

**Desempeño productivo en campo, calidad y  
características sensoriales de la carne de  
verracos y cerdos castrados**

**Roddy Nahun Romero Galeano**

**Zamorano, Honduras**

Diciembre, 2008

**ZAMORANO**  
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

# **Desempeño productivo en campo, calidad y características sensoriales de la carne de verracos y cerdos castrados**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para  
optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado  
Académico de Licenciatura

Presentado por:

**Roddy Nahun Romero Galeano**

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 2008

# **Desempeño productivo en campo, calidad y características sensoriales de la carne de verracos y cerdos castrados**

Presentado por:

**Roddy Nahun Romero Galeano**

Aprobado:

---

Rogel Castillo, M.Sc.  
Asesor Principal

---

Miguel Vélez, Ph. D.  
Director de la Carrera de Ciencia y  
Producción Agropecuaria

---

Adela Acosta, Dra.C.T.A.  
Asesora

---

Raúl Espinal, Ph.D.  
Decano Académico

---

John J. Hincapié, Ph.D.  
Asesor

---

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.  
Rector

---

John J. Hincapié, Ph.D.  
Coordinador Área Temática  
Zootecnia

## RESUMEN

Romero Roddy. 2008. Desempeño productivo en campo, calidad y características sensoriales de la carne de verracos y cerdos castrados. Proyecto Especial Ingeniero Agrónomo. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano, Honduras. 18p.

El estudio se llevó a cabo en las unidades de Ganado Porcino, Industrias Cárnicas y Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano. Se utilizaron 60 cerdos, cruces de las razas Yorkshire, Landrace y Duroc, seleccionados al momento del nacimiento e incluidos al estudio a partir de los 70 días de edad, con un peso inicial de  $33 \pm 5.08$  kg y un peso de sacrificio de  $90 \pm 9.51$  kg. Los tratamientos fueron asignados en un Diseño Completamente al Azar. No se encontró diferencia ( $P > 0.05$ ) en el consumo de alimento ( $1,723 \pm 139$  g/día), la ganancia diaria de peso ( $734 \pm 93$  g/día), el Índice de Conversión Alimenticia ( $2.4 \pm 0.38$ ), el peso de la canal caliente ( $64.58 \pm 5.81$  kg), el peso de la canal fría ( $65.01 \pm 6.85$  kg), el rendimiento de la canal caliente (69.77%). Para el rendimiento en piezas se encontró diferencia en tocineta en un 6.63% para cerdos castrados y en 16.11% mayor en filete para verracos, en rendimiento en composición de la canal se encontró diferencia en corte de cerdo con 50% de grasa con 12.95% mayor para cerdos castrados, en grasa dorsal se redujo en un 25% para verracos, esto se debe al efecto anabólico de las hormonas masculinas. En el área del lomo, color y el pH no se encontró diferencia en las características sensoriales y preferencia general no se encontró diferencia. Con la producción de verracos se puede reducir el desarrollo de grasa en la canal, sin afectar las características de la carne.

**Palabras Clave:** Androstenona, enteros, escatol, *Longissimus dorsi*.

## ABSTRACT

Romero Roddy. 2008. Productive performance in field, quality and sensorial characteristics of the meat of boars and barrows. Graduation Project (Thesis) of the B.S. program in Agricultural Sciences and Production, Project Program of Agricultural Engineering of the Career of Science and Agricultural Production. Zamorano. Honduras 18p.

The research project was done in the swine production unit, meat industries and food analysis laboratory in Zamorano. 60 pigs were used, crosses of the Yorkshire, Landrace and Duroc breeds, they were selected at the moment of birth and included in the research at 70 days of age, with an initial weight of  $33 \pm 5.08$  kg and a slaughter weight of  $90 \pm 9.51$  kg. The treatments were assigned with a Completely Randomized Design. No difference was observed ( $P > 0.05$ ) with the feed consumption ( $1,723 \pm 139$  g/day), daily weight gain ( $734 \pm 93$  g/day), food conversion efficiency ( $2.4 \pm 0.38$ ), slaughter weight ( $64.58 \pm 5.81$  kg), frozen weight ( $65.01 \pm 6.85$  kg), slaughter carcass weight yield (69.77%). For the chops yield a difference was found in the bacon 6.63% for the barrows and in 16.11% greater in steaks for the boars. There was found differences in the carcass composition in the pork chops with 50% fat with 12.95% greater for the barrows, backfat was reduced 25% for the boars, this was by the effect of the anabolic male hormones. No difference was found in the loin muscle area, color and between the sensorial characteristics and the general preferences of the meat. With the boar production the fat of the carcass can be reduced without affecting the characteristics of the meat.

**Keywords:** Androstenone, escatol, *Longissimus dorsi*, whole pigs.

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Contenido.....	v
Índice de cuadros y anexos.....	vi
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>2</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>13</b>
<b>5. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>14</b>
<b>6. ANEXOS.....</b>	<b>17</b>

## ÍNDICE DE CUADROS Y ANEXOS

<b>Cuadros</b>	<b>Página</b>
1. Efecto de la castración sobre el consumo de alimento de cerdos machos.....	5
2. Efecto de la castración sobre la ganancia de peso de cerdos machos.....	6
3. Efecto de la castración sobre Índice de Conversión Alimenticia de cerdos machos.....	6
4. Efecto de la castración en el peso vivo, peso de la canal a la hora (caliente) y 24 horas (fría) postsacrificio y rendimiento de la canal caliente de cerdos machos.....	7
5. Efecto de la castración en rendimiento (%) en piezas de la canal de cerdos machos.....	8
6. Efecto de la castración sobre la composición de la canal de cerdos machos.....	9
7. Efecto de la castración en el área del lomo y el grosor de la grasa dorsal de cerdos machos.....	9
8. Efecto de la castración en el pH y color del músculo <i>Longissimus dorsi</i> de cerdos machos.....	11
9. Efecto de la producción de verracos y cerdos castrados sobre las características sensoriales de la carne.....	12
<b>Anexos</b>	
1. Hoja de respuestas para el análisis sensorial y preferencia general.....	17

## 1. INTRODUCCIÓN

En la porcicultura el engorde de verracos es una alternativa para reducir el estrés por manejo a los lechones al momento de la castración. El Reino Unido, Dinamarca, Irlanda, Australia y Nueva Zelanda entre otros han abandonado en más de un 50% la castración ya que muchos estudios han encontrado que existen ventajas comparativas entre la producción de verracos y cerdos castrados, obteniendo un mayor crecimiento, mejor índice de conversión del alimento, mayor porcentaje de magro, menor pérdida de animales por hemorragia e infecciones, así como desarrollo posterior de hernias inguinales e inmunosupresión, y ambiental ya que a igual calidad de la dieta las heces de los verracos contienen menos nitrógeno que la de cerdos castrados.(Font i Furnols 2002).

