad) sobre comportamiento

productivo y características de la canal (Pauly *et al.*, 2009; Gispert *et al.*, 2010; Skrlep *et al.*, 2010b; Font i Furnols *et al.*, 2012). Sin embargo, los resultados son inconsistentes, aparentemente debido a diferencias en el método de inmunocastración, peso al sacrificio y otras condiciones experimentales.

El efecto de la edad a la cual se inmunocastra a los cerdos se ha evaluado en cuanto a función y tamaño de órganos reproductores, producción de hormonas esteroideas (Einarsson *et al.*, 2011; Kubale *et al.*, 2012) y producción de olor sexual (Brunius *et al.*, 2011). Los cerdos inmunocastrados a edades

PALABRAS CLAVE / Calidad de Canal / Características Productivas / Cerdos / Inhibición de GnRH / Inmunocastración /

Recibido: 06/08/2014. Modificado: 26/06/2015. Aceptado: 29/06/2015.

Ricardo Gallegos-Lara. Licenciado en Zootecnia, Universidad del Mar, México. Maestría en Ciencias, Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), México. Profesional en industria privada. e-mail: richar786@hotmail.com

Alma Delia Alarcón-Rojo. Ingeniera Química en Alimentos, UACH, México. M.Sc., Nottingham University, RU.

Ph.D., Bristol University, RU. Profesora-Investigadora, UACH, México. Dirección: Laboratorio de Bioquímica, Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH. Perif. Francisco R. Almada km 1. Chihuahua, Chih., México, 31453. e-mail: aalarcon@uach.mx

Iván Adrián García-Galicia. Médico Veterinario Zootecnista, Universidad Nacional Autónoma de México. M.C., UACH,

México. Ph.D., Bristol University, RU. Profesor-Investigador, UACH, México. e-mail: igarciag@uach.mx

José Guadalupe Gamboa-Alvarado. Médico Veterinario Zootecnista, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México. M.C. y Doctor en Producción Animal, UACH, México. Profesor-Investigador, Universidad del Mar, México.

e-mail: alvarado@zicatelamar.mx

Eduardo Santellano-Estrada. Ingeniero Agrónomo Zootecnista, UACH, México. M.C. en Producción Animal Tropical, Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. Doctor en Recursos Genéticos y Productividad, COLPOS, México. Profesor-Investigador, UACH, México. e-mail: esantellano@uach.mx

PRODUCTIVE PERFORMANCE, CARCASS AND MEAT QUALITY OF PIGS IMMUNOCASTRATED AT DIFFERENT AGE

Ricardo Gallegos-Lara, Alma Delia Alarcón-Rojo, Iván Adrián García-Galicia, José Guadalupe Gamboa-Alvarado and Eduardo Santellano-Estrada

SUMMARY

Immunocastration on pigs leverages the productivity advantages of intact males. In order to evaluate the productive performance, carcass characteristics and meat quality of immunocastrated pigs, 40 intact piglets were used. Twenty of them underwent early immunocastration (ITEM) and the rest twenty late immunocastration (ITAR). Growth performance and carcass characteristics did not differ between groups ($p>0.05$), except for ham length (LJ) and tarsus circumference, which were smaller in ITEM pigs ($p<0.05$), possibly due to lower levels of testosterone on blood after the first immunization. Skin lesions were

higher than the reported by others due to transport of non-familiarized groups belonging to the same treatment. Ham circumference was smaller than reported in castrated pigs due probably to their higher fat cover. Physicochemical and technological properties of the meat were similar between groups ($P>0.05$). Growth performance in pigs with ITEM and ITAR was higher than reported in surgically castrated pigs and meat had acceptable physicochemical and technological quality. However, ITAR would allow pig producers get carcasses with a longer ham, which is one of the primal cuts of higher economic value.

COMPORTAMENTO PRODUTIVO, CARACTERÍSTICAS DA CARÇAÇA E QUALIDADE DA CARNE DE SUÍNOS IMUNOCASTRADOS EM DIFERENTES IDADES

Ricardo Gallegos-Lara, Alma Delia Alarcón-Rojo, Iván Adrián García-Galicia, José Guadalupe Gamboa-Alvarado e Eduardo Santellano-Estrada

