

**UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA.**



Departamento de producción animal.

TESIS DE MASTER.

**“EFECTO DEL NIVEL DE TRIPTOFANO EN LA DIETA  
SOBRE EL BIENESTAR Y SOBRE PARAMETROS  
PRODUCTIVOS DE LECHONES DURANTE LA  
TRANSICION”.**

Alumna: Marta García Celdrán.

Directora: Irene Olivas Cáceres.

Valencia, Diciembre de 2009.

## **Indice de contenidos**

---

- 2      Efecto del nivel de triptófano en la dieta sobre el bienestar y sobre parámetros productivos de lechones durante la transición.

# **1. INTRODUCCION.**

## 1.1. El sector porcino.

1.1.1. El sector porcino en el mundo.

1.1.2. El sector porcino en la Unión Europea.

1.1.3. El sector porcino en España.

## 1.2. Bienestar Animal.

1.2.1. Concepto de bienestar animal.

1.2.2. El estudio del bienestar animal.

## 1.3. Bienestar en el ganado porcino.

1.3.1. Destete de los lechones y problemas asociados.

## 1.4. Nutrición, productividad y bienestar animal en porcino.

1.4.1 El triptófano en la alimentación porcina.

# **2. OBJETIVOS.**

# **3. MATERIALES Y METODOS.**

## 3.1. Material animal y alojamientos.

## 3.2. Medidas y pruebas realizadas.

3.2.1. Rendimiento productivo.

3.2.2. Parámetros de bienestar: agresividad y lesiones.

## 3.3 Análisis estadístico.

3.3.1. Rendimiento productivo.

3.3.2. Parámetros de bienestar.

# **4. RESULTADOS Y DISCUSION.**

## 4.1. Resultados.

4.1.1. Rendimiento productivo.

4.1.2. Parámetros de bienestar.

4.2. Discusión.

**5. CONCLUSIONES.**

**6. BIBLIOGRAFIA.**

## **Indice de tablas**

---

- 5 Efecto del nivel de triptófano en la dieta sobre el bienestar y sobre parámetros productivos de lechones durante la transición.

Tabla 1. Composición del pienso.....	24
Tabla 2. Etograma de comportamientos agonísticos.....	28
Tabla 3. Sistema de puntuación para lesiones.....	30
Tabla 4. Variables productivas analizadas con GLM y MIXED.....	31
Tabla 5. Variables del test de conducta analizadas con FREQ y NPAR1WAY.....	33
Tabla 6. Medias por tipo de pienso, errores estándar de las medias y niveles de significación de los distintos efectos para las variables Peso medio inicial (kg) y Peso medio final (kg).....	36
Tabla 7. Medias por tipo de pienso, error estándar de las medias y niveles de significación de los distintos efectos estudiados para la variable ganancia media diaria de peso total (g/día).....	37
Tabla 8. Medias por tipo de pienso, error estándar de las medias y niveles de significación de los distintos efectos estudiados para la variable consumo medio diario de pienso total (g/día).....	38
Tabla 9. Medias por tipo de pienso, error estándar de las medias y niveles de significación de los distintos efectos estudiados para la variable consumo medio diario de pienso total (kg/día).....	39
Tabla 10. Ganancia media diaria de peso (GMD) y consumo medio diario de pienso (CMD) por periodos.....	40
Tabla 11. Resultados de la regresión logística para cada comportamiento agresivo observado en los videos.....	41
Tabla 12. Medias y errores de lesiones para pienso control.....	42
Tabla 13. Medias y errores de lesiones para pienso especial.....	42
Tabla 14. Resident-Intruder Probabilidad y P-valor. (animal residente).....	43
Tabla 15. Resident- Intuder Probabilidad y P-valor. (Inferior a cinco minutos).....	44
Tabla 16. Resident-intruder. Probabilidad y P-valor para tiempos de latencia, frecuencia del ataque sin monta y monta.....	44

## **Índice de figuras**

---

- 7 Efecto del nivel de triptófano en la dieta sobre el bienestar y sobre parámetros productivos de lechones durante la transición.

Figura 1. Distribución mundial del censo de porcino.....	2
Figura 2. Cerdo Ibérico.....	4
Figura 3. Detalle comedero.....	24
Figura 4. Detalle bebedero.....	24
Figura 5. Detalle slat.....	24
Figura 6. Distribución de los grupos de peso y de los piensos en las dos salas en las que se desarrolló el estudio.....	25
Figura 7. Báscula móvil para ganado.....	26
Figura 8. Imagen de las cámaras localizadas en cada uno de los corrales.....	27
Figura 9. Imagen del videograbador y el monitor.....	29
Figura 10. Algunos de los ataques valorados en el test Resident-Intruder.....	29
Figura 11. Algunos ejemplos de lesiones valoradas.....	30
Figura 12. Peso medio por semana en función del tipo de pienso.....	39
Figura 13. Número de observaciones con valoración de cada tipo de agresión.....	41
Figura 14. Lesiones en la parte anterior y posterior del cuerpo de los lechones.....	43



# 1. Introducción

---

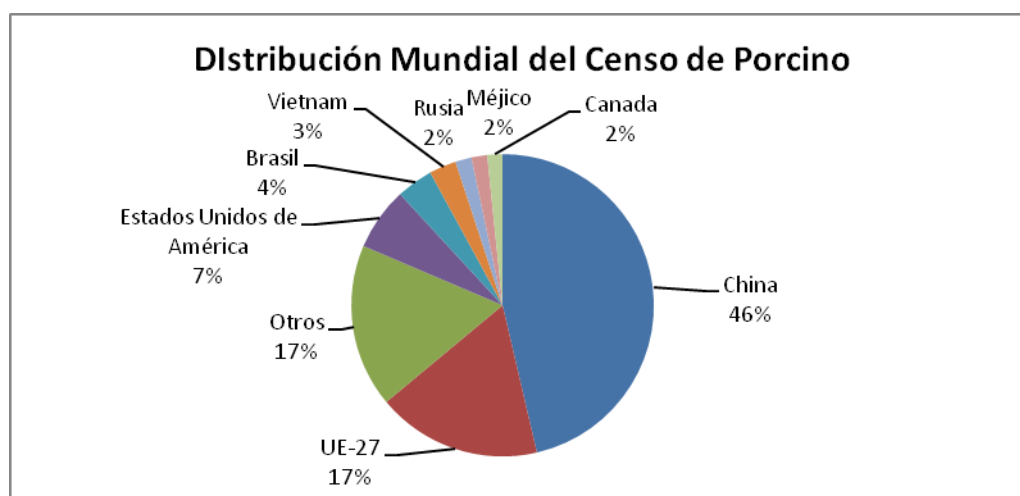
# 1. INTRODUCCION.

## 1.1 El sector porcino.

### 1.1.1. El sector porcino en el mundo.

El cerdo se encuentra en la actualidad entre los animales más eficientemente productores de carne; sus características particulares como gran precocidad y prolificidad, corto ciclo reproductivo y gran capacidad transformadora de nutrientes, se han visto implementadas por la intensificación de los sistemas productivos y unos exigentes programas de selección. Durante las últimas décadas, la intensificación de la industria porcina ha conducido a un espectacular aumento de la producción de este tipo de carne. De hecho, la producción porcina presenta una gran importancia dentro de la alimentación humana, ya que aporta más del 39% de la producción mundial de carne para consumo humano, lo que equivale a 15,3 kg de carne por persona y año (FAOSTAT 2004), siendo en su conjunto el sector con mayor presencia dentro de la actividad agropecuaria.

La población mundial de cerdos en el año 2007 fue de 918 millones de cabezas (FAOSTAT 2009) con una tendencia al alza, debido fundamentalmente a China. La distribución del censo es bastante heterogénea, concentrándose la mayor parte en Asia (60%), especialmente en China (47% del censo mundial), seguido del continente europeo (21%), EEUU (9%) y Brasil (4%). Por último se encuentran África (2%) y Oceanía (1%) con una importancia minoritaria dentro del sector, como se puede ver en la **Figura 1**.



**Figura 1:** Distribución mundial del censo de porcino. (Fuente: F.A.O. 2007).

### **1.1.2. El sector porcino en la Unión Europea.**

La actividad ganadera aporta en España en torno a un 40% de la producción final agraria (Fuente M.A.R.M. 2006). Dentro de la ganadería el sector porcino es el primero de nuestro país con una producción anual que supone más de 4.000 millones de euros al año, lo que le coloca como el segundo productor de Europa de los 27 por debajo solo de Alemania. En cuanto a la distribución del censo porcino por categorías, en los distintos estados de la Unión Europea (UE-27) hay que decir que esta es desigual, ya que existe una cierta especialización productiva. Los Países Bajos, Dinamarca y Polonia tienen una población de lechones relativamente más importante, mientras que España tiene una mayor población de cerdos de cebo. Estas divergencias son más notables en el sector reproductivo por las diferentes prácticas ganaderas. En el caso de España, su población de reproductores en términos absolutos es la mayor de la Unión Europea (UE-25), tanto de verracos (21% del total) como de cerdas reproductoras (17%), superando a Alemania, debido principalmente a la cría de cerdo ibérico en sistema semi-intensivo.

### **1.1.3. El sector porcino en España.**

En las últimas dos décadas se ha producido un desarrollo muy importante del sector porcino español caracterizado por un marcado aumento del censo de los animales, una disminución del número total de explotaciones, un incremento del tamaño medio de explotación y un aumento muy notable de la productividad. Tradicionalmente el sector porcino español se ha caracterizado por una notable especialización productiva a nivel regional de manera que existen zonas productoras de lechones y otras especializadas en el cebo. Esta situación, si bien es estructural y por lo tanto difícil de modificar, está cambiando. En la actualidad se observa una tendencia hacia la producción en ciclo cerrado, bien según el concepto tradicional (en un único emplazamiento) o bien a través de sistemas de producción en fases o sistemas de integración completa que cierran el ciclo de producción en varios emplazamientos, normalmente cercanos geográficamente. (Fuente M.A.R.M. 2008).

Dentro de España, tres son las comunidades autónomas que tienen una mayor producción de carne de cerdo: Cataluña con un 25,5% (intensivo más extensivo), seguida de Aragón (20.9%) y Castilla y León (14.1%), según datos del MARM (2008).

El producto final más común es un cerdo cebado para sacrificio y consumo en fresco de aproximadamente 100 kg de peso vivo (con unos 6 meses de vida).

La mayoría se alojan en sistemas de producción intensivos (91,4%), pero existen aproximadamente 2 millones de cerdos que se presentan en sistema extensivo (8,6% del censo total). En España ha habido un aumento progresivo del número de animales en los últimos años, especialmente de los cerdos para cebo (de más de 50 kg de peso vivo). En cambio, se aprecia una ligera disminución del número de verracos, más acentuada si se compara con el aumento general del resto de las categorías, debido al empleo cada vez más frecuente de la inseminación artificial.

Como se observa, el sistema de producción porcino mayoritario en España es intensivo, forma de producir que en principio puede considerarse estresante para los animales en cuanto son sometidos a ambientes inadecuados o se les priva de satisfacer necesidades determinadas. Las razas porcinas utilizadas en España en sistemas intensivos son importadas, si bien ya dentro del país pueden ser sometidas a un proceso de selección por parte de las empresas de mejora genética españolas.

El sector del ganado porcino extensivo en España sólo tiene una presencia importante en cuatro Comunidades Autónomas: Extremadura abarca el 46% del censo total, Andalucía un 38%, Castilla León 14% y Castilla la Mancha un 1% del censo total. (Fuente M.A.R.M. 2006). Su evolución es positiva, con un incremento en el último año del 14%, especialmente en Andalucía. Este sistema de explotación se lleva a cabo para el grupo racial cerdo Ibérico (**Figura 2**), raza autóctona del suroeste peninsular que transforma los productos que le ofrece su ecosistema de dehesa en carne de alta calidad.



**Figura 2:** Cerdo Ibérico.

En definitiva, en los países desarrollados se han superado las cuotas de producción agrícolas y ganaderas de autoabastecimiento. Este hecho ha dado lugar a que la sociedad actual sea cada vez más exigente y ya no solo demande producto, sino que exija calidad en este y respeto en la forma de producirlo. En este sentido, la producción animal ha orientado sus líneas de trabajo a la calidad del producto (organoléptica, nutricional y sanitaria), y a la producción respetuosa hacia los animales (bienestar en la granja, en el transporte y en el matadero) y el medio ambiente.

Además el grado de estrés en el animal tiene una relación directa con la productividad y la calidad de la carne (Martín Bejarano, 2001) por lo que su impacto económico en el mercado es importante y es un tema que debe abordarse con cuidado. En este contexto surge el concepto de Bienestar Animal.

## **1.2. Bienestar Animal.**

### **1.2.1. Concepto de bienestar animal.**

El término de bienestar animal es difícil de definir y se podría considerar que hay casi tantas definiciones como autores. No obstante, la definición aceptada de una manera más general es la siguiente:

*“El bienestar de un individuo es su estado relativo a sus intentos de adaptarse al medio. Este estado incluye cuánto tiene que hacer para abordarlo, el grado en el que lo logra o falla y los sentimientos asociados a ello.”* (Broom, 1986; Broom, 1996).

