

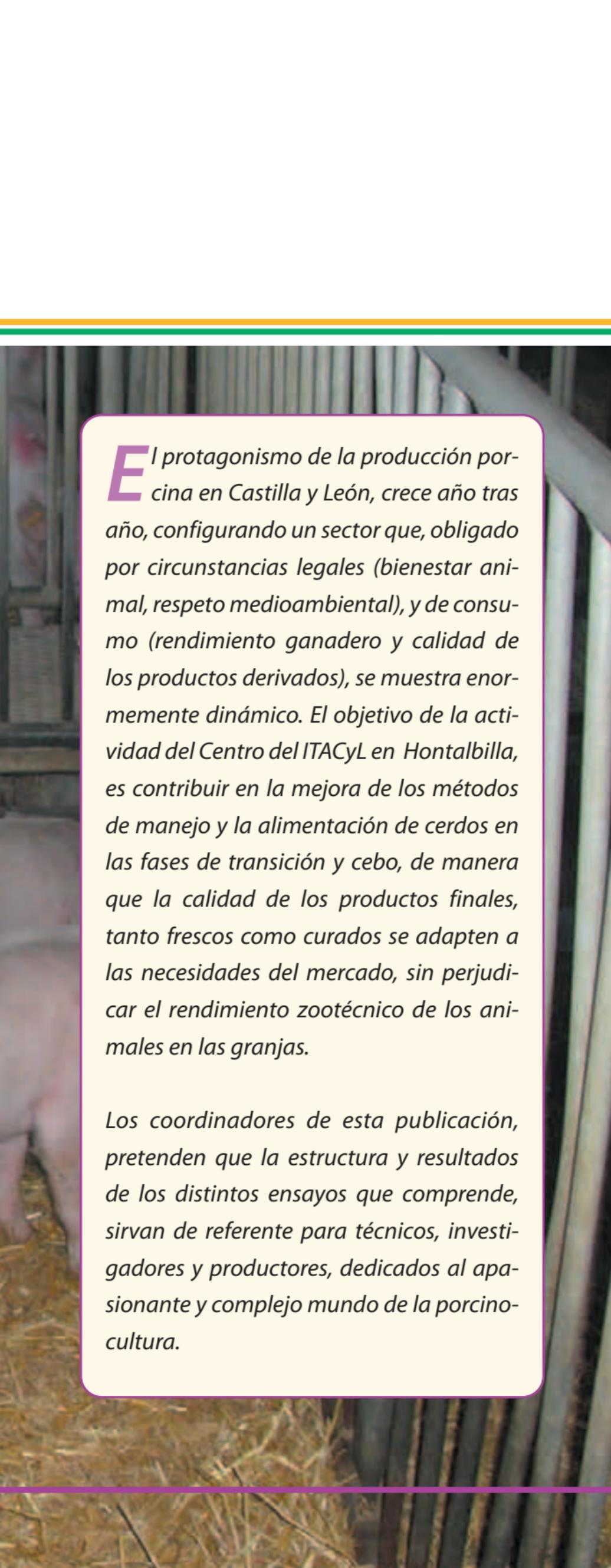
INSTITUTO
TECNOLÓGICO
AGRARIO DE
CASTILLA Y LEÓN



**Ensayos del
Centro de Pruebas
de Porcino:
fase de cebo**



Junta de
Castilla y León



***E**l protagonismo de la producción porcina en Castilla y León, crece año tras año, configurando un sector que, obligado por circunstancias legales (bienestar animal, respeto medioambiental), y de consumo (rendimiento ganadero y calidad de los productos derivados), se muestra enormemente dinámico. El objetivo de la actividad del Centro del ITACyL en Hontalbilla, es contribuir en la mejora de los métodos de manejo y la alimentación de cerdos en las fases de transición y cebo, de manera que la calidad de los productos finales, tanto frescos como curados se adapten a las necesidades del mercado, sin perjudicar el rendimiento zootécnico de los animales en las granjas.*

Los coordinadores de esta publicación, pretenden que la estructura y resultados de los distintos ensayos que comprende, sirvan de referente para técnicos, investigadores y productores, dedicados al apasionante y complejo mundo de la porcicultura.

**Ensayos del
Centro de Pruebas
de Porcino:
fase de cebo**

The background of the cover is a photograph of several white pigs in a farm setting. In the foreground, two pigs are standing on a bed of straw. In the background, a pig is visible inside a metal cage. The title text is overlaid on the right side of the image.