RESUMO

A imunocastração em suínos permite aproveitar as vantagens produtivas dos machos inteiros. Com o objetivo de avaliar o comportamento produtivo, características da carcaça e qualidade de carne de suínos imunocastrados, foram utilizados 40 leitões inteiros, 20 submetidos à imunocastração precoce (IPRE) e 20 a imunocastração tardia (ITAR). O comportamento produtivo e as características da carcaça não mostraram diferenças ($P>0,05$) entre tratamentos, exceto ao comprimento do presunto (CP) e a circunferência do tarso que foram menores ($p<0,05$) em porcos com IPRE, possivelmente por diminuição do nível sanguíneo de testosterona depois da primeira imunização. As lesões cutâneas

foram maiores às relatadas devido ao transporte em grupos não familiarizados pertencentes ao mesmo tratamento. A circunferência do presunto foi menor ao relatado em porcos castrados devido a sua maior espessura de gordura. As características físico-químicas e tecnológicas da carne foram similares ($P>0,05$) entre tratamentos. O comportamento produtivo em porcos com IPRE e ITAR é superior ao relatado em porcos castrados cirurgicamente e geram carne de aceitável qualidade físico-química e tecnológica. No entanto, a ITAR permitirá aos produtores de suínos obterem carcaças com maior CP, o qual representa um dos cortes primários de maior valor econômico.

tempranas (10-14 semanas) presentan testículos y túbulos seminales con tamaños menores y disrupción funcional marcada comparados con la vacunación estándar (16-20 semanas). La producción de estradiol, eskatol y androsterona son similares a los niveles en cerdos quirúrgicamente castrados o con inmunización estándar, y por lo tanto el olor sexual también es reducido solo con respecto a machos enteros. Los niveles de testosterona en plasma son marcadamente reducidos en cerdos tempranamente inmunizados, con respecto a los tardíos. A pesar de estos resultados, son pocos los estudios enfocados a evaluar el efecto de la edad de la inmunocastración sobre la calidad físicoquímica y tecnológica de la carne de cerdos inmunocastrados (Pauly *et al.*, 2009).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el

comportamiento produtivo, características de la canal y calidad de la carne de cerdos inmunocastrados a diferentes edades. Los resultados permitirán a los productores de cerdos mejorar el comportamiento produtivo y las características de la canal en respuesta a las exigencias de la industria procesadora y satisfacer la demanda de calidad de carne por parte del consumidor.

Materiales y Métodos

Se utilizaron 40 lechones (N=40) enteros línea terminal Génétiporc de cinco semanas de edad, seleccionados al azar de un total de 80 lechones homogéneos. Los lechones fueron asignados al azar a dos tratamientos: inmunocastración TEMprana (ITEM, n=20) e inmunocastración TARDía (ITAR, n=20). La inmunocastración consistió en vacunar en dos ocasiones con

400µg de un GnRH sintético (Improvac[®], Pfizer Animal Health). A los lechones del grupo ITEM se aplicó la primera y segunda vacunación en la semana 10 y 19 de edad, respectivamente, mientras que a los lechones en ITAR las vacunaciones se realizaron en las semanas 15 y 19 de edad respectivamente. Los lechones fueron alojados por tratamiento en corraletas con densidad de 0,25m² por lechón. Al cumplir las 12 semanas de edad, los animales fueron alojados en grupos familiarizados en corrales de engorde con densidad de 1,89m² por cerdo. Los animales recibieron un régimen alimenticio *ad libitum* con dietas formuladas según los requerimientos nutricionales recomendados (NRC, 1998). Para evaluar las características de la canal y calidad de la carne se seleccionaron aleatoriamente 13 cerdos de cada

tratamiento. El sacrificio se realizó en bloques a partir de la semana 23,5 a la 25 de edad, iniciando con los animales más pesados. Los bloques estuvieron integrados por la misma proporción de cerdos de diferente tratamiento y éstos fueron pesados previo al envío a rastro. El traslado tuvo una duración de ~40 min y se realizó en grupos no familiarizados pertenecientes al mismo tratamiento. El tiempo de descanso *ante mortem* duró de 10 a 11h. El sacrificio se realizó siguiendo los procedimientos internacionalmente recomendados. Los cerdos recibieron insensibilización eléctrica por 4s y tiempo entre insensibilización y corte para desangrado de 7 ±2s, desangrado (5 ±1min) vertical y escaldado (3 ±1min) a temperatura de 65 a 66°C. El depilado, flameado, eviscerado y lavado tuvo duración de 8 ±1min y el tiempo

transcurrido desde el aturdimiento hasta el lavado de la canal fue de 20 ± 1 min.