La carne de verracos tiene un defecto sensorial muy importante que se conoce como el olor sexual, el cual se atribuye principalmente a dos compuestos, la androstenona y el escatol (Whittemore 1993). La androstenona es un esteroide testicular que se acumula en tejido graso mostrando un olor semejante a la orina y transpiración. El escatol, es un producto de la degradación del triptófano en el intestino que confiere un olor semejante al fecal (Pearson *et al.* 1971). El escatol puede ser percibido por el 99% de los consumidores mientras que la androstenona presenta mayor dificultad para detectarlo (Font i Furnols 2002).

La alternativa a la castración quirúrgica es la inmunocastración que consiste en la inmunización, mediante la vacunación contra las hormonas LH o bien la Hormona Liberadora de las Gonadotropinas (GnRH), mucho menos doloroso y estresante para el animal. Zeng *et al.* (2002) y Peña (2006) indican que el producto de la vacuna consiste en una forma modificada de GnRH conjugada con una proteína inerte, suspendida en un adyuvante acuoso, la cual promueve la producción de anticuerpos anti-GnRH. Con la inhibición de la GnRH se inhibe también la producción de las hormonas Folículo Estimulante y Luteinizante en la hipófisis y por consiguiente, de la Testosterona y Androstenona en el testículo, afectando también la producción de Escatol. Para lograr el efecto, se requiere de dos aplicaciones con 4 semanas de diferencia (Peña 2006). Es importante tener en cuenta la existencia de estas alternativas a la castración quirúrgica, ya que probablemente en el futuro, esta técnica va a ser prohibida en muchos de los países que explotan cerdos a gran escala (Font i Furnols 2002).

El objetivo general de esta investigación fue comparar el efecto de la no castración en cerdos sobre el rendimiento productivo en campo, y la calidad de la carne a través de análisis en laboratorio y panel de degustación. Los objetivos específicos fueron comparar si existe diferencia entre cerdos castrados y verracos en: consumo de alimento, ganancia diaria de peso y el Índice de Conversión Alimenticia, olor y pH, peso de la canal caliente y canal fría, el rendimiento de la canal caliente con relación al peso vivo, el rendimiento de la canal en piezas y rendimiento de la canal despostada, grasa dorsal, área del lomo y en características sensoriales de la carne a través de un panel de degustación.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, a 30 km de Tegucigalpa, Honduras, en el Valle del río Yeguaré a 14° latitud norte y 87° longitud oeste, con una precipitación promedio anual de 1100 mm, una temperatura promedio anual de 24°C y una altura de 800 msnm.

El estudio se dividió en tres. La evaluación del desempeño productivo en campo como ser: consumo de alimento, ganancia diaria de peso y el Índice de Conversión Alimenticia se realizó en la unidad de ganado porcino, la medición de las características de la canal: peso de la canal caliente y peso de la canal fría, el rendimiento de la canal caliente, el rendimiento en piezas de la canal y rendimiento de la canal despostada en cortes, la grasa dorsal, el área del lomo además las características sensoriales de la carne en la planta de cárnicos y las características de la calidad de la carne pH y color en el laboratorio de análisis de alimentos de Zamorano.

Se utilizaron 60 cerdos, cruces de las razas Yorkshire, Landrace y Duroc, seleccionados al momento del nacimiento e incluidos al estudio a partir de los 70 días de edad. Los cerdos machos se tomaron al azar por camada y se distribuyeron hermanos para incluirlos en ambos tratamientos. Se utilizaron tres corrales por tratamiento con 10 animales por corral. En el destete en corrales a 0.70 m de altura con pisos ranurados y en las fases de crecimiento, desarrollo y engorde en corrales de piso de cemento con un área de 15 m<sup>2</sup> (3m × 5m), drenaje lateral, bebederos automáticos y comederos automáticos de tolva. La alimentación se ofreció *ad libitum* en todas las fases sin variación de la formulación para ninguno de los tratamientos.

Al final de la fase de engorde los cerdos se trasladaron el día anterior al sacrificio a la planta de proceso donde se alojaron en corrales con acceso a agua. Al momento del sacrificio los cerdos se llevaron a la sala de espera donde se bañaron para evitar el estrés y hacer más eficiente el aturdimiento con un choque eléctrico de 300 voltios y 1.3 amperios, se colgaron de las patas posteriores para desanjarlos cortando la arteria carótida y vena yugular, luego del desangrado se llevaron a la escaldadora con agua a 60°C por 3 a 4 minutos, se pelaron, después se evisceraron y limpiaron con agua. Para realizar las mediciones se seleccionaron tres canales por tratamiento.

**Desempeño productivo.** Se monitoreó el desempeño en tres etapas. Crecimiento desde el día 70 de edad hasta los 105, desarrollo de los 106 hasta los 140 y engorde de los 141 hasta los 154 días. El consumo de alimento se midió pesando lo ofrecido diariamente y el rechazo al final de cada fase. La ganancia diaria de peso se realizó pesando los cerdos al día 70 y al final de cada fase. Para medir el índice de conversión alimenticia (ICA) se relacionó el consumo de alimento por animal con la ganancia diaria de peso.

**Características en la composición de la canal.** La canal se pesó una hora y 24 horas después del sacrificio en el cuarto frío a 3°C. La grasa dorsal y área del lomo se midieron a la décima costilla a las 24 horas después del sacrificio, la medición de grasa dorsal se realizó utilizando el pie de rey y el área del lomo mediante el método de la Universidad de Illinois (hoja de acetato cuadrículada en pulg<sup>2</sup>), para ello se cortó la chuleta y en un acetato se dibujó el contorno del músculo *Longissimus dorsi*. El rendimiento de la canal caliente se determinó del peso de la canal sin vísceras, testículos, cabeza, carpos y tarsos con relación al peso vivo. El rendimiento en piezas de la canal se midió separando las piezas de la canal y mediante la relación con el peso de la canal se determinó el rendimiento, luego al despostar la canal se midió el rendimiento en músculo, grasa, hueso, tocineta y piel.

