



# **UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

## **FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO PRODUCTIVO, ECONÓMICO Y  
CALIDAD DE LA CANAL EN CERDOS CASTRADOS  
QUIRÚRGICAMENTE vs INMUNOCASTRADOS**

### **TESIS**

**Que presenta:**

**DIEGO ALFREDO CALDERÓN MONTAÑEZ**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**ASESOR DE TESIS.**

**MC. ANTONIO GARCÍA VALLADARES**

**MORELIA, MICH; JUNIO DE 2012.**



**U.M.S.N.H.**

**Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia  
PROGRAMA ACREDITADO**



www.vetzoo.umich.mx

**Aprobación de Impresión del Trabajo**

Morelia, Michoacán, a 23 de Febrero de 2012

**C. MC. ORLANDO ARTURO VALLEJO FIGUEROA**

Director de la FMVZ-UMSNH

**PRESENTE.**

Por este conducto hacemos de su conocimiento que la tesis titulada: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO PRODUCTIVO, ECONÓMICO Y CALIDAD DE LA CANAL EN CERDOS CASTRADOS QUIRURGICAMENTE vs INMUNOCASTRADOS", del P. MVZ. DIEGO ALFREDO CALDERÓN MONTAÑEZ, dirigida por el asesor MC. ANTONIO GARCÍA VALLADARES, fue *revisada y aprobada* por esta mesa sinodal, conforme a las normas de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

**ATENTAMENTE**

**MC. ALEJANDRO VILLASEÑOR ÁLVAREZ  
PRESIDENTE**

**MC. ALEJANDRA MINERVA MARÍN AGUILAR  
VOCAL**

**MC. ANTONIO GARCÍA VALLADARES  
VOCAL (ASESOR)**

**UNIDAD ACUEDUCTO**

Av. Acueducto y Tzintzuntzan  
Col. Matamoros C.P. 58130  
Morelia, Michoacán  
Teléfono y FAX: (01443) 314 1463  
C.E. direccion@urantia.vetzoo.umich.mx  
subdireccion@urantia.vetzoo.umich.mx

**UNIDAD POSTA**

Carretera Morelia-Zinapécuaro Km. 9.5  
Teléfono: (01443) 312 5236 FAX: 312 4176  
Municipio de Tarímbaro, Michoacán  
C.E. secretario.academico@urantia.vetzoo.umich.mx  
secretario.administrativo@urantia.vetzoo.umich.mx  
secretario.tecnico@urantia.vetzoo.umich.mx

## **DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS**

A Dios principalmente por haberme regalado el don de la vida, a mi hermosa familia y grandes amigos.

A mis papás Paty y Ernesto, con mucho amor y admiración por su gran esfuerzo por haber logrado esta gran familia de la que soy parte. No me equivoco al decir que son los mejores papás del mundo, gracias por su amor.

A mis hermanos Tito, Elenita, Linda, Pily, Rafa, César, Lucerito, Mary y Alex, gracias por su amor y apoyo de diferentes maneras, los quiero mucho.

A mi hermano Tito y mi papá por ayudarme a la realización de este trabajo de investigación, gracias por todo su apoyo.

A mis amigos que me brindaron su amistad, ustedes que me acompañaron durante mi formación académica compartiendo tantos buenos momentos.

Agradezco al Dr. Antonio García Valladares mi asesor y al Dr. José Herrera Camacho por haberme guiado en la realización de este trabajo y por estar siempre dispuestos a ayudarme.

Agradezco a esta institución, mis agradecimientos a mis profesores que me instruyeron como profesional y como ciudadano.

Son muchas las personas a las que me gustaría agradecer su amistad, apoyo, ánimo y compañía y otras en mis recuerdos y corazón. Sin importar donde estén o si alguna vez llegan a leer estas dedicatorias quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Agradecimiento al grupo Nu-3 por permitirme llevar a cabo este trabajo de tesis en sus instalaciones y por las facilidades para la realización de la misma.

# TABLA DE CONTENIDO

	Página
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Mecanismo hormonal que controla la presentación de la pubertad ....</b>	<b>1</b>
<b>1.1.1 Testosterona.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 Castración.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2.1 Edad a la castración .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2.2 Castración y bienestar animal .....</b>	<b>4</b>
<b>1.3 Compuestos responsables del olor sexual.....</b>	<b>4</b>
<b>1.3.1 Androstenona.....</b>	<b>4</b>
<b>1.3.2 Escatol.....</b>	<b>5</b>
<b>1.4 Factores que contribuyen a la presencia del olor sexual.....</b>	<b>7</b>
<b>1.5 Alternativas a la castración quirúrgica sin anestésicos.....</b>	<b>7</b>
<b>1.5.1 Producción de machos enteros .....</b>	<b>7</b>
<b>1.5.2 Castración quirúrgica con anestésicos .....</b>	<b>8</b>
<b>1.5.3 Selección espermática .....</b>	<b>8</b>
<b>1.5.4 Destrucción testicular con agentes químicos .....</b>	<b>8</b>
<b>1.5.5 Inmunocastración .....</b>	<b>9</b>
<b>2. HIPÓTESIS .....</b>	<b>12</b>
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>13</b>
<b>3.1 Objetivo general .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2 Objetivos particulares .....</b>	<b>13</b>
<b>4. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>14</b>
<b>4.1 Localización.....</b>	<b>14</b>
<b>4.2 Animales .....</b>	<b>14</b>

4.3 Alojamiento	14
4.4 Castración	14
4.5 Variables a medir	15
4.5.1 Consumo de alimento	15
4.5.2 Ganancia de peso	15
4.5.3 Eficiencia alimenticia	15
4.5.4 Sacrificio de los cerdos	15
4.5.5 Rendimiento de cortes magros	15
4.5.6 Análisis económico	16
4.6 Análisis estadístico	16
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
5.1 Análisis económico	20
6. CONCLUSIONES	23
7. BIBLIOGRAFIA	24

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Figura 1. Esquema del proceso de distribución del escatol	6
Tabla 1. Resultados de los indicadores productivos	18
Tabla 2. Resultados de los pesos de los tipos de cortes, cabeza y grasa	19
Tabla 3. Costos de alimento por etapa productiva de los cerdos inmunocastrados	20
Tabla 4. Costos de alimento por etapa productiva de los cerdos castrados quirúrgicamente	21
Tabla 5. Gastos por tratamiento por cerdo en promedio	21
Tabla 6. Analisis económico por concepto de alimentación, tratamiento y de castración por cerdo	22

## 1. INTRODUCCIÓN

La castración quirúrgica en lechones de temprana edad es la técnica más utilizada mundialmente para eliminar el olor sexual que se presenta en la pubertad durante la etapa de engorda, además de controlar el comportamiento agresivo de los machos enteros. Se estima que alrededor de 100 millones de lechones son castrados anualmente en los 25 países de la Unión Europea (UE) y más de 600 millones al año en todo el mundo (Albertis, 2009).

