

Desempeño productivo en campo, calidad y características sensoriales de la carne de cerdos castrados o inmunocastrados

Miguel Angel Verdezoto Carrera

Zamorano, Honduras

Diciembre; 2009

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCION AGROPECUARIA

Desempeño productivo en campo, calidad y características sensoriales de la carne de cerdos castrados o inmunocastrados

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

Presentado por

Miguel Angel Verdezoto Carrera

Zamorano, Honduras

Diciembre; 2009

Desempeño productivo en campo, calidad y características sensoriales de la carne de cerdos castrados o inmunocastrados

Presentado por:

Miguel Angel Verdezoto Carrera

Aprobado:

Rogel Castillo, M.Sc.
Asesor principal

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

Adela Acosta, D.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 de Zootecnia

RESUMEN

Verdezoto, M. 2009. Desempeño productivo en campo, calidad y características sensoriales de la carne de cerdos castrados o inmunocastrados. Proyecto Especial Ingeniero Agrónomo. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano, Honduras 20p.

El estudio se llevó a cabo en las unidades de Ganado Porcino, Industrias Cárnicas y Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano. Se utilizaron 96 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 60.3 ± 11.1 kg y un peso de sacrificio de 117.35 ± 12.8 kg. Los tratamientos (castrados o inmunocastrados) fueron asignados en un Diseño de Bloques Completamente al Azar. No se encontró diferencia ($P > 0.05$) en el consumo de alimento en las etapas de desarrollo y engorde ($3,086.6 \pm 618.3$ g/día), en la ganancia diaria de peso (834.3 ± 134.3 g/día), en el índice de conversión alimenticia para las etapas de desarrollo y engorde (3.91 ± 1.0), en el rendimiento en piezas en paleta (15.7%), pierna (31.2%), tocineta (21.8%), chuleta (18.9%) y cuello (12.4%), en el área del lomo ($41.2 \pm 6.3 \text{cm}^2$), en el pH, en el color de la carne, la dureza al corte y en las características sensoriales excepto en el sabor donde hubo más preferencia para la carne de cerdos castrados quirúrgicamente. Se encontró diferencia ($P < 0.05$) en el consumo de alimento diario en la etapa de crecimiento con $2,398 \pm 757$ g/día y $1,478 \pm 419$ g/día, en el índice de conversión alimenticia para la etapa de crecimiento que fue 2.77 ± 0.3 y 1.89 ± 0.3 , el peso de la canal caliente que fue 73% y 70% para castrados quirúrgicamente e inmunocastrados respectivamente, en el rendimiento de la canal en músculo (53.56) y (61.25), grasa (26.96) y (20.22), hueso (12.57) y (10.69), piel (6.91) y (7.84) y la grasa dorsal (25.08 ± 6.9) y (16.03 ± 3.2) para castrados quirúrgicamente e inmunocastrados respectivamente.

Palabras clave: Androstenona, cerdos sin castrar, escatol, *Longissimus dorsi*, Inmunocastrados.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros y anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	6
4. CONCLUSIONES	14
5. RECOMENDACIONES	15
6. LITERATURA CITADA	16
7. ANEXOS	18

ÍNDICE DE CUADROS Y ANEXOS

Cuadro	Página
1. Efecto de la castración quirúrgica y la inmunocastración sobre el consumo de alimento en las tres fases de alimentación.....	6
2. Efecto de la castración quirúrgica y la inmunocastración sobre la ganancia diaria de peso en los cerdos.	7
3. Efecto de la castración quirúrgica y la inmunocastración sobre el Índice de Conversión Alimenticia (ICA) en los cerdos.	8
4. Efecto de la castración quirúrgica y la inmunocastración en el peso vivo, peso de la canal caliente (una hora post-sacrificio) y fría (24 horas post-sacrificio) y rendimiento de la canal caliente de cerdos.....	9
5. Efecto de la castración quirúrgica y la inmunocastración en el rendimiento (%) en piezas de la canal de cerdos.	9
6. Efecto de la castración quirúrgica y la inmunocastración sobre la composición de la canal de cerdos.....	10
7. Efecto de la castración quirúrgica y la inmunocastración en el área del lomo y grosor de la grasa dorsal de cerdos.....	10
8. Efecto de la castración quirúrgica y la inmunocastración en el pH de la carne de cerdos.....	11
9. Efecto de la castración quirúrgica y la inmunocastración en el color del músculo <i>Longissimus dorsi</i> y dureza al corte de cerdos.	12
10. Efecto de la castración quirúrgica y la inmunocastración en el color del músculo <i>Longissimus dorsi</i> de cerdos.....	13

