



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

MÁSTER EN PRODUCCIÓN ANIMAL

Efecto de la cantidad de piensos de arranque y continuación consumidos sobre el crecimiento de lechones destetados de diferentes tamaños

Trabajo Fin de Máster
Valencia, Septiembre 2015

Lluís Martínez Ruiz

Director:

Enrique Blas Ferrer

Resumen

La rentabilidad de la producción porcina está determinada parcialmente por el éxito de la transición de la leche de la madre a dietas secas sin que ocurra una reducción del crecimiento ni aparezcan enfermedades. El potencial de crecimiento de los lechones es alto inmediatamente después del destete, pero el limitado consumo de alimento junto con un sistema digestivo inmaduro impide a menudo que se alcance este potencial en condiciones prácticas. Los programas de alimentación del lechón en pre- y post-destete pretenden aliviar este problema. En esa línea, el objetivo del presente trabajo fue comprobar si el aumento de las cantidades consumidas tanto de pienso de arranque como de pienso de continuación (en detrimento del pienso de crecimiento) durante la transición de lechones destetados a los 21 días de vida, variables en función del peso del lechón al destete, afectaba a la ganancia de peso y la mortalidad. Los resultados obtenidos permiten concluir que el aumento del consumo de los piensos de arranque y continuación: i) no es recomendable en los lechones con alto peso al destete, ya que no aumenta el peso al final de la transición y supone un incremento del coste de la alimentación durante este periodo, ii) mejora el peso al final de la transición en los lechones con peso medio al destete y, por tanto, sería interesante valorar si esta mejora técnica es económicamente viable y iii) no parece mejorar sustancialmente el peso al final de la transición en los lechones con bajo peso al destete. Asimismo, se ha podido verificar que la mortalidad durante la transición es mayor en lechones destetados con bajo peso.

Abstract

The profitability of pig production is partly determined by the success of the transition from mother's milk to dry diets without a reduction in growth or disease incidence. The growth potential of piglets is high immediately after weaning, but limited feed intake together with an immature digestive system often prevents to reach this potential under practical conditions. Piglet feeding programs in pre- and post-weaning try to alleviate this problem. Thus, the aim of this study was to determine whether increased intake of starter and continuation's feeds (at the expense of growing feed) during the transition of piglets weaned at 21 days of life, variables depending on the weight of the piglet at weaning, affected weight gain and mortality. The results obtained indicate that increased intake of starter and continuation's feeds: i) is not recommended in piglets with high weaning weight, since it does not increase the weight at the end of the transition but the cost food during this period, ii) improves the weight at the end of the transition in piglets with medium weaning weight and it would be interesting to assess whether this technical improvement is also economically viable, and iii) does not seem to substantially improve the weight at the end of transition in piglets with low weaning weight. Also, it has been verified that mortality during the transition is higher in piglets with low weaning weight.

Resum

La rentabilitat de la producció porcina està determinada parcialment per l'èxit de la transició de la llet de la mare a dietes seques sense que passi una reducció del creixement ni apareguin malalties. El potencial de creixement dels mamellons és alt immediatament després del deslletament, però el limitat consum d'aliment juntament amb un sistema digestiu immadur impedeix sovint que s'arribi a aquest potencial en condicions pràctiques. Els programes d'alimentació del mamelló en pre- i post-deslletament pretenen alleujar aquest problema. En aquesta línia, l'objectiu d'aquest treball va ser comprovar si l'augment de les quantitats consumides tant de pinso d'inici com de pinso de continuació (en detriment del pinso de creixement) durant la transició de garrins deslletats als 21 dies de vida, variables en funció del pes del mamelló al deslletament, afectava el guany de pes i la mortalitat. Els resultats obtinguts permeten concloure que l'augment del consum dels pinsos d'inici i continuació: i) no és recomanable en els mamellons amb alt pes al deslletament, ja que no augmenta el pes al final de la transició i suposa un increment del cost de l'alimentació durant aquest període, ii) millora el pes al final de la transició en els mamellons amb pes mitjà al deslletament i, per tant, seria interessant valorar si aquesta millora tècnica és econòmicament viable i iii) no sembla millorar substancialment el pes al final de la transició en els mamellons amb baix pes al deslletament. Així mateix, s'ha pogut verificar que la mortalitat durant la transició és més gran en mamellons deslletats amb baix pes.

Índice

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	6
1.1. FISIOLÓGÍA DIGESTIVA DEL LECHÓN.....	6
1.2. ALIMENTACIÓN DEL LECHÓN.....	7
1.3. BIENESTAR DEL LECHÓN.	15
2. OBJETIVOS.....	18
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
5. CONCLUSIÓN.....	27
6. BIBLIOGRAFÍA.....	28

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Fisiología digestiva del lechón

Además de para la digestión del alimento en sí, el papel del intestino es muy importante, ya que no sólo sirve como una barrera física entre el mundo exterior y el animal, sino que también juega un papel activo como parte del sistema inmune específico y no-específico. El sistema digestivo tiene también un efecto importante en el apetito del animal y es el tejido de mayor actividad metabólica en el cuerpo, lo que significa que requiere un alto gasto energético para su mantenimiento. Por tanto, en épocas de ingestión baja como el destete, este tejido puede ser de los primeros en reducir su tamaño para que una mayor cantidad de nutrientes se dirija hacia otros órganos vitales. Así, en el destete el intestino sufre una fuerte degradación, lo que disminuye su capacidad para absorber nutrientes y favorece que los microorganismos patógenos infecten al animal.

En el destete, el lechón pasa de consumir leche materna a una dieta sólida basada en almidón y proteína vegetal, lo que obliga al sistema digestivo a pasar por un proceso de adaptación, ya que no está preparado para digerir correctamente estos nutrientes (Dirkzwager *et al.*, 2005). Este proceso de adaptación genera cambios morfológicos en el sistema digestivo que afectarán a su función, por lo que el animal tendrá dificultades para cubrir sus necesidades de energía y proteína, lo que dificultará su crecimiento (Le Dividich y Sève, 2000). Este proceso adaptativo ocurrirá durante la primera semana posterior al destete, en la que cuanto más alimento consuma un lechón más desarrollado estará su sistema digestivo, ya que el estómago, intestino delgado, páncreas y riñón tendrán un mayor crecimiento, puesto que estos órganos consumen el 50% de la energía total (Quiniou y Noblet 1995, Nyachoti *et al.*, 1997) y alcanzan la madurez alrededor de las 12 semanas de vida (Koong, 1983; Bikker, 1996).

Para que la digestión y la absorción de los nutrientes se lleven a cabo de una manera satisfactoria, es necesario que se mantenga la integridad de la mucosa intestinal, la cual depende de la renovación de sus células. Durante la lactancia las vellosidades son más largas y las criptas son poco profundas, lo que sugiere que hay un buen balance entre la descamación de las células del extremo de las vellosidades y la hiperplasia de las células de la cripta, lo que implica una relación óptima entre longitud de las vellosidades y profundidad de las criptas, una correcta asimilación de nutrientes y una barrera más efectiva contra patógenos.

Sin embargo, está bien establecido que este equilibrio entre la altura de las vellosidades y la profundidad de las criptas se pierde después del destete. Así, inmediatamente

después de éste, hay un período de atrofia de las vellosidades asociado a una disminución en el consumo. Cuando el lechón es destetado, las vellosidades se acortan severamente en los dos primeros días y no empiezan a recuperarse hasta al menos 4 días después; asimismo, la profundidad de las criptas no cambia en los primeros días pero después aumenta para ayudar a crear más células que emigren hacia las vellosidades, para facilitar su regeneración y por tanto la digestión y absorción (Miller, 1986).

No obstante, hay otros muchos factores que pueden contribuir también a la atrofia intestinal, tales como la presentación de la dieta post-destete, su contenido en alérgenos, el estrés o la invasión por microorganismos patógenos. El objetivo de un programa de nutrición después del destete debe ser recuperar la morfología y función de la mucosa intestinal lo antes posible.

1.2. Alimentación del lechón

Actualmente los lechones se destetan a las tres semanas (18-21 días), lo que resulta en más lechones destetados por cerda y año, cuando existe una producción normal de leche por parte de la cerda. Durante los primeros 13–15 días de vida, el lechón prácticamente no come pienso y si se desteta a las 3 semanas sólo existe una semana para que el lechón se adapte a la ingestión de pienso. Aunque los piensos de hoy han mejorado enormemente en calidad y digestibilidad, el destete de 3 semanas conlleva sin embargo un aumento de problemas nutricionales, inmunológicos y neuroendocrinos que frecuentemente resultan en un empeoramiento del consumo, el crecimiento y el estado sanitario. En la práctica en los programas de alimentación del lechón se suministran de dos a cuatro piensos diferentes.