Ensayos del Centro de Pruebas de Porcino: fase de cebo

Autores

Emilio Gómez Izquierdo

Licenciado en Veterinaria.

Responsable del Centro de Pruebas de Porcino.

Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León

Elena Sanz Berzal

Licenciada en Veterinaria.

Doctorado en Fisiología e Histología por la UAM.

Investigadora del Centro de Pruebas de Porcino.

Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León

Ana Rodríguez Velasco

Licenciada en Biología.

Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León



**ENSAYOS DEL CENTRO DE PRUEBAS DE PORCINO:
FASE DE CEBO**

Edita: Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León
Área de Coordinación y Transferencia de Tecnología

© Copyright: Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León

Fotografías: Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León

Realiza e imprime: Gráficas Germinal, S.C.L.

I.S.B.N.: 84-934535-6-0

Depósito legal: VA-23/06

Índice

1. Influencia de la relación energía-lisina del pienso, sobre la productividad de ganado porcino sacrificado con 120 kg de peso	13
2. Efecto de la presencia del gen del halotano sobre los rendimientos zootécnicos, de matadero y de calidad de la carne en cerdos de cebo	25
3. Utilización del altramuz (<i>lupinus angustifolius</i>) en dietas de cerdos de cebo	45
4. Efecto de diferentes niveles de xilanasa en la dieta, sobre los parámetros productivos de cerdos de cebo	55
5. Valoración productiva de cerdos de cebo híbridos (ibérico x duroc), y efecto de la adición a la dieta de n-butirato de Na como mejorante no antibiótico	63
6. Influencia del sexo, la genética paterna y el peso al sacrificio, sobre los parámetros productivos y la calidad de la canal y la carne en porcino	81
7. Influencia del ejercicio y el peso al sacrificio, sobre los rendimientos productivos y la calidad de la canal y la carne de cerdos de cebo	101
8. Repercusión zootécnica de la homogeneidad del peso en los individuos que conforman las réplicas, en las pruebas realizadas con cerdos de cebo	121
9. Influencia del nivel de inclusión de pulpa de remolacha en el pienso y de la genética paterna, sobre los rendimientos productivos y la calidad de la canal y la carne de cerdos de cebo	127
10. Inclusión de diferentes niveles de ácido graso oleico y de corrector, y su efecto sobre la productividad en el cebo de cerdo graso. Calidad de la canal y la carne	141

11. Relación proteína lisina de la dieta de acabado, y su efecto sobre el rendimiento productivo y la infiltración grasa de la carne en cerdos sacrificados con 100 kg	157
12. Efectos de la adición de xilanasas a dietas de cerdos de cebo basadas en trigo, y comparación de índices zootécnicos de piensos suplementados con ácido láctico frente a salinomicina de sodio	169
Bibliografía	179

Presentación

El Centro de Pruebas de Porcino, situado en Hontalbilla (Segovia) es un instrumento de apoyo técnico que el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León tiene a disposición del sector porcino. El Centro de Pruebas de Porcino inició su andadura en el año 1994 con la intención de contribuir a la mejora de la producción porcina de la comunidad de Castilla y León, centrando su actividad en dos grandes áreas: lechones y cerdos de cebo. A finales de 2005, desde el Instituto hemos creído conveniente publicar los principales resultados de los ensayos desarrollados en ambas fases productivas en el periodo 1999-2003, correspondiendo esta monografía a la producción de cerdos de cebo.

Esta publicación tiene un doble propósito. Por un lado, pretendemos abordar la difusión de los resultados de pruebas desarrolladas, que consideramos de gran utilidad práctica. Por otro, pretendemos acercar el trabajo del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León al conjunto de empresas del sector porcino en Castilla y León, enfatizando su clara vocación de apoyo tecnológico en el desarrollo de actividades de I+D+i.

En el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León entendemos que la mejor manera de dar respuesta a las crecientes demandas del mercado en lo que se refiere a calidad y seguridad alimentaria, reside fundamentalmente en la ejecución de actividades de investigación, desarrollo e innovación tecnológica en la fabricación de piensos, producción porcina e industria de elaborados. El Centro de Pruebas de Porcino del ITACyL juega un papel excepcional, prestando apoyo tecnológico desde una posición cercana y en colaboración con el sector, aplicando una visión integral de la producción que aborda la nutrición, los aspectos ambientales, el bienestar animal y las implicaciones en la calidad y seguridad alimentaria.