Anexo

1. Análisis Sensorial	18
2. Cuadro de diferencia de costos en consumo de alimento entre cerdos castrados quirúrgicamente y cerdos inmunocastrados	20

1. INTRODUCCIÓN

El engorde de cerdos sin castrar es una alternativa para reducir el estrés a los lechones al momento de la castración y obtener beneficios en conversión alimenticia y productividad. 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 en la producción de cerdos sin castrar vs cerdos castrados, obteniendo un mayor crecimiento, mejor índice de conversión de alimento y menor impacto ambiental ya que a igual calidad de la dieta las heces de los cerdos sin castrar contienen menos nitrógeno que la de los cerdos castrados (Font i Furnols 2002). Aparte de las pérdidas de producción directas, la castración también es asociada con el aumento de la mortalidad y las complicaciones de la post-castración como infecciones y hernias (Clarke *et al.* 2008).

La carne de cerdos sin castrar tiene un defecto sensorial muy importante que se conoce como el olor sexual, el cual se atribuye principalmente a la androstenona y el escatol (Whittemore 1993). La interacción entre androstenona y escatol a niveles medios o altos, mayores de 0.50 y 0.15 mg/g de grasa respectivamente, provocan el defecto de mal olor y sabor en la carne de cerdo sin castrar, llamado olor sexual (Font *et al.* 2003). La androstenona es un esteroide testicular que se acumula en tejido graso causando un olor semejante a la orina y la transpiración. El escatol es un producto de la degradación del triptófano en el intestino que le 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 dolorosa y estresante para el animal. 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 (Zeng *et al.* 2002; Peña 2006). Con la inhibición de la GnRH se inhibe también la producción de las hormonas Folículo Estimulante y Luteinizante en la hipófisis, por consiguiente de la Testosterona y Androstenona en el testículo. La menor producción de esteroides testiculares aumenta la eliminación de escatol en el hígado (Pfizer 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 del estudio fue comparar el efecto de la inmunocastración con la castración quirúrgica sobre el rendimiento productivo en campo y la calidad de la carne a través del análisis de laboratorio y panel de degustación. Los objetivos específicos fueron determinar el efecto de la inmunocastración sobre: consumo de alimento, ganancia diaria de peso, el Índice de Conversión Alimenticia, peso de la canal caliente y fría, el rendimiento de la canal en piezas y el rendimiento de la canal despostada, la grasa dorsal, el área del lomo, el color, el pH de la carne, la fuerza de corte, y las 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 32 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 fases. La evaluación del desempeño productivo en campo: 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, peso de la canal fría, rendimiento de la canal caliente, rendimiento en piezas de la canal, rendimiento de la canal despostada en cortes, la grasa dorsal y el área del lomo se realizó en la planta de cárnicos. Las características sensoriales, olor, color y pH de la carne se determinaron en el Centro de Evaluación de Alimentos de Zamorano.

Se utilizaron 96 cerdos de los 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 se tomaron en parejas y fueron distribuidos en ambos tratamientos. Se utilizaron cuatro corrales por tratamiento con 12 animales por corral. Los corrales tienen piso de cemento con un área de 15 m² (3m × 5m), con drenaje lateral, bebederos automáticos de chupón y comederos automáticos de tolva.

La inmunocastración consistió de dos aplicaciones del producto Improvac[®] (Pfizer), cada una de 2 mL, la primera a las 10 semanas de edad y la segunda cuatro semanas antes del sacrificio. La castración quirúrgica se realizó a las dos semanas de vida.

La alimentación se ofreció *ad libitum* en todas las fases sin variación de la formulación para los tratamientos. Los cerdos se trasladaron el día anterior al sacrificio a la planta de proceso donde se alojaron en corrales con acceso a agua.