**Características de la calidad la carne y de la canal** (medición instrumental). La medición de color se realizó 24 horas postsacrificio utilizando el Colorímetro Colorflex Hunter L.a.b<sup>1</sup> (Model 45-0), con uso de la escala L\* a\* b\*. Las muestras con un peso de 20 g cada una se llevaron al Centro de Evaluación de Alimentos, se tomó una submuestra de acuerdo al tamaño del platillo transparente del Colorflex, se colocó la muestra en la región de lectura de color del instrumento y se utilizó el software para el análisis de la muestra. La evaluación del color incluyó los valores de claridad, la intensidad del color rojo y del color amarillo.

Para la medición de pH se tomaron lecturas con un potenciómetro<sup>2</sup> de punción calibrado con una solución buffer pH 4.0 a 7.0 y agua destilada, una hora y 24 horas después del sacrificio, en el músculo *Longissimus dorsi* directamente en la canal. Entre la lectura de una canal y otra el instrumento se enjuagó con agua destilada según recomendación del fabricante (OAKTON<sup>®</sup>).

**Características sensoriales de la carne.** El análisis sensorial se hizo por medio de un panel de degustación utilizando una prueba de aceptación, en la cual se midieron los atributos de color, olor, suavidad al corte, sabor, apariencia general a través de una escala hedónica, de 1 a 5 puntos siendo 1 me disgusta mucho y 5 me gusta mucho. El panel de degustación estuvo compuesto por gente no capacitada: los trabajadores, estudiantes e instructores de la planta de cárnicos. La prueba sensorial se realizó con 42 panelistas, se tomaron muestras de aproximadamente 10 g de 2 × 2 × 2 cm del músculo *Longissimus dorsi*, la carne se cocinó hasta que la parte interna de la porción de músculo alcanzó una temperatura de 71.11 °C y poscocción se le agregó 2% de sal.

**Diseño experimental y análisis estadístico.** El estudio se dividió en dos partes. La primera se desarrolló en campo donde los tratamientos fueron asignados en un Diseño Completamente al Azar con dos tratamientos y tres repeticiones por tratamiento con 30 unidades experimentales por tratamiento para las variables de consumo de alimento y ganancia diaria de peso. Para el Índice de Conversión Alimenticia cada repetición se tomo como unidad experimental.

<sup>1</sup> L\* a\* b\*. L\* escala de 0 a 100, siendo 0 negro y 100 blanco. a\* mide intensidad en colores rojo y verde en una escala de (+60 a -60), los valores positivos son rojos y los valores negativos son verdes. b\* mide intensidad en colores amarillo y azul en una escala de (+60 a -60), los valores positivos son amarillos y los valores negativos son azules.

<sup>2</sup> Waterproof pHTestr 20 (OAKTON<sup>®</sup>) IP67 ISO 9001 USA or NIST, Buffer Sets, Double Junction

La segunda parte del estudio se desarrolló en la planta de proceso y en el laboratorio de alimentos donde los tratamientos fueron asignados en un Diseño Completamente al Azar con dos tratamientos y tres repeticiones para verracos y dos repeticiones para cerdos castrados. Para medir las variables se tomaron nueve unidades experimentales para verracos y seis unidades experimentales para cerdos castrados. Cada cerdo representó una unidad experimental.

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias con la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) para las variables de desempeño productivo, características en la composición de la canal y las características de la calidad de la canal.

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias con la prueba de Diferencia Mínima Significativa para los datos de la característica sensorial de la carne y la prueba t-student para la preferencia general y para la variable de pH con medidas repetidas en tiempo. Los datos porcentuales como rendimiento de la canal caliente, rendimiento en piezas de la canal y rendimiento de la canal despostada se corrigieron usando la función arc-seno y los valores de pH se corrigieron con el antilogaritmo. Para realizar los análisis se utilizó Excel y el programa estadístico Statistical Analysis Systems (SAS 2006) con un nivel de significancia de  $P < 0.05$ .

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Consumo de alimento.** No se encontró diferencia ( $P > 0.05$ ) en el consumo de alimento entre los verracos y cerdos castrados (Cuadro 1). Esto no concuerda con estudios realizados por Zeng *et al.* (2002) quienes encontraron diferencias en el consumo de alimento con 1,640 g por día en verracos y 1,970 g por día en castrados para la fase de crecimiento y 2,600 y 3,010 g por día respectivamente en la fase de engorde la cual incluye la etapa de desarrollo. De igual manera estudios realizados por Renaudeau y Mourot (2007) reportaron 2,310 g para cerdos castrados de 90 kg de peso vivo en la etapa de engorde. Los resultados son inferiores a los reportados por el Institut Technique du Porc (ITP) (1997) de Francia de 2,280 g para verracos y 2,410 g para cerdos castrados.

**Cuadro 1.** Efecto de la castración sobre el consumo de alimento de cerdos machos.

Tratamientos	Consumo de alimento por fase g/día			
	Crecimiento <sup>(NS)</sup>	Desarrollo <sup>(NS)</sup>	Engorde <sup>(NS)</sup>	Acumulado
Verracos	1,512 ± 73	1,403 ± 85	2,101 ± 157	1,672
Castrados	1,552 ± 205	1,577 ± 221	2,191 ± 239	1,773
CV <sup>*</sup>	23.53	10.47	18.49	

<sup>\*</sup>CV: Coeficiente de Variación

<sup>(NS)</sup>: No existe diferencia significativa entre tratamientos ( $P > 0.05$ ).

**Ganancia diaria de peso.** No se encontró diferencia ( $P > 0.05$ ) en la ganancia diaria de peso entre los verracos y los cerdos castrados (Cuadro 2); los resultados obtenidos concuerdan con el estudio de Knudson *et al.* (1985), quienes no encontraron diferencias en cerdos con peso vivo de 105 kg y ganancias medias diarias de 782 g en verracos y 796 g en cerdos castrados. Estos autores encontraron que la mayor ganancia de peso se dió en la semana 17 que corresponde a la fase de desarrollo con 1,000 g para ambos tratamientos, lo cual no coincide con los resultados en este estudio en el que la mayor ganancia se dió en la fase de engorde de la semana 20 a la 22 (Cuadro 2).

Los resultados obtenidos concuerdan con el estudio realizado por Zeng *et al.* (2002) quienes compararon niveles altos y bajos de energía en cerdos inmunocastrados, castrados y verracos y no encontraron diferencias con ganancias diarias de 760 y 850 g para castrados y verracos en la fase de crecimiento y 1070 y 1060 g para castrados y verracos respectivamente en la fase de engorde que incluye la etapa de desarrollo. Andersson *et al.* (1997) encontraron que los cerdos castrados presentan una mayor ganancia de peso en la fase de engorde, lo que coincide con el presente estudio.