Materias primas usadas en los piensos de lechones

Cereales

Los cereales constituyen entre un 45 y un 55% de las dietas de lechones, lo que supone alrededor del 60% de la energía que consumen (Partridge y Gill, 1993). Esta energía se aporta esencialmente en forma de almidón. Además, los cereales aportan cantidades no desdeñables de proteína, fibra y en el caso del maíz y la avena, grasa.

El cereal más utilizado ha sido el maíz y en un segundo término el trigo, con resultados similares con ambos cereales que tienen un bajo contenido en fibra (De Rodas, 1997). La fibra tiene una serie de efectos negativos sobre el intestino (Varel y Yen, 1997):

- Mayor retención de agua
- Adsorción de nutrientes
- Aumento de la viscosidad del contenido intestinal
- Mayor producción de secreciones gástricas, pancreáticas y biliares
- Erosión del epitelio intestinal más intensa.

En consecuencia no es conveniente que la dieta en los lechones en destete contenga mucha fibra, aunque tampoco nos conviene eliminar la fibra de la dieta del lechón ya que puede mejorar la salud gastrointestinal aumentando el rendimiento productivo (Hermes, 2009). En efecto, se han desarrollado nuevas teorías sobre el papel de la fibra en el tránsito intestinal y sus posibles efectos beneficiosos sobre el confort intestinal y la productividad.

Aunque altos niveles de fibra afectan negativamente a la digestibilidad y a la palatabilidad del pienso, la fibra afecta positivamente a la motilidad y la velocidad del tránsito intestinal (reduciendo la velocidad de vaciado del estómago y aumentando la velocidad de tránsito en el intestino grueso), así como al equilibrio iónico, y reduce la multiplicación de patógenos a nivel del digestivo posterior (Low, 1993; Partridge y Gill, 1993, Mosenthin *et al.*, 1999). Gardiner *et al.* (1995) concluyen que la presencia de fibra digestible en colon (esencialmente pectinas y hemicelulosas) y la producción consiguiente de ácidos grasos volátiles pueden resultar beneficiosa para la regeneración de la mucosa intestinal y la recuperación del organismo en caso de procesos diarreicos. La producción de ácidos grasos volátiles puede suponer un aporte importante de energía en animales adultos pero no en animales jóvenes (Mosenthin *et al.*, 1999). Una materia prima que ha despertado un gran interés en la alimentación del lechón es la pulpa de remolacha, materia prima rica en pectinas y con una elevada capacidad de retención de agua. Lizardo *et al.* (1996) obtuvieron una mejora en el crecimiento y en la conversión del alimento en lechones alimentados con dietas que contenían hasta un 6% de esta materia prima. Otras materias primas de carácter fibroso tales como la pulpa de cítricos y la cascarilla de soja podrían tener efectos similares.

La inclusión de cebada o avena podría mejorar el funcionamiento del digestivo y los rendimientos productivos. Esta inclusión lleva implícito un aumento en la fibra de la dieta y del nivel de grasa añadida para mantener el nivel energético, lo cual podría no ser conveniente para el lechón, ya que tanto la fibra como la grasa son más difícilmente digestibles que los azúcares o el almidón. La avena, bien entera, desnuda o decorticada es un cereal de interés. Landblom *et al.* (1997) encontraron una mejoría en los resultados productivos al sustituir maíz por avena desnuda en dietas de destete precoz. Los resultados productivos obtenidos por diversos autores con granos de avena entera son excelentes. Rantanen (1995) obtuvo resultados similares con avena entera, avena decorticada y maíz, y Richert (1996) observó una

mejora en la conversión del alimento al incrementar el porcentaje de avena de 17.5 a 35% a expensas del maíz en los primeros 14 días de post-destete.

El procesado térmico de los cereales mejora la digestibilidad, posiblemente por su efecto beneficioso sobre la gelatinización del almidón, la textura y la palatabilidad del pienso.

A efectos prácticos, la industria utiliza los siguientes tratamientos térmicos:

- Extrusión húmeda: tras un acondicionamiento previo, el cereal pasa por una carcasa cilíndrica en cuyo interior hay uno o dos tornillos sinfín que homogenizan, transportan y ejercen una alta presión sobre el cereal. Durante el proceso se añade agua y se produce una alta fricción, alcanzándose presiones en torno a 30 atmósferas y temperaturas de hasta 150 °C. Al final del proceso el cereal sale a presión a través de una matriz perforada
- Micronización: el cereal se macera en agua durante 24 horas y posteriormente pasa por un transportador sobre el que se proyecta energía en forma de rayos infrarrojos, que lo calientan hasta 70-80°C. Posteriormente pasa entre dos rodillos acanalados o lisos (laminado) que fijan el proceso de gelatinización, tras lo cual el material es secado
- Cocido-laminado: el cereal se cuece en reactores durante 40-60 minutos a temperaturas de entre 90 y 100°C (condiciones variables entre plantas), tras lo cual se lamina y seca
- Expansión: es un proceso similar a la extrusión húmeda, pero más suave, con menor presión, temperatura y tiempo de procesado (5-8 segundos). El proceso de salida está regulado por un tornillo de presión y no por una matriz perforada.

No existen datos suficientes que nos permitan aconsejar uno u otro tipo de procesado, siendo el costo y la disponibilidad factores importantes a considerar.

Los efectos del procesado de cereales sobre la productividad del lechón son muy variables. En general, mejora el crecimiento y el índice de conversión (en torno a 4-10%) y la digestibilidad de los nutrientes (en torno a un 4%), aunque algunos autores no observaron mejoras de los rendimientos (Vestergaard *et al.*, 1990; Hongtrakul *et al.*, 1998). La tasa de gelatinización del almidón no parece guardar relación alguna con la mejora de los resultados, a pesar de los resultados obtenidos *in vitro*. Este hecho podría estar asociado a un posible sobreprocesado térmico de los cereales, lo que conllevaría la formación de complejos indigestibles (almidón retrogradado).

En la práctica y en función de la edad del destete, se recomienda utilizar mezclas de cereales cocidos con un pequeño porcentaje de cereales crudos (como estímulo de la producción enzimática endógena en fases posteriores). La relación entre cereales tratados y crudos debe disminuir con la edad.

Las dietas que contengan almidones de digestibilidad lenta son más adecuadas para los lechones en post-destete debido a que la producción de glucosa y su posterior absorción

intestinal es más lenta y prolongada, por lo que la respuesta insulínica post-pandrial no es tan acusada. A un lechón que está siendo destetado se le daría un pienso con un porcentaje mayor de azúcar (más fácilmente asimilable) y menor de almidón; con el paso del tiempo esta proporción se irá revertiendo debido a que el coste económico de los azúcares es mayor que el de los cereales.

Un tamaño de partícula reducido mejora la calidad del gránulo y la digestibilidad de los cereales aumentando la superficie de contacto y facilitando el ataque enzimático (Wu y Fuller, 1974; Goodband y Hines, 1988). Sin embargo, una finura excesiva lleva implícito un mayor costo energético de molturación (Wondra *et al.*, 1995) y puede provocar úlceras gástricas tanto en lechones (Lawrence *et al.*, 1998) como en cerdos de crecimiento-cebo (Ayles *et al.*, 1996). Así, hay que llegar a un compromiso entre facilitar la digestibilidad al lechón, el coste económico y los problemas de salud derivados del tamaño de partícula. Moliendas muy finas (< 500 μm) producirá una mayor incidencia de úlceras gástricas y el tamaño ideal estará entre 600 y 700 μm .

Fuentes de proteína

Los lechones son especialmente sensibles a la cantidad y a la calidad de la proteína de la dieta básicamente por cuatro razones:

- los requerimientos con relación a la energía son muy altos a estas edades
- el riesgo de procesos entéricos por la presencia en el intestino grueso de proteína sin digerir es muy alto, por lo que la proteína debe ser de alta calidad y muy digestible
- la capacidad de ingestión del lechón es muy limitada, por lo que, para conseguir unas buenas tasas de retención de proteína, son necesarias fuentes proteicas de palatabilidad adecuada con digestibilidades muy altas y bien balanceadas (proteína ideal)
- las fuentes proteicas deben estar exentas o contener bajas dosis de factores antinutricionales, tales como antiproteasas, aminos biógenas o factores alergénicos.

Productos lácteos

Los beneficios de los productos lácteos se deben tanto a su fracción hidrocarbonada (lactosa) como a su fracción proteica. La lactosa es una fuente energética fácilmente digestible y muy palatable. Además, es un sustrato específico para los lactobacilos, que pueden regular la flora intestinal y resultan beneficiosos para la digestión de la proteína al reducir el pH del estómago a través del ácido láctico. La proteína láctea también juega un papel importante en las dietas de destete precoz. La caseína facilita la formación de coágulos en el estómago y aunque su importancia es mayor en terneros, podría jugar un papel importante en lechones.