Desempeño productivo. Se monitoreó el desempeño en tres etapas. Crecimiento desde el día 70 de edad hasta los 105 días, desarrollo de los 106 hasta los 140 días y engorde de los 141 hasta los 176 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 calculó 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 de la composición de la canal. La canal se pesó una hora y 24 horas después del sacrificio en el cuarto frío a 3°C ± 1°C. La grasa dorsal y el área del lomo se

midieron a la décima costilla a las 24 horas después del sacrificio. La grasa se midió con un pie de rey y el área de lomo con el método de la Universidad de Illinois (hoja de acetato cuadrada en pulgadas cuadradas), para ello se cortó la chuleta y en un acetato se dibujó el contorno del músculo *Longissimus dorsi*. El rendimiento en 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, al despostar la canal se midió el rendimiento en músculo, grasa, hueso, tocina y piel. Para realizar las mediciones se seleccionaron 10 canales por tratamiento.

Características de la calidad de la carne (medición instrumental). La medición de color y dureza al corte se realizó 24 horas post sacrificio, utilizando el colorímetro Colorflex Hunter L.a.b¹ (Model 45-0), con uso de la escala L*a*b* para medir el color y el Instron 4444[®] para medir la dureza al corte (en KN). Las muestras, con un peso de 20 g cada una, se llevaron al Centro de Evaluación de Alimentos de Zamorano.

Para la medición del pH se tomaron lecturas del músculo *Longissimus dorsi* de cada canal con un potenciómetro² de punción calibrado con una solución buffer pH 4.0 a 7.0 y agua destilada, una hora y 24 horas después del sacrificio. Entre la lectura de una canal y otra el instrumento se enjuagó con agua destilada según recomendaciones del fabricante (OAKTON), también se enjuagó las demás herramientas utilizadas para tomar la lectura entre una canal y otra.

Características sensoriales de la carne. El análisis sensorial se realizó por medio de un panel de degustación utilizando una prueba de aceptación, en la cual se midieron los atributos de color, olor, sabor, apariencia general con una escala hedónica de 1 a 5 puntos, siendo 1 me disgusta mucho y 5 me gusta mucho. Las muestras fueron de 10g de 2 × 2 × 2 cm del músculo *Longissimus dorsi*, la carne se cocinó hasta que la parte interna de la porción del músculo alcanzó una temperatura de 71°C y post-cocción se le agregó 2% de sal.

Diseño experimental y análisis estadístico. En el estudio en campo los tratamientos fueron asignados en un Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con dos tratamientos y cuatro repeticiones para las variables de consumo de alimento e Índice de Conversión Alimenticia, se consideró cada corral como una unidad experimental. En la variable ganancia de peso se conto con 96 repeticiones considerando cada cerdo como unidad experimental.

En la planta de proceso y en el laboratorio de alimentos los tratamientos fueron asignados en un Diseño Completamente al Azar con dos tratamientos y 10 repeticiones (unidades experimentales) por tratamiento.

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 calidad de la canal.

¹ L*a*b* escala de 0 a 100, siendo 0 negro y 100 blanco. a* mide intensidad de 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 de colores amarillo y azul en una intensidad de (+60 a -60), los valores positivos son amarillos y los valores negativos son azules.

¹ Waterproof pH test 20 (OAKTON)IP67 ISO9001 USA or NIST, Buffer Sets, Double Juntion

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, 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 el programa estadístico Statistical Analysis Systems (SAS 2006) con un nivel de significancia de $P < 0.05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Consumo de alimento. Se encontró diferencia ($P < 0.05$) en el consumo de alimento entre los cerdos inmunocastrados y los cerdos castrados quirúrgicamente en la etapa de crecimiento y en el consumo acumulado (Cuadro 1). Esto concuerda con los estudios realizados por Zeng *et al.* (2002) quienes encontraron que el consumo de alimento es menor en cerdos sin castrar con 1,640 g por día vs 1,970 g por día en castrados en la etapa de crecimiento. Los cerdos inmunocastrados consumieron 71.9 kg menos de alimento que los cerdos castrados quirúrgicamente en el consumo acumulado.

No se encontró diferencia ($P > 0.05$) en las etapas de desarrollo y engorde entre tratamientos. Los resultados obtenidos en la etapa de engorde son superiores a los reportados por el Institut Technique du Porc (1997) de Francia de 2,280 g para cerdos sin castrar y 2,410 g para cerdos castrados. Las actividades de los cerdos sin castrar como el comportamiento sexual o la agresividad puede reducir el tiempo que éstos emplean para alimentarse (Dunshea *et al.* 2000).