La importancia del subsector porcino en el contexto agrario de Castilla y León, es cada vez más notable. Esta particularidad y, la situación que a nivel global marcan normativas y consumidores, indican las necesidades y carencias que encontramos a nivel productivo.

El periodo 1999-2003, fecha de realización de los ensayos de la monografía que nos ocupa, define un nuevo tipo de manejo ganadero, relacionado con nutrición, aditivos, medioambiente, bienestar animal y, seguridad y calidad de productos derivados, protagonistas, en mayor o menor grado de este volumen.

Es un hecho, que agricultura, fabricación de piensos, producción porcina e industria de elaborados, deben complementar su trabajo, atendiendo y mejorando las demandas de un mercado en el que cobra relevancia la calidad en detrimento de la cantidad, mostrándose cada vez más exigente y complejo.

Es en este ámbito cuando adquiere protagonismo el Centro de Pruebas de Porcino del ITACyL, integrado plenamente entre nuestros productores y, con una clara vocación de servicio y apoyo a sus actividades.

D. José Manuel Ferreras Navarro

Ilmo. Sr. Director General del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León

Prólogo

La monografía que presentamos, reúne parte de los ensayos realizados con cerdos de cebo en el Centro de Pruebas de Porcino del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL), durante el periodo 1999-2003. No guardan un orden temático, sino cronológico, y han sido seleccionados en base a sus resultados y aplicación práctica.

Si bien, la mayoría ya han sido publicados de manera independiente en distintos medios, nos ha parecido interesante reunirlos en un mismo libro, que facilite su consulta y refleje las demandas del sector porcino debidas a la convulsa evolución del mercado.

Todos los autores, son reconocidos profesionales de primer nivel en los ámbitos de la docencia e investigación (Facultades, Escuelas Universitarias), así como de la empresa privada (Consultoras, Ganaderías y Fábricas de Pienso). Esta circunstancia, motiva que los temas que se tratan, con mayor protagonismo de la nutrición, tratamiento de materias primas y moduladores del crecimiento no antibióticos, sean actuales y con un marcado interés para la producción porcina en sus diferentes facetas.

Varios de los ensayos, tienen por finalidad la determinación de la calidad, tanto de la canal como de la carne. La producción, enfocada a la mejora de rendimientos ganaderos, se encuentra íntimamente ligada a la consecución de productos finales de alta calidad, tanto en cerdo blanco (canales y carne) como en ibérico intensivo (calidad de la carne), y es la principal preocupación tanto de ganaderos como de fabricantes de elaborados frescos y curados. La situación de mercado, demanda cada vez más calidad dietética y organoléptica, orientando los esfuerzos del sector, a trabajar la producción de animales de cebo con una visión mucho más extensa, integrando agricultura, economía, bienestar de los animales, respeto medioambiental e incrementando su valor con productos finales de mayor atractivo. Este hecho define las pautas de trabajo, presentes y futuras del Centro de Hontalbilla, con un marcado protagonismo en la mejora y estudio del cerdo ibérico, cuyos resultados, confiamos plenamente que sirvan de estímulo a profesionales de la porcicultura, configurando una actividad moderna que sin perder la sabiduría de la tradición, se presente segura y atractiva a los ojos de nuestros consumidores.

Agradecimientos

Esta monografía es fruto del esfuerzo de un grupo de excelentes profesionales, pertenecientes a estamentos públicos y privados. Por este motivo, queremos manifestar nuestro más sincero agradecimiento a todos los autores y colaboradores de los ensayos:

- Prof. Gonzalo González Mateos, M. Ángeles Latorre y Pedro Medel, de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid (Dpto. de Producción Animal).
- Responsables y técnicos de distintas empresas: Luis Flores (INA), Francisco Colino (Stamboek Ibérica), Alfonso Fuentetaja y Marcos Nieto (COPESE), Ismael Esteve (ESASA), Carlos Piñeiro (Proinserga), Dionisio López (Integraciones Manchegas), Mariano García (NUTEGA), Mercedes Cortés y Javier Peinado (Imasde Agropecuaria), Olga Anaya (Unv. SEK de Segovia), Mariano M. Cuesta (Campocega) y Manolo Llorente (SAT La Encina).
- Prof. Clemente López Bote y equipo, del Departamento de Producción Animal (Nutrición) de la Facultad de Veterinaria de Madrid.
- Raúl Sánchez y Pedro García, del Departamento de Reproducción Animal del INIA.
- Técnicos, investigadores, personal de apoyo y alumnos de prácticas, que en diferentes momentos han formado parte del personal del Centro de Pruebas.
- Subdirección de Investigación y Tecnología Agraria del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León, que ha facilitado los recursos materiales y de personal, tanto para los ensayos como para la publicación del libro.