La castración quirúrgica implica la sujeción e inmovilización del lechón, la incisión del escroto con un bisturí, la liberación del testículo y la sección del cordón espermático. A pesar de que es un procedimiento rápido (menos de 30 segundos), induce en el lechón una serie de cambios fisiológicos y de comportamiento claramente indicativos de dolor.

Algunos países como Japón y Holanda están viendo con beneplácito en la industria de alimentos de consumo humano, la incorporación de carne de cerdos no castrados quirúrgicamente, debido a que existen beneficios tanto en el animal como en la calidad de la carne. Hoy en día algunos países como Reino Unido, Irlanda, Australia y Nueva Zelanda, han abandonado totalmente la castración quirúrgica y como España, Portugal, Dinamarca, Holanda, Brasil, México, Chile, Costa Rica, Guatemala y Panamá, lo han hecho parcialmente. Estos animales son llevados al matadero con testículos, pero sin olor sexual y con canales más magras con respecto a un animal castrado de la misma edad y peso (Albertis *et al.*, 2009).

### 1.1 Mecanismo hormonal que controla la presentación de la pubertad

Se puede considerar que el macho ha llegado a la pubertad cuando la cantidad de espermatozoides presentes en el túbulo seminífero es mayor a la cantidad de espermátidas, este momento se presenta entre los 5 y 8 meses de vida; esto no quiere decir que el animal sea totalmente maduro sexualmente ya que la madurez se alcanza al cumplir el año de edad (Aranciba *et al.*, 1999). El inicio de la pubertad depende de un incremento de las cantidades sanguíneas de la hormona folículo estimulante (FSH) y testosterona; sin embargo durante las

etapas prepuberales los niveles de FSH, hormona luteinizante (LH) y testosterona son bajos, debido que esta tiene un efecto de retroalimentación negativa sobre la secreción de gonadotropinas hipofisarias. En algún momento antes de la pubertad, el hipotálamo es menos sensible a esa retroalimentación negativa, especialmente para la FSH, ocurriendo un incremento de los niveles de la misma y reduciendo la influencia inhibitoria de la testosterona. Sin embargo, es necesario un incremento de la cantidad de testosterona, el cual está determinado por la LH, para que esto suceda, la FSH promueve el desarrollo de receptores para LH en las células de Leydig, llegando a ser el testículo más sensible a la LH, incrementándose de esta forma la cantidad de testosterona. De esta manera, la testosterona se unirá a proteínas receptoras en las células de Sertoli y será transferida a la célula germinal, acelerándose el proceso de espermatogénesis (Aranciba *et al.*, 1999).

### 1.1.1 Testosterona

La testosterona es una hormona soluble sintetizada directamente en los testículos en una forma de dihidrotestosterona, que se encuentra en los túbulos seminíferos. Una vez producida, se convierte en androstenona dentro de los siguientes 15 a 30 minutos, se metaboliza en el hígado y se excreta en la orina (Daxenberger *et al.*, 2001, citado por Porolni, 2010). Esta hormona masculina determina las características físicas y de comportamiento de los machos enteros. Los niveles de testosterona aumentan a medida que el animal envejece, alcanzando un máximo a los 180 días de edad (Andresen, 1976; Bonneau, 1982. Thun *et al.*, 2006 citados por Porolni, 2010).

Un efecto importante de la testosterona es proporcionar una mayor deposición de músculo y de proteína, disminuyendo la cantidad de nitrógeno excretado por los cerdos machos enteros. La mayor tasa de crecimiento observada en los machos enteros en comparación con los animales castrados se relaciona con los diferentes niveles de la testosterona. Las hormonas tienen un efecto sobre el rendimiento y la composición corporal de los cerdos en crecimiento en el rango de 30-105 kg de peso vivo. Los machos enteros tienen

una alta eficiencia para la deposición de proteínas, debido a la existencia de hormonas como el estrógeno y la testosterona.

## **1.2 Castración**

La castración es la extirpación o la supresión funcional de las glándulas genitales. Se ha realizado como práctica común en todos los sistemas productivos de cerdos en el mundo, sobre todo como una alternativa para evitar el olor y sabor desagradable al consumidor, que desprende la carne al ser cocinada, además que facilita el manejo de los machos enteros. Normalmente este procedimiento se realiza en los primeros siete días de edad teniendo la ventaja de una rápida cicatrización, además de que hay poca irrigación e inervación a los testículos, por lo que no hay sangrado abundante ni dolor (Apolaya 2009).

Desde el punto de vista del manejo, es una práctica más a realizar en el área de maternidad, no obstante, supone un riesgo de muerte añadido a los lechones, pues éste debe hacerse adecuadamente y además, se le deja una herida abierta que puede ser entrada de patógenos, por lo que se hace necesario tratar la herida con algún promotor de la cicatrización, además de antibioticoterapia (Apolaya 2009).

### **1.2.1 Edad de la castración**

La edad en la que se efectúe la castración puede afectar el ritmo de crecimiento de los animales. El mayor crecimiento del tejido muscular de los machos enteros solo se hace evidente conforme se aproximan a la pubertad. Así, Skjaerlund *et al.*, (1994) no detectaron diferencias, ni en el peso vivo (P.V) ni en el contenido proteico del músculo, a las cinco semanas de la castración, en función de la época de la castración (1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> ó 4<sup>a</sup> semana de vida). De igual forma, Bates *et al.* (1992) no observaron diferencias en la ganancia media diaria de peso (G.M.D) en función de la época de castración. Sin embargo, Charette (1961) citado por Quiles (2011), comprobó que los machos castrados tardíamente (16<sup>a</sup> ó 20<sup>a</sup> semanas de vida) tenían un menor apetito que los castrados a edades más tempranas, 6<sup>a</sup> ó 12<sup>a</sup> semanas de vida.