Comportamiento productivo y características de la canal

El comportamiento productivo se evaluó de la semana 5 a la 23 de edad. Se registró semanalmente el peso vivo (PV) individual de los cerdos y el consumo de alimento por tratamiento, y se calculó la conversión alimenticia (CA) y la ganancia diaria de peso (GDP) para el periodo de estudio completo. Las características de la canal, excepto aquellas asociadas a los testículos y glándulas accesorias, fueron evaluadas a los 45 min *post mortem* en la media canal izquierda (Peinado *et al.*, 2008). Los testículos fueron retirados de la canal en la línea de sacrificio para determinar el peso testicular total (PTT) con epidídimos y la longitud testicular (LT). Los epidídimos y las glándulas bulbo uretrales fueron disecados para determinar separadamente los pesos promedio y la longitud promedio de las glándulas bulbo uretrales. Se registró el peso (PCC) y el rendimiento de la canal caliente (RCC). El número de lesiones cutáneas (LES) se determinó de acuerdo al procedimiento descrito en MLC (1985). El largo de la canal (LC), y el largo del jamón (LJ) y su circunferencia (CJ)

se registraron de según la metodología de Latorre *et al.* (2008). El espesor de grasa se midió tomando la medida mínima (EG1) y máxima (EG2) en el *Gluteus medius*; el largo de la pierna (LP), el largo de la mano (LM) y la circunferencia de la muñeca (CM) se determinaron según lo descrito por Peinado *et al.* (2004). Además se registró el largo (LT) y la circunferencia del tarso (CT) siguiendo la metodología de Serrano *et al.* (2008).

Calidad de la carne

Las mediciones de la calidad de la carne se realizaron por triplicado en el músculo *Semimembranosus* de la media canal izquierda. Se registró el pH y temperatura a los 45 min y 24 h *post mortem* con un potenciómetro de punción (Hanna modelo HI 99163) y un termómetro con electrodo de punción (Eco Temp AET 810-950). A las 24 h *post mortem* se determinó el valor de luminosidad (L^*) con un colorímetro (Konica Minolta CM-2002) utilizando el método propuesto por Garrido *et al.* (1994). Se determinó la capacidad de retención de agua (CRA) a las 24 h *post mortem* mediante la técnica de Grau y Hamm (1953) modificada por Boakye y Mittal (1993), y la pérdida de agua por goteo (PG) de acuerdo a lo descrito por Honikel y Kim (1986).

Análisis estadístico

Se llevó a cabo un análisis con medidas repetidas para las variables tomadas en diferentes momentos del crecimiento. El modelo estadístico para el comportamiento productivo fue un diseño completamente aleatorizado. Se consideró el peso inicial como covariable, ya que presentó efecto sobre variables de la canal ($p < 0,05$); no así el peso final ($p > 0,05$). El efecto de tratamiento a través del tiempo se analizó con el procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS (2010). La comparación de medias a través del tiempo se realizó mediante contrastes ortogonales (CONTRAST). El modelo estadístico para las características de la canal y calidad de la carne fue un diseño de bloques completamente aleatorizados, el criterio de bloque fueron días de evaluación (130, 132, 134, 137 y 140 días) durante el comportamiento productivo y se consideró la covariable del modelo anterior. Los resultados se analizaron con el procedimiento GLM del mismo paquete y se utilizó la instrucción LSMEANS para la comparación de medias.

Resultados y Discusión

Comportamiento productivo y características de la canal

El PV no mostró diferencia ($P > 0,05$) por efecto del tratamiento a través del tiempo (Figura 1). La GDP y CA fueron similares ($P > 0,05$) en

cerdos con ITEM e ITAR (Tabla I). En estudios recientes donde se evalúa la inmunocastración (Zamaratskaia *et al.*, 2008a; Fàbrega *et al.*, 2010) se reporta que los cerdos inmunocastrados (IM) modifican su comportamiento productivo de machos enteros al de cerdos castrados quirúrgicamente (CQ) después de la segunda inmunización. Esto debido al rápido incremento de los títulos de anticuerpos contra el GnRH luego de la segunda vacunación (Jaros *et al.*, 2005; Brunius *et al.*, 2011). Por ello, una inmunización temprana no afecta el comportamiento productivo en cerdos inmunocastrados, tal como se observó en el presente estudio. El PV a las 23 semanas de edad en este estudio fue mayor al observado por Dunshea *et al.* (2001) en cerdos con ITAR (98,3kg); asimismo, la CA fue mejor a las reportadas por estos autores (3,05) y por Fàbrega *et al.* (2010) en cerdos con ITEM (2,51). Esto representa un incremento en la eficiencia alimenticia de 23,61 y 7,17% que puede deberse a diferencias genéticas. Las características testiculares y de las glándulas accesorias no mostraron diferencia ($P > 0,05$) entre tratamientos (Tabla I). El peso y largo de los testículos, epidídimos y glándulas bulbo-uretrales fueron menores a los reportados en machos enteros en estudios previos (Turkstra *et al.*, 2002; Einarsson *et al.*, 2011). Esto puede deberse a que la inmunocastración disminuye el peso y talla de