**Cuadro 2.** Efecto de la castración sobre la ganancia de peso de cerdos machos.

Tratamientos	Ganancia diaria de peso por etapa g/día			
	Crecimiento <sup>(NS)</sup>	Desarrollo <sup>(NS)</sup>	Engorde <sup>(NS)</sup>	Acumulado
Verracos	701 ± 127	494 ± 46	948 ± 167	715
Castrados	687 ± 181	536 ± 18	1036 ± 64	753
CV <sup>*</sup>	25.77	6.32	12.78	

<sup>\*</sup>CV: Coeficiente de Variación

<sup>(NS)</sup>: No existe diferencia significativa entre las fases de cada tratamiento.

**Índice de Conversión Alimenticia.** No se encontró diferencia ( $P > 0.05$ ) en la eficiencia alimenticia entre los verracos y los cerdos castrados (Cuadro 3) lo cual concuerda con el estudio realizado en la Escuela Agrícola Panamericana por López (1988) quien tampoco encontró diferencia en la eficiencia de conversión alimenticia. Andersson *et al.* (1997) reportan Índices de Conversión Alimenticia de 2.8 para cerdos castrados y 2.7 para verracos, en la fase final. La eficiencia alimenticia en verracos es similar a la reportada por el Institut Technique du Porc (ITP) (1997) de Francia de 2.4 para verracos y 2.6 para cerdos castrados. En la fase de desarrollo los cerdos presentan una menor eficiencia en conversión alimenticia, esto se atribuye posiblemente a que los cerdos del estudio sufrieron un ataque de micoplasma que afectó la ganancia diaria y el consumo de alimento.

**Cuadro 3.** Efecto de la castración sobre Índice de Conversión Alimenticia de cerdos machos.

Tratamientos	Índice de Conversión Alimenticia			
	Crecimiento <sup>(NS)</sup>	Desarrollo <sup>(NS)</sup>	Engorde <sup>(NS)</sup>	Acumulado
Verracos	2.2 ± 0.2	2.8 ± 0.3	2.2 ± 1.5	2.4
Castrados	2.3 ± 0.1	2.9 ± 0.4	2.1 ± 0.4	2.4
CV <sup>*</sup>	6.07	12.11	14.77	

<sup>\*</sup>CV: Coeficiente de Variación

<sup>(NS)</sup>: No existe diferencia significativa entre las fases de cada tratamiento.

**Peso vivo.** No se encontró diferencia ( $P > 0.05$ ) en el peso vivo entre los cerdos castrados y los verracos (Cuadro 4), lo que coincide con lo reportado por Zeng *et al.* (2002) quienes reportan pesos similares en verracos, inmunocastrados y castrados. Bajo las condiciones del estudio los verracos mostraron un desarrollo corporal similar a los cerdos castrados, lo que indica que en las primeras fases del desarrollo de los cerdos no se consiguen diferencias estadísticas en el peso vivo, pero al peso acumulado de ambos tratamientos se le pueden sumar las ventajas que alcanzan los verracos en reducir la producción de grasa en la canal y aumentar la deposición de músculo.

**Peso de la canal caliente y frío.** No se encontró diferencia ( $P > 0.05$ ) en el peso de la canal caliente, peso de la canal fría y rendimiento de la canal caliente entre los cerdos castrados y verracos, (Cuadro 4). Estos datos no coinciden con los obtenidos por Bañón *et al.* (2004) quienes encontraron diferencias en cerdos provenientes de cruza Landrace con Duroc, con pesos de 101.1 y 92.5 kg en la canal caliente de verracos y cerdos castrados. A parte de una dieta bien balanceada y un ambiente favorable para el desarrollo, el efecto anabólico que provocan las hormonas en los verracos permiten

que alcancen mayor peso y rendimiento en canal al llegar al final de su desarrollo (Warriss 2003). En el estudio los cerdos se sacrificaron a los 154 días de edad, por lo que no habían llegado completamente a su máximo desarrollo, de esta manera la edad puede haber influido en la expresión del potencial del peso de la canal en ambos tratamientos.

El peso de la canal fría después de 24 horas de los cerdos castrados aumentó en 0.75%, el de la canal de los verracos disminuyó en 0.26% (Cuadro 4). El aumento en el peso de la canal fría se debió a que las canales se guardaron en un cuarto frío a 3°C con un sistema automático de rocío de agua cada 30 minutos, que ayuda a evitar las pérdidas de agua por oreo de la canal. Warriss (2003) indica que durante el enfriamiento la canal puede llegar a perder hasta 2% de agua por evaporación y restos de sangre por goteo. La pérdida de agua de los verracos se debió posiblemente a que presentan un mayor contenido de grasas insaturadas que son más propensas a perderse y a liberar agua, ya que los verracos presenta aproximadamente un 20% de agua en la grasa subcutánea y un 15% en cerdos castrados (Whittemore 1993).

**Cuadro 4.** Efecto de la castración en el peso vivo, peso de la canal a la hora (caliente) y 24 horas (fría) postsacrificio y rendimiento de la canal caliente de cerdos machos.

Tratamiento	Peso vivo <sup>(NS)</sup> (kg)	Peso de la canal (kg)		Rendimiento canal caliente <sup>(NS)</sup> (%)
		Caliente <sup>(NS)</sup>	Fría <sup>(NS)</sup>	
Verracos	90.2 ± 5.0	64.4 ± 4.6	63.8 ± 4.5	70.14
Castrados	93.3 ± 6.4	65.2 ± 5.7	65.8 ± 6.6	69.4
CV <sup>*</sup>	9.42	9.31	10.81	4.97

<sup>\*</sup>CV: Coeficiente de Variación

<sup>(NS)</sup>: No existe diferencia ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos

**Rendimiento de la canal.** No se encontró diferencia ( $P > 0.05$ ) (Cuadro 4). Los resultados obtenidos en el estudio no coinciden con los reportados por Babol y Squires (1995), quienes encontraron que los verracos llegan a tener rendimientos más bajos en la canal de un 2 a 2.5% en comparación con machos castrados y hembras. Esto se debe a que las canales más pesadas acumulan mayor contenido de grasa y masa corporal, además la proporción de los intestinos es menor en canales pesadas lo que favorece en mejor rendimiento en canal; pero esta mejora no significa más músculo o carne de calidad ya que un alto porcentaje de la canal es grasa en los cerdos castrados.

No se encontró diferencia ( $P > 0.05$ ) en el rendimiento en las piezas paleta, pierna, chuleta y cuello; pero si ( $P < 0.05$ ) para el rendimiento de filete y tocino entre cerdos castrados y verracos (Cuadro 5). El peso y la edad al sacrificio pudieron haber sido factores que influyeron en el rendimiento de las piezas de la canal. Las diferencias en tocino para cerdos castrados y filete a favor de los verracos (Cuadro 5) pueden deberse al inicio de la acumulación de grasa en la parte abdominal en los cerdos castrados y en el caso del filete en los verracos al efecto anabólico que favorece la deposición de músculo.