Fuentes de grasa

En líneas generales, las fuentes de grasa más usadas en los piensos para lechones son las siguientes:

- **Lecitinas:** son subproductos de la industria de extracción y refinado de la colza, soja y otras semillas. Las más abundantes son las de soja. Las lecitinas puras están compuestas de diversos fosfolípidos tales como fosfatidil colina, fosfatidil inositol y fosfatidil etanolamina. Por tanto, son un producto rico en fósforo (1.9%) y en factores lipotrópicos (1.8% de colina y 2.3% de inositol de alta disponibilidad biológica). Son sustancias muy apreciadas por su gran poder emulsionante. Su uso está más extendido en piensos para animales jóvenes y en proceso de destete, donde la emulsión es prioritaria para ayudar a la digestión (Overland *et al.*, 1993). Por contra, y debido a este mayor contenido en fosfolípidos ricos en fósforo, su nivel energético es muy inferior al del aceite del cual proceden (Mateos *et al.*, 1996).
- **Aceite de soja:** es la grasa de origen vegetal de mayor disponibilidad en el mercado español. Como consecuencia de su estructura química, insaturación y contenido en triglicéridos es la fuente lipídica de elección en animales jóvenes, como pollitos de primera edad y lechones destetados precozmente (Monari, 1994). Aparte de su alta digestibilidad, el aceite de soja utilizado en la industria de piensos es crudo, lo que significa que lleva las lecitinas incorporadas. Estos componentes son muy ricos en colina, fosfolípidos, antioxidantes y vitamina E, lo que favorece la digestibilidad y la conservación durante el almacenaje.
- **Aceite de girasol:** rara vez se oferta como tal, pero su uso es frecuente como parte de la semilla entera. Es un aceite muy insaturado, con mayor contenido en linoleico que el aceite de soja (58% vs. 53%), por lo que su valor energético es ligeramente superior en monogástricos jóvenes.
- **Manteca:** es un producto de gran interés en alimentación de monogástricos. Su contenido en linoleico varía entre un 8 y un 14% en función de la alimentación previa al sacrificio de los animales de los que procede. Su digestibilidad es elevada en todas las especies debido tanto a su contenido aceptable en linoleico y oleico como a la disposición de los ácidos grasos en la molécula de glicerol.

Fuentes de minerales

Calcio y fósforo participan en importantes funciones metabólicas y son claves en el desarrollo y mantenimiento del sistema óseo. El calcio se añade como carbonato cálcico y el fósforo se aporta por los productos lácteos. En fases posteriores, las necesidades vienen habitualmente cubiertas por cantidades crecientes de fosfato bicálcico. Una posibilidad para reducir la inclusión de fósforo y la contaminación medioambiental es la utilización de fitasas. El porcentaje de fósforo del ácido fítico liberado por la acción de las fitasas ronda el 40% (Kornegay y Quian ,1996).

Aditivos promotores de la función digestiva

Acidificantes

Dada la escasa capacidad de producción de HCl del lechón, parece razonable el uso de ácidos exógenos en dietas post-destete. La respuesta, aunque variable, es en general positiva, siendo el efecto superior en animales alimentados con materias primas de origen vegetal. Los ácidos sobre los que existe más bibliografía y que se han mostrado más efectivos son el ácido fórmico, láctico y propiónico.

Probióticos

Son microorganismos beneficiosos para conseguir una población estable de bacterias saprofitas que controlen las poblaciones bacterianas patógenas. Los efectos del tratamiento con probióticos son: 1) potenciación de la respuesta inmune del hospedador, 2) adhesión a enterocitos evitando que se adhieran los patógenos), 3) competición con patógenos por nutrientes tales como energía y minerales, y 4) enmascaramiento de los receptores intestinales para las enterotoxinas. Los microorganismos más utilizados como probióticos son *Bacillus toyoi*, *Bacillus cereus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus faecium*, *Saccharomyces cerevisiae*, etc...

Prebióticos

Se trata de distintas sustancias que no pueden ser digeridas en el tracto intestinal del lechón, quedando expuestas a su uso por los microorganismos del tracto digestivo, donde son fermentados total o parcialmente por la flora intestinal endógena, favoreciendo el crecimiento de la misma y evitando la proliferación de bacterias patógenas. Existen cientos de compuestos con interés potencial, la mayoría de los cuales son hidratos de carbono que presentan un enlace glicosídico β entre sus unidades de azúcares que no es degradado por las enzimas

digestivas del lechón. Los más estudiados son los fructo-oligosacáridos (FOS), los manano-oligosacáridos (MOS), los galacto-oligosacáridos (GOS) y la inulina. Entre sus mecanismos de acción se incluyen el de ser sustrato para la microbiota beneficiosa (lactobacilos y bifidobacterias), bloquear las bacterias patógenas evitando la adhesión de las mismas a las células epiteliales, producir sustancias antimicrobianas como ácidos grasos volátiles, lactato y gases, derivados de su fermentación y estimular la respuesta inmunitaria mediada por citoquinas.

Enzimas

La tabla adjunta recoge los principales enzimas exógenos añadidos a los piensos de lechones (Rabindran, 2010).

<i>Enzima</i>	<i>Sustrato</i>	<i>Materias primas para las que está indicado</i>
β -glucanasa	β -glucanos	Cebada, avena y centeno
Xilanasas	Arabinoxilanos	Trigo, centeno, triticale y cebada
α -galactosidasas	Oligosacáridos	Harina de soja y leguminosas grano
Fitasas	Ácido fítico	Todos los alimentos de origen vegetal
Proteasas	Proteínas	Todos los alimentos de origen vegetal
Amilasas	Almidón	Granos de cereales y leguminosas grano
Celulasas, hemicelulasas, pectinasas	Pared celular	Materias primas de origen vegetal

A pesar de la creciente aceptación de su uso como aditivo para piensos, el mecanismo de acción de muchas enzimas para alimentación animal está todavía por dilucidar. El consenso entre los investigadores es que uno o más de los siguientes mecanismos son los responsables de las mejoras observadas (Bedford y Schulze, 1998; Bedford y Partridge, 2001):

- Degradación de enlaces específicos de los ingredientes que no son correctamente hidrolizados por enzimas endógenas
- Degradación de factores antinutritivos que disminuyen la digestibilidad y/o incrementan la viscosidad del alimento
- Ruptura de la pared celular y liberación de nutrientes unidos a dicha pared
- Cambio en la digestión de nutrientes hacia lugares más eficientes
- Reducción de las secreciones y pérdidas de proteínas endógenas en el intestino, reduciendo las necesidades de mantenimiento (Cowieson y Ravindran, 2007)
- Reducción del peso del tracto intestinal y cambios en la morfología intestinal (Wu *et al.*, 2004)
- Cambios en el perfil de la microflora del intestino delgado y grueso, ya que las enzimas tienen una influencia directa sobre la cantidad y forma de los sustratos presentes en el tracto digestivo que utilizan las poblaciones microbianas del mismo (Choct *et al.*, 1999; Apajalahti *et al.*, 2004)
- Aumento de las enzimas digestivas endógenas, que son insuficientes o inexistentes en el animal, resultando en una mejor digestión, especialmente en animales jóvenes con sistemas digestivos inmaduros.

Dada la reducida capacidad enzimática del lechón después del destete, es razonable pensar que las enzimas exógenas puedan tener un efecto positivo sobre los rendimientos, ya que el tiempo de retención del alimento en el estómago así como un pH alto hacen que el cerdo ofrezca “condiciones ideales de trabajo” para las enzimas añadidas.

Zinc

Se utiliza en su forma de óxido (ZnO). Suministrado en el pienso, el zinc puede ayudar al control de las diarreas. Su modo de actuación no está del todo elucidado y sus efectos están en continua revisión. Entre sus beneficios se encuentran la mayor expresión de genes de péptidos antimicrobianos en el intestino delgado, efectos positivos sobre la estabilidad y la diversidad de la microbiota, efectos bactericidas y reducciones en la secreción de electrolitos de los enterocitos. No obstante, la contaminación medioambiental que causa motivó su prohibición a dosis altas (la legislación europea limita el total de Zn en la dieta a un máximo de 150 mg/kg). Las alternativas que se han propuesto a la industria incluyen su utilización en moléculas orgánicas (quelatos), en sales o en forma encapsulada, que logran reducir hasta límites admisibles las dosis efectivas.

1.3. Bienestar del lechón

El bienestar del lechón es un punto importante, entre otras cosas porque influye directamente en su salud. Los principales aspectos a considerar en relación al bienestar de los lechones son la mortalidad neonatal y el estrés del destete o de la formación de grupos durante la transición.

La mortalidad neonatal es un problema importante tanto desde el punto de vista productivo, como desde el punto de vista del bienestar de los lechones. Es posible que el alto índice de mortalidad en los lechones se deba a una estrategia evolutiva por parte de los cerdos, que consistiría en producir el máximo número de crías posibles pero poco desarrolladas y modificar la atención de la madre sobre sus crías en función de los recursos disponibles (Edwards, 2002). Algunas investigaciones destacan que la mortalidad neonatal no está distribuida aleatoriamente entre camadas (Fraser, 1990), lo cual sugiere la existencia de una variación genética o ambiental en la cual podría intervenir para reducir la mortalidad.