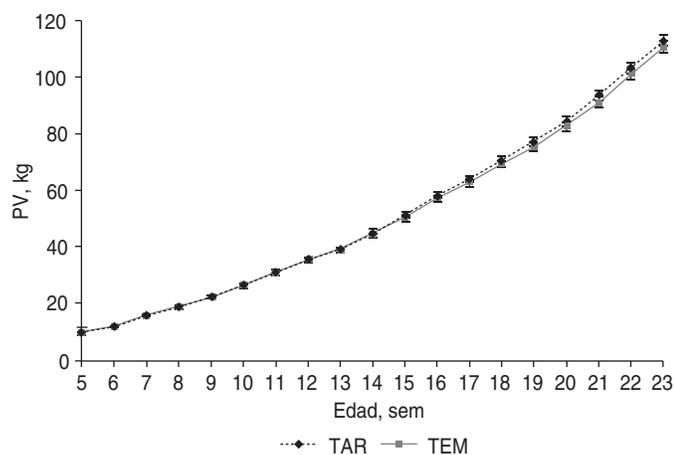


Figura 1. Evolución del peso vivo en cerdos con inmunocastración temprana o tardía.

TABLA I
PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y CARACTERÍSTICAS
AL SACRIFICIO (\pm ERROR ESTÁNDAR) DE TESTÍCULOS
Y GLÁNDULAS ACCESORIAS DE CERDOS
INMUNOCASTRADOS A DIFERENTE EDAD

Característica	Inmunocastración		P
	Temprana	Tardía	
Ganancia diaria de peso (kg)	0,803 \pm 0,018	0,812 \pm 0,017	0,103
Conversión alimenticia	2,34 \pm 0,05	2,32 \pm 0,05	0,156
Peso testicular con epidídimos (g)	239,49 \pm 38,37	252,47 \pm 37,43	0,804
Rendimiento testicular ¹ (%)	0,251 \pm 0,038	0,255 \pm 0,037	0,945
Longitud testicular (cm)	8,19 \pm 0,40	8,20 \pm 0,39	0,982
Peso del epidídimo (g)	26,05 \pm 2,83	27,08 \pm 2,76	0,790
Peso de glándula bulbo-uretral (g)	14,58 \pm 2,99	18,59 \pm 2,91	0,331
Largo de glándula bulbo-uretral (cm)	7,38 \pm 0,40	7,73 \pm 0,39	0,513

¹ Respecto al peso de la canal caliente.

testículos y glándulas accesorias (Zamaratskaia *et al.* 2008b). El PTT fue similar al observado por Jaros *et al.* (2005), Skrlep *et al.* (2010b) y Brunius *et al.* (2011) en cerdos con ITAR. Diferencias encontradas con otro estudio (Gispert *et al.*, 2010) se asocian a diferencias en el peso al sacrificio (PSAC). Dunshea *et al.* (2001) reportaron que un PTT de 350g en cerdos IM con edad a sacrificio de 23 semanas indica una inmunocastración efectiva y carne libre de olor sexual. El total de cerdos presentó PTT menor a 350g, por lo que la ITEM e ITAR permitieron obtener carne libre de este defecto sensorial. El rendimiento testicular fue similar a lo reportado por Gispert *et al.* (2010) en cerdos IM (0,25%). Las características de la canal no mostraron diferencias ($P>0,05$) entre tratamientos (Tabla II), excepto el LJ y CT ($P<0,05$). El PSAC, PCC y

RCC fueron similares a lo observado en cerdos IM sacrificados a la edad de 26 semanas, condición que podría reflejar similitud genética con los cerdos utilizados por Gispert *et al.* (2010). Sin embargo, el RCC fue menor al observado por Dunshea *et al.* (2001) en cerdos CQ (80,76%). Este comportamiento puede estar relacionado con la mayor GDP durante el período de finalización en cerdos IM, característica responsable de un mayor contenido intestinal y menor RCC (Pauly *et al.*, 2009). Las LES estuvieron presentes en todas las canales y su número fue mayor al reportado por Fábrega *et al.* (2010) en cerdos IM (4,05). La incidencia de LES en un estudio previo fue sólo de 4% (Dunshea *et al.*, 2001). Estas diferencias pueden deberse al transporte y alojamiento *antemortem* en grupos familiarizados empleado en ambas investigaciones. Sin

embargo, la mezcla de cerdos no familiarizados pertenecientes al mismo tratamiento realizado en el presente estudio se acerca más a las condiciones trabajo de estas operaciones.

Los EG1 y EG2 fueron menores a los reportados en otros estudios con cerdos CQ (Peinado *et al.*, 2004, 2008), probablemente por la diferencia inherente de engrasamiento entre razas porcinas, o quizá debido al marcado efecto de la IM disminuyendo el espesor de grasa en diferentes puntos de la canal (Gispert *et al.*, 2010).