Cuadro 1 Efecto de la castración quirúrgica y la inmunocastración sobre el consumo de alimento en las tres fases de alimentación*.

Tratamientos	Consumo de alimento por fase g/día			
	Crecimiento	Desarrollo	Engorde	Acumulado
Castrados	2,398±757 ^a	3,763±1,103	2,997±533	3,053±607 ^a
Inmunocastrados	1,478±419 ^b	2,792±522	2,793±315	2,354±224 ^b
CV (%)	23.34	20.37	13.91	10.68

CV Coeficiente de Variación

* Medias con letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.05$)

Ganancia diaria de peso. La ganancia diaria de peso fue similar ($P > 0.05$) en los cerdos inmunocastrados y los castrados quirúrgicamente en todas las etapas de evaluación (Cuadro 2). Estos resultados coinciden con los encontrados por Zeng *et al.* (2002) quienes compararon niveles de energía altos y bajos en cerdos inmunocastrados, castrados quirúrgicamente y sin castrar y no hallaron diferencias con ganancias diarias de 760 y 850 g para castrados quirúrgicamente y sin castrar respectivamente en la etapa de crecimiento, 1,070 y 1,060 g para castrados quirúrgicamente y sin castrar respectivamente. En la etapa de engorde Anderson *et al.* (1997) encontraron que los cerdos castrados presentan una mayor ganancia de peso en la fase de engorde, dato que no coincide con el presente estudio. En otro estudio Dunshea *et al.* (2000) encontraron que los cerdos inmunocastrados crecieron más rápidamente y eran tan eficientes como los cerdos sin castrar en el final de las cuatro semanas antes de la matanza.

Cuadro 2 Efecto de la castración quirúrgica y la inmunocastración sobre la ganancia diaria de peso en los cerdos.

Tratamientos	Ganancia de peso por fase g/día			
	Crecimiento	Desarrollo	Engorde	Acumulado
Castrados	854±204	976±74	726±222	853±108
Inmunocastrados	776±139	873±55	801±112	817±19
CV (%)	24.79	17.94	15.97	10.67

CV Coeficiente de Variación

Índice de conversión alimenticia. La eficiencia alimenticia de los cerdos castrados quirúrgicamente fue menor ($P < 0.05$) que la de los cerdos inmunocastrados en la etapa de crecimiento y en el acumulado (Cuadro 3), lo cual no concuerda con el estudio realizado en la Escuela Agrícola Panamericana por Lopez (1988) quien no encontró diferencia en la eficiencia de conversión alimenticia entre cerdos castrados y sin castrar.

No se encontró diferencia en la etapa de desarrollo y engorde ($P > 0.05$); estos resultados concuerdan con los de Romero (2008) quien no encontró diferencia entre los cerdos castrados y sin castrar en las etapas de desarrollo y engorde. Por otra parte, Anderson *et al.* (1997) reportaron índices de conversión alimenticia de 2.8 en cerdos castrados quirúrgicamente y 2.7 en cerdos sin castrar en la etapa final, lo cual no concuerda con lo obtenido en este estudio en el que se obtuvo índices más altos; una de las razones de esta diferencia pudo haber sido que las condiciones en Zamorano fueron mejores.

Cuadro 3 Efecto de la castración quirúrgica y la inmunocastración sobre el Índice de Conversión Alimenticia (ICA) en los cerdos*.

Tratamientos	ICA por etapa			
	Crecimiento	Desarrollo	Engorde	Acumulado
Castrados	2.77±0.3 ^a	3.81±0.9	4.14±1.3	3.56±10.6 ^a
Inmunocastrados	1.89±0.3 ^b	3.20±0.5	3.56±0.5	2.88±0.3 ^b
CV (%)	5.27	13.69	15.65	7.25

CV Coeficiente de Variación

* Medias con letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa entre tratamientos (P<0.05).

Peso vivo. No hubo diferencia (P>0.05) en el peso vivo entre los cerdos castrados quirúrgicamente y los cerdos inmunocastrados (Cuadro 4), lo cual concuerda con lo encontrado por Zeng *et al.* (2002) quienes reportaron pesos similares en cerdos sin castrar, inmunocastrados y castrados quirúrgicamente.