Es decir, se puede considerar el bienestar como todo lo relativo al confort animal y que está más allá de la mera falta de enfermedad, abarcando el completo estado de bienestar físico. Es la realidad que considera al animal en un estado de armonía en su ambiente y la forma por la cual reacciona frente a los problemas del medio, teniendo en cuenta su confort, su alojamiento, trato, cuidado, nutrición, prevención de enfermedades, cuidado responsable, manejo y eutanasia humanitaria cuando corresponda.

El bienestar animal tanto en las explotaciones ganaderas, como en el transporte del ganado y en el sacrificio, es una preocupación creciente en la sociedad actual (Herranz y López, 2003) y las normativas europeas son cada vez más exigentes en este sentido (Real Decreto 1135/2002 relativo a las normas mínimas para la protección de cerdo; Reglamento 1/2005 del Consejo, de 22 de diciembre de 2004, relativo a la

protección de los animales durante el transporte y las operaciones conexas; Real Decreto 54/1995, de 20 de enero, sobre protección de los animales en el momento de su sacrificio o matanza).

De esta normativa se pueden destacar varios puntos. Desde el punto de vista del manejo de animales, se establece, entre otras cuestiones, la edad de destete, las condiciones para llevar a cabo mutilaciones, o condiciones sobre el tipo de suelos utilizables; además, los animales deben tener acceso permanente a materiales para su manipulación. También se establece un nivel máximo de ruido y mínimo de luz. Por otra parte, es obligatorio que el personal encargado del cuidado de los animales haya recibido formación específica sobre bienestar animal.

### **1.2.2. El estudio del bienestar animal.**

Los diferentes aspectos a contemplar en el bienestar animal son, principalmente, el confort físico, la satisfacción de las necesidades de agua y alimento, el estado sanitario, el confort climático y el confort social y psíquico (Torres, 2001). Para tomar una decisión sobre si el bienestar de los animales está comprometido o no, deben por tanto, integrarse las consideraciones biológicas con puntos de vista éticos. De este modo, la ciencia tiene el importante papel de establecer la respuesta de los animales a las prácticas que se cuestionan. No obstante, la valoración del bienestar es un asunto controvertido. Además, el hecho de no tener una definición clara y unánime del concepto de “Bienestar Animal”, combinado con diferencias en la metodología de su estudio y en la interpretación de los resultados obtenidos, llevan al desacuerdo (Hemsworth y Coleman, 1998; citado por Barnett, 1999).

La suposición de que el bienestar se refiere a un simple fenómeno fisiológico es errónea, y un solo carácter fisiológico o de comportamiento no puede contestar las cuestiones relativas a la calidad de vida de los diferentes sistemas de producción, especialmente cuando hay factores estresantes permanentes y sutiles.

Para medir el bienestar es preferible usar distintos criterios simultáneamente, tanto fisiológicos e inmunológicos, como aquellos relacionados con la salud, la reproducción, la productividad y el comportamiento (miedo, dolor, frustración). Sin embargo, una dificultad obvia es que la respuesta dependerá del peso dado a cada componente, y otra es que cada componente puede producir diferentes respuestas. Dado que el comportamiento tiene un papel particularmente importante que desempeñar en el

bienestar, muchos investigadores utilizan el comportamiento como el único o el principal indicador de bienestar. Por el contrario, el uso de la reducción en aptitud biológica (mortalidad, retraso reproductivo, reducción en parámetros productivos, etc.) como único criterio de estrés es complicado.

En un intento de estudiar y conceptualizar el bienestar animal por caminos más científicos, han emergido tres enfoques diferentes que son, siguiendo a Appleby *et al.*, (2004), los basados en los sentimientos las condiciones naturales de las especies y las funciones o la homeostasis. Existe también una cuarta vía, que sería la de “las preferencias del animal”, que se puede incluir en la basada en los sentimientos. Esta vía incluye el estudio de las elecciones por parte del animal, de los recursos de que dispone (Barnett, 1999). A continuación se describen estas cuatro formas de estudio.

➤ **Sentimientos.**

Este camino define el bienestar animal en términos de emociones y, de este modo, hace hincapié en la reducción de las negativas como el miedo o el sufrimiento, y el aumento de las positivas como el confort y el placer (Duncan y Fraser, 1997; citado por Barnett, 1999). En este sentido, hay varios ejemplos en la bibliografía que indican que es posible valorar la fuerza de las emociones en los animales al menos en positivas y negativas mediante los modelos de arranque y cambios neuronales, los estudios de lesiones en el cerebro y los estímulos relativos a la estimulación eléctrica (Barnett, 1999). De este modo, valorar el bienestar a través de la definición de las emociones, es algo que empieza a hacerse, y contribuirá de forma importante al debate del bienestar animal.

No obstante, mientras estas técnicas se desarrollan y se ponen a punto, se emplea el examen de las preferencias y motivaciones del animal como herramienta para determinar las emociones del mismo. Se parte de la idea de que los animales tienen sistemas funcionales que controlan por ejemplo, la temperatura corporal, el estado nutricional y las interacciones sociales. Investigando estos sistemas funcionales y los mecanismos de motivación asociados, se plantea la posibilidad de identificar los recursos o estímulos del medio que son requeridos por los animales o son importantes para ellos, y por tanto, permiten aprender algo sobre las necesidades de los animales. Algunos de esos sistemas de motivación pueden ser regulados fisiológicamente (por

ejemplo, midiendo el consumo de alimento), mientras que otros requieren la manifestación de un comportamiento determinado.

Las preferencias de los animales pueden ser estudiadas permitiéndoles escoger entre distintas alternativas y el grado de preferencia puede ser medido por el tiempo que el animal emplea en esa alternativa elegida, o sencillamente por la opción que ha sido elegida. No obstante, aunque estas “Pruebas de Elección” parezcan muy atractivas, tienen varios inconvenientes, apuntados por Manteca (2001):

- Los animales no siempre escogen aquello más conveniente para ellos.
- A menudo, su elección depende de las condiciones previas de alojamiento.
- El hecho de que un animal prefiera una opción antes que otra, no quiere decir necesariamente, que ésta última sea negativa para su bienestar.

Para salvar esta dificultad y en un intento por medir la fuerza de la elección de un animal, los científicos han incorporado tareas en las que el animal debe gastar energía, o asumir riesgos, para ganar el acceso a ese recurso alternativo (Barnett, 1999). Así, cuanto más importante es el recurso para el animal, más intensamente estará dispuesto a trabajar para obtenerlo (Manteca, 2001) y se podrá medir cual es la importancia que ese recurso tiene para él.

#### ➤ **Condiciones naturales de las especies.**

El principio fundamental de esta forma de abordar el bienestar es que los animales deberían ser criados en un ambiente “natural” y se les debería permitir desarrollar un comportamiento “natural”. Esta vía está reflejada en la propuesta de las “Cinco Libertades” descritas por el Britain’s Farm Animal Welfare Council y que son (Harrison, 1988):

- Libertad para no padecer hambre ni sed
- Libertad para no tener incomodidad
- Libertad para no padecer dolor, heridas o enfermedades
- Libertad para manifestar su comportamiento normal
- Libertad para no padecer temor ni angustia.

En cualquier caso, de todas las formas de valorar el bienestar animal, ésta es la de menor rigor científico (Barnett, 1999), por la dificultad de establecer cuáles son las condiciones naturales (Manteca, 2001) o los riesgos que corre el bienestar si



dichas condiciones naturales no son proporcionadas (Barnett, 1999). No obstante, es importante tener en cuenta que estas 5 libertades son uno de los pilares sobre los que se sustenta el concepto y la evolución del bienestar animal.

➤ **Homeostasis.**

La vida de los animales depende en última instancia, del eficaz funcionamiento de los sistemas de control de las condiciones en el interior de sus cuerpos. Así la homeostasis se podría definir como el estado relativamente estable de un cuerpo que se mantiene mediante regulación fisiológica o etológica y que varía solo dentro de unos límites tolerables para el individuo (Broom y Johnson, 1993). La definición de bienestar en que se apoya esta vía de su estudio es que *“el bienestar de un individuo es el estado en el que se encuentra en lo referido a los intentos de hacer frente al medio que lo rodea”* (Broom, 1996), es decir, se considera el bienestar como una medida de la adaptación de los animales a su ambiente (Manteca, 2001). En esta definición, *“el estado en lo referido a los intentos de hacer frente”* se refiere a los mecanismos, ya sean fisiológicos o relativos al comportamiento, que el animal pone en marcha para afrontar el medio y la medida en que dichos mecanismo son exitosos. Estos mecanismos incluyen el funcionamiento de los sistemas corporales, las defensas inmunológicas, las respuestas al estrés fisiológico y una alta variedad de pautas de comportamiento. Por lo tanto, si se usa esta definición, los riesgos para el bienestar de un animal por desafíos del medio se pueden valorar a dos niveles, según Barnett (1999):

- Por la magnitud de las respuestas comportamentales y fisiológicas (incluyen las respuestas al estrés).
- Por el coste biológico de dichas respuestas (incluyen los efectos adversos sobre la capacidad de los animales de crecer, reproducirse y mantenerse sanos).

Barnett (1999), en su revisión sobre este tema, recoge los resultados y comentarios de diferentes autores que, en resumen, permiten concluir que la utilización de la homeostasis para valorar el bienestar animal aporta credibilidad al permitir la medición de parámetros objetivables.

Dentro de las formas de medida de acuerdo a la homeostasis, entran tanto aspectos productivos como de estrés (respuesta biológica que un individuo muestra cuando percibe que su homeostasis está amenazada, Moberg, 2000) y de comportamiento.

En general, según García-Belenguer y Mormede (1993) las alteraciones de la homeostasis pueden venir dadas por diferentes aspectos de la producción intensiva:

- Interacciones entre animales (estrés social): la superpoblación, el aislamiento, la rotación de animales, el cambio de animal dominante o la presencia o no de hembras en el grupo.
- Interacciones entre los animales y el medio ambiente, que incluyen la temperatura, el ruido, la humedad, la ventilación, el tipo de suelo, la higiene medioambiental o la altitud.
- Interacciones entre los animales y el hombre, principalmente derivados del manejo (nutrición, restricción alimentaria, técnicas de manejo como tal, etc.).
- Otros factores endógenos, que se encuentran en el propio animal (dolor, enfermedades, cáncer o depresión).

Puesto que cuando se produce una alteración de la homeostasis, el organismo responde no solo de manera neuroendocrina e inmunológica, sino también con cambios en su comportamiento que le permitan adaptarse a la nueva situación, se asocian determinadas conductas a la presencia de algún tipo de estrés en el animal. Así, la presencia y las características de algunos comportamientos pueden emplearse para determinar si el animal se ha visto sometido a estrés y se pueden considerar como indicadores conductuales de éste. Por ejemplo una forma de respuesta a una situación de desafío son las agresiones entre animales. Los animales sociales varían las respuestas agresivas hacia congéneres no conocidos como modo de adaptación. Estas variaciones dependen de variables como el espacio disponible, el valor de los recursos que provocan el enfrentamiento o el tamaño del oponente. (D'Eath y Lawrence, 2002). La observación de la frecuencia e intensidad de las agresiones puede ser útil para evaluar el estado de bienestar en un grupo de animales. El estudio del comportamiento también puede abordarse a través de tests de conducta como el test de campo abierto, el de intruso-residente o el de objeto nuevo, entre otros.

Con todo lo comentado, parece que el estudio del bienestar animal desde la perspectiva de la homeostasis es el que ofrece una mejor valoración. Como herramienta de investigación, esta forma de abordar el tema implica comparar sistemas de manejo y alojamiento, y los riesgos para el bienestar son valorados en base a los cambios en las respuestas biológicas (tanto de comportamiento como fisiológicas) y los

correspondientes decrecimientos en la buena salud o el buen estado físico que se manifiestan en forma de enfermedades y lesiones (Barnett, 1999).

### **1.3. Bienestar en el ganado porcino.**

Está ampliamente aceptado que el cerdo es una de las especies más sensibles al estrés. Esto es consecuencia de al menos tres factores: termorregulación, estrés social y genética. A continuación se resumen brevemente los tres aspectos.

#### ➤ **Termorregulación.**

Si bien el cerdo tiene glándulas sudoríparas funcionales, su capacidad de perder calor mediante sudor es prácticamente nula. Esto hace que sea particularmente sensible a las temperaturas elevadas, especialmente cuando otros mecanismos de pérdida de calor, tales como la vasodilatación periférica, se ven comprometidas a consecuencia de la respuesta a estrés. Anatómicamente, con el aumento de la edad y del peso, ocurre un aumento en el espesor de la piel y de la grasa subcutánea, lo que impide la dispersión de calor. Además, la relación entre el peso y la superficie corporal disminuye, teniendo progresivamente un área menor para los cambios de calor con el medio ambiente. Por esta razón, cuanto más edad tiene el animal, más importante se vuelven las pérdidas de calor por evaporación, a través de la respiración.