1. Influencia de la relación energía-lisina del pienso, sobre la productividad de ganado porcino sacrificado con 120 kg de peso



A. Fuentetaja ¹, E. Gómez ², G.G. Mateos ³, P. Medel ³, M.A. Latorre ³.

¹ *Comercial Pecuaria Segoviana – COPESE (Coca, Segovia).*

² *Centro de Pruebas de Porcino de Castilla y León (ITACyL).*

³ *ETSIA Madrid.*

H-3-99 / 10 de junio 1999.

1. Influencia de la relación energía-lisina del pienso, sobre la productividad de ganado porcino sacrificado con 120 kg de peso

Resumen

Se utilizaron un total de 192 cerdos cruzados (Pietrain*Large White x Large White*Landrace), de 60 días de edad y con un peso medio de $20 \pm 1,5$ kg, para estudiar la influencia de la relación energía: lisina de la dieta sobre los rendimientos productivos de cerdos cebados hasta 120 kg de peso vivo. El ensayo se realizó en las instalaciones del Centro de Pruebas de Porcino del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL), Hontalbilla (Segovia). Durante el periodo desde los 80 a 120 kg de peso vivo, se diseñaron 6 tratamientos en base a dos niveles de energía neta (2.300 vs 2.415 kcal) y tres niveles de lisina (0,65, 0,70 y 0,75%). Desde los 20 hasta los 80 kg de peso vivo, el pienso de crecimiento fue el mismo para todos los animales (2.300 kcal de EN y 0,97% de lisina). Se usaron 8 réplicas por tratamiento y la unidad experimental estuvo formada por 4 animales (2 machos castrados y dos hembras) alojados conjuntamente. Para el conjunto del periodo experimental (70 a 110 días de cebo), los animales que consumieron las dietas con el mayor nivel energético, crecieron más y transformaron mejor el

alimento que los alimentados con el menor nivel de energía (977 vs 927 g/d y 3,26 vs 3,45 g/g; $P < 0,05$, respectivamente), no encontrándose diferencias significativas en cuanto a consumo de pienso. Igualmente, niveles de lisina superiores a 0,65% dieron lugar a una mejora en el crecimiento y en los índices de conversión (979 vs 897 g/d y 3,25 vs 3,55 g/g; $P < 0,01$). En el análisis individual de los datos, tomando cada animal como unidad experimental, se observó que, de 70 a 110 días de cebo, los machos castrados crecieron un 6,3% más que las hembras ($P < 0,01$), que las dietas altas en energía mejoraron el crecimiento en un 6,4% ($P < 0,01$) y que las dietas con niveles de lisina de 0,70% o más provocaron un crecimiento un 7,8% superior que las dietas con 0,65% ($P < 0,01$).

Bajo las condiciones experimentales en las que se desarrolló el presente experimento, se concluye que:

- 1) El incremento de la energía del pienso en un 5% mejoró en un 5,6% y en un 5,4% el crecimiento y la conversión, respectivamente ($P < 0,05$), sin afectar el consumo de pienso.

2) El incremento del nivel de lisina de 0,65 a 0,70% mejoró el crecimiento y la conversión, independientemente del nivel energético, pero no se obtuvieron mejoras con más de este nivel.

Los machos castrados crecieron más que las hembras y respondieron mejor a los incrementos de lisina en las dietas altas en energía que en las bajas, observándose el efecto contrario en las hembras.

Objetivo

Estudiar la influencia de la relación energía: lisina de la dieta y el sexo, sobre los rendimientos productivos de cerdos llevados hasta 120 kg de peso vivo.

Material y métodos

Animales experimentales

Se utilizaron un total de 192 cerdos cruzados (Large White * Landrace x Pietrain

* Large White) de 60 d de edad y con un peso medio de $20 \pm 1,5$ kg, agrupados por peso vivo inicial. Los animales procedían de una granja de producción perteneciente a COPESE, S.A. situada en Coca (Segovia) y fueron crotalados de forma individual antes de empezar el ensayo.