La mortalidad se debe principalmente a lechones que nacen sanos pero demasiado débiles para mamar y competir con sus hermanos, por lo que no son capaces de alimentarse correctamente y mueren. También hay que tener en cuenta que estos lechones podrán ser baja por aplastamiento, ya que al estar más débiles, se mueven menos, incrementando el

riesgo de que la madre los aplaste al tumbarse. Cabe destacar que los lechones con síntomas de malnutrición o de hipotermia también tienen un riesgo mayor de ser aplastados, puesto que se aproximan más a la cerda (Weary *et al.*, 1996).

En general la reducción de la mortalidad neonatal se debería conseguir mediante una combinación de un correcto manejo de los factores ambientales (nutrición, estrés, ambiente físico) y una selección genética por aquellos caracteres con influencia clara. También hay que tener en cuenta que la supervivencia del lechón depende en gran medida de la madre, a través de factores relacionados con la gestación, el parto, la lactación o la conducta post-parto.

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. Debe considerarse que en condiciones naturales los lechones serían destetados de forma gradual a las 11 semanas (entre las 9 y 20-22 semanas, Newberry y Wood-Gush, 1988). El destete brusco que experimentan los lechones entre las 3-4 semanas de vida en sistemas intensivos producirá un mayor estrés en los lechones que se traducirá en un descenso de su bienestar. Este estrés se debe a un conjunto de factores nutricionales (de leche materna a concentrado), físicos (cambio de ambiente, temperatura...) y psicológicos (separación de la madre y hermanos y mezcla con otras camadas, manejo). El efecto combinado de estos tres grandes cambios produce una situación de bajo consumo de alimento, pérdida de peso o bajo crecimiento, diarrea e incluso muerte. Según algunos autores esta situación puede durar hasta 14 días tras el destete y representar un 25-40% de reducción de la tasa de crecimiento *per se* comparado con lechones que permanecieron con su madre (Pajor *et al.*, 1991).

Para minimizar los efectos psicológicos del destete nos centraremos en tres aspectos sobre los que podemos influir:

Ambiente

Los corrales de transición deberían garantizar un ambiente climático (temperatura entre 22-28 °C en función del peso de los animales y buena calidad de aire) y una densidad (de 0.15 a 0.20 m²/animal) adecuados. Además debe tenerse en cuenta que, según la legislación actual de bienestar animal, en el caso de utilizar suelos de hormigón emparrillados, éstos deberían medir 11 mm máximo de abertura y 50 mm mínimo de vigueta.

Algunos estudios han destacado que los trastornos digestivos post-destete se podrían controlar en buena medida mediante un adecuado manejo de los factores ambientales anteriormente citados (por ejemplo el riesgo de padecer estos trastornos intestinales en

granjas con mala calidad de aire podía ser de 6 veces superior que en granjas con buena calidad del aire (Madec *et al.*, 1998).

Otro punto interesante a tener en cuenta es la calidad y temperatura del agua, cuyo aporte adecuado resulta de vital importancia en climas cálidos. Algunos estudios han evaluado el efecto de la temperatura del agua sobre el consumo de alimento, encontrando que, comparando agua a 28 °C con 18 °C, los cerdos que sólo disponían de agua caliente presentaban un crecimiento inferior. Por otro lado, administrar el pienso mezclado con agua requiere de un control exhaustivo para evitar problemas de residuos de comida con fermentaciones.

Se ha comprobado que la utilización de objetos recreativos (pelotas de goma, cadenas, barras, correas de tela, etc...) mejora el bienestar del animal, que puede expresar comportamientos naturales reduciendo así el estrés y el miedo del lechón a espacios nuevos y a los humanos (Pearce y Paterson, 1993).

Manejo

Diversos estudios han demostrado que un mal manejo de los cerdos en las primeras fases de desarrollo produce una reducción en la productividad (Hemsworth y Barnett, 1991; Paterson y Pearce, 1992). Si tratamos de forma cuidadosa a los lechones podemos minimizar los efectos perjudiciales del cambio en el ambiente que se produce al pasar los lechones de las salas de maternidad a las de transición (Day *et al.*, 2002). Sin embargo, es importante también tener presente que si los animales se familiarizan demasiado con los humanos perderán el miedo a éstos dificultando su manejo futuro (Day *et al.*, 2002).

Mezcla de distintas camadas y formación de grupos

En la mayoría de sistemas intensivos resulta inevitable tener que mezclar distintas camadas después del destete. Como en todas las especies sociales, en el cerdo se establecen unas relaciones jerárquicas que determinan la prioridad de acceso a los recursos. Al incorporarse nuevos miembros a un grupo o mezclarse varios grupos se crearán nuevas interacciones sociales que darán lugar a un orden jerárquico nuevo. Para que esto se produzca es inevitable que haya cierto grado de agresión entre los lechones para determinar la jerarquía, lo que incrementa el nivel de estrés en el grupo y puede producir daños físicos de diversa consideración en los lechones.

Hay varias formas de minimizar el estrés en los grupos recién formados: tratar de mezclar las camadas durante el atardecer, aportar suficiente espacio (de descanso y comedero) y mezclar preferentemente camadas con un cierto grado de familiaridad (camadas contiguas en las salas de maternidad).

Se han propuesto dos sistemas para tratar de minimizar este problema. El sistema "farrow-to-finish" ("del parto al sacrificio") propone mantener los mismos grupos de animales durante todo el ciclo. Otro sistema consiste en crear grupos grandes (90 animales) en el momento de la transición, para después ir segregando grupos pequeños que pueden homogeneizarse según peso. Algunos resultados preliminares indican que este segundo sistema podría dar buenos resultados tanto desde el punto de vista del bienestar (menos agresiones) como de la productividad (buenos crecimientos e índices de conversión).

2. OBJETIVOS

Los piensos representan el 70% del coste de producción de los ganaderos, por lo que intentar hacer piensos más baratos pero que al mismo tiempo reduzcan el índice de conversión de los animales debe ser uno de los principales objetivos a alcanzar por parte de las empresas del sector.

En las granjas de la empresa AGROTURIA, los lechones destetados (a los 21 días de vida) reciben primero pienso Lacto (pienso de arranque, ofrecido desde los 14 días de vida), después pienso CL-00 (pienso de continuación) y finalmente pasan a consumir pienso CL-01 (pienso de crecimiento), más barato que los anteriores, durante el resto del periodo de transición. El objetivo del presente trabajo es comprobar si el aumento de las cantidades consumidas de los piensos Lacto y CL-00 afecta a la ganancia de peso y la mortalidad durante la transición.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en una de las granjas de la empresa AGROTURIA especializada en la transición de los lechones destetados, entre diciembre de 2013 y enero 2014. Se usaron 3 salas de transición, con 12 corrales por sala. Cada corral tenía unas dimensiones de 5.4 m² (2.0 m x 2.7 m), con suelo de emparrillado con una franja central de hormigón (2.0 m x 0.9 m), y estaba dotado de una tolva en seco y un bebedero (1.5 l/minuto). El sistema de calefacción era de gasoil y la ventilación era por un sistema de presión con ventanas automáticas. La Figura 1 muestra una fotografía de una de las salas de transición.



Figura 1. Fotografía de una de las salas de transición

Se utilizaron 1008 lechones destetados, de 21 días de vida, resultado de un cruce entre madre Nucleus y padre Pietrain PP. A su llegada a la granja, los lechones se clasificaron por su peso en 3 bloques (336 lechones/bloque), grandes (G), medianos (M) y pequeños (P), cada uno de los cuales se distribuyó entre las 3 salas (112 lechones/bloque y sala). En cada uno de los corrales se alojaron 28 lechones (4 corrales/bloque y sala).

Se establecieron 2 tratamientos alimentarios, a cada uno de los cuales se asignó la mitad de los lechones (2 corrales/bloque y sala). Los tratamientos se diferenciaban en la cantidad de pienso Lacto (pienso de arranque, ofrecido desde los 14 días de vida) y pienso CL-00 (pienso de continuación) que se disponían en las tolvas, menores en el tratamiento 1 y mayores en el tratamiento 2. Además, estas cantidades variaban dependiendo del bloque considerado. En el tratamiento 1 se ofrecieron inicialmente 18, 60 y 90 kg de pienso Lacto para los bloques G, M y P respectivamente, tras el cual se añadieron 42, 100 y 150 kg de pienso CL-00 para los bloques G, M y P respectivamente. En el tratamiento 2 se ofrecieron inicialmente 60, 120 y 175 kg de pienso Lacto para los bloques G, M y P respectivamente, tras el cual se añadieron 175, 250 y 300 kg de pienso CL-00 para los bloques G, M y P respectivamente.