### **1.2.2 Castración y bienestar animal**

La práctica de la castración no podría quedar al margen de las presiones que ejercen los consumidores de determinados mercados así como determinadas organizaciones relacionadas con el bienestar animal (*Compassion in World Farming, Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals, People for the Ethical Treatment of Animals*), donde la castración es considerada como una práctica de manejo cruenta que infringe dolor y sufrimiento a los lechones, por lo que reclaman prácticas más éticas para el control del olor sexual. La mayoría de los estudios fisiológicos y etológicos ponen de manifiesto el sufrimiento de los lechones antes y después de la castración cuando ésta se realiza sin anestesia. En los lechones castrados se aprecia: aumento de los gritos, del ritmo cardiaco, maman menos veces, mayor agitación de la cola, más aislamiento, menos juegos, se muestran menos activos, mayor concentración sanguínea de los marcadores del estrés (cortisol, ACTH, glucosa, lactato), (Quiles, 2011).

### **1.3 Compuestos responsables del olor sexual**

Los principales compuestos responsables del olor a verraco son la androstenona, un esteroide testicular que se acumula en la grasa manifestando un olor semejante a la orina, y el escatol, un producto de la degradación del triptófano en el intestino que confiere un olor semejante al fecal.

#### **1.3.1 Androstenona**

La androstenona es una hormona que se sintetiza en los testículos, se almacena en las glándulas salivales y en el tejido adiposo y posteriormente se metaboliza en el hígado y se elimina por la orina. La biosíntesis de la androstenona y de los esteroides masculinos en general se producen en las células de Leydig en los testículos; diversos factores sociales y ambientales (estrés, temperatura, nutrición) provocan una variación en la biosíntesis de la hormona, la cual es controlada por el sistema hipotalámico y consecuentemente por la LH, que estimula la síntesis de los esteroides en las células de Leydig (Solé, 1999).

Los andrógenos promueven el metabolismo anaeróbico proteico, incrementando la transcripción del DNA a RNA y las actividades del RNA polimerasa en el núcleo celular y de las aminoaciltransferasa en los ribosomas. Brook y Pearson (1986), señalan que las hormonas sexuales incrementan la velocidad de respiración oxidativa, la cantidad de mitocondrias y la síntesis de membranas mitocondriales e inducen un aumento de la masa muscular y una mejor eficiencia de conversión del alimento ingerido (Solé, 1999).

Una concentración de androstenona de 1µg/g en el tejido graso es un umbral común de olor sexual perceptible aceptado internacionalmente (Hernández *et al.*, 2011).

Craing y Pearson (1959) y Craing *et al.* (1962), citados por Solé (1999), demostraron que el efecto sensorial asociado al olor sexual (olor orina) se localiza en el tejido adiposo, concretamente en la fracción insaponificable. Patterson (1968) y Beerli y Sink (1971), citados por Solé (1999), aislaron e identificaron la feromona 5 alfa-androst-16-en-3-ona, como la principal sustancia responsable del olor sexual en cerdos enteros.

### 1.3.2 Escatol

El escatol (3-metil-indol) y el indol son compuestos volátiles productos de la degradación anaeróbica del triptófano, aminoácido que proviene principalmente de la dieta o de las segregaciones endógenas producidas por las bacterias intestinales específicas y sensibles a la acción de los antibióticos. Al respecto, los resultados previos reportados por Vold (1970), Walstra y Maarse (1979) y Hanso *et al.* (1980), citados por Solé, 1999, asociaron la acumulación de escatol e indol en tejido adiposo porcino al desarrollo del olor sexual, aunque se considera que la percepción del indol es menos ofensiva al olfato humano.

La degradación del isómero L de la molécula de triptófano genera la aparición de la molécula indol y otra de ácido indol-3-acético, que posteriormente se metaboliza en escatol. Numerosos géneros bacterianos son capaces de sintetizar indol a partir de triptófano, aunque Claus *et al.* (1994) y Jensen *et al.* (1995), citados por Solé, 1999, señalan que la producción de escatol a partir de la

descarboxilación del ácido indol-3- acético se limita principalmente a bacterias específicas del género de los *Lactobacillus* y *Clostridium*.

Figura 1. Esquema del proceso de distribución del escatol.



(Furnols, 2002).

La piel del cerdo es muy permeable al escatol, por lo que una vez excretado por las heces, si el animal entra en contacto con éstas, el escatol se absorbe y se acumula en la grasa. Así pues, es recomendable mantener los animales limpios, especialmente durante las últimas semanas antes del sacrificio. Por esta razón, en épocas de calor, la posibilidad de que los animales puedan termorregularse sin necesidad de revolcarse en la excreta, reduce considerablemente los niveles de escatol (Velarde, 2009).

Una concentración de 0.2µg/g de escatol en la carne de cerdo, es un valor aceptado internacionalmente como umbral sensorial (Pfizer, 2006).

## **1.4 Factores que contribuyen a la presencia de olor sexual**

En general, el riesgo de olor sexual empieza a aumentar cuando el peso de un cerdo excede 80-90 kg y el ancho de los testículos es mayor de 110mm, estos son signos que indican el inicio de la pubertad. Se ha demostrado que las concentraciones de androstenona y escatol varían un poco dependiendo de la raza; por ejemplo son relativamente mayores en Duroc y relativamente menores en Hampshire. Una dieta alta en carbohidratos ha demostrado tener cierto efecto en la reducción de escatol en la grasa, mientras que la androstenona parece no verse afectada por la dieta. La higiene ambiental puede tener un efecto considerable en la asimilación de escatol, que puede ser absorbido transdérmicamente de la materia fecal. Los aditivos alimenticios antibióticos han demostrado reducir el escatol cuando se administran durante el periodo previo al sacrificio, reduciendo aparentemente la biomasa microbiana en el intestino (Velarde, 2009).

## **1.5 Alternativas a la castración quirúrgica sin anestésicos**

Actualmente existen tres alternativas a la castración quirúrgica sin anestesia: a) producción de machos enteros, b) castración con anestesia y c) la inmunocastración aplicando un biológico capaz de inducir una respuesta inmunológica en contra la GnRH (Fábrega *et al.*, 2009).

### **1.5.1 Producción de machos enteros**

Tiene la ventaja de disminuir los costos en la alimentación, ya que tienen un mejor crecimiento, mejor índice de conversión alimenticia y canales mas magras. No obstante, aparte del olor sexual, los machos enteros muestran un comportamiento sexual más acentuado y una mayor agresividad a la entrada en la pubertad, que repercute negativamente en el bienestar del grupo (Fábrega *et al.*, 2009).