Instalaciones experimentales

El ensayo se realizó en las instalaciones del Centro de Pruebas de Porcino del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL), Hontalbilla (Segovia).

Los animales experimentales fueron estabulados en 4 naves gemelas provistas con 12 departamentos de 5,6 m² que alojaban 4 cerdos conjuntamente. Cada departamento dispone de un comedero individual y un bebedero tipo cazoleta. Las condiciones ambientales durante el ensayo (temperatura y ventilación) fueron controladas automáticamente para ajustarlas a la edad de los animales.



FOTO 1.1. Naves de cebo.

Dietas experimentales

Las dietas experimentales fueron formuladas por D. Alfonso Fuentetaja, bajo supervisión del Departamento de Producción Animal de la U.P.M., de acuerdo con las tablas FEDNA (1999) de composición de materias primas. Se fabricaron 6 dietas basadas en dos niveles de energía neta (2.300 vs 2.415 kcal) y tres niveles de lisina (0,65, 0,70 y 0,75%). La composición, el valor nutricional y el análisis calculado se muestran en el Anexo 1. Los alimentos fueron fabricados en la fábrica de piensos de COPESE, S.A., en Coca (Segovia), bajo la supervisión directa de D. Alfonso Fuentetaja.

Todos los piensos fueron suministrados *ad libitum* en forma de gránulo de 3,5 mm. y se analizaron, determinando humedad, proteína bruta, extracto etéreo y cenizas, de acuerdo a las normas del AOAC (1995).

Diseño experimental

En bloques al azar con 6 tratamientos ordenados factorialmente en base a 2 niveles de energía neta y a 3 niveles de lisina (Tabla 1.1.). El pienso de crecimiento (0 a 70 d de cebo) fue el mismo para todos los animales (2.300 kcal de EN y 0,97% de lisina). Los piensos experimentales fueron aplicados en el periodo de acabado (80 a 120 kg de peso vivo). La unidad experimental estuvo formada por 4 animales alojados conjuntamente (dos hembras y dos machos castrados). Los piensos fueron ofrecidos *ad libitum* y presentados en

forma de gránulo. Se usaron 8 réplicas por tratamiento. Asimismo, el crecimiento fue analizado de forma individual incluyendo el sexo en el modelo, habiendo 12 tratamientos experimentales con 2 sexos (machos castrados y hembras) y las 6 dietas experimentales descritas en la Tabla 1.1. La unidad experimental fueron los animales y hubo 16 réplicas por tratamiento.

TABLA 1.1. Diseño experimental.

	A	B	C	D	E	F
EN ¹ , kcal/kg	2.300	2.300	2.300	2.415	2.415	2.415
Lis ² , %	0,65	0,70	0,75	0,65	0,70	0,75
EN:Lis	3.538	3.286	3.067	3.715	3.450	3.322

¹ EN: Energía neta. ² Lis: Lisina total.

Número de naves:	4
Número total de cerdos:	192
Número de tratamientos:	12 (2 x 3 x 2)
Réplicas por tratamiento:	8
Cerdos por réplica:	4
Cerdos por tratamiento:	32

Controles

Se controló el crecimiento de los animales de forma individual y la ingestión de pienso por departamento cada 14 días, excepto en el último periodo que fue de 12 días.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados mediante el procedimiento GLM de SAS (1990), para diseños en bloques al azar, incluyendo en el modelo como efectos el tratamiento experimental y la sala de cebo. Esta última fue retirada del modelo al comprobarse que no tenía un efecto significativo sobre los resultados.

Los datos de crecimiento fueron analizados tanto de forma individual (análisis en el que el sexo fue incluido en el modelo) como por departamento. Los datos de consumo y de conversión fueron analizados sólo por departamento. Para las variables analizadas por departamento se utilizó el peso a 70 d (momento de inicio de suministro de las dietas experimentales) como covariable y para el análisis del crecimiento en base a datos individuales se incluyó el peso inicial como covariable.