#### ➤ **Estrés social.**

El cerdo es un animal social, cuyos grupos se organizan en torno a una jerarquía. Esto se produce, entre otras cosas, mediante interacciones agresivas. Al mezclar cerdos procedentes de grupos diferentes, la jerarquía debe establecerse de nuevo. Así, las agresiones entre cerdos se producen cuando se reagrupan animales desconocidos, pero esta no es la única motivación que empuja a los animales a un comportamiento agresivo. Las situaciones de competencia por comida asociadas a escasez de alimento o de espacio en la zona de alimentación son también desencadenantes de episodios agresivos por parte de los animales (Løvendahl *et al.*, 2005). Durante los encuentros agresivos, los cerdos tratan de alcanzar la cabeza, el cuello y las orejas de sus oponentes con mordiscos e incisiones de los dientes caninos. Esto conduce a la aparición de lesiones en la parte superficial de la piel, fundamentalmente en la zona delantera del cuerpo aunque también en la zona trasera cuando el tipo de ataque que se produce es el denominado como presiones inversas (Turner *et al.*, 2006). Así, el número de lesiones en la piel se ha usado frecuentemente para evaluar el comportamiento agresivo tras la

mezcla de animales pero también para valorar cómo se desarrollan las agresiones en un periodo de tiempo determinado. (Turner *et al.*, 2006). Puesto que tanto los indicadores fisiológicos como los asociados al comportamiento indican que el bienestar de los cerdos se ve claramente perjudicado cuando se producen comportamientos agresivos entre ellos (Puppe *et al.*, 1997 en D'Eath y Lawrence, 2002), puede resultar útil emplear el número de lesiones para evaluar dicho comportamiento agresivo que junto con otros parámetros puede dar una idea del nivel de bienestar en el animal. Por otra parte, las lesiones pueden ser causa de dolor y una vía para la entrada de microorganismos que conduzcan a infecciones y patologías por lo que la mera presencia de lesiones puede ser por sí misma un indicador de falta de bienestar.

Por otra parte, pueden existir diferencias individuales en cuanto a la tendencia a mostrar comportamientos agresivos en los cerdos domésticos (Janczak *et al.*, 2003). Estas diferencias individuales pueden deberse a componentes genéticos pero también a factores ambientales (Løvendahl *et al.*, 2005) y se pueden medir utilizando tests de conducta, como el Residente-Intruso (del inglés resident-intruder). El test de Residente-Intruso consiste en dividir el corral del animal que actuará como residente e introducir en el mismo a otro animal desconocido. Para evaluar la agresividad del residente se miden el número de ataques de éste así como la latencia a atacar (tiempo que tarda en provocar el primer enfrentamiento). Cuanto más frecuentes sean los ataques y menor la latencia mayores serán las tendencias agresivas del animal (D'Eath y Lawrence, 2002).

#### ➤ **Genética.**

Los animales genéticamente sensibles a estrés padecen una alteración, producida por una mutación, en la membrana del retículo sarcoplásmico de la fibra muscular estriada. A consecuencia de ello, la concentración citoplasmática de calcio, responsable del mecanismo de contracción muscular, permanece anormalmente elevada durante un período de tiempo excesivamente largo. Esto hace que los animales sensibles a estrés, tengan dificultades a la hora de controlar la contracción muscular. Así, la mortalidad durante el transporte es mayor en la raza Pietrain, y la Landrace es más vulnerable que la Large White (Sybesma *et al.*, 1978). La aparición de un número mayor de anomalías en el comportamiento en matadero esta relacionado con la selección para carnes magras (Gradin 1997).

### **1.3.1. Destete de los lechones y problemas asociados.**

El destete representa una de las fases más críticas en la vida productiva de un lechón, puesto que en esta fase se suman una serie de factores estresantes y cambios fisiológicos. En condiciones naturales, los lechones son destetados de manera gradual a lo largo de unas 11 semanas (entre las 9 y las 20 semanas de vida). Sin embargo, los lechones criados en sistemas intensivos de producción son en general destetados de manera brusca entre las 3 y 4 semanas de edad (entre los 21 y 28 días de vida) con 6-8 kg peso vivo. En producción porcina, el destete es uno de los procesos más críticos y provoca una tasa elevada de mortalidad (hasta del 3-4%) y un empeoramiento importante de los índices productivos (crecimiento e índice de conversión). (Chapinal 2006)

Este destete supone la separación de sus madres, para ser trasladados al sector de destete y recría, mientras aún conservan defensas contra algunas enfermedades adquiridas a través del calostro. Además, se busca una mayor productividad de la hembra, al obtener mayor número de partos por cerda/año. Los lechones sufren un estrés muy elevado durante el destete debido principalmente a los cambios ambientales y nutricionales. Por ello los animales deben ser acondicionados en las salas de forma rápida para evitar pérdida de peso, deshidratación, bajos consumos y diarreas típicas en la fase de transición.

En cuanto al estrés, el destete es una fase crítica porque conlleva una serie de factores estresantes de tipo nutricional y de tipo psicológico. Los factores estresantes presentan la capacidad de ser aditivos, es decir, cuantos más factores actúan simultáneamente, mayor es la respuesta de estrés. (Chapinal 2006).

Los factores de tipo nutricional son consecuencia del cambio de dieta, de leche materna a pienso, al que tiene que adaptarse el intestino y que pueden provocar alteraciones digestivas. El intestino delgado del lechón experimenta cambios morfológicos y fisiológicos importantes durante las 24 primeras horas tras el destete, fundamentalmente una atrofia de las vellosidades, una hiperplasia de las criptas intestinales, una reducción de la actividad específica de algunas enzimas como la lactasa y sucrasa, y la reducción de la capacidad de absorción (Pluske *et al.*, 1997). Los principales cambios en la dieta son el paso de un alimento líquido y tibio, rico en lactosa y caseína y que se toma de forma frecuente, a un alimento seco, frío y menos digestible

por su alto contenido en almidón y proteínas, que se realiza en tomas más espaciadas. Esta transición en la alimentación se asocia a menudo con la aparición de diarreas postdestete. Cualquier alteración de los procesos digestivos que ocurren con anterioridad al intestino grueso, provocan un aumento de los nutrientes que llegan al mismo, alterando el sustrato habitual para las bacterias que allí residen, dando lugar a procesos fermentativos anómalos y frecuentemente a la aparición de dichas diarreas.

El estrés psicológico provocado por el destete viene dado por factores de tipo físico (cambio de ambiente) y de tipo social (separación de la madre, manejo para el traslado y mezcla con otras camadas o separación de animales de la misma camada). (Chapinal 2006). A continuación se explican cada uno de estos factores.

➤ **Separación madre-crías.**

La separación de la madre es un estímulo estresante para las crías y la ausencia de las ubres maternas, como estímulo principal que da lugar al reflejo de succión, es uno de los factores más importantes en el origen de la caudofagia. Este término hace referencia a una conducta anormal que se observa ocasionalmente en la especie porcina y que consiste en morder la cola de uno o varios congéneres dentro del corral. Se ha descrito que estas conductas aumentan cuando los animales se destetan a las tres semanas de edad, por lo que la caudofagia puede ser consecuencia de la interrupción prematura del proceso de amamantamiento. Esta conducta es un factor muy importante en contra del bienestar. En primer lugar, el animal que sufre las heridas experimenta dolor crónico y una reducción en su consumo de alimento. Esto último es consecuencia del propio estrés asociado al dolor y al hecho que el animal reduce el tiempo dedicado a alimentarse, por ser cuando su cola está más expuesta a las mordeduras. En segundo lugar, las heridas son una fuente de infecciones comprometiendo la salud del propio individuo. Por último, el resto de animales del corral pueden verse afectados también por las enfermedades desarrolladas por el cerdo inmunodeprimido al morderle la cola y entrar en contacto con las heridas sangrantes.

➤ **Manejo durante el traslado.**

La delicadeza con que se realiza el manejo determinará la reacción de los animales en ese momento y en futuros contactos con personas. Diversos estudios han demostrado que un manejo aversivo o inconsistente/impredecible de los cerdos, especialmente durante las primeras fases de desarrollo, produce efectos negativos sobre

la productividad y sobre la facilidad de manejo de estos animales en fases futuras (Hemsworth y Barnett, 1991; Paterson y Pearce., 1992). Probablemente un manejo cuidadoso durante esta fase de transición puede minimizar en cierta medida los efectos adversos del cambio de ambiente (Day *et al.*, 2002). Sin embargo, es importante también tener presente que una excesiva familiarización con los humanos durante el desarrollo puede resultar en el futuro en problemas de manipulación por ausencia total de miedo hacia los mismos (Day *et al.*, 2002). En cualquier caso, es aconsejable evitar el manejo brusco de los animales.

➤ **Alojamiento en nuevos corrales.**

Aunque no se puede evitar el traslado de los animales a unas salas de transición, sí es posible conseguir que el cambio sea lo menos traumático posible ofreciendo a los animales un espacio que se adapte a sus necesidades. Es necesario un buen diseño de los corrales estableciendo zonas diferenciadas para el descanso, la ingestión de agua y pienso y la defecación y micción. El cerdo tiene tendencia a realizar cada una de estas conductas en lugares distintos y es conveniente aprovechar dicha tendencia y facilitarla. En los corrales de transición deberemos además tener en cuenta aspectos como la temperatura (entre 22 y 28 °C según el peso de los animales), la densidad de animales (entre 0,15 y 0,20 m<sup>2</sup> por animal) o los materiales utilizados. En este último aspecto, la legislación actual ofrece datos concretos sobre las características del suelo.

➤ **Mezcla de animales de diferentes camadas.**

En general, todas las especies sociales forman relaciones jerárquicas que hacen que unos individuos, los dominantes, tengan prioridad para acceder a los recursos. Cuando dichas relaciones jerárquicas se rompen, lo que ocurre por ejemplo al separar o al mezclar animales que no se conocen, los animales tienden a establecer nuevas jerarquías. Esto lo consiguen por medio de interacciones agresivas que provocan lo que se conoce como estrés social, y que puede implicar alteraciones en la ingestión de alimento y en los parámetros productivos. Ya que tras el destete, en sistemas intensivos, resulta complicado evitar la mezcla de camadas, es importante realizar un esfuerzo para reducirla al máximo. En este sentido, se han descrito dos opciones. El sistema del parto al sacrificio (del inglés, farrow to finish) propone mantener los mismos grupos de animales durante todo el ciclo, aunque no parece suponer una gran mejora en productividad. La segunda opción consiste en agrupar en grupos grandes (alrededor de

90 animales) en el momento del destete para posteriormente segregar los grupos de engorde que irán juntos a sacrificio. Este sistema ha dado muy buenos resultados tanto productivos (mejora crecimientos e índices de conversión) como de bienestar (reduce las agresiones) y permite hacer las separaciones homogeneizando los grupos. En cualquier caso, hacen falta más estudios para demostrar la eficacia y aplicabilidad de este sistema.

La reducción de la agresividad en las mezclas de animales es un aspecto que está siendo estudiado por diferentes grupos. Así, por ejemplo D'Eath *et al.* (2005) realizaron una prueba para determinar si la mezcla de los animales previa al destete, tiene efectos positivos a largo plazo concluyendo que, si bien la mezcla de los lechones previa al destete envuelve ciertas agresiones, estos adquieren habilidades sociales como formar de una forma rápida su jerarquía, lo cual les aporta un beneficio a largo plazo en sus futuros encuentros con animales desconocidos.

Tanto para los sistemas nuevos como para los tradicionales, el uso de materiales que estimulen la conducta exploratoria supone una buena opción para distraer a los animales, lo que parece reducir tanto la agresividad como la incidencia de mordeduras de colas y orejas. Proporcionar estímulos nuevos a los animales, tales como cadenas o neumáticos, también tiene cierto efecto (Petersen *et al.*, 1995).

El sentido del olfato tiene un papel muy importante en el control de las interacciones agresivas que se producen al mezclar animales que no habían tenido contacto previo. De hecho, en el cerdo, el reconocimiento individual depende básicamente del olor. De tal forma que engañar al cerdo con estímulos olfativos podría ser una buena estrategia para reducir las agresiones entre individuos. De entre las distintas estrategias utilizadas, como enmascarar el olor de los animales nuevos o impregnarlos con purines del grupo receptor, la que parece más prometedora es la utilización de feromonas, como análogos comerciales de la PAP (Pig Appeasing Pheromone). La PAP es producida en condiciones naturales por las cerdas gestantes y se ha visto que disminuye la agresividad posterior a la mezcla tanto en animales inmaduros como en animales adultos.

Gonyou *et al.* (1997) realizaron varias pruebas en este sentido para determinar si los olores están involucrados en la regulación de la agresividad en el reagrupamiento



post-destete de los lechones concluyendo que, al parecer, la agresividad está más relacionada con el reconocimiento individual que con los olores del grupo.

Hans *et al.* (1997) estudiaron si la medida de la agresividad individual puede ser usada para reducir las agresiones después de la mezcla de los animales desconocidos y si esta agresividad es predictiva de las agresiones que se producirán en dicha mezcla. Las conclusiones fueron que se podría reducir las agresiones después de la mezcla si los animales con mayor agresividad individual eran separados y puestos en grupos donde únicamente hubiera animales de baja agresividad.