Finalmente, independientemente del tratamientos y del bloque, conforme se iba acabando el pienso CL-00 en cada corral se suministró pienso CL-01 (pienso de crecimiento) hasta finalizar la transición 40 días después del destete, a los 61 días de vida. Los lechones se pesaron a los 21, 42 y 61 días de vida (inicio, mitad y final de la transición). En la Figura 2 se presenta un esquema de este diseño experimental y en la Tabla 1 se recoge el consumo medio de pienso Lacto y pienso CL-00 en función del tratamiento y del bloque.

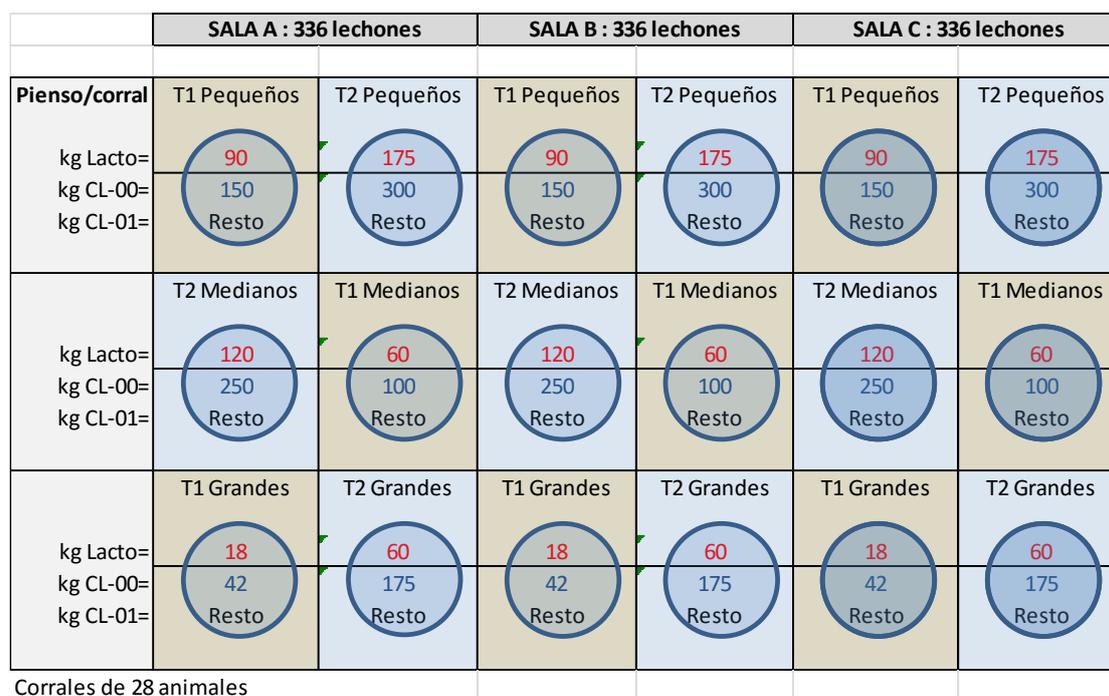


Figura 2. Esquema del diseño experimental

Tabla 1. Consumo medio de pienso Lacto y pienso CL-00 en función del tratamiento y del bloque

Tratamiento 1 (504 lechones)			Tratamiento 2 (504 lechones)		
Bloque	Lacto (kg/lechón)	CL-00 (kg/lechón)	Bloque	Lacto (kg/lechón)	CL-00 (kg/lechón)
Grandes	0.32	0.75	Grandes	1.07	3.13
Medianos	1.07	1.79	Medianos	2.14	4.46
Pequeños	1.61	2.68	Pequeños	3.13	5.36

La Tabla 2 muestra la composición de los piensos utilizados en el presente estudio, tanto en ingredientes como en nutrientes. El pienso Lacto se caracterizaba principalmente por su contenido en arroz cocido y menor nivel de inclusión de cereales convencionales, así como por su contenido de harina de soja extrusionada, concentrado proteico de soja, harina de pescado, plasma porcino y derivados lácteos, que dieron lugar a altos contenido en proteína, aminoácidos esenciales y lactosa. El pienso CL-00 no incluía arroz cocido en favor de los

cereales convencionales y presentó menores niveles de inclusión de harina de soja extrusionada, harina de pescado, plasma porcino y derivados lácteos, en favor de la harina de soja convencional, lo que dio lugar a menor contenido en proteína, aminoácidos esenciales y lactosa. En el pienso CL-01 aumentó la presencia de cereales convencionales y ya sólo incluyó harina de soja convencional y soja full-fat como concentrados proteicos, por lo que tenía aún menor contenido en proteína y aminoácidos esenciales y no contenía lactosa.

Tabla 2. Composición de los piensos utilizados

<i>Ingredientes (%)</i>	LACTO	CL-00	CL-01
Arroz cocido	10.00		
Maíz	15.46	31.60	26.00
Trigo	14.00	16.00	22.40
Cebada	5.00	7.00	16.00
Soja full-fat			4.00
Harina soja 47	1.50	5.00	21.00
Harina soja 47 extrusionada	6.00	2.00	
Concentrado proteico soja	12.70	12.80	
Harina pescado 70	3.70	3.00	
Plasma porcino	3.60	1.40	
Hidrolizado mucosa porcina		1.50	
Lactosuero dulce	12.00	10.00	
Permeato lactosa	2.50		
Yogurt	3.50		
Aceite soja	2.50	2.00	2.10
Aceite pescado	0.40		
Manteca			2.20
Glicerol	0.80	1.00	
Sacarosa	1.50	1.50	
L-Lisina clorhidrato 78	0.35	0.47	
L-Lisina líquida 50			0.78
DL-Metionina	0.27	0.25	0.22
L-Treonina	0.16	0.18	0.20
L-Triptófano	0.01	0.04	0.03
L-Valina		0.06	
Carbonato cálcico			0.71
Fosfato bicálcico	1.15	1.40	
Fosfato monocálcico			1.16
Cloruro sódico			0.46
Núcleo lechones	2.30	2.30	
Corrector lechones			1.50
Acidificante			0.45
Aroma lechones	0.10		
Medicación 1	0.30	0.30	
Medicación 2	0.20	0.20	0.20
Medicación 3			0.55
	100	100	100
<i>Nutrientes (%)</i>			
Energía neta (kcal/kg)	2555	2510	2484
Proteína bruta	20.82	18.67	18.13
Lisina digestible	1.4	1.26	1.14
Metionina digestible	0.55	0.51	0.45
M+C digestible	0.89	0.78	0.7
Treonina digestible	0.92	0.8	0.73
Triptófano digestible	0.24	0.23	0.21
Valina digestible	0.9	0.8	0.7
Arginina total	1.26	1.07	1.13
Isoleucina total	0.86	0.75	0.72
Leucina total	1.67	1.48	1.38
Almidón	28.72	34.21	38.72
Lactosa	11.45	7.1	
Fibra bruta	2.32	2.7	3.3
Grasa bruta	6.64	6.22	6.84
Cenizas	5.69	5.13	5.1
Calcio	0.6	0.59	0.69
Fósforo digestible	0.39	0.38	0.34
Sodio	0.29	0.21	0.18
Cloro	0.61	0.44	0.32
Potasio	0.88	0.81	0.72

Los datos se analizaron con el paquete estadístico SAS (2002). Para el peso (a 21, 42 y 61 días de vida) y la ganancia de peso de los lechones (21-42, 42-61 y 21-61 días de vida) se utilizó el procedimiento GLM con un modelo que incluyó el tratamiento (dos niveles: 1 y 2), el bloque (3 niveles: G, M y P), la sala (3 niveles: A, B y C) y todas sus interacciones. La mortalidad (21-42, 42-61 y 21-61 días de vida) se analizó como una variable binaria mediante el procedimiento GENMOD con un modelo que incluyó el tratamiento (dos niveles: 1 y 2), el bloque (3 niveles: G, M y P), la sala (3 niveles: A, B y C) y la interacción tratamiento*bloque.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 3 recoge los pesos y las ganancias de pesos registrados desde el destete, realizado a los 21 días de vida, hasta el fin de la transición 40 días después.

Como cabía esperar por el diseño experimental, el peso al destete varió ampliamente entre los 3 bloques de lechones considerados (grandes, medianos, pequeños). Esta variable también se vio afectada por la interacción entre el tratamiento y el bloque, tal como se ilustra en la Figura 3, ya que no hubo diferencias entre tratamientos en los lechones grandes pero sí en los restantes bloques, siendo para el Tratamiento 2 un 4% mayor en los lechones medianos y un 10% menor en los lechones pequeños, en comparación con el Tratamiento 1. Estos resultados, a priori inesperados, serían la consecuencia de sesgos en la distribución de los lechones entre tratamientos, por preferencias no declaradas. Así, entre los lechones pequeños se habría tendido a asignar al Tratamiento 2 lechones de menor peso para favorecerles con el tratamiento que hipotéticamente resultaba ventajoso (mayor consumo de piensos Lacto y CL-00, que suponían una transición más prolongada y progresiva hacia el pienso CL-01); en los lechones medianos podría haberse producido el efecto contrario para favorecer que se cumpliera la hipótesis mencionada.