**Cuadro 5.** Efecto de la castración en rendimiento (%) en piezas de la canal de cerdos machos.

Piezas	Tratamientos		CV <sup>▲</sup>
	Verracos <sup>&amp;</sup>	Castrados <sup>&amp;</sup>	
Paleta <sup>(NS)</sup>	16.5 ± 1.0	16.1 ± 0.9	3.18
Pierna <sup>(NS)</sup>	31.4 ± 1.1	32.0 ± 1.1	2.02
Tocino	20.5 <sup>a</sup> ± 1.7	22.0 <sup>b</sup> ± 0.8	2.68
Chuleta <sup>(NS)</sup>	16.6 ± 0.7	16.5 ± 1.0	2.78
Cuello <sup>(NS)</sup>	12.8 ± 1.6	11.6 ± 1.5	6.84
Filete	2.1 <sup>a</sup> ± 0.2	1.8 <sup>b</sup> ± 0.2	5.05

<sup>▲</sup>CV: Coeficiente de Variación

<sup>&</sup> Números con letras diferentes en la misma línea indican diferencia significativa ( $P < 0.05$ )

<sup>(NS)</sup>: No existe diferencia ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos

No se encontró diferencia ( $P > 0.05$ ) en el rendimiento para los cortes cerdos extra 1 con 8% de grasa, lomo con 1% de grasa, corte con 20% de grasa (cerdo 1), grasa, hueso y hueso para sopa, piel y tocineta. Para el corte de cerdo con 50% de grasa (cerdo 2) si se encontró diferencia ( $P < 0.05$ ) entre cerdos castrados y verracos (Cuadro 6). Lo encontrado en el estudio no concuerda con estudios realizados por Babol y Squires (1995) y Whittemore (1993) quienes indican que los verracos producen canales más magras que los cerdos castrados, además los verracos presentan un mayor porcentaje de hueso que llega a ser una desventaja en los rendimientos. Los cerdos castrados y las hembras cuando inician la fase de finalización tienden a acumular mayor contenido de grasa en el área dorsal y en el costillar lo que explica la diferencia en cerdos castrados en el rendimiento en tocineta y en cortes con 50% de grasa encontrada en el presente estudio.

Algunos estudios indican que en ocasiones la producción de verracos al ser menos grasos que los cerdos castrados puede presentar ciertas desventajas de una delgadez extrema, principalmente cuando se realiza un mal balanceo de la dieta. Su grasa tiende a ser más húmeda, más blanda y con mayor proporción a dividirse. Estudios realizados por Babol y Squires (1995), indican que el tejido adiposo es más suave debido al alto contenido de ácidos insaturados, principalmente ácido linoleico; todas estas características hacen que la carne y la grasa de verraco presenten mejor calidad nutricional para los humanos.

**Cuadro 6.** Efecto de la castración sobre la composición de la canal de cerdos machos.

Corte	Tratamientos		CV <sup>▲</sup>
	Verracos <sup>&amp;</sup>	Castrados <sup>&amp;</sup>	
Cerdo extra 1 <sup>(NS)</sup>	13.0 ± 1.0	12.0 ± 0.6	3.64
Lomo <sup>(NS)</sup>	8.1 ± 1.0	6.8 ± 0.4	5.94
Cerdo 1 (20% grasa) <sup>(NS)</sup>	20.1 ± 1.5	21.0 ± 0.9	3.72
Cerdo 2 (50% grasa)	13.4 <sup>a</sup> ± 1.0	15.3 <sup>b</sup> ± 0.9	3.91
Grasa (95% grasa) <sup>(NS)</sup>	6.2 ± 0.9	6.8 ± 1.8	9.83
Hueso <sup>(NS)</sup>	9.7 ± 0.6	9.4 ± 0.9	3.82
Hueso sopa <sup>(NS)</sup>	10.0 ± 1.0	9.6 ± 0.3	4.55
Piel <sup>(NS)</sup>	8.9 ± 1.0	7.3 ± 1.2	6.67
Tocineta	10.5 ± 0.6	11.7 ± 0.1	2.60

<sup>▲</sup>CV: Coeficiente de Variación

<sup>&</sup> Números con letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas (P < 0.05)

<sup>(NS)</sup>: No existe diferencia (P > 0.05) entre los tratamientos

**Grasa dorsal y Área del lomo.** En los verracos la deposición de grasa dorsal (P < 0.05) en un 25% comparado con los cerdos castrados (Cuadro 7). Estos resultados concuerdan con los presentados por Whittemore (1993) y por el Institut Technique du Porc de Francia (ITP) (1997) quienes indican que los verracos depositan menos grasa dorsal comparado con hembras y machos castrados con pesos promedios de 110 kg. Estudios realizados por Zeng *et al.* (2002), con dietas altas y bajas en energía en verracos, castrados e inmunocastrados con pesos promedios de 110 kg, encontraron que los cerdos castrados depositaron el mayor contenido de grasa dorsal. Brooks *et al.* (1986) encontraron igualmente que los cerdos castrados depositan una mayor cantidad de grasa dorsal que los verracos. La mayor deposición de grasa dorsal se puede dar por el efecto de la castración, que elimina la producción de hormonas por los testículos. Otros factores que influyen en la deposición de grasa son la edad y el peso de los cerdos.

No se encontró diferencia (P > 0.05) en el área del lomo entre verracos y cerdos castrados (Cuadro 7). Estos coinciden con los encontrados por Brooks *et al.* (1986), quienes compararon verracos, castrados e inmunocastrados con pesos promedios de 110 kg. El Institut Technique du Porc de Francia (ITP) (1997) tampoco encontró diferencia en área del lomo entre cerdos castrados y verracos con cerdos de 100 kg de peso promedio. Después de los 100 kg los cerdos castrados pueden llegar a desarrollar mejor el área del lomo acompañado de una mayor acumulación de grasa.