El LJ y CT fueron mayores ($P<0,05$) en cerdos con ITAR. Este comportamiento puede estar asociado al incremento de los títulos de anticuerpos contra GnRH ($>1,200$ U/ml) ocho semanas después de la primera aplicación de Improvac® en cerdos con respuesta temprana a la inmunocastración (Brunius *et al.*, 2011). Este acontecimiento es acompañado de una disminución del nivel sanguíneo de testosterona (Turkstra *et al.*, 2002; Einarsson, 2006; Kubale *et al.*, 2012), condición que favorece el cese temprano del efecto positivo de la testosterona sobre el crecimiento. La CJ fue menor a la reportada (Peinado *et al.*, 2004; Galián *et al.*, 2007) en cerdo Chato Murciano (73,94cm) probablemente por su mayor espesor de grasa en diferentes puntos de la canal, como en el *Gluteus medius*, condición que es explicada por la tendencia de engrasamiento característica de la raza y mayor edad para alcanzar el peso al sacrificio de los cerdos de líneas comerciales (Tibau *et al.*, 1997). El LT, CT, LM y CM fueron similares a los observados por Peinado *et al.* (2004) y Galián *et al.* (2009). El

EG1, el EG2 y la CJ mostraron diferencias por efecto ($P<0,05$) de los días en evaluación (Tabla III). Estos resultados coinciden con lo esperado, ya que los cerdos más pesados fueron enviados a rastro anticipadamente, por ello resultaron con mayor cobertura de grasa en el *Gluteus medius* y mayor CJ.

Calidad de la carne

Las características de calidad de la carne fueron similares ($P>0,05$) en cerdos con ITEM e ITAR (Tabla IV). El pH a los 45min (pH_{45}) *post mortem* corresponde al reportado (Peinado *et al.*, 2009; Gispert *et al.*, 2010) en músculo *Semimembranosus* de cerdos IM (6,33) y CQ (6,34). Sin embargo, a las 24h el pH *post mortem* (pH_{24}) fue mayor al reportado en otros estudios con cerdos IM (5,47-5,62; Peinado *et al.*, 2009; Gispert *et al.*, 2010; Skrlep *et al.* 2010a), aunque similar a lo reportado en cerdos CQ (5,76; Alarcón *et al.*, 2006). Ambos valores de pH se encontraron dentro de los valores normales (Hendrick *et al.*, 1994) y no son responsables de producir carne pálida, suave y exudativa (Peinado *et al.*, 2004). Alarcón *et al.* (2006) reportaron menor temperatura a los 45min (T_{45}) *post mortem* (36,8°C) y mayor temperatura a las 24h (T_{24}) *post mortem* (10,6°C) en cerdos CQ, probablemente porque en el presente experimento se usaron temperaturas mayores de escaldado (62,0°C) y menores de almacenamiento (6°C). La L^* fue menor a la reportada en trabajos recientes (Galián *et al.*, 2009; Skrlep *et al.*, 2010a) en el músculo *Semimembranosus* (49,6 y 49,2). Por el contrario, la L^* fue similar a la observada por Peinado *et al.* (2004) en el músculo *Gracillis* (36,9) con pH_{45} (6,25) y pH_{24} (5,70), cercano al encontrado en el presente trabajo sin que represente una desventaja tecnológica. La CRA y la PG fueron similares en ambos grupos de cerdos ($P>0,05$). Estas características representan una ventaja para la industria al reflejar un mayor rendimiento debido a una mayor capacidad de la carne por retener sus propios líquidos. Juntos, los valores de

TABLA II
ARACTERÍSTICAS DE LA CANAL (\pm ERROR ESTÁNDAR)
DE CERDOS INMUNOCASTRADOS A DIFERENTE EDAD

Característica	Inmunocastración		P
	Temprana	Tardía	
Peso al sacrificio (kg)	120,43 \pm 2,18	124,76 \pm 2,12	0,120
Peso de canal caliente (kg)	94,55 \pm 1,93	98,58 \pm 1,88	0,137
Rendimiento (%)	78,54 \pm 0,39	78,99 \pm 0,38	0,406
Lesiones	16,93 \pm 3,14	15,49 \pm 3,06	0,736
Espesor de grasa ¹ (mm)			
menor (EG1)	1,27 \pm 0,05	1,25 \pm 0,05	0,712
mayor (EG2)	2,12 \pm 0,10	1,96 \pm 0,09	0,248
Largo de la canal (cm)	91,59 \pm 0,91	92,30 \pm 0,89	0,570
Largo de la pierna (cm)	55,25 \pm 0,64	53,92 \pm 0,63	0,141
Largo del jamón (cm)	40,67 \pm 0,43 b	41,77 \pm 0,42 a	0,049
Circunferencia del jamón (cm)	69,84 \pm 0,57	70,95 \pm 0,55	0,161
Largo del tarso (cm)	23,52 \pm 0,32	23,53 \pm 0,31	0,978
Circunferencia del tarso (cm)	18,26 \pm 0,17 b	18,57 \pm 0,16 a	0,181
Largo de la mano (cm)	33,05 \pm 0,41	33,02 \pm 0,40	0,959
Circunferencia de la muñeca (cm)	17,91 \pm 0,20	18,10 \pm 0,20	0,477