Figura 3. Peso al destete (21 días, kg) en función del tratamiento alimentario y del bloque de peso al destete (N=957)

G, M y P: lechones grandes, medianos y pequeños al destete, respectivamente

1: 18, 60 y 90 kg de Lacto seguidos de 42, 100 y 150 kg de CL-00 para lechones grandes, medianos y pequeños, respectivamente; 2: 60, 120 y 175 kg de Lacto seguidos de 175, 250 y 300 kg de CL-00 para lechones grandes, medianos y pequeños, respectivamente

NS: $P > 0.05$; **: $P < 0.01$; ***: $P < 0.001$

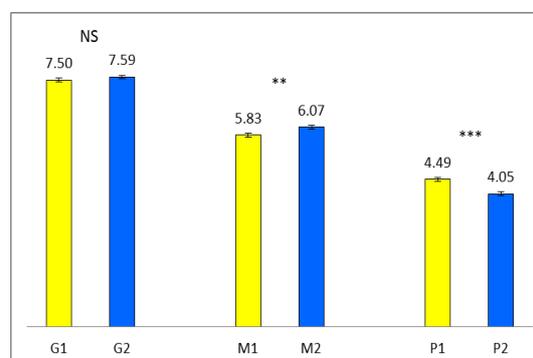


Tabla 3. Pesos (kg) y ganancias de peso (kg/día) de lechones en transición en función del tratamiento alimentario y del bloque de peso inicial (medias ajustadas por mínimos cuadrados) (N=957)

	Tratamiento ¹ (Tr)			Bloque ² (Bl)				P ⁴			Int ⁵
	1	2	EEM ³	G	M	P	EEM ³	Tr	Bl	Sala	
Peso 21 días (destete)	5.94	5.90	0.033	7.55 ^a	5.95 ^b	4.27 ^c	0.040	NS	***	***	Tr*Bl (***)
Peso 42 días	10.2	10.6	0.08	11.8 ^a	10.7 ^b	8.7 ^c	0.09	***	***	***	Tr*Bl (***)
Peso 61 días (fin transición)	19.2	19.4	0.14	21.4 ^a	19.7 ^b	16.7 ^c	0.17	NS	***	***	Tr*Bl (***)
Ganancia 21-42 días	0.203	0.224	0.0031	0.202 ^b	0.226 ^a	0.213 ^b	0.0038	***	***	***	Tr*Bl (***)
Ganancia 42-61 días	0.472	0.461	0.0041	0.508 ^a	0.476 ^b	0.417 ^c	0.0050	NS	***	**	
Ganancia 21-61 días	0.331	0.337	0.0031	0.347 ^a	0.345 ^a	0.310 ^b	0.0038	NS	***	NS	Tr*Bl (*)

¹ 1: 18, 60 y 90 kg de Lacto seguidos de 42, 100 y 150 kg de CL-00 para lechones grandes, medianos y pequeños, respectivamente

2: 60, 120 y 175 kg de Lacto seguidos de 175, 250 y 300 kg de CL-00 para lechones grandes, medianos y pequeños, respectivamente

² G: lechones grandes al destete

M: lechones medianos al destete

P: lechones pequeños al destete

³ Error estándar de las medias

⁴ NS: P>0.05; *: P<0.05; **: P<0.01; ***: P<0.001

⁵ Interacciones significativas

^{a, b, c} Valores sin superíndices comunes difieren con P<0.05

Tabla 4. Mortalidad (%) de lechones en transición en función del tratamiento alimentario y del bloque de peso inicial

	Tratamiento ¹ (Tr)		Bloque ² (Bl)			P ³		
	1	2	G	M	P	Tr	Bl	Sala
Mortalidad 21-42 días	1.63	0.90	0.62 ^b	0.77 ^b	3.64 ^a	NS	***	**
Mortalidad 42-61 días	1.64	2.48	1.19	2.19	3.14	NS	NS	**
Mortalidad 21-61 días	3.61	3.60	1.90 ^b	3.20 ^b	7.57 ^a	NS	***	***

¹ 1: 18, 60 y 90 kg de Lacto seguidos de 42, 100 y 150 kg de CL-00 para lechones grandes, medianos y pequeños, respectivamente

2: 60, 120 y 175 kg de Lacto seguidos de 175, 250 y 300 kg de CL-00 para lechones grandes, medianos y pequeños, respectivamente

² G: lechones grandes al destete

M: lechones medianos al destete

P: lechones pequeños al destete

³ NS: P>0.05; *: P<0.05; **: P<0.01; ***: P<0.001

^{a, b} Valores sin superíndices comunes difieren con P<0.05

La ganancia de peso en las tres primeras semanas de la transición y el peso al final de las mismas (peso a 42 días) variaron con el tratamiento y con el bloque, detectándose en ambas variables una interacción entre ambos factores, que se presenta en la Figura 4. Durante este periodo los lechones grandes y, particularmente, los lechones medianos mostraron mayor ganancia de peso con el Tratamiento 2 (+13% y +22%, respectivamente), lo que resultó en un aumento de peso a los 42 días (+5% y +12%, respectivamente). Este efecto positivo del Tratamiento 2 no se observó en los lechones pequeños, que reflejaron la diferencia de peso entre tratamientos observada al inicio del experimento, anteriormente discutida; de hecho, cuando se analizó el peso a los 42 días en cada uno de los bloques por separado e introduciendo el peso al destete como covariable, se mantuvieron los mismos resultados en los lechones grandes y medianos pero no en los pequeños, en los que desapareció la diferencia entre tratamientos (8.74 vs. 8.81 kg, para el Tratamientos 1 y el Tratamiento 2 respectivamente, EEM=0.110, NS). Por otro lado, la ganancia de peso durante este periodo fue mayor en los lechones medianos que en los grandes (+12%).

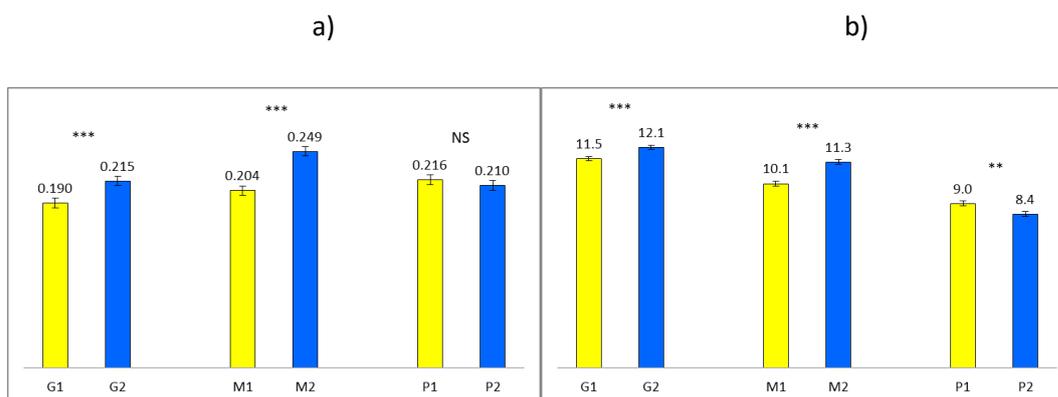


Figura 4. Ganancia de peso entre 21-42 días (a, kg/día) y peso a 42 días (b, kg) en función del tratamiento alimentario y del bloque de peso al destete (N=957)

G, M y P: lechones grandes, medianos y pequeños al destete, respectivamente

1: 18, 60 y 90 kg de Lacto seguidos de 42, 100 y 150 kg de CL-00 para lechones grandes, medianos y pequeños, respectivamente; 2: 60, 120 y 175 kg de Lacto seguidos de 175, 250 y 300 kg de CL-00 para lechones grandes, medianos y pequeños, respectivamente

NS: $P > 0.05$; **: $P < 0.01$; ***: $P < 0.001$

Durante la segunda mitad de la transición ya no se observó efecto favorable alguno del Tratamiento 2 sobre la ganancia de peso, que disminuyó con el peso al destete de los lechones. En ausencia de efecto del tratamiento, las diferencias en la ganancia de peso durante este periodo sería consecuencia de los factores genéticos y ambientales que influyen sobre el peso al destete y el crecimiento posterior.