### **1.5.2 Castración quirúrgica con anestésicos**

Algunos de los fármacos que se han propuesto para inducir anestesia general durante la castración son ketamina, ketamina + xylacina o tiletamina administrada por vía intravenosa; estos anestésicos inducen periodos largos de sedación, aumentando el riesgo de muertes por hipotermia. La inhalación de isoflurano, halotano o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), también induce en el animal una anestesia general, aunque para usar estos anestésicos sería necesario un buen sistema de ventilación, ya que es dañino para el personal. Esta práctica no es costeable desde el punto de vista económico, ya que aumenta el costo y el tiempo necesario para cada castración. Actualmente, no existen protocolos anestésicos específicos para la castración de lechones en condiciones comerciales (Velarde, 2009).

### **1.5.3 Selección espermática**

La selección espermática consiste en el sexado de los espermatozoides con el objetivo de producir únicamente hembras. La metodología utilizada para separar los espermatozoides con cromosoma X de aquellos con Y es la citometría de flujo. Este método está basado en la diferencia del tamaño del DNA entre ambos cromosomas, que les confiere una carga eléctrica diferente. Actualmente, 4 laboratorios en el mundo están equipados con este sistema (EEUU, Australia, Alemania e Italia). Esta técnica solo permite procesar entre 10 y 15 millones de espermatozoides por hora. Por lo tanto, un equipo necesitaría hasta 5 horas para producir una dosis de semen, siendo su utilización poco práctica en la actualidad (Velarde, 2005).

### **1.5.4 Destrucción testicular con agentes químicos**

Es un procedimiento único para la esterilización de los machos inyectando una solución adecuada en ambos cordones espermáticos causando esterilización con la pérdida de la libido y la espermatogénesis. Los agentes químicos que se han encontrado eficaces son ácidos y bases débiles; el ácido láctico es la sustancia más utilizada (Stagg *et al.*, 1982).

Prunier (2006), señala las sustancias que algunos autores consideran para la castración química: Ljaz *et al.* (2000) ácido acético, Giri *et al.* (2002), sal de plata, Ljaz *et al.* (2000), sal de zinc. Estas sustancias son fáciles de administrar y es seguro tanto para los animales como para las personas que lo administran, no es caro, no producen hemorragia y el dolor es mínimo. En estos métodos se han encontrado una serie de desventajas como la falta de eficacia deseada y/o falta de la eliminación total de la libido (Stagg *et al.*, 1982).

### 1.5.5 Inmunocastración

Dunshea *et al.* (2001), señala que la Inmunocastración es una alternativa a la castración quirúrgica muy difundida en todo el mundo, ya que es la forma más rentable de evitar el olor sexual aprovechando las ventajas de producir machos enteros y consiste en la aplicación de dos dosis de una vacuna.

La vacuna anti- GnRH 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 FSH y LH 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 (Haaz, 2006). La dosis inicial prepara el sistema inmune del animal, pero no estimula niveles efectivos de anticuerpos GnRH, una segunda dosis produce altos niveles de anticuerpos GnRH que neutralizan la GnRH e inhiben temporalmente la función testicular. Cuando se utiliza este programa de administración, las concentraciones de anticuerpos alcanzan su nivel máximo aproximadamente a los 7 a 10 días después de la segunda dosis de la vacuna. De ahí en adelante, los niveles de anticuerpos disminuyen gradualmente; si el sacrificio se retrasa más de 7 a 8 semanas después de la segunda dosis de la vacuna, existe el riesgo de que el olor sexual vuelva a acumularse (Pfizer, 2006).

Se aplican dos inyecciones subcutáneas de 2 ml en la base de la oreja: dosis de preparación en cualquier momento de las 3 a 15 semanas de edad. La segunda dosis debe ser administrada al menos 4 semanas después de la primera dosis, y no más de 4 a 5 semanas antes del sacrificio. La flexibilidad del

período de acción permite a los productores ajustarse a cerdos con crecimiento lento o rápido (Pfizer, 2010).

Jaros *et al.* (2005), reportan que la ganancia media diaria de crecimiento no fue significativamente diferente entre los castrados quirúrgicamente (MCQ) 0.817 kg y los machos inmunocastrados (MIC) 0.827 kg, aunque hubo una tendencia para un mejor rendimiento en este último grupo. El rendimiento de carne magra fue significativamente ( $P < 0.001$ ) mejoraron los MIC 54.50% en comparación con MCQ 53.76%. El peso de los testículos fue significativamente ( $P < 0.001$ ) menor en MIC (230.8 g) en comparación con los machos enteros ME 761.8 g de la misma edad como referencia.

En el estudio realizado por Morales *et al.* (2010), donde incluyen machos enteros (ME), machos inmunocastrados (IM), machos castrados quirúrgicamente (CQ) y hembras (HE) señalan que la ganancia de peso diaria fue numéricamente mayor en el grupo IM y de forma significativa frente a las HE ( $P < 0,01$ ). Este efecto también se reflejó en los pesos de sacrificio. Ya que los ME mostraron el menor valor de índice de conversión ( $P < 0.001$ ) seguidos por los IM, que mostraron un menor índice que los castrados quirúrgicamente CQ y HE. En el sacrificio, el peso testicular se redujo en IM un 55% ( $P < 0.001$ ) en comparación con ME. El espesor de grasa dorsal y grasa intramuscular fue mayor y el porcentaje magro de la canal menor en CQ en comparación al resto de grupos ( $P < 0.05$ ), sin diferencias entre HE, ME e IM. La concentración de los componentes del olor sexual, escatol y androsterona, fue menor en cerdos IM que en ME ( $P < 0.05$ ), sin ser diferente de las concentraciones medidas en CQ y HE.

Palomo *et al.* (2010), reportan en un estudio de cerdos inmunocastrados vs machos enteros, ganancia de 57g más de peso diario (712 en inmunocastrados y 655 en enteros), equivalente a un 8.70 % superior. Esto dio lugar a que los cerdos prueba fueran al matadero una semana antes y con 2.19 kilos más que los enteros.

Sin duda esto es una ventaja añadida en cuanto a las rotaciones por cebadero y a la cantidad de kilos producidos por metro cuadrado de cebadero y año. Los resultados globales de consumo de pienso por cerdo en el lote de los cerdos inmunocastrados fue de 237.78 kg y en los cerdos enteros de 231.57 kg. El índice

de conversión del pienso fue de 2.78 en ambos cebaderos y la conversión energética fue de 6,563 kilocalorías de energía Neta por kilo de peso vivo.