Peso de la canal caliente y fría. Fue mayor (P<0.05) el peso de la canal caliente, de la canal fría y rendimiento de la canal caliente en los cerdos castrados quirúrgicamente que en los inmunocastrados (Cuadro 4). Estos resultados no coinciden con los obtenidos por Bañón *et al.* (2004) quienes encontraron diferencias con pesos de 101.1 y 92.5 kg en la canal caliente de cerdos sin castrar y cerdos castrados quirúrgicamente, con una tendencia similar a lo obtenido en el presente estudio de 88.9 y 78.5 kg para cerdos castrados quirúrgicamente y cerdos inmunocastrados respectivamente.

El peso de la canal fría a las 24 horas post-sacrificio de los cerdos castrados quirúrgicamente disminuyó en 0.82% y el de las canales de los cerdos inmunocastrados en 1.16%. Las pérdidas se presentaron a pesar de que el cuarto frío a 3°C tiene un sistema automático de rocío de agua cada 30 minutos, que ayuda a evitar las pérdidas por evaporación. Lo encontrado en este estudio concuerda con Warriss (2003) quien indica que durante el enfriamiento la canal puede llegar a perder hasta 2% de agua por evaporación y restos de sangre por goteo.

Rendimiento de la canal. Se encontró diferencia (P<0.05) en el rendimiento en canal caliente (Cuadro 4). Los resultados coinciden con los reportados por Babol y Squires (1995), quienes encontraron que los cerdos sin castrar tienen rendimientos más bajos en la canal, de un 2 a 2.5% en comparación con cerdos castrados quirúrgicamente y con las hembras. Sin embargo, esta diferencia en rendimiento no significa mayor rendimiento en músculo, debido a que un alto porcentaje de la canal de cerdos castrados quirúrgicamente es grasa.

Cuadro 4 Efecto de la castración quirúrgica y la inmunocastración en el peso vivo, peso de la canal caliente (una hora post-sacrificio) y fría (24 horas post-sacrificio) y rendimiento de la canal caliente de cerdos*.

Tratamientos	Peso vivo (kg)	Peso de la canal (kg)		Rendimiento canal caliente (%)
		Caliente	Fría	
Castrados	121.8±8.4	88.9±6.7 ^a	87.9±6.3 ^a	72.9±1.1 ^a
Inmunocastrados	112.9±17.2	78.5±3.0 ^b	77.7±3.4 ^b	69.5±1.0 ^b
CV (%)	15.96	13.69	15.65	7.25

CV Coeficiente de Variación

* Medias con letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa entre tratamientos (P<0.05)

Rendimiento en piezas. No se encontró diferencia (P>0.05) en el rendimiento en piezas entre cerdos castrados quirúrgicamente y cerdos inmunocastrados (Cuadro 5). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Romero (2008) quien tampoco encontró diferencia en el rendimiento en paleta, pierna, chuleta y cuello de cerdos castrados quirúrgicamente vs cerdos sin castrar, no así en el rendimiento en tocineta donde encontró diferencia significativa entre tratamientos (P<0.05), contrario a lo encontrado en este estudio.

A pesar que no existió diferencia entre las canales se debe considerar que los cerdos castrados no poseen la eficiencia alimenticia de los cerdos sin castrar para producir músculo; por tal motivo es necesario considerar que las canales de cerdos castrados tienen mayor acumulación de grasa lo cual se puede observar en los cortes con mayor contenido de grasa como la tocineta.

Cuadro 5 Efecto de la castración quirúrgica y la inmunocastración en el rendimiento (%) en piezas de la canal de cerdos.

Tratamientos	Piezas (%)				
	Paleta	Pierna	Tocineta	Chuleta	Cuello
Castrados	15.6±0.9	31.0±0.8	22.2±0.8	18.8±1.6	12.3±1.1
Inmunocastrados	15.8±0.9	31.3±1.4	21.4±1.0	18.9±1.3	12.5±0.4
CV (%)	7.33	4.39	5.41	7.69	4.70

CV Coeficiente de Variación

Rendimiento en cortes. Se encontró diferencia ($P < 0.05$) en el rendimiento en cortes entre tratamientos (Cuadro 6). Los resultados obtenidos concuerdan con los de Babol y Squires (1995) y de Flores *et al.* (2009) quienes indican que los cerdos sin castrar producen canales más magras que los cerdos castrados quirúrgicamente, pero que los cerdos sin castrar presentan un mayor porcentaje de hueso que llega a ser una desventaja en los rendimientos, contrario a lo obtenido en este estudio. Los cerdos castrados quirúrgicamente al entrar en la etapa de engorde acumulan más grasa que carne lo cual se observa en los datos obtenidos.