Finalmente, la ganancia de peso en el conjunto de la transición y el peso al final de la misma no variaron en función del tratamiento y sí con el bloque, detectándose en ambas variables una interacción entre ambos factores, que se presenta en la Figura 5. Así, la ganancia de peso fue mayor con el Tratamiento 2 en los lechones medianos (+7%), mientras que en los grandes y pequeños no hubo diferencias entre los tratamientos. Como resultado, el peso al final de la transición fue mayor con el Tratamiento 2 en los lechones medianos (+6%), no varió entre tratamientos en los lechones grandes y fue menor con el Tratamiento 2 en los lechones pequeños (-4%), que reflejaron la diferencia de peso entre tratamientos observada al inicio del experimento, anteriormente citada; de hecho, cuando se analizó el peso a los 61 días en cada uno de los bloques por separado e introduciendo el peso al destete como covariable, se mantuvieron los mismos resultados en los lechones grandes y medianos pero no en los pequeños, ya que en este bloque el peso con el Tratamiento 2 dejó de ser menor y pasó a ser mayor que con el Tratamiento 1, aunque las diferencias no alcanzaron el nivel de significación (16.4 vs. 16.9 kg, para el Tratamientos 1 y el Tratamiento 2 respectivamente, EEM=0.22, $P=0.138$).

Douglas *et al.* (2014) observaron un aumento del peso al final de la transición (28-70 días de vida) cuando los lechones de bajo peso fueron alimentados con un programa que duplicaba el consumo de pienso de arranque (10 vs. 5 kg/lechón) en detrimento del pienso de crecimiento (26 vs. 21 kg/lechón). El hecho de que el aumento del consumo de piensos Lacto y CL-00 en el postdestete no mejorara sustancialmente el peso a mitad o al final de la transición en los lechones pequeños podría explicarse por el sesgo observado en el peso al destete en este bloque anteriormente mencionado (que no sería totalmente corregido al utilizarlo como covariable) y/o posibles efectos negativos de piensos de tan elevada concentración nutritiva en la salud digestiva de lechones fisiológicamente más inmaduros, que sin llegar a producir un aumento de la mortalidad pudieran causar discomfort intestinal y merma de crecimiento. En esa línea, De Blas *et al.* (2006) indican que piensos excesivamente ricos y de elevada palatabilidad potencian el consumo en los primeros estadios de vida, cuando el aparato digestivo del lechón no está suficientemente preparado, incrementando en algunos casos la incidencia de problemas diarreicos.

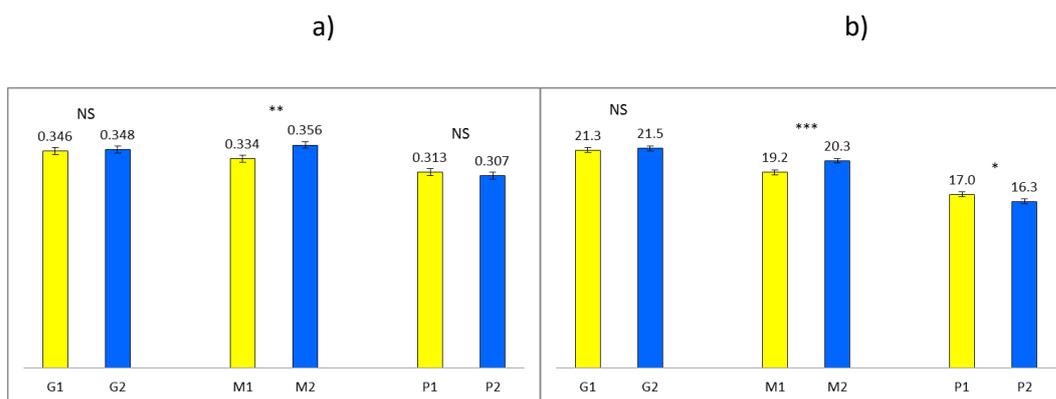


Figura 5. Ganancia de peso entre 21-61 días (a, kg/día) y peso a 61 días (b, kg) en función del tratamiento alimentario y del bloque de peso al destete (N=957)

G, M y P: lechones grandes, medianos y pequeños al destete, respectivamente

1: 18, 60 y 90 kg de Lacto seguidos de 42, 100 y 150 kg de CL-00 para lechones grandes, medianos y pequeños, respectivamente; 2: 60, 120 y 175 kg de Lacto seguidos de 175, 250 y 300 kg de CL-00 para lechones grandes, medianos y pequeños, respectivamente

NS: $P > 0.05$; *: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$; ***: $P < 0.001$

Por otro lado, como puede verse en la Tabla 4, la mortalidad en los diferentes periodos considerados fue similar con ambos tratamientos, mientras que tanto en las tres primeras semanas de la transición como en el conjunto de la misma fue mayor en los lechones pequeños que en los medianos o grandes, en la línea de lo señalado por Madec *et al.* (1998).

5. CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos permiten concluir que el aumento del consumo de los piensos de arranque (Lacto) y continuación (CL-00), con gradiente decreciente de materias primas y nutrientes de origen lácteo, en el post-destete de lechones destetados a los 21 días de vida: i) no es recomendable en los lechones con alto peso al destete, ya que no aumenta el peso al final de la transición (aunque sí el peso a mitad de la transición) y supone un incremento del coste de la alimentación durante este periodo, ii) mejora el peso tanto a mitad como al final de la transición en los lechones con peso medio al destete y, por tanto, sería interesante valorar si esta mejora técnica es económicamente viable y iii) no parece mejorar sustancialmente el peso a mitad o al final de la transición en los lechones con bajo peso al destete, lo que podría explicarse por el sesgo observado en el peso al destete (menor en los que recibieron más cantidad de piensos de arranque y continuación) o/y posibles efectos negativos de piensos de tan elevada concentración nutritiva en la salud digestiva de lechones fisiológicamente más inmaduros. Asimismo, se ha podido verificar que la mortalidad durante la transición es mayor en lechones destetados con bajo peso.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Allee G.L. y Touchette K.J. (1999). Efectos de la nutrición sobre la salud intestinal y el crecimiento de lechones . Department of animal sciences, University of Missouri, Columbia, mo 6521.
- Apajalaht J., Kettunen A. y Graham H. (2004). Characteristics of the gastrointestinal microbial communities, with special reference to the chicken World's Poul. *Sci.J.* 52:223-232.
- Ayles H.L., Friendship R.M. y Ball R.O. (1996). Effect of dietary particle size on gastric ulcers, assessed by endoscopic examination, and relationship between ulcer severity and growth performance of individually fed pigs. *Swine Health Prod.* 5: 211.
- Bedford M.R y Partridge G.G. (2001). Enzymes in farm animal nutrition. Ed: *CABI Publishing*. Wallingford, UK.
- Bedford M.R y Schulze H. (1998). Exogenous enzymes for pigs and poultry. *Nutri.Res.Rev.* 11:91-114.
- Bikker P., Verstegen M.W.A., Kemps B., Bosh M.W. (1996). Performance and body composition of finishing gilts (45 to 85 kilograms) as affected by energy intake and nutrition in earlier life: i. growth of the body and components. *J. Anim.Sci.* 74: 806–816.
- Blas C., Gasa J. y Mateos G.G. (2006). Necesidades nutricionales para ganado porcino, *Normas FEDNA*.
- Chapinal N., Dalmau A., Fàbrega E., Manteca X., Ruiz de la Torre J.L. y Velarde A. (2005). Bienestar del lechón en la fase de lactación, destete y transición. *Avan. Tecn. Porc.* 3: 77-89.
- Choct M., Hughes R.J. y Bedford M.R. (1999). Effects of a xylanase on individual bird variation, starch digestion throughout the intestine, and ileal and caecal volatile fatty acid production in chickens fed wheat. *Br. Poult Sci.* 40:419-422.
- Cowieson A.J. y Ravindran V. (2007). Effect of phytic acid and microbial phytase on the flow and amino acid composition of endogenous protein at the terminal ileum of growing broiler chickens. *Br. J. Nutr.* 98: 745-752.
- Day J.E.L., Spooler H.A.M., Burfoot A., Chamberlain H.L., Edwards S.A. (2002). The separate and interactive effects of handling and environmental enrichment on the behaviour and welfare of growing pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* Volume 75, issue 3, Pg 177-192.
- Dirkzwager A., Veldman B., Bikker P. (2005). A nutritional approach for the prevention of post weaning syndrome in piglets. *Anim Res*; 54:231–236.
- Douglas S.L., Wellock I.J., Edwards S.A., Kyriazakis I. (2014). High specification starter diets improve the performance of low birth weight pigs to 10 weeks of age. *J. Anim. Sci.* 92: 4741-4750.
- Dunsford B.R., Knabe D.A. y Haensly W.E. (1989). Effect of dietary soybean meal on the microscopic anatomy of the small intestine in the early-weaned pig. *J. Anim. Sci.* 67: 1855.
- Edwards S.A. (2002). Perinatal mortality in the pig: environmental or physiological. *Livest. Prod. Sci.* Volume 78, Issue 1, Pg 3-12.
- Fraser D. (1990). Behavioural perspectives on piglet survival. *J. Reprod. Fertil.* 40:355-370.
- Gardiner K., Kirk, S. y Rowlands B. (1995). Novel substrates to maintain gut integrity. *Nutr. Res. Rev.* 8: 43.