**Cuadro 7.** Efecto de la castración en el área del lomo y el grosor de la grasa dorsal de cerdos machos.

Tratamiento	Área del lomo cm <sup>2</sup>	Grasa dorsal mm <sup>&amp;</sup>
Verracos	39.57 <sup>a</sup> ± 4.46	14.00 <sup>b</sup> ± 2.00
Castrados	41.50 <sup>a</sup> ± 5.72	18.66 <sup>a</sup> ± 1.87
CV <sup>▲</sup>	13.73	21.92

<sup>▲</sup>CV: Coeficiente de Variación

<sup>&</sup> Números con letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas (P < 0.05)

**Color y pH.** No se encontró diferencia ( $P > 0.05$ ) en las características de color y pH de la carne entre los cerdos castrados y verracos (Cuadro 8). Los resultados son similares a los de Bañón *et al.* (2004) y de Ryu y Kim (2005) quienes no encontraron diferencias ( $P > 0.05$ ) en el pH con valores de 5.62 y 5.68 para verracos y cerdos castrados respectivamente. Otto *et al.* (2006) encontraron valores de pH de 6.3 en la canal caliente que a los 45 minutos descendió a 5.9 y a las 24 horas a 5.5 en cerdos castrados. Whittemore (1993) indica que el músculo de cerdo vivo tiene un pH de aproximadamente 7.0 y pos-sacrificio el descenso es gradual llegando hasta 5.4 en aproximadamente 24 horas.

El cambio de pH puede variar si los cerdos se han sometido a un estrés crónico, esto suele provocar la utilización del glicógeno y como consecuencia no se produce ácido láctico en las fibras musculares y el pH de esta carne tiende a no descender y se mantiene próximo o superior a 6.5, que puede provocar la presencia de músculos duros, secos y oscuros (Whittemore 1993). Si el cambio de pH es demasiado brusco llegando a valores menores a 5.5 en la primera hora, la acidificación afecta al color dando una tonalidad grisácea de la carne, y a la capacidad de retención de agua provocando exudados del músculo (Warriss 2003).

Los verracos tienden a tener un temperamento más agresivo y nervioso siendo más propensos a estrés. Babol y Squires (1995) encontraron que la carne de verracos es más propensa a presentar la aparición de músculos oscuros duros y secos. Esta característica afecta la calidad de la carne volviéndola seca en la parte superficial, en cambio en su interior retiene mayor contenido de agua porque aumenta el punto isoeléctrico de las proteínas miofibrilares de la carne (Warriss 2003), comparado con las carnes con pH entre 5.8 y 6.2, además afecta el color volviéndola más oscura siendo poco atractiva para los consumidores. Las carnes que presentan músculos oscuros, duros y secos no presentan mayores problemas para la elaboración de productos procesados. Según el Institut Technique du Porc de Francia (ITP) (1997) el pH varía según los músculos, en general cuanto más valioso y/o voluminoso es el músculo más bajo es el pH y a la inversa.

Los valores de pH del estudio se encuentran en el rango normal en la carne de cerdo. Esto indica que la no castración no afecta la variación de pH y la calidad de la carne, siempre y cuando los cerdos se manejen con todas las medidas recomendadas para evitar el estrés previo al sacrificio. El Institut Technique du Porc de Francia (ITP) (1997) clasifica como carne normal en calidad la que se encuentra en un rango de pH entre 5.6 y 6.1 a las 24 horas postmortem.

No se encontró diferencia en el color de la carne fresca. Estos resultados coinciden con los de Algorañaz (2007), Bañón *et al.* (2004) y Babol y Squires (1995) quienes evaluaron las características de la calidad de la carne utilizando el músculo *Longissimus dorsi* de verracos y cerdas jóvenes y tampoco encontraron diferencias en el color.

**Cuadro 8.** Efecto de la castración en el pH y color del músculo *Longissimus dorsi* de cerdos machos.

Tratamientos	pH <sup>(NS)</sup>		Escala de color <sup>(NS)</sup>		
	1 Hora	24 Horas	L* <sup>1</sup>	a* <sup>2</sup>	b* <sup>3</sup>
Verracos	6.1 ± 0.1	5.8 ± 0.2	55.0 ± 1.5	3.9 ± 0.9	13.8 ± 0.9
Castrados	6.2 ± 0.3	5.7 ± 0.2	56.4 ± 2.8	4.6 ± 1.2	14.3 ± 0.8
CV <sup>△</sup>	3.39	3.66	5.94	24.61	6.19

<sup>△</sup>CV: Coeficiente de Variación

<sup>(NS)</sup>: No existe diferencia significativa en pH para cada hora entre tratamientos.

<sup>1</sup> L\* escala de 0 a 100, siendo 0 negro y 100 blanco.

<sup>2</sup> a\* mide intensidad en colores rojo y verde en una escala de (+60 a -60), los valores positivos son rojos y los valores negativos son verdes.

<sup>3</sup> b\* mide intensidad en colores amarillo y azul en una escala de (+60 a -60), los valores positivos son amarillos y los valores negativos son azules.

**Características sensoriales.** No se encontró diferencia ( $P > 0.05$ ) en las características sensoriales de la carne del músculo *Longissimus dorsi* entre los cerdos castrados y verracos (Cuadro 9). Los resultados encontrados en el estudio difieren a los encontrados por Font *et al.* (2003) quienes reportan en un estudio realizado en siete países europeos que la aceptabilidad por los consumidores a la carne de verracos depende de la edad, género y los hábitos de consumo. Los hombres son más sensibles a la androstenona; las personas menores de 25 y mayores de 61 años son menos sensibles al olor y sabor sexual de la carne de los verracos y las personas que consumen con frecuencia carne fresca son más sensibles que aquellas que consumen productos madurados o procesados. Bonneau *et al.* (2000) en siete países de la Unión Europea comparando la carne de verracos, cerdas jóvenes y machos castrados, encontraron que el 99% de los consumidores (panelistas) mostraron mayor sensibilidad al escatol asociándolo con el olor fecal en los verracos que a la androstenona.

La interacción entre la androstenona y escatol a niveles medios o altos, mayores de 0.50 y 0.15 mg/g de grasa respectivamente, provocan el efecto de mal olor y sabor en la carne a verraco, llamado olor sexual (Font *et al.* 2003). La aceptabilidad de la carne de cerdo cocida depende de la sensibilidad de los consumidores a la androstenona, ya que los consumidores más sensibles rechazan en mayor medida la carne con niveles de androstenona medios o altos (superiores a 0.5 mg/g), mientras que el escatol puede estar presente en niveles mayores a 0.21 mg/g (Font *et al.* 2003 y Chen *et al.* 1993). Sin embargo, Whittemore (1993) indica que cuando los niveles de androstenona son similares a 1.0 mg/g de grasa puede ser percibido por algunos consumidores como un olor a verraco. Los niveles de androstenona y escatol aumentan a medida incrementa el peso de la canal relacionado con la edad del cerdo, y disminuyen a medida aumenta la carne magra (Walstra *et al.* 1999).