Cuadro 6 Efecto de la castración quirúrgica y la inmunocastración sobre la composición de la canal de cerdos*.

Tratamientos	Cortes (%)			
	Carne	Grasa	Piel	Hueso
Castrados	53.6±3.7 ^a	26.9±2.5 ^a	6.9±0.4 ^a	12.5±1.9 ^a
Inmunocastrados	61.25±1.5 ^b	20.2±2.1 ^b	7.8±1.2 ^b	10.7±1.2 ^b
CV (%)	4.86	5.82	4.04	5.09

CV Coeficiente de Variación

* Medias con letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.05$)

Área del lomo y grasa dorsal. No se encontró diferencia en área del lomo ($P > 0.05$) entre cerdos castrados quirúrgicamente y cerdos inmunocastrados (Cuadro 7). Estos datos coinciden con los encontrados por el Institut Technique du Porc de Francia (1997) quienes no encontraron diferencia entre cerdos castrados quirúrgicamente y cerdos sin castrar con pesos de 100 kg promedio.

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

Tratamiento	Área del lomo (cm ²)	Grasa dorsal (mm)
Castrados	41.48±4.6	25.08±6.9 ^a
Inmunocastrados	41.05±6.8	16.03±3.2 ^b
CV (%)	18.49	13.87

CV Coeficiente de Variación

* Medias con letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.05$)

pH de la carne. No se encontró diferencia en el pH ($P>0.05$) entre los cerdos castrados quirúrgicamente y los cerdos inmunocastrados (Cuadro 8). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Bañón *et al.* (2004) y con Romero (2008), quienes no encontraron diferencias en el pH con valores de 5.7 y 5.8 para cerdos castrados quirúrgicamente y cerdos sin castrar respectivamente. Ryu y Kim (2005) no hallaron diferencias entre cerdos castrados quirúrgicamente y cerdos sin castrar con valores de pH de 5.68 y 5.62 respectivamente. El pH encontrado es adecuado para obtener una buena calidad de carne, si el cambio de pH es demasiado brusco llegando a valores menores a 5.5 en la primera hora, la acidificación afecta el color dando una tonalidad grisácea de la carne y a la capacidad de retención de agua provocando exudados del músculo (Warriss 2003). Si el pH se encuentra próximo o superior a 6.5, puede provocar la presencia de músculos duros, secos y oscuros (Whittemore 1993).

Cuadro 8 Efecto de la castración quirúrgica y la inmunocastración en el pH de la carne de cerdos.

Tratamiento	pH	
	1 Hora	24 horas
Castrados	5.9±0.3	5.6±0.3
Inmunocastrados	5.9±0.3	5.7±0.3
CV (%)	40.27	46.42

CV Coeficiente de Variación

Color de la carne y dureza al corte. No se encontró diferencia en el color de la carne fresca ($P>0.05$). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Algorañaz (2007), Bañón *et al.* (2004), Babol y Squires (1995) y Romero (2008) quienes evaluaron las características de la calidad de la carne utilizando el músculo *Longissimus dorsi* de cerdos sin castrar, castrados quirúrgicamente y cerdas jóvenes y tampoco encontraron diferencias en el color.

No se encontró diferencia en la dureza al corte ($P>0.05$) entre los tratamientos (Cuadro 9). Estos resultados no coinciden con los obtenidos por Flores *et al.* (2009), quienes encontraron que la resistencia al corte fue mayor en las muestras de machos sin castrar que en las de cerdos castrados.

Cuadro 9 Efecto de la castración quirúrgica y la inmunocastración en el color del músculo *Longissimus dorsi* y dureza al corte de cerdos.

Tratamiento	Escala de color			Dureza al corte (KN)
	L* ¹	a* ²	b* ³	
Castrados	7.4±4.8	29.8±2.2	3.2±1.6	55.1±7.9
Inmunocastrados	5.5±3.4	30.4±1.8	3.4±1.0	67.2±15.0
CV* (%)	29.17	7.15	26.85	10.23

CV* Coeficiente de Variación

¹L* escala de 0 a 100, siendo 0 negro y 100 blanco.