## 2.- HIPÓTESIS

La utilización de la inmunocastración, permitirá una mejor eficiencia alimenticia, canales más magras, sin olor a escatol y androstenona, además de menores costos por conceptos de alimentación en comparación de machos castrados quirúrgicamente.

### **3.- OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo general**

Evaluar el comportamiento productivo, calidad de canal y evaluación económica de los machos castrados quirúrgicamente e inmunocastrados.

#### **3.2 Objetivos particulares:**

- a) Determinar el consumo de alimento y eficiencia alimenticia.
- b) Medir la calidad de las canales de los cerdos sometidos a ambos métodos de castración.
- c) Realizar una evaluación económica considerando, los costos de los tratamientos, los costos por concepto de alimentación y los ingresos por concepto de venta de los cerdos en pie.

## **4.- MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1 Localización**

El presente trabajo se llevó a cabo en las granjas del grupo Nu-3, situado en Camino Antiguo a la Estación del FF NN S/N Santa Ana Pacueco municipio de Pénjamo Gto; está localizado a los 102° 00'' de longitud al oeste del Meridiano de Greenwich y a los 20° 21' latitud norte. Su altura sobre el nivel del mar es de 1,670 metros. La temperatura máxima es de 34°C y la mínima es de 4.6°C; la media anual es de 20.2°C. La precipitación pluvial es de 670 mm anuales. Predomina un clima semicálido, tendiendo a ser más seco que húmedo. (Gobierno del estado de Guanajuato 2005).

### **4.2 Animales**

Se utilizaron 180 machos, de la cruce de la línea PIC Camborough 23 x PIC Board 337, los cuales fueron distribuidos en dos grupos: grupo 1) machos castrados quirúrgicamente (MCQ; n=90) y grupo 2) machos que fueron sometidos a inmunocastración (MIC: n=90). Los animales de ambos grupos fueron divididos en seis subgrupos de 15 animales por tratamiento.

### **4.3 Alojamientos**

Se utilizaron corrales de piso de concreto de 3x5 con comederos tipo tolva y bebederos de chupón, alojando 15 cerdos por corral (6 corrales por tratamiento).

### **4.4 Castración**

La castración quirúrgica se realizó a los 5 días de edad de los lechones, se llevó a cabo sujetando e inmovilizando a los lechones, incidiendo en el escroto con un bisturí y exponiendo los testículos para después seccionar y separar el cordón espermático. Los machos del grupo de inmunocastración recibieron dos dosis (2ml c/u) subcutáneamente de una vacuna con un antígeno sintético incompleto de la GnRH; la aplicación de la primera dosis (2ml) de la vacuna se realizó a las 16 semanas de vida y la segunda (2ml) a las 23 semanas. Dos semanas después de la segunda vacuna se realizó una revisión para comprobar

que ningún cerdo mostrara signos de actividad sexual, en caso contrario se revacuno aplicando una dosis (2ml).

#### **4.5 Variables a medir**

**4.5.1 Consumo de alimento.-** Durante el estudio se registró de cada corral y de ambos tratamientos, la fecha y cantidad de alimento (kg), además de la etapa productiva del alimento servido; esto se realizó llevando una bitácora por corral. El registro de consumo se llevo a cabo desde el día 32 de edad.

**4.5.2 Ganancia de peso.-** Para evaluar la ganancia de peso, los animales fueron pesados en una báscula movible digital Salter Brecknell Modelo: 200SL, al inicio y al final de la fase experimental.

**4.5.3 Eficiencia alimenticia.-** La eficiencia alimenticia, se calculó dividiendo los kilogramos de alimento consumido durante toda la fase experimental entre los kilogramos de peso vivo ganados durante el mismo periodo de tiempo.

**4.5.4 Sacrificio de los cerdos.-** A las 27 semanas de edad los cerdos fueron enviados al rastro TIF, propiedad de la empresa donde se desarrolló el estudio. El sacrificio se realizó después de una espera de 12 a 24 hrs en el rastro, para ello los cerdos fueron electroinsensibilizados, prosiguiendo al desangrado por corte de vena cava anterior introduciendo el cuchillo abajo del brazuelo izquierdo dentro de los 30 segundos después de la electroinsensibilización, asegurándose de que los animal se encontrara muerto antes de introducirlo al escaldado. Después se prosiguió al pelado y extracción de vísceras para dejar la canal separada en dos partes iguales para dejarla madurar en el congelador a una temperatura de 4°C al menos 24hrs, todo esto basándonos en las normas NOM-033-ZOO-1995 y NOM-009-ZOO-1994.

**4.5.5 Rendimiento cortes magros.-** En el obrador se evaluaron los cortes primarios, peso de la cabeza y grasa. Ya en el obrador se procedió a realizar el despiece de la canal; cada corte (entrecort, pechos, pulpa, cabeza de lomo y jamón), además de cabeza y grasa. Todo esto fue pesado en grupo como se separaron a los cerdos en la prueba (6 grupos de 15 cerdos por tratamiento).

**4.5.6 Análisis económico.-** El precio del consumo de alimento fue separado por etapa productiva de acuerdo a la información proporcionada por la empresa, calculando el consumo por cerdo y por tratamiento. Se consideró para la realización del análisis económico los costos de cada tipo de castración, costos de alimentación e ingresos por concepto de venta de los cerdos en pie.

Para los costos de la castración quirúrgica se consideró el costo del bisturí, violeta de genciana, desinfectante, además de mano de obra. Para la inmunocastración solamente se consideró el costo de la vacuna y la mano de obra.

#### **4.6 Análisis estadístico.**

Los resultados de las variables: consumo promedio diario, ganancia promedio diaria, eficiencia alimenticia, peso de los cortes, cabeza y grasa, fueron analizadas mediante un diseño completamente al azar en el paquete estadístico Statistica (Ver 7.0, 2010).

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se observa en la tabla número 1, el consumo promedio diario (CPD) fue mayor ( $P < 0.05$ ) en los MCQ al consumir 112 gr más de alimento por día por cerdo lo que representó un 6.74 % de menor consumo para los MIC. Este efecto coincide con lo reportado por Ekstrom (1991), el cual reporta en su revisión sobre la nutrición del cerdos y su relación con el sexo de que en los machos castrados es mayor el consumo que en los machos enteros, donde señala que los machos castrados alcanzan hasta un 12% más de consumo en comparación de los machos enteros durante la etapa de 20 a 90kg.