Otras técnicas para reducir esta agresividad están más relacionadas con el manejo. Hacer la mezcla de animales a última hora de la tarde o preferiblemente en condiciones de oscuridad, después de la puesta del sol reduce la incidencia de interacciones agresivas. La disponibilidad de alimento *ad libitum* después de introducir nuevos animales en el corral también es importante para no sumar a la agresividad por mezcla un efecto de agresividad por competencia por el alimento (Barnett *et al.*, 1994).

En cualquier caso, se considera que en condiciones comerciales tras cuatro días las agresiones asociadas a la mezcla de animales se estabilizan porque las jerarquías se han establecido (Merlot *et al.*, 2004), de modo que un incremento importante de la agresividad después de ese momento debe estar influido por otras causas medioambientales o de manejo.

#### **1.4. Nutrición, productividad y bienestar animal en porcino.**

Las dietas de los cerdos incluyen gran variedad de productos. Algunos de ellos pueden ser perjudiciales o inefectivos y otros tienen un gran potencial para mejorar los rendimientos animales, la salud y el bienestar de los mismos (Mavromichalis y Paton, 2004).

Así, la proteína hidrolizada de soja tiene efectos positivos en la recuperación de diarreas de lechones (Ferrini *et al.*, 2004), determinados ácidos orgánicos controlan la proliferación de bacterias indeseables en el tracto intestinal, la vitamina C es ampliamente debatida como fuente de mejora del sistema inmunitario y algunos aminoácidos pueden tener un papel importante en la respuesta al estrés (Mavromichalis y Paton, 2004).

En determinados periodos críticos del lechón, como el periodo post destete, es importante que algunos de estos aminoácidos estén fácilmente disponibles. Uno de ellos es el triptófano, aminoácido esencial precursor de la serotonina e implicado en la respuesta inmune.

#### **1.4.1. El triptófano en la alimentación porcina.**

El triptófano (abreviado Trp o W) es un aminoácido esencial, es decir, sólo se obtiene a través de la alimentación. Así, cuando el aporte de triptófano en la dieta es bajo comparado con el de otros aminoácidos esenciales, la síntesis de proteína se verá limitada por él y en consecuencia la tasa de crecimiento del individuo (Le Floc'h y Seve, 2007).

Por otra parte, el triptófano es el principal precursor de la serotonina. El triptófano, al cruzar la barrera hematoencefálica (barrera entre los vasos sanguíneos y el encéfalo que impide que sustancias tóxicas la atraviesen y que permite el paso de nutrientes y oxígeno) sufre una serie de oxidaciones y se transforma en serotonina. La serotonina es un neurotransmisor del sistema central que tiene un efecto sedativo, de modo que inhibe los mecanismos del ciclo sueño-vigilia, la regulación de la temperatura, la sensibilidad al dolor y los comportamientos agresivos. (Li *et al.*, 2006).

Se considera al triptófano el cuarto aminoácido esencial en las dietas de porcino y los mecanismos biológicos con los que está relacionado tienen implicaciones sobre el consumo, el comportamiento, el sistema inmunitario o el olor sexual de la carne.

Por una parte, el triptófano en la dieta regula la ingestión de alimento. Las deficiencias de triptófano dietario conducen a una reducción en el consumo de alimento tanto en lechones como en cerdos de cebo (Le Floc'h y Seve, 2007). Este efecto sobre la regulación de la ingestión se debe a que la serotonina modula la ingestión voluntaria de alimento a nivel del sistema nervioso central (Henry *et al.*, 1996). De esta manera, un déficit en la concentración de triptófano, provocará una disminución en la producción de serotonina y en consecuencia, la ingestión voluntaria del pienso será menor (Paustuszewsaka *et al.*, 2007). Además, se ha observado que el aporte necesario de triptófano para conseguir un determinado nivel de ingestión es mayor en las dietas de mayor contenido proteico. Estas dietas contienen una elevada cantidad de aminoácidos neutros de cadena larga LNAA (valina, isoleucina, leucina, tirosina y fenilalanina) que compiten con el triptófano pues utilizan el mismo transportador para pasar la barrera

hematoencefálica, lo que reduce la cantidad de triptófano disponible para la síntesis de serotonina. Así, Henry y Séve (1993) señalaron que el nivel de triptófano en la dieta debería ser superior al 4% de la suma los LNAA. Por último, aunque la ingestión, como ya se ha comentado, es regulada a nivel del sistema nervioso central, también existe, aunque en menor medida un control periférico, debido a la acción de la grelina y la melatonina. Se ha observado que la concentración de grelina, hormona que estimula el apetito y que se sintetiza a nivel del duodeno y del intestino, aumenta a medida que lo hace el triptófano de la dieta (Zhang *et al.*, 2007). La segunda vía de control periférico es a través de la melatonina (hormona producida en el cerebro por la glándula pineal), que se sintetiza a partir del triptófano en el tracto gastrointestinal y que regula el vaciado gástrico y en consecuencia la ingestión del pienso.

Otro de los mecanismos a los que afecta el triptófano dietario es la respuesta al estrés. El triptófano puede modular los comportamientos agresivos y mejorar la respuesta al estrés en el ganado por el efecto sedativo de la serotonina.

Además, el triptófano interviene en el control de la respuesta inmune. La activación de sistema inmunitario provoca una serie de cambios metabólicos que hace que los nutrientes, en lugar de usarse para el crecimiento de los animales, se desvíen hacia funciones inmunes. De esta manera los aminoácidos pueden ser usados como fuente para la proliferación de células inmunes, la síntesis de inmunoglobulinas o para la gluconeogénesis. Las inmunoglobulinas y las proteínas de fase aguda son ricas en triptófano por lo que, cuando hay una activación del sistema inmunitario, se produce una disminución del triptófano plasmático lo que puede comprometer la disponibilidad de este aminoácido para la síntesis de proteína muscular.

Por último, hay que destacar que el triptófano tiene cierta influencia sobre el olor sexual de la carne. A nivel de intestino grueso el triptófano sobrante puede degradarse en compuestos odoríferos que, al absorberse y depositarse en el tejido adiposo, contribuirán al olor sexual.

En cuanto a su utilización práctica, en la formulación de piensos se considera al triptófano el cuarto aminoácido limitante, tras la lisina, la metionina+cisteína y la treonina. Por este motivo y debido a su precio, la utilización de la forma sintética no suele ser habitual en cebo y reproductores. Sin embargo, puede ser necesaria su suplementación en las dietas de lechones, para favorecer el consumo, la sanidad y el

bienestar de los animales, sobre todo al formular dietas bajas en proteína para el control de los procesos entéricos. En la bibliografía las recomendaciones suelen expresarse en base digestible y en relación a la lisina, primer aminoácido limitante, siguiendo el concepto de proteína ideal. Tradicionalmente se han recomendado porcentajes del 18-20%, (FEDNA) pero actualmente existe la creencia de que niveles superiores (22% o más según Ajinomoto Group) pueden ser más rentables, ya que permitirían obtener animales más pesados al final del periodo o bien, conseguir el peso adecuado en un menor intervalo de tiempo debido fundamentalmente al aumento en la ingestión de pienso.

## **2. Objetivos**

---

29 Efecto del nivel de triptófano en la dieta sobre el bienestar y sobre parámetros productivos de lechones durante la transición.

## **2. OBJETIVOS.**

El triptófano es un aminoácido esencial para la síntesis y retención de proteína corporal, pero además es precursor de algunos metabolitos importantes que pueden afectar a la regulación del consumo de alimentos y al comportamiento agresivo de los animales, y por tanto a su nivel de bienestar. Por otra parte, la transición es uno de los momentos más críticos de la producción porcina en los que es más habitual que se produzcan agresiones por el conjunto de cambios que supone para el animal.

Así, podría resultar interesante evaluar qué efecto tiene el nivel de triptófano en la dieta sobre el desarrollo y el comportamiento de los lechones durante la transición.

En este contexto surge la presente tesis de máster cuyos objetivos principales son:

- Valorar el efecto de la variación en la ratio triptófano/lisina en pienso starter de lechones en transición sobre los parámetros productivos.
- Valorar el efecto de la variación en la concentración de triptófano en pienso starter de lechones en transición sobre la agresividad de los mismos y las lesiones derivadas de ella.

## 3. Materiales y métodos

---

31 Efecto del nivel de triptófano en la dieta sobre el bienestar y sobre parámetros productivos de lechones durante la transición.

### 3. MATERIALES Y METODOS.

#### 3.1. Material animal y alojamientos.

Para llevar a cabo esta prueba se utilizaron dos salas idénticas de las instalaciones experimentales del Centro de Tecnología Animal (CITA-IVIA) de Segorbe (Castellón). Ambas salas tenían unas dimensiones de 9 metros de largo y 3,5 metros de ancho.

Las salas disponían de un sistema de ventilación forzada y de otro de calefacción mediante tubos de calor radiante. Además, también disponían de paneles humidificadores (cooling) que permitían refrigerar el interior de las salas en el caso de que las temperaturas fueran muy elevadas. Tanto la ventilación como la regulación de la temperatura y humedad relativa estaban controladas por un autómata que permitía mantener las condiciones ambientales adecuadas en el interior de las salas.

Cada sala estaba dividida en 4 corrales de 2,25 x 2,25 m<sup>2</sup> y disponía de un pasillo lateral de 1 metro de ancho que permitía el paso hacia los diferentes corrales. Estos corrales estaban contruidos con vallas móviles de PVC de 50 cm de altura, que permitían el contacto olfativo y sonoro (y con la edad, también visual) entre los animales.

Cada corral disponía de un comedero de tipo tolva con cinco huecos (**Figura 3**) y un bebedero de chupete con cazoleta incorporada y caudal regulable (**Figura 4**). El suelo era totalmente enrejillado, siendo el slat de polipropileno de alto impacto. (**Figura 5**).



**Figura 3.** Detalle comedero



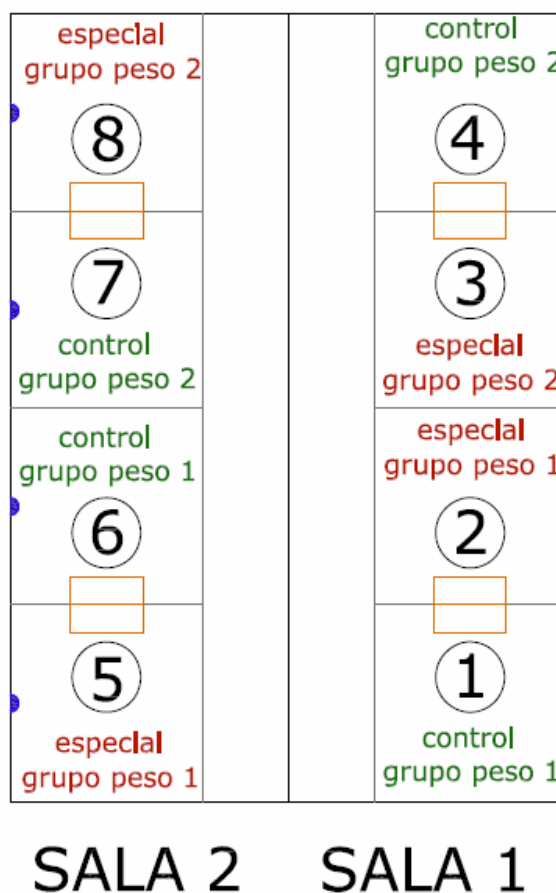
**Figura 4.** Detalle bebedero



**Figura 5.** Detalle slat



Se sometieron a estudio 98 animales nacidos en el propio centro de investigación y procedentes del cruce de hembras híbridas (Landrace x Large White) y machos puros (Pietrain). Los animales se identificaron individualmente al nacimiento y se destetaron a los 28 días de edad con un peso vivo medio de  $8,3 \pm 1,8$  kg. Al destete, los animales fueron distribuidos según peso y sexo en los 8 corrales de las dos salas con un total de entre 12-13 animales por corral. Cuatro corrales se considerarían como el grupo de peso 1 (animales de peso medio inferior al peso medio al destete) y otros cuatro como el grupo de peso 2 (animales de peso medio superior al peso medio al destete) distribuidos tal y como se muestra en la **Figura 6**.



**Figura 6.** Distribución de los grupos de peso y de los piensos en las dos salas en las que se desarrolló el estudio.

Durante los 13 primeros días todos los animales recibieron un pienso “pre-starter” comercial. A partir del día 13 post-destete, los animales fueron alimentados con dos tipos de pienso “starter” formulados para ser isoprotéicos e isoenergéticos y diferir en la ratio triptófano/lisina. Así, se constituyeron los dos grupos de tratamiento siguientes:

- **Control:** pienso con la cantidad de triptófano y ratio triptófano/lisina que se utiliza normalmente en las fórmulas comerciales (0,244 g/100 g materia seca de triptófano y ratio de 0,182).
- **Especial:** pienso con una cantidad de triptófano 0,05% superior a la habitual (0,290 g/100 g de materia seca) y una ratio de 0,213.

A continuación se presenta la **Tabla 1**, en la que se detallan algunos de los componentes de cada uno de los piensos objeto de estudio.