Pearson *et al.* (1971) utilizaron un panel de degustación para evaluar la aceptabilidad de productos cárnicos conteniendo carne de verracos y no encontraron diferencias en la preferencia, por lo que la carne de verracos puede ser utilizada para la elaboración de productos cárnicos sin afectar significativamente las propiedades organolépticas y las características de calidad del producto. Whittemore (1993) expone que los verracos cuando son sometidos a un engorde rápido, pueden ser sacrificados antes de los 100 kg

peso vivo y no presentan olores desagradables en la carne. La androstenona y el escatol no son sustancias altamente volátiles, aun así una proporción de estas sustancias es evaporada durante el proceso de cocción y es fácilmente detectado cuando la carne esta caliente (Font *et al.* 2003).

**Cuadro 9.** Efecto de la producción de verracos y cerdos castrados sobre las características sensoriales de la carne.

Característica Sensorial	Tratamiento		CV <sup>*</sup>
	Verracos <sup>(NS)</sup>	Castrados <sup>(NS)</sup>	
Color <sup>*</sup>	3 ± 1.0	3 ± 0.9	31.81
Olor <sup>*</sup>	3 ± 0.8	3 ± 0.7	23.46
Sabor <sup>*</sup>	4 ± 0.9	4 ± 0.7	20.07
Suavidad al corte <sup>*</sup>	4 ± 1.0	3 ± 1.2	30.74
Apariencia general <sup>*</sup>	4 ± 0.9	3 ± 0.9	27.21

<sup>\*</sup>CV: Coeficiente de Variación

<sup>(NS)</sup>: No existe diferencia significativa en las características sensoriales entre cada tratamiento

<sup>\*</sup> Los valores en cada línea representan las medias de la escala hedónica y la desviación estandar. La escala es de 1 a 5 puntos, siendo 1 me disgusta mucho y 5 me gusta mucho. El tamaño de la población, n = 42 para la evaluación de las características sensoriales

**Preferencia.** No se encontró diferencia ( $P > 0.05$ ) en la preferencia general en la prueba sensorial de la carne del músculo *Longissimus dorsi* entre los cerdos castrados y verracos. De los 42 panelistas que evaluaron las muestras, 22 (52%) prefirieron la muestra de los cerdos castrados y 20 (48%) prefirieron las muestras procedentes de verracos. De acuerdo al número de panelistas utilizados y correlacionado con los valores de la tabla 8 del Duo-Trio Test y la tabla de preferencia, el número crítico para encontrar diferencia significativa  $P < 0.05$  fue de 26 (64%).

Los resultados obtenidos no concuerdan con los de Bañón *et al.* (2004), quienes en un estudio comparando carne fresca cocinada de cerdos castrados y de verracos, encontraron diferencias de tres cuartos de preferencia para la carne de cerdos castrados por los jueces calificadores quienes eran panelistas entrenados. Pearson *et al.* (1971), reportan que no hay diferencia en la preferencia por los panelistas en el consumo de 22 diferentes productos cárnicos, preparados de carne proveniente de verracos con olor a verraco para el primer grupo y cerdos castrados, cerdas jóvenes y cerdas multíparas sin olor sexual para el segundo grupo. La temperatura de cocción de la carne y la edad de los verracos al sacrificio son factores que pueden reducir el olor de la carne de verracos.

La androstenona y el escatol son sustancias liposolubles que se acumulan en el tejido graso y la detección por los consumidores esta relacionado con el contenido de grasa de la canal. Los resultados del estudio están directamente relacionados con el nivel de grasa de los verracos, ya que estos presentaron una deposición de grasa dorsal menor en un 25% y en 6.64% menor en el tocino, lo que sugiere que un contenido menor de grasa en la canal evita los niveles altos y detectables del olor sexual por los consumidores.

## **4. CONCLUSIONES**

- Bajo las condiciones de este estudio el rendimiento en campo de los verracos y de los cerdos castrados en las fases de crecimiento, desarrollo y engorde fue similar en el Consumo de Alimento, Ganancia Diaria de Peso e Índice de Conversión Alimenticia.
- Entre los verracos y los cerdos castrados no hubo diferencias en el peso vivo, peso de la canal caliente, fría y rendimiento de la canal caliente. Se encontró mayor rendimiento en filete en los verracos y los cerdos castrados tuvieron mayor rendimiento en tocineta. Los verracos tuvieron un 12.95% menos de corte de cerdo con 50% de grasa.
- La deposición de grasa dorsal se redujo en los verracos y no afectó el área del lomo.
- El color, pH y las características sensoriales de la carne fueron similares entre los verracos y los cerdos castrados.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda evaluar la carne de verracos cocinada a diferentes temperaturas para ver el efecto de la temperatura sobre las características de color y sensoriales de la carne.
- Se recomienda evaluar la producción de verracos con peso mayor de 90 kg en laboratorio y a través de análisis sensorial.
- Se recomienda utilizar la carne de verracos con peso de 90 kg para la elaboración de productos cárnicos y evaluar el efecto del olor sexual de la carne.

## 5. LITERATURA CITADA

Andersson, K., A. Schaub, K. Andersson, K. Lundstrom, S. Thomke and I. Hansson. 1997. The effects of feeding system, lysine level and gilt contact on performance, skatole levels and economy of entire male pigs. *Journal Livestock Production Science* 51: 131-140.

Algarañaz Schnorr, L.A. 2007. Predicción de la purga (exudado) de carne de cerdo (*Sus scrofa domestica*), en bandeja, basada en las características de la canal. Tesis de Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 33p.

Bonneau, M., P. Walstra, C. Claudi-Magnussen, A.J., Kempster, E. Tornberg, K. Fischer, A. Diestre, F. Siret, P. Chevillon, R. Claus, G. Dijksterhuis, P. Punter, K.R. Matthews, H. Agerhem, M.P. Béague, M.A. Oliver, M. Gispert, U. Weiler, G. von Seth, H. Leask, M. Font i Furnols, D.B. Homer and G.L. Cook. 2000. An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: IV. Simulation studies on consumer dissatisfaction with entire male pork and the effect of sorting carcasses on the slaughter line, main conclusions and recommendations. *Journal Meat Science* 54: 285-295.

Babol, J., E.J. Squires. 1995. Quality of meat from entire male pigs. Canadian Institute of Food Science and Technology. *Food Research International*. Elsevier Science. 28(3), 201-212.

Bañón, S., C. Andreu, J. Laencina y M.D. Garrido. 2004. Fresh and eating pork quality from entire versus castrate heavy males. *Food Quality and Preference* 15: 293-300.