¹ Medida en el músculo *Gluteus medius*.

a,b: Medias con diferente literal en la misma fila son diferentes.

TABLA III
EFECTO DE LOS DÍAS DE EVALUACIÓN SOBRE EL ESPESOR DE GRASA
Y LA CIRCUNFERENCIA DEL JAMÓN EN CERDOS INMUNOCASTRADOS

Característica	Días de evaluación ¹					P
	130	132	134	137	140	
EG1 (mm)	1,65 \pm 0,06 a	1,36 \pm 0,09 b	1,15 \pm 0,11 bc	1,03 \pm 0,09 c	1,11 \pm 0,08 bc	<,0001
EG2 (mm)	2,44 \pm 0,10 a	2,17 \pm 0,16 ab	1,98 \pm 0,19 ab	1,81 \pm 0,16 b	1,80 \pm 0,15 b	<,0001
CJ (cm)	72,11 \pm 0,6 a	71,16 \pm 0,97 ab	70,61 \pm 1,12 ab	68,76 \pm 0,97 b	69,32 \pm 0,87 b	0,0417

¹ Desde las cinco semanas de edad al sacrificio.

EG1: espesor de grasa menor en el *Gluteus medius*, EG2: espesor de grasa mayor en el *Gluteus medius*, CJ: circunferencia del jamón.

a,b,c: Medias con diferente literal en la misma fila son diferentes.

TABLA IV
CARACTERÍSTICAS (± ERROR
ESTÁNDAR) DE LA CARNE DE
CERDOS INMUNOCASTRADOS A
DIFERENTE EDAD

Característica ¹	Inmunocastración		
	Temprana	Tardía	P
pH ₄₅	6,21 ±0,06	6,34 ±0,06	0,106
pH ₂₄	5,80 ±0,06	5,88 ±0,06	0,387
T ₄₅ (°C)	41,29 ±0,34	41,44 ±0,34	0,738
T ₂₄ (°C)	7,59 ±0,36	6,88 ±0,35	0,155
L*	37,46 ±1,17	35,13 ±1,14	0,156
CRA (%)	59,03 ±2,42	59,10 ± 2,36	0,934
PG (%)	3,43 ±0,24	3,42 ±0,24	0,974

¹ pH₄₅: pH a los 45 min *post mortem*, pH₂₄: pH a las 24h *post mortem*, T₄₅: temperatura a los 45min *post mortem*, T₂₄: temperatura a las 24h *post mortem*, L*: luminosidad, CRA: capacidad de retención de agua, PG; pérdida de agua por goteo.

pH, CRA y PG generalmente están relacionados con el manejo *ante mortem*, que al ser adecuado permite asegurar valores normales para estas características, tal como lo sugiere Teye *et al.* (2006). Por ello, se pueden encontrar valores diferentes en estudios con machos enteros (CRA= 42,41%, Alonso *et al.*, 2010), o con cerdos CQ (1,2-6,9%; Bee *et al.*, 2006; Peinado *et al.*, 2008, 2012) debido posiblemente al efecto genético y al tratamiento *ante-mortem*.

Conclusiones

La ITEM e ITAR generan el mismo comportamiento productivo y características de la canal en cerdos, excepto para el largo de jamón y circunferencia torácica que son menores en cerdos con ITEM por disminución temprana del nivel sanguíneo de testosterona y cese de su efecto positivo sobre el crecimiento. La inmunocastración genera carne de aceptable calidad fisicoquímica y tecnológica, sin mostrar diferencias entre ITEM e ITAR. Sin embargo, la ITAR permitirá a los productores de cerdos obtener canales con mayor largo de jamón, el cual representa uno de los cortes primarios de mayor valor económico.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al personal del Rancho San Javier S.A. de C.V., particularmente a

José Fausto Rodríguez Hernández, por las facilidades brindadas para la realización de este estudio.