La ganancia promedio diaria (GPD) no fue diferente significativamente ( $P > 0.05$ ) diferente entre los MCQ (0.681 kg) y los MIC (0.694 kg), este resultado es similar al reportado por Jaros *et al.* (2005), reportando para MCQ (0.817 kg) vs MIC (0.827 kg), siendo muy similar la tendencia a mejorar la GPD de los MIC. También coinciden a lo reportado por Morales *et al.* (2010), donde señala que no hay diferencia entre los MCQ y MIC, pero hay una tendencia de ser mejor la ganancia en estos últimos. Estrada (2008), reporta GPD con el mismo efecto al comparar la ganancia entre ambos tratamientos, MIC 766g vs MCQ 760g.

La conversión alimenticia (CA) presentó diferencias ( $P < 0.05$ ); en los MIC (2.220), en comparación de los MCQ (2.426); siendo los MCQ 8.5% menos eficientes. Estos resultados coinciden con Fábrega *et al.* (2009), donde los MIC fueron más eficientes ( $P < 0.05$ ) obteniendo una CA de 2.53 en comparación de 2.77, lo que representó un 8.7 % en la mejora de la eficiencia alimenticia para los MIC. Morales *et al.* (2010), también reportan diferencias ( $P < 0.001$ ) en la eficiencia alimenticia en los MIC en comparación de los MCQ. Estrada en el 2008 reporta conversiones 2.274 vs 2.172 para MCQ y MIC, respectivamente teniendo una mejora en la eficiencia alimenticia del 4.5% a favor de los MIC.

Es importante resaltar que la mejora en la eficiencia alimenticia en los MIC no es un efecto de la aplicación del antígeno, sino es el efecto natural de la

condición de ser machos enteros en donde los esteroides testiculares ejercen su acción la mayor parte del tiempo de la engorda del cerdo, los testículos del cerdo son prolíficos productores de estrógenos y andrógenos, los que actuarían en forma sinérgica. Los andrógenos estimulan el apetito y favorecen la retención de nitrógeno a nivel de ciertos grupos musculares. Por otro lado, los estrógenos aumentan la ganancia de peso y mejoran los índices de conversión, entre otras acciones, Concellon (1991), citado por Apolaya (2009). Esto revela que los MIC son más eficientes en cuanto a la transformación de alimento en peso vivo representando una ventaja frente a los MCQ.

Tabla 1. Resultados de los indicadores productivos.

	Castrados quirúrgicamente		Inmunocastrados			
	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	NS	EE
<b>Consumo promedio diario (kg)</b>	1.662 <sub>a</sub>	0.17	1.550 <sub>b</sub>	0.12	0.046	0.029
<b>Ganancia promedio diaria (g)</b>	681 <sub>a</sub>	75.9	694 <sub>a</sub>	77.8	0.77	21.2
<b>Conversión (kg/kg)</b>	2.426 <sub>a</sub>	0.026	2.220 <sub>b</sub>	0.159	0.012	0.043

Subíndices desiguales en fila reflejan diferencias estadísticas.  $\bar{X}$ = promedio; S= desviación estándar; NS= nivel de significancia; EE= error estándar.

Tabla 2. Resultados de los pesos de los tipos de cortes, cabeza y grasa.

	Castrados quirúrgicamente		Inmunocastrados		NS	EE
	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S		
<b>Entrecort (kg)</b>	10.557 <sub>a</sub>	0.02	10.967 <sub>b</sub>	0.161	0	0.069
<b>Pechos (kg)</b>	9.148 <sub>a</sub>	0.16	8.648 <sub>b</sub>	0.129	0	0.085
<b>Pulpa (kg)</b>	9.511 <sub>a</sub>	0.17	10.198 <sub>b</sub>	0.154	0	0.113
<b>Cabeza de lomo (kg)</b>	3.375 <sub>a</sub>	0.06	3.341 <sub>a</sub>	0.05	0.3	0.016
<b>Jamón (kg)</b>	16.227 <sub>a</sub>	0.29	16.385 <sub>a</sub>	0.247	0.3	0.078
<b>Cabeza (kg)</b>	5.318 <sub>a</sub>	0.96	6.505 <sub>b</sub>	0.98	0	0.181
<b>Grasa (kg)</b>	10.170 <sub>a</sub>	0.18	9.735 <sub>b</sub>	0.147	0	0.08

Subíndices desiguales en fila reflejan diferencias estadísticas.  $\bar{X}$ = promedio; S= desviación estándar; NS= nivel de significancia; EE= error estándar.

Los cortes de MIC que obtuvieron un mayor peso ( $P<0.05$ ), comparados contra los MCQ, fueron el entrecort y la pulpa.

Los pechos en los MCQ fueron más pesados ( $P<0.05$ ), que los MIC.

En cuanto a la cabeza de lomo y el jamón, no hubo diferencias significativas en ambos tratamientos ( $P>0.05$ ).

La cabeza de los MIC fue más pesada ( $P<0.05$ ), que los MCQ con una diferencia de 1.187 kg. Esto posiblemente al hecho de que los MIC estuvieron bajo la influencia de la hormona testosterona, ya que la extirpación de las glándulas genitales antes de la pubertad va seguida de la completa interrupción del desarrollo de los caracteres sexuales secundarios. La composición corporal difiere de los individuos púberes no castrados y particularmente el esqueleto se desarrolla más (Kolb, 1975), citado por Apolaya (2009).

De los MCQ, el peso de la grasa fue superior que en los MIC ( $P<0.05$ ), esto coincide con lo reportado por Ekstrom (1991), en su revisión donde los machos



castrados depositan mayor cantidad de grasa que los machos enteros, efecto que puede ser mas marcado de acuerdo al genotipo, contenido de proteína y los niveles de lisina en la dieta, siendo menor su efecto cuando existen niveles altos de lisina y proteína en las dietas de los machos enteros por ser mayor la síntesis proteica. Era de esperarse esta respuesta de los MIC, estando explicada por el efecto de los estrógenos producidos por los testículos, los cuales por un lado aumentan la producción de músculo y por otro disminuyen la producción de grasa dorsal (Cancellon, 1991), citado por Apolaya (2009).

### 5.1 Análisis económico

Los precios de los consumos de alimento fueron calculados haciendo un promedio por etapa productiva y kilogramos servidos, como se muestra en el tabla 3 y 4 correspondientes a cada tratamiento.

Tabla 3. Costos de alimento por etapa productiva de los cerdos inmunocastrados.