**Tabla 1.** Composición de los piensos.

Parámetro	Especial (g/100 g MS)	Control (g/100 g MS)
Proteína bruta	19,260	18,750
Lisina	1,360	1,340
Triptófano	0,290	0,244
Leucina	1,350	1,310
Isoleucina	0,750	0,720
Valina	0,840	0,800
Fenilalanina	0,890	0,870
Tirosina	0,610	0,600
LNAA	4,440	4,300
Ratio Try:Lys	0,213	0,182
Ratio Try:LNAA	0,065	0,057

MS: Materia Seca

Los corrales se distribuyeron en los grupos de tratamiento según se observa en la **figura 6** de modo que los animales de un mismo tratamiento recibieron el mismo pienso hasta el final del periodo experimental que tuvo una duración total de 27 días.

## 3.2. Medidas y pruebas realizadas.

### 3.2.1. Rendimiento productivo.



**Figura 7.** Báscula móvil para ganado.

Para determinar el desarrollo de los animales a lo largo del periodo experimental se llevaron a cabo distintas mediciones. Los animales, como se ha citado, fueron pesados al destete para establecer los grupos de peso. Posteriormente, se pesaron el día 13 post-destete, día en el que comenzaban a tomar los piensos starter de la prueba y a partir de ahí, semanalmente se realizó el peso individual de los animales mediante una báscula móvil para ganado (**Figura 7**). Por otro lado, durante toda la prueba se pesaron las cantidades de pienso ofrecido y el mismo día que se pesaban los animales se pesaba el pienso rechazado por corral, con el objetivo de poder calcular los consumos. Además, diariamente se controlaba el estatus sanitario de

los animales anotando cualquier tipo de incidencia y registrando la mortalidad.

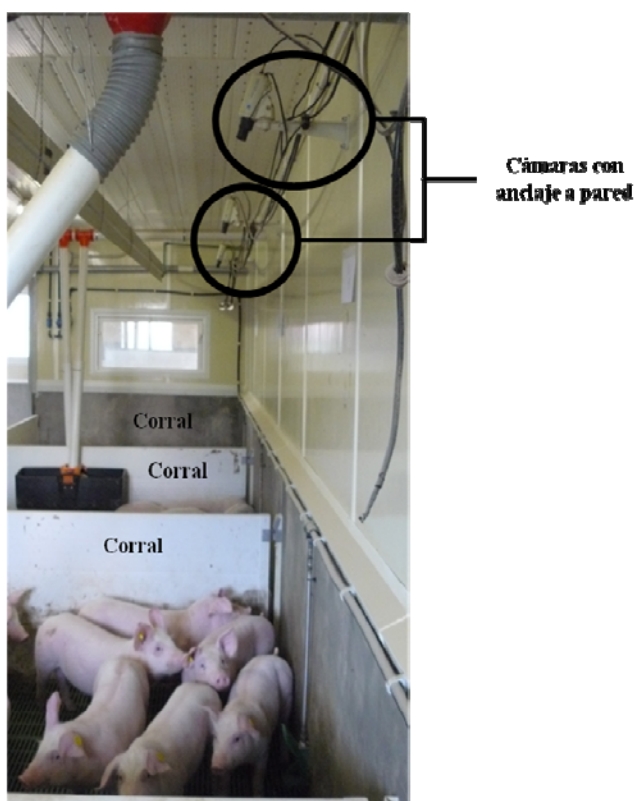
Con estos registros llevados a cabo en granja se determinaron:

- La ganancia media de peso diaria (GMD)
- El consumo medio diario (CMD)
- El índice/eficiencia de transformación del alimento (kg de pienso/kg de peso; en adelante IT)
- Porcentaje de mortalidad

### 3.2.2. Parámetros de bienestar: agresividad y lesiones.

En este estudio, dadas las posibles implicaciones de la cantidad de triptófano en el pienso sobre la agresividad de los animales, se trató de determinar ésta de dos formas diferentes.

En primer lugar, para evaluar las *agresiones* que se producían dentro de los corrales en continuo, en cada uno de los mismos se colocó una cámara de grabación a



**Figura 8.** Imagen de las cámaras localizadas en cada uno de los corrales.

color de media resolución (VCAM-MR/DNA, ver **Figura 8**). Las cámaras estaban conectadas a un videograbador digital (VDVR-NX) que grababa en continuo. El protocolo de grabación se adaptó de Gardner *et al.*, (2001) y de Li *et al.*, (2006) y el comportamiento se registró mediante grabación continua 8 horas al día de 8:00 a 12:00 y de 14:00 a 18:00h. para estudiar los comportamientos agonísticos (o agresivos), los videos se analizaron de forma continua durante los periodos grabados, en los siguientes días: día 0 (día de

introducción del pienso starter), días 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 13, 15, 17, 20, 22 y 24.

Los comportamientos agonísticos a considerar se presentan en la **Tabla 2**.

**Tabla 2.** Etograma de comportamientos agonísticos (Adaptado de Li *et al.*, 2006 y de Jonge *et al.*, 2008)

Comportamiento	Descripción
Presiones paralelas	Los animales permanecen de pie, con los flancos en contacto y empujan fuerte con uno contra otro, a menudo intentan llegar con la cabeza al cuello o cabeza del adversario
Presiones inversas	Los cerdos se colocan frente a frente y se empujan entre sí fuertemente, a menudo intentan llegar con la cabeza al cuello o cabeza del adversario
Presiones con mordeduras	Cuando además de los empujones, se producen mordiscos en cabeza, orejas o laterales del otro cerdo
Mordiscos mutuos	Un cerdo muerde a otro cerdo, y el agredido responde al agresor mordiéndole en menos de 5 segundos
Mordiscos	Un cerdo muerde a otro
Levantamiento	El cerdo pone el hocico debajo de otro y lo levanta en el aire
Cabezazo al cuerpo	Empujón rápido con la cabeza o el hocico en cualquier parte por detrás de las orejas del adversario, con la boca cerrada
Cabezazo a la cabeza	Empujón rápido con la cabeza o el hocico en cualquier parte en cuello, cabeza u orejas del adversario con la boca cerrada
Hociqueo barriga	El cerdo olisquea y hoza en la barriga de uno de sus compañeros de corral
Monta	Un animal monta a otro
Mordedura de colas	Un cerdo muerde la cola de algún compañero

Estos videos posteriormente se copiaron en soporte DVD para su posterior observación en un ordenador convencional. Diariamente se revisaba el adecuado funcionamiento del sistema mediante un monitor que permitía controlar en todo momento que se estaba grabando correctamente. Todo el sistema de vigilancia se localizó en la propia granja, en un cuarto adyacente a las salas en tratamiento (**Figura 9**).



**Figura 9.** Imagen del videograbador y el monitor.

La segunda forma de evaluar la agresividad en este trabajo fue mediante la prueba del **Resident-Intruder** (residente-intruso), modificando el protocolo propuesto

por D'Eath (2002). Esta prueba se realizó el día 40 post-destete. Y se realizaron un total de 32 enfrentamientos, 16 en los que los intrusos pertenecían al grupo control y los residentes al grupo especial y 16 en los que tanto intrusos como residentes pertenecían al grupo control. Antes de comenzar la prueba, se marcaron con spray de dos colores (verde los intrusos y rojo los residentes) todos los animales que iban a participar en la misma, para una mejor identificación durante el test. A continuación, se elegía el primer cruce de animales a enfrentar, y se vaciaba el corral del residente, dejando únicamente a éste dentro, a la espera de la llegada del intruso (el tiempo en el que estaba solo el residente dentro de su corral era siempre inferior a dos minutos). De este modo, este campo era conocido y asimilado como territorio propio por el residente y desconocido para el intruso.

Una vez ambos animales en el corral, se contabilizaba el tiempo hasta que se producía el primer contacto (cuando el hocico del residente tocaba cualquier parte del intruso), lo que constituía el tiempo de latencia de aproximación. Asimismo, se contabilizó el tiempo desde que se introducía al intruso hasta que se producía un ataque (tiempo de latencia de ataque), el tipo de ataque (mordisco, presiones paralelas, monta y ataque grave) y el número de ataques. Se consideró ataque grave cuando se producía una secuencia vigorosa y repentina de mordiscos y/o golpes de cabeza por parte de alguno de los dos animales. Se dio por terminado el test cuando este ataque duraba más de cinco segundos, o cuando pasados cinco minutos, no había habido ningún ataque por parte del residente. En todos los casos, se apuntaba si el ataque o aproximación provenía del residente o del intruso. En la **Figura 10** se pueden ver algunos ejemplos observados durante el test.



Monta



Mordisco



Ataque

**Figura 10.** Algunos de los ataques valorados en el test resident-intruder.



Por otro lado, los días 13, 27 y 34 post destete se evaluaron las *lesiones* en piel de los animales, para valorar los posibles efectos de las agresiones que se producían en continuo dentro de los corrales. Para ello, se utilizó el protocolo propuesto por Dudink *et al.* (2006), en el que se observaron las heridas en orejas, cabeza, hombros, cola, cuartos traseros y resto con la puntuación que se presenta en la **Tabla 3** y la **Figura 11**.

**Tabla 3.** Sistema de puntuación para lesiones

Puntuación	Tipo de herida
0	Sin heridas frescas
1	Entre 1 y 2 heridas frescas
2	Entre 1 y 2 heridas frescas severas
3	Entre 2 y 5 heridas frescas
4	Más de 5 heridas frescas



0 en cuartos traseros



2 en cuartos traseros



3 en orejas



4 en hombros

**Figura 11.** Algunos ejemplos de lesiones valoradas

Según el mismo autor, una vez observadas las lesiones en las distintas partes del cuerpo, se separaban sólo en dos partes: la parte anterior del cuerpo y la parte posterior. En la parte anterior se sumaban las lesiones correspondientes a las orejas, la cabeza, los hombros y el resto del cuerpo, mientras que en la parte posterior se consideraban las lesiones en cola y cuartos traseros.

### 3.3. Análisis estadístico.

#### 3.3.1. Rendimiento productivo.

Los resultados de los rendimientos productivos globales durante el periodo experimental, así como el peso al destete y el peso al inicio del periodo experimental, se analizaron mediante un análisis de la varianza de los datos por corral utilizando el procedimiento GLM (PROC GLM) del paquete estadístico SAS System® (SAS System, 2009). Tanto los datos de peso como los de consumos se corrigieron considerando la mortalidad en cada semana del periodo experimental.

Para determinar el efecto del tipo de pienso sobre el peso durante el periodo experimental se hizo un análisis de varianza de los pesos individuales para cada una de las semanas estudiadas mediante el procedimiento MIXED (PROC MIXED) del paquete estadístico SAS System® Software.

Las diferentes variables analizadas con estos dos procedimientos se muestran en la **Tabla 4**.

**Tabla 4:** Variables productivas analizadas con GLM y MIXED.

PROC GLM	PROC MIXED
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Peso medio inicial (Kg).</li> <li>▪ Peso medio final (Kg.).</li> <li>▪ Ganancia media diaria total <math>GMD_{total}</math> (g/día).</li> <li>▪ Consumo medio diario total <math>CMD_{total}</math> (g/día).</li> <li>▪ Índice de transformación total <math>IT_{total}</math> (kg pienso/kg peso vivo).</li> <li>▪ <math>GMD, CMD</math> e <math>IT</math> para cada una de las semanas del periodo experimental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pesos individuales en cada una de las semanas del periodo experimental.</li> </ul>

En todos los casos, los efectos analizados fueron el tipo de pienso y el grupo de peso. Los resultados entre tratamientos fueron comparados mediante el test de

comparación de medias Tukey-Kramer y el nivel de significación considerado para todos los efectos fue del 5% (0,05). El modelo empleado en ambos procedimientos fue:

$$Y = a_i + b_j + ab_{ij} + \varepsilon$$

Donde:

Y: variable dependiente.

a: efecto del tipo de pienso.

b: efecto del grupo de peso.

ab: interacción tipo de pienso\*grupo de peso.

$\varepsilon$ : error.

### 3.3.2. Parámetros de bienestar.

#### ➤ **Comportamiento.**

Una vez visualizados los videos de comportamiento, se construyó una base de datos con cada una de las agresiones en forma de variable binaria y los resultados se analizaron mediante un análisis de regresión logística con medidas repetidas, siendo el corral el factor de repetición. Para ello se empleó el procedimiento GENMOD (PROC GENMOD) del programa estadístico SAS System® (SAS System, 2009).

Además, para determinar el número de animales que realizaban determinados comportamientos para cada uno de los tratamientos se realizó un test de Chi cuadrado por semanas con la variable tipo de pienso (control o especial) como variable independiente. Para realizar este test se empleó el procedimiento FREQ (PROC FREQ) del programa SAS System® (SAS System, 2009).

Nuevamente se consideró un nivel de significación para todos los efectos del 5% (0,05).

#### ➤ **Test Resident-Intruder.**

Para el test Resident-Intruder, se analizaron diferentes variables, todas ellas con estadística no paramétrica.

En primer lugar, se realizó un test de Chi cuadrado con el tipo de pienso (control o especial) como variable independiente mediante el procedimiento FREQ (PROC



FREQ) del paquete estadístico SAS System® (SAS System, 2009), para evaluar si se producía o no ataque por parte del animal residente.