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

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

Características sensoriales. No se encontró diferencia ($P>0.05$) en las características sensoriales de la carne del músculo *Longissimus dorsi* para color, olor, suavidad al corte y apariencia general, no así para la característica de sabor en la que hubo mayor preferencia para la carne de cerdo castrado quirúrgicamente (Cuadro 10). Los resultados concuerdan con lo obtenido por Font *et al.* (2008) quienes no encontraron diferencia en la preferencia entre muestras de cerdos castrados quirúrgicamente e inmunocastrados. Por otra parte (Font *et al.* 2003) realizaron un estudio en siete países europeos y encontraron que la aceptabilidad a la carne de cerdo sin castrar depende de la edad, género y hábitos de consumo del consumidor.

Pearson *et al.* (1971) utilizaron un panel para evaluar la aceptabilidad de productos cárnicos conteniendo carne de cerdos sin castrar y no encontraron diferencias en la preferencia, por lo que la carne de cerdo sin castrar puede ser utilizada para la elaboración de productos cárnicos sin afectar significativamente las propiedades organolépticas y las características de calidad del producto.

Cuadro 10 Efecto de la castración quirúrgica y la inmunocastración en el color del músculo *Longissimus dorsi* de cerdos.

Tratamiento	Característica sensorial			
	Color	Olor	Sabor*	Apariencia general
Castrados*	3.2±0.9	3.7±0.9	3.8±0.8 ^a	3.4±0.8
Inmunocastrados*	3.3±1.0	3.6±0.6	3.4±1.0 ^b	3.4±0.8
CV (%)	28.15	22.05	23.53	26.23

CV Coeficiente de Variación

* Los valores en cada columna representan las medias de la escala hedónica y la desviación estándar. 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.

^{ab} Medias con letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa entre tratamientos (P<0.05)

Preferencia. No se encontró diferencia (P>0.05) en la preferencia general entre los cerdos castrados quirúrgicamente y los inmunocastrados (Cuadro 10). Los resultados concuerdan con los obtenidos por Romero (2008). De los 36 panelistas que degustaron las muestras 17 (47.22%) prefirieron las muestras de los cerdos castrados y 19 (52.78%) prefirieron las muestras de cerdos inmunocastrados. Los resultados obtenidos no concuerdan con los de Bañón *et al.* (2004) quienes encontraron mayor preferencia para la carne de cerdos castrados quirúrgicamente.

4. CONCLUSIONES

- Bajo las condiciones del presente estudio la ganancia diaria de peso fue similar entre cerdos castrados quirúrgicamente con cerdos inmunocastrados.
- El consumo de alimento y el Índice de Conversión Alimenticia en la fase de crecimiento y acumulado fueron mejores en los cerdos inmunocastrados.
- Los cerdos castrados quirúrgicamente tuvieron mayor peso en canal y grasa dorsal
- No hubo diferencia en rendimiento en piezas, área del lomo, pH, color, dureza al corte y evaluación sensorial entre cerdos castrados quirúrgicamente con cerdos inmunocastrados.
- Las canales de cerdos inmunocastrados fueron más magras que las canales de cerdos castrados quirúrgicamente, obteniendo un rendimiento mayor en músculo.

5. RECOMENDACIONES

- Utilizar la inmunocastración ya que estos cerdos presentan una mayor eficiencia alimenticia y productiva.
- Evaluar los efectos de aplicar la segunda dosis del producto cuatro semanas después de la primera.

6. LITERATURA CITADA

Anderson, K; Schaub, A; Andersson, K; Lundstrom, K; Thomke, S; Hansson, I. 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, LA. 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.

Babol, J; Squires, EJ. 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; Andreu, C; Laencina, J; Garrido, MD. 2004. Fresh and eating pork quality from entire versus castrate heavy males. *Food Quality and Preference*. 15: 293–300.

Clarke, I; Walker, J; Hennessy, D; Kreeger, J; Nappier, J; Crane, J. 2008. Inherent Food Safety of a Synthetic Gonadotropin-Releasing Factor (GnRF) Vaccine for the Control of Boar Taint in Entire Male Pigs. *Intern Journal of Applied Research in Veterinary Medicine*. 6 (1): 8.

Dunshea, F; McCauley, I; Cronin, G; Barnett, J; Hemsworth, P; King, R; Campbell, R; Smits, R; Luxford, B; Hennessy, D; Butler, K; Tilbrook, A. 2000. Improving the performance/efficiency of entire male pigs under commercial conditions. Department of Natural Resources and Environment Agriculture. Victoria. 3p.