<b>Inmunocastrados</b>			
<b>Etap productiva</b>	Precio por kg	Consumo por etapa kg	Precio por etapa
<b>10-15</b>	\$ 9.18	9.40	\$ 85.99
<b>15-30</b>	\$ 5.71	35.50	\$ 202.61
<b>Crecimiento</b>	\$ 4.12	30.00	\$ 123.50
<b>Desarrollo</b>	\$ 3.91	57.13	\$ 223.37
<b>Engorda</b>	\$ 4.28	46.25	\$ 197.95
<b>Finalización</b>	\$ 4.45	65.30	\$ 290.57
<b>Total</b>		243.5	\$ 1,124

Precios del mes de Mayo al mes de octubre de 2011.

Tabla 4. Costos de alimento por etapa productiva de los cerdos castrados quirúrgicamente.

<b>Castrados quirúrgicamente</b>			
<b>Etapas productiva</b>	<b>Precio por kg</b>	<b>Consumo promedio etapa kg</b>	<b>Precio por etapa</b>
<b>10-15</b>	\$ 9.18	9.5	\$ 87.07
<b>15-30</b>	\$ 5.71	32.3	\$ 184.33
<b>Crecimiento</b>	\$ 4.12	34.3	\$ 141.14
<b>Desarrollo</b>	\$ 3.91	59.7	\$ 33.43
<b>Engorda</b>	\$ 4.28	51.1	\$ 8.92
<b>Finalización</b>	\$ 4.45	74.1	\$ 329.91
<b>Total</b>		261.0	\$ 1,195

Tabla 5. Gastos por tratamiento por cerdo en promedio.

<b>Precios por castración quirúrgica</b>		<b>Precios por inmunocastración</b>	
<b>Producto</b>	<b>Precio</b>	<b>Producto</b>	<b>Precio</b>
Violeta	\$ 35.00	Vacuna 2 dosis	\$ 43.00
Desinfectante	\$ 10.00		
Bisturíes	\$ 20.00	Vacuna 2 dosis x 90 cerdos	\$ 3,870.00
Mano de obra	\$ 160.68	Mano de obra	\$ 7.85
Total	\$ 225.68	Total	\$ 3,887.85
Precio por cerdo	\$ 2.51	Precio por cerdo	\$ 43.20

En cuanto al análisis económico (Tabla 6), después de comparar los dos tratamientos, considerando costos de alimentación, materiales utilizados en la castración quirúrgica, la vacuna para la inmunocastración y la mano de obra para la realización de ambas formas de castración, además de considerar los ingresos por concepto de venta en pie al rastro, donde el consumo de alimento por MIC en

promedio fue de 243kg y los MCQ 261kg, dando como resultado un ahorro de 18kg por cerdo durante la prueba, esto representó un ahorro de \$71 por este concepto. Al obtener 2.34kg de peso vivo más los MIC respecto a los MCQ, significó un ingreso extra de \$46.8 pesos por cerdo en promedio. Todo esto dio un resultado total de \$76.80 de ingresos superior en los MIC sobre los MCQ.

Tabla 6. Analisis económico por concepto de alimentación, tratamiento y de castración por cerdo.

	Kg Final	Kg en pie	Venta rastro	Alimento	Tratamiento	Alim+Trata	Ingresos
MCI	117.85	\$20.00	\$ 2,357.00	\$ 1,124.00	\$ 43.20	\$ 1,167.20	\$ 1,189.80
MCQ	115.51		\$ 2,310.20	\$ 1,195.00	\$ 2.51	\$ 1,197.51	\$ 1,112.69
DIFERENCIA	2.32		\$ 46.80	\$ 71.00	-\$ 41.00	-\$ 30.00	\$ 77.11

---

## 6. CONCLUSIONES

- ✚ El consumo de alimento diario fue menor en los MIC ( $P < 0.05$ ), frente a los MCQ, representando una mejora del 6.8%, traducido en un ahorro de 18kg de alimento.
- ✚ La ganancia promedio diaria, no tuvo diferencias ( $P > 0.05$ ), aunque los MIC ganaron un 1.9% más de peso, reflejándose en el peso final con 2.8kg más.
- ✚ Los MIC son más eficientes en la conversión alimenticia ( $P > 0.05$ ) que los MCQ en un 8.5%.
- ✚ El entrecort y la pulpa son superiores ( $P > 0.05$ ) en cuanto a su peso en los MIC.
- ✚ No hay diferencia ( $P > 0.05$ ) en el peso de jamón y cabeza de lomo.
- ✚ La cabeza es más pesada ( $P > 0.05$ ) en los MIC en un 18.2%.
- ✚ El peso de la grasa fue superior en un 4.3% en los MCQ.
- ✚ En la producción de los MIC existe un ahorro de alimento de un 6.74% y un ingreso extra de dinero por concepto de venta del cerdo en pie de \$ 77.11 por cerdo.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Albertis, 2009. Inmunocastración en cerdos. Revista Venezuela Porcina N°65 [En línea] <http://www.engormix.com/MA-porcicultura/sanidad/articulos/inmunocastracion-cerdos-t2738/165-p0.htm> [Consulta: 31 de Enero de 2011]
- Apolaya 2009. Inmunocastración en cerdos. [En línea] <http://www.engormix.com/MAporcicultura/sanidad/articulos/inmunocastracion-cerdos-t2738/165-p0.htm> [Consulta: 29 de Diciembre de 2011]
- Aranciba S. Martínez G. Trujillo O. 1999. Mejoramiento Animal, Reproducción, Cerdos. Sistema de Universidad Abierta y Educación a Distancia. UNAM. Pp 45-52.
- Dunshea FR, Colantoni C, Howard K *et al.*, 2001. Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance. [En línea] <http://jas.fass.org/cgi/reprint/79/10/2524.pdf> [Consulta: 9 de Marzo de 2011]
- Estrada 2008. Inmunocastración en Colombia, una realidad. [En línea] [http://agronica.udea.edu.co/talleres/Produccion%20porcina/Seminario%20Externo/Inmunocastracion%20\(Pfizer\)/Inmuno.pdf](http://agronica.udea.edu.co/talleres/Produccion%20porcina/Seminario%20Externo/Inmunocastracion%20(Pfizer)/Inmuno.pdf) [Consulta: 4 de Enero de 2012]
- Ekstrom K.E. 1991. Swine nutrition. Edited by Elwyn R. Duane E. y Austin J. Editorial Butterworth Heinemann. EUA. Pp. 414-424.
- Gobierno del estado de Guanajuato. 2005. Enciclopedia de los Municipios de México; estado de Guanajuato. [En línea] <http://www.e-local.gob.mx> [Consulta: 16 de Diciembre de 2011]
- Fábrega E. Soler J. Cros J. Grispert M. Tibau J. Velarde A. 2009. Resultados de diversas alternativas a la castración quirúrgica en cerdos