REFERENCIAS

- Alarcón RAD, Gamboa AJG, Rodríguez AFA, Grado AJA, Janacua VH (2006) Efecto de variables críticas del sacrificio sobre las propiedades fisicoquímicas de la carne de cerdo. *Téc. Pec. Méx.* 44: 53-66.
- Alonso V, Campo MM, Provincial L, Roncalés P, Beltrán JA (2010) Effect of protein level in commercial diets on pork meat quality. *Meat Sci.* 85: 7-14.
- Bee G, Biolley C, Guex G, Herzog W, Lonergan SM, Huff-Lonergan E (2006) Effects of available dietary carbohydrate and pre-slaughter treatment on glycolytic potential, protein degradation, and quality traits of pigs muscle. *J. Anim. Sci.* 84: 191-203.
- Boakye JR, Mittal GS (1993) Changes in pH and water holding properties of *Longissimus dorsi* during beef ageing. *Meat Sci.* 34: 335-349.
- Brunius C, Zamaratskaia G, Andersson K, Chen G, Norrby M, Madej A, Lundstrom K (2011) Early immunocastration of male pigs with Improvac® -Effect on boar taint, hormones and reproductive organs. *Vaccine* 29: 9514-9520.
- Campbell RG, Taverner MR (1988) Genotype and sex effects on the relationship between energy intake and protein deposition in growing pigs. *J. Anim. Sci.* 66: 676-686.
- Dunsha FR, Colantoni C, Howard K, Mccauley I, Jackson P, Long KA, Lopaticki S, Nugent EA, Simons JA, Walker J, Hennessy DP (2001) Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance. *J. Anim. Sci.* 79: 2524-2535.
- Einarsson S (2006) Vaccination against GnRH: pros and cons. *Acta Vet. Scand.* 48: S10.
- Einarsson S, Brunuis C, Wallgren M, Lundstrom K, Andersson K, Zamaratskaia G, Rodríguez-Martínez H (2011) Effects of early vaccination with Improvac® on the development and function of reproductive organs of male pigs. *Animal Reprod. Sci.* 127: 50-55.
- Fàbrega E, Velarde A, Cros J, Gispert M, Suárez P, Tibau J, Soler J (2010) Effect of vaccination against gonadotrophin-releasing hormone, using Improvac®, on growth performance, body composition, behaviour and acute phase proteins. *Livest. Sci.* 132: 53-59.
- Font I, Furnols M, Gispert M, Soler J, Diaz M, Garcia-Regueiro JA, Diaz I, Pearce MC (2012) Effect of vaccination against gonadotrophin-releasing on growth performance, carcass, meat and fat quality of male Duroc pigs for dry-cured ham production. *Meat Sci.* 91: 148-154.
- Galián M, Peinado B, Martínez C, Periago MJ, Ros G, Poto A (2007) Comparative study of the characteristics of the carcass and the meat of the Chato Murciano pig and its cross with Iberian pig, reared indoors. *Anim. Sci. J.* 78: 659-667.
- Galián M, Poto A, Peinado B (2009) Carcass and meat quality traits of the Chato Murciano pigs slaughtered at different weights. *Livest. Sci.* 124: 314-320.
- Garrido MD, Bañón S, Pedauyè J, Laencina J (1994) Objective meat quality measurements of ham: a practical classification method on the slaughter line. *Meat Sci.* 37: 421-428.
- Gispert M, Oliver MA, Velarde A, Suarez P, Pérez J, Font I, Furnols M (2010) Carcass and meat quality characteristics of immunocastrated male, surgically castrated male, entire male and female pig. *Meat Sci.* 85: 664-670.
- Grau R, Hamm R (1953) Eine einfache methode zur bestimmung der wasserbindung im mukel. *Naturwissenschaften* 40: 29-31.
- Hendrick HB, Aberle ED, Forrest JC, Judge MD, Merkel RA (1994) *Principles of Meat Science*. 3^a ed. Kendall Hunt. Dubuque, IO, EEUU. pp. 115-117.
- Honikel KO, Kim CJ (1986) Causes of the development of PSE pork. *Fleischwirtsch.* 66: 349-351.
- Jaros P, Burgi E, Stark KDC, Claus R, Hennessy D, Thun R (2005) Effect of active immunization against GnRH on androstenone concentration, growth performance and carcass quality in intact male pigs. *Livest. Prod. Sci.* 92: 31-38.
- Kubale V, Batorek N, Skrlep M, Prunier A, Bonneau M, Fazarinc G, Candek-Potokar M (2012) Steroid hormones, boar taint compounds, and reproductive organs in pigs according to the delay between immunocastration and slaughter. *Theriogenology* 79: 69-80.
- Latorre MA, García-Belenguer E, Ariño L (2008) The effects of sex and slaughter weight on growth performance and carcass traits of pigs intended for dry-cured ham from Teruel (Spain). *J. Anim. Sci.* 86: 1933-1942.
- Lundstrom K, Zamaratskaia G (2006) Moving towards taint free pork-alternatives to the surgical castration. *Acta Vet. Scand.* 48: S13.
- MLC (1985) *Concern at Rindside Damage in Pigs*. Meat and Marketing Technical Notes N° 4. Meat and Livestock Commission. Bletchley, RU. pp. 14-16.
- NRC (1998). *Nutrient Requirements of Swine*. 10^a ed. The National Academies Press. Washington, DC, EEUU. pp. 92-112.
- Pauly C, Spring P, O'doherty JV, Ampuero SK, Bee G (2009) Growth performance, carcass characteristics and meat quality of group penned surgically castrated, immunocastrated (Improvac) and entire males pigs and individually penned entire pigs. *Animal* 3: 1057-1066.
- Peinado B, Poto A, Gil F, López G (2004) Characteristics of the carcass and meat of the Chato Murciano pig. *Livest. Prod. Sci.* 90: 285-292.
- Peinado J, Medel P, Fuentetaja A, Mateos GG (2008) Influence of sex and castration of females on growth performance and carcass and meat quality of heavy pigs destined for the dry-cured industry. *J. Anim. Sci.* 86: 1410-1417.
- Peinado B, Almela L, Duchi N, Poto A (2009) Effects of two different diets on carcass and meat quality traits of Chato Murciano pigs. *Arch. Tierz.* 52: 150-160.
- Peinado J, Serrano MP, Nieto M, Sánchez J, Medel P, Mateos GC (2012) The effects of gender and castration of females on performance and carcass and meat quality of heavy pigs destined to the dry-cured industry. *Meat Sci.* 90: 715-720.
- Serrano MP, Valencia DG, Nieto M, Lázaro R, Mateos GG (2008) Influence of sex and terminal sire line on performance and carcass and meat quality of Iberian pigs reared under intensive production systems. *Meat Sci.* 78: 420-428.
- Skrlep M, Segula B, Prevolnik M, Kirbis A, Fazarinc G, Candek-Potokar M (2010a) Effect of immunocastration (Improvac®) in fattening pigs. II: Carcass traits and meat quality. *Slov. Vet. Res.* 47: 65-72.
- Skrlep M, Segula B, Zajec M, Kastelic M, Kosorok S, Fazarinc G, Candek-Potokar M (2010b)