Flores-Rondón, C; Leal-Ramírez, M; Rodas-González, A; Aranguren-Méndez, J; Román-Bravo, R; Ruiz-Ramírez, J. 2009. Effect of Sexual Condition and Slaughter Weight on Pig Carcass Characteristics and Meat Quality. Universidad de los Andes, Mérida – Venezuela. *Revista Científica*. XIX (002): 165-166p.

Font i Furnols, M; Gispert, M; Guerrero, L; Velarde, A; Tibau, J; Soler, J; Hortós, M; García-Regueiro, JA; Pérez, J; Suárez, P; Oliver, MA. 2008. Consumers' sensory acceptability of pork from immunocastrated male pigs. *Journal of Meat Science*. 80 (4): 3.

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; Gispert, M; Diestre, A; Oliver, MA. 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. Editorial Acribia. 411p.

Lopez, A. 1988. Evaluación de las ventajas económicas de la cría y engorde de cerdos sin castrar (verracos) como una forma de hacer más eficiente la producción porcina. Tesis de Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 41p.

Pearson, AM; Ngoddy, S; Price, JF; Larzelere, HE. 1971. Panel acceptability of products containing boar meat. *Journal of 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>

Pfizer 2006. *Manual técnico para uso veterinario*. Salud animal. Improvac. 13p.

Romero, R. 2008. Desempeño productivo en campo, calidad y características sensoriales de la carne de verracos y cerdos castrados. Tesis de Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 5-12p.

Ryu, YC; Kim, BC. 2005. The relationship between muscle fiber characteristics, postmortem metabolic rate, and meat quality of pig longissimus dorsi muscle. *Meat Science*. 71: 351–357.

SAS. 2008. *User`s guide: Statistics*. S.A.S. Inst. Inc. Cary, NC.

Warriss, PD. 2003. *Ciencia de la carne*. Trad. Carrascal JR. Zaragoza, España. Editorial Acribia. 309p.

Whittemore, C. 1993. *Ciencia y práctica de la producción porcina*. Trad. PD, Malvenda. Zaragoza, España. Editorial Acribia. 16p.

Zeng, XY; Turkstra, JA; Jongbloed, AW; Van Diepen, JThM; Meloen, RH; Oonk, HB; Guo, DZ Van de Wiel, DFM. 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: 1-11.2006

7. ANEXOS

Anexo 1. Análisis Sensorial

Nombre: _____ Fecha: _____ Muestra: _____

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

ACEPTACIÓN

COLOR



Me disgusta
Mucho



No me gusta



No me gusta
ni me disgusta



Me gusta



Me gusta mucho

OBSERVACIONES

OLOR



Me disgusta
Mucho



No me gusta



No me gusta
ni me disgusta



Me gusta



Me gusta mucho

OBSERVACIONES

SUAVIDAD AL CORTE

1

2

3

4

5

Me disgusta
Mucho

No me gusta

No me gusta
ni me disgusta

Me gusta

Me gusta mucho

OBSERVACIONES

SABOR

1

Me disgusta
Mucho

2

No me gusta

3

No me gusta
ni me disgusta

4

Me gusta

5

Me gusta mucho

OBSERVACIONES

APARIENCIA GENERAL

1

Me disgusta
Mucho

2

No me gusta

3

No me gusta
ni me disgusta

4

Me gusta

5

Me gusta mucho

OBSERVACIONES

PREFERENCIA GENERAL

¿Cual muestra prefiere?

Z-406

Z-531

Anexo 2. Cuadro de diferencia de costos en consumo de alimento entre cerdos castrados quirúrgicamente y cerdos inmunocastrados

Alimento	Precio Lempiras (L)
Crecimiento	391,0
Desarrollo	381,0
Final	352,0
Promedio	374,7

	Peso Inicio (kg)	Peso final (kg)	Incremento (kg)	ICA	Cons/Animal (kg)	Quintales	Costo (L)
Castrados	28,4	114,9	86,5	3,7	317,4	6.98	2,615.41
Inmunocastrados	26,9	110,4	83,5	2,9	245,5	5.40	2,023.38
						Ahorro	592.03

Costo de vacuna	94,45
Ahorro en alimento	592.03
Ganancia	497.58