Brooks, R.I., A.M. Pearson, M.G. Hogberg, J.J. Pestka and J.I. Gray. 1986. An Immunological Approach for Prevention of Boar Odor in Pork *Journal of Animal Science*. 62: 1279-1289.

Chen, W., J.C. Forrest, I.C. Peng, D.E. Pratt and M.D. Judge. 1993. Palatability of prerigor cooked boar meat. *Journal of Animal Science*. 71:645-650.

Field, R.A. 1971. Effect of castration on meat quality and quantity. *Animal Science*. 32: 848-858.

Font i Furnols, M. 2002. La Androstenona: Hormona responsable del mal olor de la carne de cerdo. IRTA. Centro de Tecnología de la Carne. (en línea). Girona España. Consultado 25 de Junio de 2008. Disponible en: <http://www.3tres3.com/opinion/ficha.php?id=212>.

- Font i Furnols, M., M. Gispert, A. Diestre and M.A. Oliver. 2003. Acceptability of boar meat by consumers depending on their age, gender, culinary habits, and sensitivity and appreciation of androstenone odour. IRTA-Centro de Tecnología de la Carne. Monells, Spain. *Journal Meat Science* 64: 433–440.
- ITP (Institut Technique du Porc). 1997. *Manual del Porcicultor*. Trad. AC, Mora. Zaragoza, España. Acribia. 411p.
- Knudson, B.K., M.G. Hogberg, R.A. Merkel, R.E. Allen and W.T. Magee. 1985. Developmental Comparisons of Boars and Barrows: I. Growth Rate, Carcass and Muscle Characteristics. *Journal Animal Science*. 61: 789-796p.
- Lopez Arguello, H.G. 1988. Evaluación de las ventajas económicas de la cría y engorde de credos enteros (verracos) como una forma de hacer más eficiente la producción porcina. Tesis de Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 41p.
- Otto, G., R. Roehle, H. Looft, L. Thoelking, M. Henning, G.S. Plastow and E. Kalm. 2006. Drip loss of case-ready meat and of premium cuts and their associations with earlier measured sample drip loss, meat quality and carcass traits in pigs. *Meat Science* 72: 680–687.
- Pearson, A.M., S. Ngoddy, J.F. Price, and H.E. Larzelere. 1971. Panel Acceptability of Products Containing Boar Meat. *Journal Animal Science*. 33: 26-29.
- Peña Haaz, N. 2006. Vacuna Anti-GnRH: Una Alternativa a la Castración de Cerdos (en línea). México. Consultado el 12 de noviembre de 2007. Disponible en: <http://132.248.107.143/cistimex/s7/MR22.pdf>.
- Renaudeau, D., J. Mourot. 2007. A comparison of carcass and meat quality characteristics of Creole and Large White pigs slaughtered at 90kg BW. *Journal Meat Science* 76: 165-171.
- Ryu, Y.C., B.C. Kim. 2005. The relationship between muscle fiber characteristics, postmortem metabolic rate, and meat quality of pig longissimus dorsi muscle. *Meat Science* 71: 351–357.
- S.A.S. 2006. S.A.S. User`s guide: Statistics. S.A.S. Inst. Inc. Cary, NC.
- Warriss, P.D. 2003. *Ciencia de la carne*. Trad. Carrascal JR. Zaragoza España. Acribia. 309p.
- Walstra, P., C. Claudi-Magnussen, P. Chevillon, G. von Seth, A. Diestre, K.R. Matthews, D.B. Homer, M. Bonneau. 1999. An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: levels of androstenone and skatole by country and season. *Livestock Production Science*. 62: 15–28.
- Whittemore, C. 1993. *Ciencia y práctica de la producción porcina*. Trad. PD, Malvenda. Zaragoza, España. Acribia. 647p.

Zeng, X.Y., J.A. Turkstra, A.W. Jongbloed, J.Th.M. van Diepen, R.H. Meloen, H.B. Oonk, D.Z. Guo and D.F.M.van de Wiel. 2002. Performance and hormone levels of immunocastrated, surgically castrated and intact male pigs fed ad libitum high- and low energy diets. *Journal Livestock Production Science*. 77: 1-11.

## 6. ANEXOS

**Anexo 1.** Hoja de respuestas para el análisis sensorial y preferencia general.

### ANALISIS SENSORIAL

**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_ **Muestra:** \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Marque con una X la escala que le asigne a cada uno de los atributos de acuerdo a la intensidad de percepción.

#### ACEPTACIÓN

##### COLOR

<b>1</b> <input type="checkbox"/>	<b>2</b> <input type="checkbox"/>	<b>3</b> <input type="checkbox"/>	<b>4</b> <input type="checkbox"/>	<b>5</b> <input type="checkbox"/>
Me disgusta mucho	no me gusta	no me gusta ni me disgusta	me gusta	me gusta mucho

##### OBSERVACIONES

---

---

##### OLOR

<b>1</b> <input type="checkbox"/>	<b>2</b> <input type="checkbox"/>	<b>3</b> <input type="checkbox"/>	<b>4</b> <input type="checkbox"/>	<b>5</b> <input type="checkbox"/>
Me disgusta mucho	no me gusta	no me gusta ni me disgusta	me gusta	me gusta mucho

##### OBSERVACIONES

---

---

##### SABOR

<b>1</b> <input type="checkbox"/>	<b>2</b> <input type="checkbox"/>	<b>3</b> <input type="checkbox"/>	<b>4</b> <input type="checkbox"/>	<b>5</b> <input type="checkbox"/>
Me disgusta mucho	no me gusta	no me gusta ni me disgusta	me gusta	me gusta mucho

##### OBSERVACIONES

---

---

**SUAVIDAD AL CORTE**

<b>1</b> <input type="checkbox"/>	<b>2</b> <input type="checkbox"/>	<b>3</b> <input type="checkbox"/>	<b>4</b> <input type="checkbox"/>	<b>5</b> <input type="checkbox"/>
Me disgusta mucho	no me gusta	no me gusta ni me disgusta	me gusta	me gusta mucho

**OBSERVACIONES**

---

---

**APARIENCIA GENERAL**

<b>1</b> <input type="checkbox"/>	<b>2</b> <input type="checkbox"/>	<b>3</b> <input type="checkbox"/>	<b>4</b> <input type="checkbox"/>	<b>5</b> <input type="checkbox"/>
Me disgusta mucho	no me gusta	no me gusta ni me disgusta	me gusta	me gusta mucho

**OBSERVACIONES**

---

---

**PREFERENCIA GENERAL**

**¿Cuál muestra prefiere?**

**Z-502**

**Z-904**