- Effect of immunocastration (Improvac®) in fattening pigs. I: Growth performance, reproductive organs and malodorous compounds. *Slov. Vet. Res.* 47: 57-64.
- Teye GA, Sheard PR, Whittington FM, Nute GR, Stewart A, Wood JD (2006) Influence of dietary oils and protein level on pork quality I: effects on muscle fatty acid composition, carcass, meat and eating quality. *Meat Sci.* 73: 157-165.
- Thun R, Gajew Z, Janett F (2006) Castration in male pigs: techniques and animal welfare issues. *J. Physiol. Pharmacol.* 57(8): 189-194.
- Tibau J, Puigvert X, Soler J, Trilla N, Diestre A, Gispert M, Fernández J, Manteca X (1997) Incidencia de Lanferdini E, Lovatto PA, Melchior R, Orlando UAD, Ceccantini M, Poleze E (2012) Feeding surgically castrated, entire male and immunocastrated pigs with different levels of amino acids and energy at constant protein to energy ratio with or without ractopamine. *Livest. Sci.* 151: 246-251.
- factores genéticos y de comportamiento en la eficiencia del crecimiento, la composición y la calidad de la canal de la carne en distintas razas porcinas. *Anaporc* 171: 74-91.
- Turkstra JA, Zeng XY, Van Diepen JTM, Jongbloed AW, Oonk HB, Van De Wiel DFM, Melen RH (2002) Performance of male pigs immunized against GnRH is related to the time of onset of biological response. *J. Anim. Sci.* 80: 2953-2959.
- Zamaratskaia G, Andersson H, Chen G, Andersson K, Madej A, Lundstrom K (2008a) Effect of a gonadotropin-releasing hormone vaccine (Improvac™) on steroid hormones, boar taint compounds and performance in entire male pigs. *Reprod. Domest. Anim.* 43: 351-359.
- Zamaratskaia G, Rydhmer L, Andersson HK, Chen G, Lowagie S, Andersson K, Lundstrom K (2008b) Long-term effect of vaccination against gonadotropin-releasing hormone, using Improvac™, on hormonal profile and behavior in pigs. *Anim. Reprod. Sci.* 108: 37-48.