Para el resto de variables estudiadas se realizó un test de Mann-Whitney, a través del procedimiento NPAR1WAY (PROC NPAR1WAY) del paquete estadístico SAS System® (SAS System, 2009) para evaluar el efecto del tipo de pienso. De acuerdo a Erhard y Mendl (1997), si el que atacaba era el animal intruso y el residente respondía al ataque, se consideró como inicio de la agresión para los tiempos de latencia el momento en el que atacaba el residente (según Erhard y Mendl, 1997). En aquellos casos en que el residente no respondía a la agresión, se consideraba que no había ataque y se tomaban tiempos de latencia máximos. Por otro lado, se analizó el hecho de que el test no se pudiera llevar al final de los cinco minutos, porque el ataque del residente fuera muy fuerte realizando de nuevo un Chi cuadrado. Siguiendo a los mismos autores, la monta no se consideró ataque y se eliminó de estos análisis, analizándose por separado con la intención de determinar presencia o ausencia.

Así, se realizó este análisis para los diferentes tiempos de latencia y para las frecuencias con que se producían ataques y montas por parte del residente. También se analizaron por este procedimiento el efecto del tipo de pienso en los mordiscos y las presiones paralelas que efectuaban los animales.

Las diferentes variables analizadas con estos dos procedimientos se muestran en la **Tabla 5**.

**Tabla 5.** Variables del test de conducta analizadas con FREQ y NPAR1WAY.

PROC FREQ	PROC NPAR1WAY
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ataque por parte del Residente.</li> <li>▪ Ataque grave por parte del Residente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tiempo de latencia de aproximación del Residente.</li> <li>▪ Tiempo de latencia de ataque sin monta del Residente</li> <li>▪ Frecuencia de ataque sin monta</li> <li>▪ Monta</li> <li>▪ Mordiscos</li> <li>▪ Presiones paralelas</li> </ul>

En el caso de las latencias, en el test de Mann-Whitney se consideraron como variables ordinales (de acuerdo al análisis realizado por D'Eath, 2005 y Erhard y Mendl, 1997).

De nuevo, el nivel de significación considerado fue del 5% (0,05) en todos los casos.

➤ **Lesiones.**

Las lesiones se analizaron de acuerdo al protocolo publicado por Dudink *et al.*, 2006. Una vez obtenida la puntuación para la zona delantera y la trasera, se procedió a analizar los resultados mediante un análisis de varianza (procedimiento GLM) con la variable tipo de pienso como término independiente. El nivel de significación considerado fue de nuevo del 5% (0,05).

## **4. Resultados y discusión**

---

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 4.1. Resultados.

En este apartado se presentan los resultados obtenidos, detallando de forma individual cada uno de los parámetros y tratamientos estudiados, así como la discusión de los mismos.

#### 4.1.1. Rendimiento productivo.

La mortalidad fue tan sólo de una baja en cada uno de los tratamientos durante los dos primeros días de la prueba, y no se produjo ninguna baja más durante el resto del experimento, ni hubo que eliminar ningún lechón por no ser apto para continuar en la prueba. Los resultados productivos obtenidos se muestran en los siguientes apartados.

En la **Tabla 6** se puede observar el peso inicial con el que los lechones comenzaron la prueba. Como se observa, dicho peso fue el mismo para los dos grupos de animales que iban a tomar piensos distintos (P-valor<sub>T</sub>). Por otro lado, el grupo de peso al inicio de la prueba es diferente puesto que esa es la causa de que se agruparan en dos grupos (P-valor<sub>GP</sub>). Este resultado era predecible puesto que los animales fueron agrupados en los corrales según los pesos de los mismos en el momento del destete. De esta manera, cuatro corrales se considerarían como el grupo peso 1 (animales de peso medio inferior al peso medio al destete) y otros cuatro como el grupo de peso 2 (animales de peso medio superior al peso medio al destete). Como era de esperar, a medida que avanza el periodo experimental estas diferencias se van neutralizando, de modo que el peso se va igualando en ambos grupos y en consecuencia, al final de dicho periodo ya no hay efecto del grupo peso (P-valor<sub>GP</sub> = 0,082).

**Tabla 6.** Medias por tipo de pienso, errores estándar de las medias y niveles de significación de los distintos efectos para las variables Peso medio inicial (kg) y Peso medio final (kg)

	<b>Peso medio inicial (kg)</b>	<b>Peso medio final (kg)</b>
Control	10,614	26,475
Especial	10,750	26,819
EEM <sup>1</sup>	0,724	1,478
P-valor <sub>T</sub> <sup>2</sup>	0,901	0,877
P-valor <sub>GP</sub> <sup>3</sup>	0,029	0,082
P-valor <sub>T*GP</sub> <sup>4</sup>	0,644	0,419

<sup>1</sup>EEM: Error estándar de la media; <sup>2</sup>P-valor tipo de pienso; <sup>3</sup>P-valor grupo de peso; <sup>4</sup>P-valor tipo de pienso\*grupo de peso.

En cuanto a la ganancia media diaria (GMD), los resultados aparecen en la **Tabla 7**. De nuevo, el tipo de pienso no conduce a diferencias significativas en la GMD total de los animales, al igual que el grupo de peso ni la interacción entre ambos.

**Tabla 7.** Medias por tipo de pienso, error estándar de las medias y niveles de significación de los distintos efectos estudiados para la variable ganancia media diaria de peso total (g/día)

	<b>GMD total (g/día)</b>
Control	585,19
Especial	591,61
EEM <sup>1</sup>	30,53
P-valor <sub>T</sub> <sup>2</sup>	0,889
P-valor <sub>GP</sub> <sup>3</sup>	0,252
P-valor <sub>T*GP</sub> <sup>4</sup>	0,316

<sup>1</sup>EEM: Error estándar de la media; <sup>2</sup>P-valor tipo de pienso; <sup>3</sup>P-valor grupo de peso; <sup>4</sup>P-valor tipo de pienso\*grupo de peso.

Aunque se observa que la GMD total es superior en el pienso especial, la ausencia de significación no permite extraer ninguna conclusión de estos resultados. Sería necesario aumentar las diferencias en la composición del pienso en futuros estudios para poder determinar si realmente produce un efecto sobre esta variable.

El tipo de pienso tampoco conduce a diferencias significativas en el consumo medio diario de pienso total (CMD total) de los animales como puede observarse en la **Tabla 8**. Tampoco el grupo de peso ni la interacción entre tipo de pienso y grupo de peso tienen un efecto significativo sobre el consumo de pienso.

**Tabla 8.** Medias por tipo de pienso, error estándar de las medias y niveles de significación de los distintos efectos estudiados para la variable consumo medio diario de pienso total (g/día)

	<b>CMD total</b>
Control	836,36
Especial	816,23
EEM <sup>1</sup>	41,75
P-valor <sub>T</sub> <sup>2</sup>	0,750
P-valor <sub>GP</sub> <sup>3</sup>	0,068
P-valor <sub>T*GP</sub> <sup>4</sup>	0,463

<sup>1</sup>EEM: Error estándar de la media; <sup>2</sup>P-valor tipo de pienso; <sup>3</sup>P-valor grupo de peso; <sup>4</sup>P-valor tipo de pienso\*grupo de peso.

Se observa que el CMD total es ligeramente superior en el pienso especial, pero al igual que ocurría con la GMD total, la ausencia de significación impide poder extraer alguna conclusión de dichos resultados.

De nuevo, podría resultar interesante trabajar con diferencias mayores en la composición del pienso con el fin de determinar si realmente produce un efecto sobre esta variable.

Por último, al igual que en el caso de los parámetros anteriores, el tipo de pienso no conduce a diferencias significativas en el índice de transformación total. Tampoco el grupo de peso ni la interacción entre ambos (**Tabla 9**).

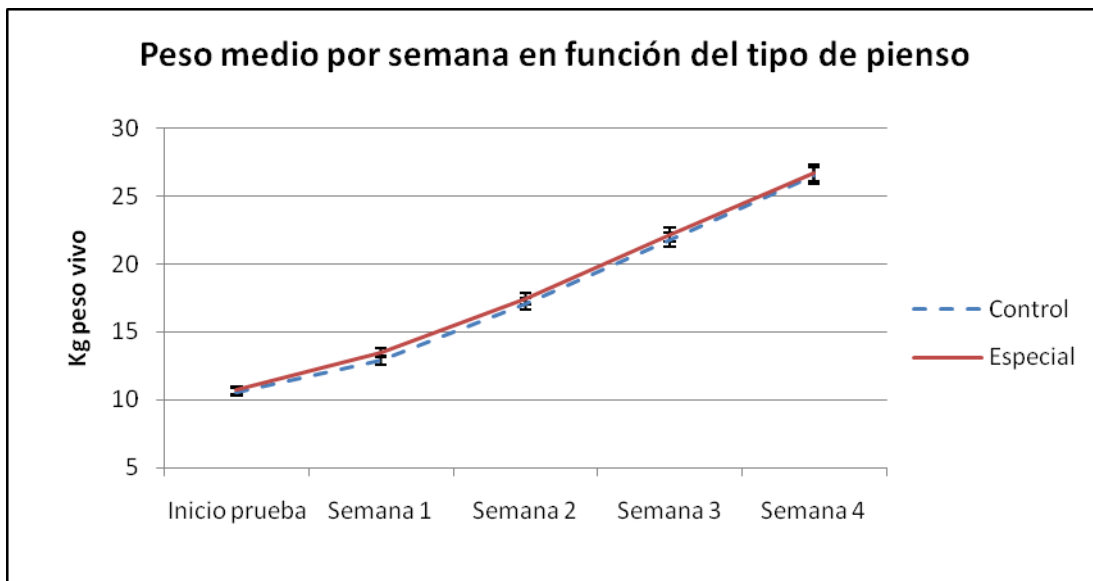
**Tabla 9.** Medias por tipo de pienso, error estándar de las medias y niveles de significación de los distintos efectos estudiados para la variable consumo medio diario de pienso total (kg/día)

	<b>IT total<sup>1</sup></b>
Control	1,43
Especial	1,38
EEM <sup>2</sup>	0,03
P-valor <sub>T</sub> <sup>3</sup>	0,309
P-valor <sub>GP</sub> <sup>4</sup>	0,044
P-valor <sub>T*GP</sub> <sup>5</sup>	0,361

<sup>1</sup>It total= kg pienso/kg peso; <sup>2</sup>EEM: Error estándar de la media; <sup>3</sup>P-valor tipo de pienso; <sup>4</sup>P-valor grupo de peso; <sup>5</sup>P-valor tipo de pienso\*grupo de peso.

Es destacable, pese a que las diferencias no son significativas, que sí que pueden ser relevantes. Es decir, el hecho de que el IT sea mayor con un pienso que con otro, puede tener implicaciones económicas, en este caso, en detrimento del pienso control.

En la **Figura 12** se muestra la evolución del peso individual de los animales a lo largo de las cuatro semanas de duración de la prueba.



**Figura 12.** Peso medio por semana en función del tipo de pienso.

Como se observa en el gráfico, no existen diferencias en el peso de los animales para los diferentes tratamientos estudiados a lo largo de la transición. En ambos casos la evolución es muy similar y ambas líneas de tendencia prácticamente se solapan con lo que podemos concluir que ambos grupos de tratamiento se han comportado de forma muy similar durante las cuatro semanas que comprende la prueba.

Cuando todos estos valores se analizan por periodos, sigue sin detectarse ningún tipo de diferencia, tal y como se observa en la **Tabla 10**, que muestra que ninguno de los efectos contemplados produce diferencias en los distintos parámetros productivos estudiados en ningún momento del periodo experimental considerado. De este modo en los resultados globales, como ya se ha comentado, tampoco se observan diferencias puesto que son calculados a partir de estos. Por tanto, el tipo de pienso no afecta ni a las ganancias medias diarias, consumos medios diarios o índices de transformación. Se observa que a medida que avanza la transición, los IT empeoran para ambos tipos de pienso debido a un peor aprovechamiento del alimento al final de este periodo.