- [En línea] [http://www.recercat.net/bitstream/2072/39477/1/Fabrega\\_2009.pdf](http://www.recercat.net/bitstream/2072/39477/1/Fabrega_2009.pdf) [Consulta: 28 enero de 2011]
- Furnols M. 2002. El Escatol: compuesto responsable del mal olor de la carne [En línea] <http://www.3tres3.com/opinion/ficha.php?id=258> [Consulta: 5 de Febrero de 2011]
  - Haaz P. 2006. Vacuna Anti-GnRH: Una alternativa a la castración de cerdos. [En línea] [http://www-lab.biomedicas.unam.mx/cistimex/s7\\_22.html](http://www-lab.biomedicas.unam.mx/cistimex/s7_22.html) [Consulta: 9 de Marzo de 2011]
  - Hernández J *et al.* 201. Métodos para evitar el olor sexual en el cerdo macho. Revista Venezolana Porcina N°65 [En línea] [http://www.asoporci.org.pe/interes/tecnicos/olor\\_sexual.pdf](http://www.asoporci.org.pe/interes/tecnicos/olor_sexual.pdf) [Consulta: 1 de Febrero de 2011]
  - Jaros, Bürgi, Stärk, Claus, Hennessy, Thun. 2005. Effect of active immunization against GnRH on androstenone concentration, growth performance and carcass quality in intact male pigs. Livestock Production Science, Volume 92, Issue 1, January 2005, Pages 31-38 [En línea] <http://www.sciencedirect.com/science> [Consulta: 9 de Febrero de 2011]
  - Morales, Martinell, Hortos, Pérez, Suárez, Noguera. 2010. Evaluation of production performance and carcass quality characteristics of boars immunised against gonadotropin releasing hormone (GnRH) compared with physically castrated male, entire male and female pigs. [En línea] Spanish journal of agricultural research, ISSN 1695-971X, N°. 3, 2010 , págs. 599-606. [En línea] <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3277203> [Consulta: 10 de Marzo de 2011]
  - NOM-009-Z00-1994 Proceso sanitario de la carne. [En línea] <http://www.senasica.gob.mx/?doc=524> [Consulta: 9 de Febrero de 2011]
  - NOM-033-Z00-1994 Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres. [En línea] <http://www.senasica.gob.mx/?doc=524> [Consulta: 9 de Febrero de 2011]

- Palomo A. López A. Quintana C. Abadias J. 2010. Resultados en parámetros productivos entre cerdos enteros e inmunocastrados con dos dietas diferentes de acabado. Av. Tecnol. porc. VII (4): 48 – 54 [En línea] <http://cdnas3.myvirtualpaper.com/p/prodive/avancesabril2010/2010042301/upload/avancesabril2010.pdf> [Consulta: 14 de Marzo de 2011]
- Pfizer. 2006. Manual técnico para el médico veterinario, Improvac<sup>R</sup>. [En línea] <http://bibliotecamvz.foroactivo.net/t303-improvac-inmunocastracion-en-cerdos-manual-tecnico-para-el-uso-del-medico-veterinario> [Consulta: 9 de Marzo de 2011]
- Pfizer. 2010. Inmunocastración en cerdos, Pfizer presenta Improvac [En línea] <http://www.engormix.com/MAporcicultura/sanidad/articulos/inmunocastracion-cerdos-pfizer-presenta-t3168/165-p0.htm> [Consulta: 9 de Marzo de 2011]
- Porolni. 2010. Suplementação de aminoácidos para suínos castrados e inteiros em crescimento e terminação: desempenho e custo do alimento. [En línea] <http://w3.ufsm.br/ppgz/conteudo/Defesas/Teses/CarlosAugustoRigonRossi.pdf> [Consulta: 8 de Febrero de 2011]
- Prunier, Bonneau, von Borell *et al.* 2006. A review of the welfare consequences of surgical castration in piglets and the evaluation of non-surgical methods. [En línea] [http://www.prodinra.inra.fr/prodinra/pinra/data/2007/11/PROD20074dd7cs57b\\_20071122093553375.pdf](http://www.prodinra.inra.fr/prodinra/pinra/data/2007/11/PROD20074dd7cs57b_20071122093553375.pdf) [Consulta: 9 de Marzo de 2011]
- Quiles A. 2011. Castración en lechones [En línea] <http://www.scribd.com/doc/14943324/cys245463>. [Consulta: 28 de Enero de 2011]
- Solé Rius A. 1999. Estudio de otros compuestos relacionados con la presencia de olor sexual no atribuible al escatol y a la 5alfa androst-16-en-3-onaen la grasa dorsal del cerdo. [En línea]

---

[http://www.tesisenred.net/TESIS\\_UdG/AVAILABLE/TDX-0928104-163940//tars.pdf](http://www.tesisenred.net/TESIS_UdG/AVAILABLE/TDX-0928104-163940//tars.pdf) [Consulta: 30 de Enero de 2011]

- Stagg *et al.* 1982. Chemical castration. [En línea] <http://www.google.com/patents?hl=es&lr=&vid=USPAT4356189&id=BBlvAAAEBAJ&oi=fnd&dq=chemical+castration+in+pigs+with+acid+lactic&printsec=abstract#v=onepage&q&f=false> [Consulta: 9 de Marzo de 2011]
- Skjaerlund, Mulvaney, Bergen, Merkel. 1994. Skeletal muscle growth and protein turnover in neonatal boars and barrows [En línea] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7512545> [Consulta: 10 de Marzo de 2011]
- Velarde A. 2005. Alternativas a la castración quirúrgica sin anestesia [En línea] [http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/manejo\\_porcino\\_07-09\\_alternativas\\_a\\_la\\_castracion\\_quirurgica\\_sin\\_anestesia.html](http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/manejo_porcino_07-09_alternativas_a_la_castracion_quirurgica_sin_anestesia.html) [Consulta: 9 de Febrero de 2011]
- Velarde A. 2009. Alternativa a la castración quirúrgica. [En línea] <http://www.3tres3.com/opinion/ficha.php?id=2682> [Consulta: 28 enero de 2011]