- Fraser D., Feddes J.J.R y Pajor E.A. (1993). The relationship between creep feeding behavior of piglets and adaptation to weaning: Effect of diet quality. *Centre for Food and Animal Research*, Central Experimental Farm, Building 94, Agriculture and Agri-Food Canada, Ottawa, Canada and Department of Animal Science, University of Alberta, Edmonton, Canada T6G 2H1. Contribution no.21281, Received 8 April 1993, accepted 7 October 1993.
- Hermes R.G., Molist F., Ywazaki M., Nofrariast M., Gomez de Segura A., Gasa J., y Perez J.F. (2008). Effect of dietary level of protein and fiber on the productive performance and health status of piglets, *J. Anim. Sci.*, Vol. 87 No. 11, p. 3569-3577.
- Hedde R.D., Lindsey T.O., Parish R.C., Daniels H.D., Morgenthien E.A. y Lewis, H.B. (1985). Effect of diet particle size and feeding of H2-receptor antagonists on gastric ulcers in swine. *J. Anim. Sci.* 61: 179.
- Hongtrakul K., Goodband R.D., Behnke K.C., Nelssen J.L., Tokach M.d., Bergström J.R., Nessmith W.B.JR. y Kim I.K. (1998). The effects of extrusion processing of carbohydrate sources on weanling pig performance. *J. Anim. Sci.* 76: 3034.
- Koong L.J., Nienaber J.A., Mersmann J. (1983). Effects of plane of nutrition on organ size and fasting heat production in genetically obese and lean pigs. *J. Nutr*; 113: 1626–1631.
- Kornegay E.T. y Qian H. (1996). Replacement of inorganic phosphorus by microbial phytase for young pigs fed on a maize–soyabean-meal diet. *Br. J. Nutr.* 76: 563.
- Landblom D.G., Olson D.K., Poland W.W., Helmuth K. y Lardy P. (1997). Field Peas As An Ingredient In Fiber-Based Calf Weaning Transition Diets Interim Progress Report. *J. Anim. Sci.* 75 (suppl. 1): 58.
- Lawrence B.V., Anderson D.B., Cline T.R. y Adeola O. (1998). Changes in pars esophageal tissue appearance of the porcine stomach in response to transportation, feed deprivation, and diet composition. *J. Anim. Sci.* 76 (suppl. 1): 158.
- Lizardo R., Peinau J. y Aumatric A. (1996). Intérêt zootechnique de l'utilisation, dès le sevrage, de la pulpe de betterave dans les aliments pour le porc. *J. Rech. Porc. Fr.*28:379.
- Low A.G. (1993). Role of dietary fibre in pig diets. en: *Recent development in pig nutrition*. Cole D.J.A., Haresign W. y Garnsworthy P.C. (eds.). *Nott. Univ. Press, ru.* pp: 137-162.
- Madec F., Bridoux N., Bounaix S., Jestin A.(1998). Measurement of digestive disorders in the piglet at weaning and related risk factors, *Prev. Vet. Med.* Volume 35, Issue 1, Pg 53-72.
- Mateos G.G., Rebollar P.G. y P. Medel (1996). Utilización de grasas y productos lipídicos en alimentación animal: Grasas puras y mezclas, FEDNA.
- Medel P., Latorre MªJ. y Mateos G.G (1999). Nutrición y alimentación de lechones destetados precozmente, FEDNA.
- Medel P., Salado S., Mateos G.G. y de Blas, C. (1999). Processed cereals in diets for early-weaned piglets. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, volume 82, Issues 3-4, Pg 145-156.
- Miller B.G. (1986). Effect of weaning on the capacity of pig intestinal willi to digest and absorto nutrients. *J. Agric. Sci.* 107: 579-589.
- Monari S. (1994) Full fot soya handbook. Ed: ASA. Bruselas.
- Mosenthin R., Hambrecht E. y Sauer W.C. (1998). Utilisation of different fibres in piglets feeds. en: *recent advances in animal nutrition*. Garnsworthy P.C. y Wiseman J., (eds.). *Nott. Univ. Press . ru*, pp: 227-256.
- Newberry R.C. y Wood-Gush D.G.M. (1988). Development of some behavior, *Anim. Prod.* Volume 46, Issue 01, February 1988, pp 103-109.

- Nyachoti C.M., De Lange C.F.M., Schulze H. (1997). Estimating endogenous amino acid flows at the terminal ileum and true ileal amino acid digestibilities in feedstuffs for growing pigs using the homoarginine method. *J. Anim. Sci.* 1997; 75: 3206–3213.
- Overland M., Tokach M.D., Cornelius S., Pettigrew J. y J. Rust (1993). Lecithin in swine diets: I. Weanling pigs. *J. Anim. Sci.* 71, 1187-1193.
- Pajor E.A., Fraser D., Kramer D.L. (1991). Consumption of solid food by suckling pigs: individual variation and relation to weight gain. *Appl. Anim. Behav. Sci.* Volume 32, Issue 2-3, Pg 139-155.
- Partridge G.G. y Gill B.P. (1993). New approaches with pig weaner diets. en: *Recent Advances in Animal Nutrition*. Garnsworthy, P.C. y Cole, D.J.A. (eds.). Butterworths. ru. pp: 221-248.
- Paterson A.M., Pearce G.P. (1992). Growth, response to humans and corticoesteroids patterns in piglets under semi-natural conditions. *Anim. Prod.* 46: 103-109.
- Pearce G.P., Paterson A.M. (1993). The effect of space restriction and provision of restriction and provision of toys during rearing on the behaviour, productivity and physiology of male pigs, *Appl. Anim. Behav. Sci.* Volume 36, Issue 1, Pg 11-28.
- Medel de la Torre P. (2000). Efecto del procesado de la cebada en dietas para lechones destetados precozmente, Universidad Politécnica de Madrid.
- Quiniou N, Noblet J. (1995). Prediction of tissular body composition from protein and lipid deposition in growing pigs. *J. Anim. Sci.* 73: 1567–1575.
- Rantanen M.M., Hines R.H., Hancock J.D., Cabrera M.R. y Burnham L.L. (1995). Influence of oat products on growth performance of weanling pigs. *J. Anim. Sci.* 73 (suppl. 1): 78.
- Ravindram V. (2010). Aditivos en nutrición animal: presente y futuro. Institute of food, nutrition and human health, Massey University, Palmerston north 4442, New Zealand.
- Richert B.T., Cera K.R. y Schinckel A.P. (1996). Effect of dietary carbohydrate source and level on early weaned pig growth performance. *J. Anim. Sci.* 74 (suppl. 1): 169.
- Rodas B., Sohn C. y Spicer L.J. (1995). Plasma protein for pigs weaned at 19 to 24 days of age: effect on performance and plasma insulin-like growth factor I, growth hormone, insulin, and glucose concentrations. *J. Anim. Sci.* 73: 3657.
- SAS, 2002. User's guide. Release 9.1. Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Tokach M.D., Dritz S.S., Goodband R.D., DeRouchey J.M y Woodworth J.C. (2014). Nuestro enfoque de la nutrición de los lechones. *Appl. Swine Nutr. Team*. Kansas State University.
- Varley, M. A. (1995). The neonatal pig: development and survival. *J. Agricult. Sci.* Volume 127 . Issue 01. pp 139-141
- Varel V.H. & Yen J.T (1997). Microbial perspective on fiber utilization by swine. *J. Anim. Sci.* Vol. 75 No. 10, p. 2715-2722.
- Vestergaard E.M., Danielsen V., Jacobsen E.E. y Rasmussen V. (1990). Heat-treated cereals for piglets. *Beret. Stat. Husdyr.* 674: 71.
- Weary D.M., Pajor E.A., Thompson B.K., Fraser D. (1996). Risky behaviour by piglets: a trade off between feeding and risk of mortality by maternal crushing?. *Anim. Behav.* Volume 51, issue 3, Pg 619-624.
- Wellock I., Almond K., Toplis P. y Wilcock P. (2014). Nuevos avances en a nutrición y alimentación de los lechones: El punto de vista del nutricionista del norte de europa. *Primary Diets*, Ripon, North Yorkshire, HG4 5HP, UK. AB Vista, Malborough, UK.

- Wondra, K.J., Hancock, J.D., Behnke, K.C., Hines, R.H. y Stark, C.R. (1995). Effects of particle size and pelleting on growth performance, nutrient digestibility, and stomach morphology in finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 73, 757.
- Wu J.F., Fuller M.F. (1974). A note on the performance of young pigs given maize-based diets in different physical forms. *Anim. Prod.* 18,317.
- Wu Y.B., Ravindran V., Thomas D.G. Birtles M.J y Hendriks W.H (2004). Influence of phytase and xylanase, individually or in combination, on performance, apparent metabolisable energy, digestive tract measurements and gut morphology in broilers fed wheat-based diets containing adequate level of phosphorus. *Br. Poult. Sci.* 45:76-84.