**Tabla 10.** Ganancia media diaria de peso (GMD) y consumo medio diario de pienso (CMD) por periodos.

	GMD <sub>T</sub> , g/d	CMD <sub>T</sub> PIENSO, g/d	IT <sup>1</sup>
<b>Periodo 1 (6 días)</b>			
CONTROL	373,56	471,96	1,28
ESPECIAL	449,05	494,53	1,15
EEM <sup>2</sup>	31,38	24,73	0,09
<i>P-valor</i> <sub>T</sub> <sup>3</sup>	0,164	0,554	0,279
<i>P-valor</i> <sub>GP</sub> <sup>4</sup>	0,091	0,099	0,479
<i>P-valor</i> <sub>T*GP</sub> <sup>5</sup>	0,965	0,437	0,891
<b>Periodo 2 (8 días)</b>			
CONTROL	524,94	719,03	1,37
ESPECIAL	500,21	701,49	1,41
EEM <sup>2</sup>	40,30	40,09	0,04
<i>P-valor</i> <sub>T</sub> <sup>3</sup>	0,687	0,773	0,5741
<i>P-valor</i> <sub>GP</sub> <sup>4</sup>	0,644	0,151	0,134
<i>P-valor</i> <sub>T*GP</sub> <sup>5</sup>	0,434	0,433	0,535
<b>Periodo 3 (7 días)</b>			
CONTROL	675,25	1013,72	1,50
ESPECIAL	679,89	930,71	1,37
EEM <sup>2</sup>	20,53	57,82	0,06
<i>P-valor</i> <sub>T</sub> <sup>3</sup>	0,881	0,3674	0,187
<i>P-valor</i> <sub>GP</sub> <sup>4</sup>	0,069	0,0899	0,257
<i>P-valor</i> <sub>T*GP</sub> <sup>5</sup>	0,160	0,5004	0,795
<b>Periodo 4 (6 días)</b>			
CONTROL	773,11	1152,45	1,49
ESPECIAL	753,02	1159,82	1,56
EEM <sup>2</sup>	51,20	64,72	0,52
<i>P-valor</i> <sub>T</sub> <sup>3</sup>	0,7951	0,9397	0,5222
<i>P-valor</i> <sub>GP</sub> <sup>4</sup>	0,623	0,063	0,063
<i>P-valor</i> <sub>T*GP</sub> <sup>5</sup>	0,259	0,619	0,249

<sup>1</sup>IT: kg pienso/kg peso; <sup>2</sup>EEM: error estándar de la media; <sup>3</sup>P-valor tratamiento; <sup>4</sup>P-valor grupo de peso; <sup>5</sup>P-valor tratamiento\*grupo de peso.



## 4.1.2. Parámetros de bienestar.

### ➤ Comportamiento

Los resultados obtenidos del análisis de comportamientos observados se muestran en la **Tabla 11**. Aunque, como ya se ha comentado, se analizaron diferentes comportamientos agresivos en la tabla solo aparece el comportamiento de cabezazo al cuerpo, por ser el único en el que se observan diferencias significativas para los tratamientos aplicados.

**Tabla 11.** Resultados de la regresión logística para cada comportamiento agresivo observado en los videos

Comportamiento	$\beta$	Intercept	Odds ratio	P-valor
Cabezazo al cuerpo	-0,2086	-2,6766	0,8117	0,0211

Estos resultados implican que en ninguno de los comportamientos la ratio triptófano/lisina tuvo efecto sobre la agresividad de los animales, a excepción del comportamiento de cabezazo al cuerpo. De acuerdo al valor negativo del estimador, el análisis indica que la probabilidad de que se produzca este comportamiento con el pienso control, es significativamente menor que con el pienso especial, concretamente en una proporción de 0,8117.

A continuación, en la **Figura 13**, se detalla el número de observaciones en que se valoraban agresiones en cada uno de los tratamientos, a lo largo del experimento.



**Figura 13.** Número de observaciones con valoración de cada tipo de agresión.

Como se observa en el gráfico los comportamientos más habituales y en los que se involucran más animales a lo largo de toda la prueba son las presiones, ya sean las pararles, las inversas o las presiones con mordeduras. El levantamiento de un animal por otro es a la vez el comportamiento menos frecuente.

➤ **Lesiones.**

Las lesiones contabilizadas se han dividido según el protocolo publicado por Dudink *et al.* (2006) en dos partes: la parte anterior del cuerpo y la parte posterior. En la parte anterior se han sumado las lesiones correspondientes a las orejas, la cabeza, los hombros y el resto del cuerpo, mientras que en la parte posterior se han considerado las lesiones en la cola y los cuartos traseros. Así los valores medios máximos que podrían haberse alcanzado son de 16 en la parte delantera y de 8 en la parte posterior.

Una vez analizados estos datos los resultados obtenidos son las que aparecen en las **Tablas 12 y 13**.

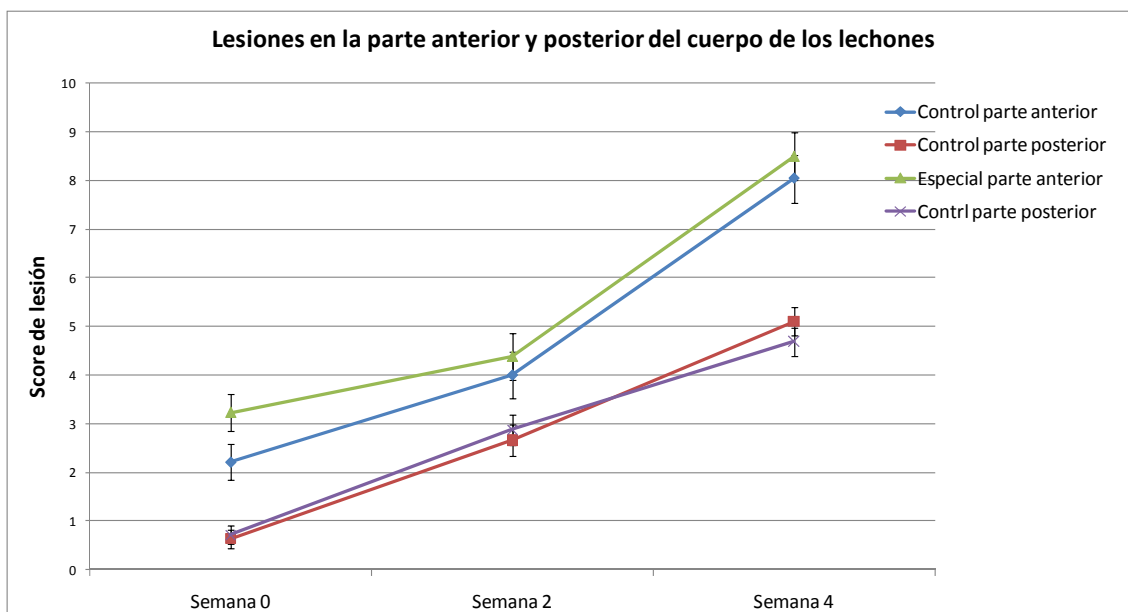
**Tabla 12.** Medias y errores de lesiones para pienso control

Control	Delante		Detrás	
	Medias	Errores.	Medias	Errores.
Semana 0	2,21	0,37	0,64	0,19
Semana 2	4,00	0,48	2,66	0,32
Semana 4	8,04	0,49	5,1	0,29

**Tabla 13.** Medias y errores de lesiones para pienso especial

Especial	Delante		Detrás	
	Medias	Errores.	Medias	Errores.
Semana 0	3,23	0,38	0,71	0,19
Semana 2	4,38	0,47	2,88	0,31
Semana 4	8,49	0,49	4,69	0,29

En el caso de las lesiones tampoco aparecen diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los periodos estudiados como se presenta en la **Figura 14**.



**Figura 14.** Lesiones en la parte anterior y posterior del cuerpo de los lechones.

Aunque no aparecen diferencias significativas observando el gráfico puede concluirse que a lo largo de la transición, en general, las lesiones fueron más importantes en la parte delantera. También se aprecia que durante la segunda semana las lesiones se aproximan en ambas partes del cuerpo mientras que al final de la transición vuelven a separarse siendo, como ya se ha dicho, más importante en la parte delantera del cuerpo del animal. Además, a medida que avanza el periodo experimental aumenta la gravedad de las lesiones en ambos grupos de estudio lo que indica que a medida que crecen los animales las lesiones que provocan son más graves y/o frecuentes.

#### ➤ Resident –Intruder.

En primer lugar se evaluó si se producía ataque por parte del animal residente. En aquellos casos en que el residente no contestaba a una agresión del intruso, se consideraba que no había ataque. Los resultados para el test Chi-cuadrado se observan en la **Tabla 14**.

**Tabla 14.** Resident-Intruder. Probabilidad y P-valor (animal residente).

	Pienso especial	Pienso control	$\chi^2$	P-valor
No atacan	50	31,25	1,1660 (1 g.l.)	0,4725
Atacan	50	68,75		

Como se puede observar, el tratamiento no afectó a la agresividad, teniendo en cuenta el hecho de que el residente ataque o no. No obstante, si observamos los

resultados presentados vemos que en el caso del pienso especial un 50% de los animales atacan mientras que en el control atacan un 68,75%. A pesar de que este porcentaje es ligeramente superior en los animales alimentados con pienso con menor ratio triptófano-lisina la ausencia de significación no permite extraer que esa disminución en la ratio suponga un aumento en la agresividad.

En el caso de que el test no se pudiera llevar al final de los cinco minutos, porque el ataque del residente fuera muy fuerte los resultados fueron los de la **Tabla 15**.

**Tabla 15.** Resident- Intuder. Probabilidad y P-valor. (Duración inferior a cinco minutos).

	Pienso especial	Pienso control	$\chi^2$	P-valor
No ataque grave	68,75	62,50	0,1385(1 g.l.)	1,000
Ataque grave	31,25	37,50		

De nuevo, el tratamiento no tuvo ningún efecto significativo en el hecho de que los lechones atacaran de forma más grave al intruso. Además, al igual que el caso anterior en el caso del pienso control el porcentaje de ataque es ligeramente superior que en el caso de los animales que eran alimentados con el pienso especial y que, por tanto, contenía mayor porcentaje de triptófano. De nuevo la ausencia de significación no permite extraer que esa ratio suponga un aumento en la agresividad. En cualquier caso se observa que la situación no era especialmente agresiva pues el porcentaje de ataques graves, para ambos grupos de tratamiento es inferior al porcentaje de ataques no graves.

Para el resto de variables analizadas los resultados obtenidos fueron los que se presentan en la **Tabla 16**.

**Tabla 16.** Resident-Intruder. Probabilidad y P-valor para tiempos de latencia, frecuencia del ataque sin monta y monta

Variable	$\chi^2$	P-valor
Tiempo de latencia de aproximación del residente	1,2802	0,1331
Tiempo de latencia de ataque sin monta del residente	0,1282	0,7203
Frecuencia de ataque sin monta del residente	0,0146	0,9037
Frecuencia de montas del residente	2,0667	0,1506

Tal y como se observa en la tabla, no hay efecto del tipo de pienso sobre el tiempo que tardan los animales en aproximarse y atacarse, y tampoco sobre el número de ataques producidos por el residente en cada encuentro ni sobre el número de montas.

En el caso de las latencias la media de tiempo en ambos tratamientos para el primer ataque es de 2 minutos y 10 segundos  $\pm$  20 segundos, y de la primera aproximación de 1 minuto 42 segundos  $\pm$  20 segundos.

También fue evaluado el efecto del tratamiento en los mordiscos y las presiones paralelas que efectuaban los animales, pero tampoco en este caso se obtuvieron diferencias significativas.

Por tanto, conforme a los datos extraídos del test de resident-intruder no se encuentran diferencias en el comportamiento agresivo en función del tipo de pienso consumido.

## **4.2. Discusión.**

Según se ha ido comentado en cada uno de los apartados anteriores, al analizar el tipo de pienso utilizado, no se encuentran diferencias significativas para ninguna de las variables productivas estudiadas.

Esta ausencia de efecto del tipo de pienso podría deberse a que las diferencias en la ratio triptófano-lisina de los piensos no sean tan elevadas como se pretendía en su formulación. De hecho, el análisis del pienso demostró que el pienso control mostraba una ratio de 18,21% y el especial de 21,32%. Así, es posible que las ratios no difieran lo suficiente como para que el aumento de triptófano se manifieste en los rendimientos productivos. No obstante, Jansman *et al.* 2000 indican que el valor óptimo de la ratio triptófano-lisina tanto para lechones como para cerdos en crecimiento y cebo es de 19% y de hecho, estos mismos autores registraron que los animales alimentados con un pienso más rico en triptófano mostraban aumentos del 6% en la ingestión del pienso, del 9% en la ganancia media diaria y reducción en los índices de conversión del 3% con rangos de triptófano (22% vs 18% de Trp/Lys.), similares a los usados en el presente estudio.

También existen trabajos (Henry *et al.* 1992) que apuntan que dietas deficientes en triptófano resultan en una marcada reducción del consumo de los alimentos. Por su parte, Henry y Séve (1993) señalaron que el nivel de este aminoácido debería ser superior al 4% de la suma de los aminoácidos neutros de alto peso molecular (LNAA) para prevenir el riesgo de una reducción del consumo. En este sentido, si calculamos la ratio triptófano-LNAA mediante los valores obtenidos en los análisis de los piensos, obtenemos un valor de 6,5% para el pienso especial y 5,7% para el control. Así,

observamos que en ambos casos la ratio triptófano-LNAA está por encima de 4, lo cual podría ser un indicador de por qué no ha habido una variación en el consumo importante.

En consecuencia se podría afirmar que en las condiciones estudiadas no se prevé que el aumento en la ratio triptófano-lisina conduzca a una mejora clara de los parámetros productivos en cerdos durante la transición. Sin embargo sí se aprecia cierta tendencia a mejorar el rendimiento productivo por lo que podría resultar interesante realizar un análisis de costes paralelo que permitiera verificar si el incremento de coste del pienso asociado al aumento del ratio triptófano-lisina se vería compensado por las ganancias derivadas de que los animales conviertan mejor el alimento.

Respecto a los resultados de los parámetros de bienestar medidos, concretamente los obtenidos para las lesiones pueden compararse con los valores publicados en Dudink *et al.* (2006) que estudiaron si el enriquecimiento ambiental podía disminuir el estrés en lechones antes y después del destete. Cuando el medio no había sido enriquecido (situación que se podría equiparar a la del presente trabajo) estos autores obtenían unos valores medios aproximados para las lesiones de 4 en la parte delantera del cuerpo y de 0,5 en la parte trasera. Así, por una parte se confirma que las lesiones más importantes se producen en la parte anterior del cuerpo del animal al igual que en el presente estudio. Sin embargo, los valores de lesiones presentados por Dudink *et al.* (2006) eran sensiblemente inferiores a los obtenidos en el presente estudio. Estos autores midieron dichas lesiones el primer día tras el destete que es el momento que se asume como más crítico de la transición en cuanto a frecuencias de comportamientos agresivos por la mezcla de animales desconocidos. De hecho, Davis *et al.* (2006) obtuvieron que a lo largo de la transición las agresiones disminuían significativamente tras una semana post destete y luego se mantenían más o menos constantes con cierta tendencia a disminuir hasta los 27 días de transición. El hecho de que los resultados obtenidos en nuestro estudio muestren al final de la transición unas lesiones más intensas que las de Dudink al destete ha generado el planteamiento de dos hipótesis que permitan explicar estos resultados aparentemente anómalos.

Por una parte, las lesiones considerablemente intensas al final de la transición podrían indicar que alguna circunstancia en el diseño de los corrales de transición (probablemente falta de espacio de comedero o escasez en la disponibilidad de agua) generara en nuestro caso una situación excepcional de competencia incrementada a

medida que aumentaba el peso y tamaño los animales. Este aumento en la competencia habría conducido a un incremento en el número de agresiones. Así, es posible que en la granja experimental donde se realizó el presente estudio, alguna de las características de equipamiento esté generando un problema de estrés social por lo que sería recomendable analizar distintos sistemas de comederos y bebederos (variando el modelo o la cantidad de elementos disponibles) para determinar si existe un problema en cuanto a la capacidad de estos equipamientos con los tamaños de grupo que se usan de manera habitual.

Una segunda hipótesis que permitiría explicar la existencia de lesiones más intensas al final de la transición que al destete es que el tipo de comportamientos agonísticos que se producen al destete no conduzcan a la aparición de lesiones de tanta intensidad como los enfrentamientos que se producen al final de la transición. Si bien existen estudios sobre la mayor frecuencia de comportamientos agresivos al destete no se han encontrado referencias que indiquen cuáles son esos comportamientos agresivos y si conducen a la aparición de lesiones y cuál es la intensidad de éstas. Así, tal y como apuntan Turner *et al.* (2006) existen comportamientos agresivos que no conducen a la aparición de lesiones, como diversos tipos de empujones, pero que igualmente forman parte del repertorio de conductas agresivas del animal. Con todo esto parece que podría resultar interesante analizar la frecuencia y tipo de agresiones desde el destete hasta el final de la transición y tratar de estudiar la correlación de estos parámetros con el número e intensidad de las lesiones, en un intento de obtener más información sobre el comportamiento agresivo de los cerdos en transición y cómo evaluarlo.

En cuanto al efecto del triptófano en el comportamiento agresivo de los lechones en transición, otros autores tampoco encuentran diferencias en el comportamiento al modificar el nivel de triptófano. Así, Koopmans *et al.* (2006) estudiaron los efectos de una suplementación de triptófano en la dieta sobre la serotonina, el cortisol y el comportamiento de lechones en transición antes y después de la mezcla de animales tras el destete. Para ello se realizó una suplementación de este aminoácido, a razón de 5 g/kg de alimento observando que en los animales suplementados con triptófano se producía un aumento en los niveles de serotonina tras el destete y una disminución del cortisol en saliva tras la mezcla de los animales comparándolos con el grupo control. Sin embargo, aunque los componentes neuroendocrinos del estrés mejoraron, no observaron grandes diferencias de comportamiento. Por otro lado, Meunier-Salaltn *et al.* (2009) estudiaron

el efecto de tres niveles diferentes de triptófano en la dieta (0,14 g/100g m.s.; 0,23 g/100g m.s. y 0,32 g/100g m.s.) sobre el nivel de cortisol, los metabolitos del cerebro y el comportamiento en lechones no encontrando tampoco diferencias en éste. Para esta prueba suministraron pienso con los tres niveles diferentes de este aminoácido, durante tres semanas después del destete. Aunque la dieta con altos contenido de este aminoácido inducía grandes variaciones en los aminoácidos del cerebro, los cambios en las respuestas conductuales y cortisol fueron relativamente menores.

Como consecuencia de los resultados obtenidos en este trabajo y los presentados por otros autores, si bien es posible que las diferentes concentraciones evaluadas de triptófano en la dieta conduzcan a variaciones en algunos componentes neuroendocrinos, parece que estas variaciones no se manifiestan en el comportamiento agresivo de los animales. Por tanto, para evaluar si efectivamente el aminoácido tiene algún efecto beneficioso sobre el comportamiento agresivo de los animales y a qué concentraciones empieza a presentarse este efecto, sería interesante realizar futuras pruebas en las que se compararan piensos con concentraciones de triptófano similares a las presentadas en este trabajo con piensos con concentraciones mucho más elevadas.



## **5. Conclusiones**

---

## 5. CONCLUSIONES.

Teniendo en cuenta todos los resultados presentados, se pueden extraer las siguientes conclusiones de este trabajo:

- El aumento probado en la ratio triptófano/lisina no ha tenido ningún efecto en los parámetros productivos medidos, por lo que en principio, no aporta ningún beneficio adicional, aunque tampoco perjuicio.
- El aumento probado en la concentración de triptófano en el pienso no provoca ningún cambio significativo en la agresividad de los cerdos, ni medida en continuo, ni mediante tests de conducta, ni mediante las lesiones derivadas de estas agresiones.
- Sería interesante realizar más estudios con concentraciones de triptófano más elevadas.

## 6. Bibliografía

---

- 59 Efecto del nivel de triptófano en la dieta sobre el bienestar y sobre parámetros productivos de lechones durante la transición.

## 6. BIBLIOGRAFIA.

- Ajinomoto Group. Informe técnico. <http://www.lisina.com>. Fecha de consulta: 1.12.09.
- Appleby M.C., Mench J.A., Hughes B.O. (2004). *Poultry behavior and welfare*. CABI Publishing. Cambridge.
- Barnett J. L. (1999). *Evaluation of alternative egg laying production systems in Europe*. Travel Report del RIRDC.
- Broom D. M. (1996). *Animal welfare defined in terms of attempts to cope with the environment*. Acta Agriculturae Scandinavica Section A-Animal Science, 22-28.
- Broom D.M., Johnson K.G. (1993). *Stress and animal welfare*. Kluwer Academic Publishers. Londres.
- Broom D. M. (1986). *Indicator of poor welfare*. British Veterinary Journal 142: 524-526.
- Chapinal N., Dalmau A., Fàbrega E., Manteca X., Ruiz de la Torre J.L., Velarde A. (2006). *Bienestar del lechón en la fase de cebo*. Avances en Tecnología Porcina. Volumen III. 5:40-50.
- Chapinal, N., Dalmau A., Fàbrega, E., Manteca, X., Ruiz de la Torre J.L., Velarde, A. (2007). *Bienestar del lechón en la fase de lactación, destete y transición*. Avances en Tecnología Porcina. Volumen III. 4: 77 – 89.
- Davis M.E., Sears S.C., Apple J. K., Maxwell C.V., Johnson Z. B. (2006). *Effect of weaning age and commingling after the nursery phase of pigs in a wean-to-finish facility on growth, and humoral and behavioral indicators of well-being*. Animal Science 84: 743-756.

- D'Eath R.B., Lawrence A.B. (2004). *Early life predictors of the development of aggressive behaviour in the domestic pig*. *Animal Behaviour* 67: 501-509.
- D'Eath R.B. (2002). *Individual aggressiveness measured in a resident-intruder test predicts the persistence of aggressive behaviour and weight gain of young pigs after mixing*. *Animal Behaviour* 77: 267-283.
- D'Eath R.B. (2005). *Socialising piglets before weaning improves social hierarchy formation when pigs are mixed post-weaning*. *Animal Behaviour Science*. 93: 199-211.
- Dudink, S., Simonse, H., Marks I., de Jonge, F.H., Spruijt, B.M. (2006). *Announcing the arrival of enrichment increases play behaviour and reduces weaning-stress-induced behaviours of piglets directly after weaning*. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 101: 86-101.
- FAOSTAD. Estadísticas sobre producción animal. <http://faostat.fao.org>. Fecha de consulta: 23.09.09.
- Ferrini, G., Borda, E., Martinez-Puig, D., García-Manzanilla, E., Martin-Orue, S. y Pérez, J. (2004). *Journal of Animal Science* 82 (Suppl. 1).
- García-Belenguer S., Mormede P. (1993). *Nuevo concepto de estrés en ganadería: psicología y neurobiología de la adaptación*. *Investigación Agraria. Producción y Sanidad Animal* 8 (2): 87-107.
- Gardner, J.M., Duncan, I.J.H., Widowski, T.M. (2001). *Effects of social "stressors" on belly-nosing behaviour in early-weaned piglets: is belly-nosing an indicator of stress?* *Anim. Behav. Sci.* 74: 135-152.
- Harold W. Gonyou. (1997). *Can odours be used to reduce aggression in pigs?*. Annual Research Report. Prairie Swine Centre.

- Harrison R. (1988). *The five freedoms. Proceedings of the Fourth European Conference on the Protection of Farm Animals*. European Conference Group on the Protection of Farm Animals.
- Henry Y, Séve B. (1993). *J. Reach Porcine Fr.* 25: 247-253.
- Herranz Herranz A., López Colmenero J. (2003). *Bienestar animal*. Editorial Agrícola Española, S.A, ANCOPRC, Ministerio de Agricultura, Pesca y alimentación.
- Jones R.B. (1990). *Is the experimenter an influential variable in studies in tonic immobility in the domestic fowl?*. *Biology Behaviour*. 15: 93–103.
- Koopmans S.J., Guzik A.C., Van der Meulen J., Dekker R., Kogut J., Kerr B.J., Southern L.L.(2006). *Effects of supplemental L-tryptophan on serotonin, cortisol, intestinal integrity, and behavior in weanling piglets*. *J Anim Sci*. 84: 963-971.
- Lbvendahla P., Damgaard L.H., Nielsena B.L., Thodberga K., Sua G., Rydhmerb L. ( 2005). *Aggressive behaviour of sows at mixing and maternal behaviour are heritable and genetically correlated traits*. *Livestock Production Science* 93: 73–85.
- Manteca X. (2001). *El concepto de bienestar animal*. En curso de “Bienestar Animal”. UIMP.
- MAPA. Estadísticas sobre ganadería del Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. <http://www.marm.es>.
- MAPA. Guía de las mejores técnicas disponibles en el porcino (2007).
- Martín Bejarano S. (2001). *Enciclopedia de la carne y de los productos cárnicos*. Editorial Martín & Macías.

- Mavromichalis, I., Paton, F (2004). *Nuevos ingredientes en la alimentación de cerdos*. XX Curso de especialización FEDNA, Barcelona.
- Merlot, E., Meunier-Salaün, M., Prunier, A. (2004). *Behavioral, endocrine and immune consequences of mixing in weaned piglets*. Anim. Behav. Sci.85, 247-257.
- Meunier-Salaun M.C., Monnier M., Colleaux Y., Seve B., Henry Y. (1991). *Impact of dietary tryptophan and behavioral type on behavior, plasma cortisol, and brain metabolites of young pigs*. J Anim Sci. 69: 3689-3698.
- Moberg G.P., Mench J.A. (2000). *The biology of animal stress: basic principles and implications for animal welfare*. CABI Publishing, New York.
- Porcinocultura.com. <http://www.porcicultura.com>. Fecha de consulta: 23.09.09.
- Real Decreto 54/1995, de 20 de enero, sobre protección de los animales en el momento de su sacrificio o matanza).
- Real Decreto 1041/1997, de 27 de junio, por el que se estableces las normas relativas ala protección de los animales durante su transporte (BOE 163 del 9 de julio de 1997).
- Real Decreto 1135/2002, de 31 de octubre, relativo a las normas mínimas de protección de cerdos.
- Revista avances en tecnología porcina. (2009). *Implicaciones y consecuencias del nivel de triptófano en la dieta*. Volumen VI. 58: 74-78.
- Torres A. (2008). *Bienestar animal, relación con los rendimientos productivos*. En master de “Producción Animal”. UPV.

- Tres tres tres. La página del cerdo. <http://www.3tres3.com>. Fecha de consulta: 27.09.09.
- Turner S.P., Farnworth M.J., White I.M.S., Brotherstone S., Mendl M., Knap P., Penny P., Lawrence A.B. (2006). *The accumulation of skin lesions and their use as a predictor of individual aggressiveness in pigs*. *Animal Behaviour Science*. 96: 245-259.
- W.Erhard. H., Mendel M., D. Asheley D. (1997). *Individual aggressiveness of pig can be measured and used to reduce aggression after mixing Animal*. *Animal Behaviour Science*. 54: 137-151.