Los contrastes ortogonales que se llevaron a cabo para el análisis por departamento fueron:

- Baja energía vs alta energía (1)
- 0,65% lisina vs 0,70+0,75% lisina (2)
- 0,70% lisina vs 0,75% lisina (3)
- Interacciones: (1) x (2)
(1) x (3)

Para el análisis individual de los datos se realizaron los siguientes contrastes ortogonales:

- Machos castrados vs hembras (1)
- Baja energía vs alta energía (2)
- 0,65% lisina vs 0,70+0,75% lisina (3)
- 0,70% lisina vs 0,75% lisina (4)
- Interacciones: (1) x (2)
(1) x (3)
(1) x (4)

- (1) x (3)
- (1) x (4)
- (1) x (2) x (3)
- (1) x (2) x (4)

Todos los resultados se presentan en tablas como medias corregidas por mínimos cuadrados.

Resultados y discusión

La influencia de la dieta experimental en la ganancia media diaria (gmd, g), consumo medio diario (cmd, g) e índice de conversión (it, g/g), entre 70 y 110 d de cebo, se muestra en las Tablas 1.2. y 1.3. y el Gráfico 1.1. El peso de los animales a lo largo del mismo periodo se muestra en la Tabla 1.4.

Para el conjunto del periodo experimental (70 a 110 d de cebo), los animales que consumieron las dietas con el mayor nivel energético crecieron un 5,4% más y transformaron el alimento un 5,6% mejor que los alimentados con bajos niveles de energía (977 vs 927 g/d y 3,26 vs 3,45 g/g, respectivamente ($P < 0,05$), no encontrándose diferencias significativas en cuanto a consumo de pienso (3.173 vs 3.185 g/d; $P > 0,15$). Asimismo, niveles de lisina superiores a 0,65% mejoraron los crecimientos y el índice de conversión (979 vs 897 g/d y 3,25 vs 3,55 g/g; $P < 0,01$, para 0,65% ó 0,70 + 0,75% de lisina, respectivamente). No se encontraron diferencias significativas entre estos dos niveles (0,70 y 0,75% de lisina). En el periodo de 70 a 98 d, con un peso final aproximado de 108 kg, se observaron las mismas diferencias que para el periodo de 70 a 110 d.

TABLA 1.2. Efecto de los piensos experimentales sobre la ganancia media diaria (gmd, g), consumo medio diario (cmd, g) e índice de transformación (it, g/g) por periodos entre los 70 y 110 d de cebo.

Ener. Neta, Kcal/Kg	Lisina %	70-84 d			84-98 d			98-110 d		
		gmd, g	cmd, g	it, g/g	gmd, g	cmd, g	it, g/g	gmd, g	cmd, g	it, g/g
2.300	0,65	966	2.986	3,15	802	3.132	4,06	822	3.346	4,22
	0,70	1.028	3.057	2,99	906	3.220	3,62	929	3.414	3,67
	0,75	988	3.003	3,09	916	3.207	3,71	974	3.388	3,53
2.415	0,65	949	2.990	3,19	926	3.194	3,54	913	3.429	3,79
	0,70	1.071	3.084	2,91	1.016	3.249	3,25	873	3.329	3,97
	0,75	1.088	2.986	2,74	977	3.137	3,32	951	3.229	3,43
EEM¹ (N=8)		50	88	0,13	64	94	0,26	57	113	0,20
Ener. Neta	2.300	994	3015	3,07	875	3.186	3,80	908	3.383	3,80
Kcal/Kg	2.415	1.036	3.020	2,95	973	3.193	3,37	912	3.329	3,73
Lisina	0,65	957	2.988	3,17	864	3.162	3,80	867	3.388	3,90
	0,70	1.049	3.070	2,95	961	3.234	3,44	901	3.372	3,82
	0,75	1.038	2.994	2,91	947	3.172	3,52	962	3.308	3,48
Significación de los contrastes:										
Baja energía vs alta energía (1)		0,32	0,94	0,24	0,07	0,93	0,05	0,93	0,57	0,68
0,65% vs 0,70 + 0,75% lisina (2)		0,05	0,56	0,04	0,11	0,62	0,16	0,20	0,63	0,08
0,70% vs 0,75% lisina (3)		0,82	0,39	0,77	0,82	0,51	0,75	0,29	0,58	0,14
(1) x (2)		0,32	0,99	0,26	0,73	0,62	0,75	0,19	0,30	0,18
(1) x (3)		0,58	0,81	0,32	0,71	0,61	0,97	0,79	0,75	0,39
¹ EEM: Error estándar de la media.										

Tabla 1.3. Efecto del tratamiento en la ganancia media diaria (gmd, g), consumo medio diario (cmd, g) e índice de transformación (it, g/g) entre 70 y 98 d y entre 70 y 110 d de cebo.

Ener. Neta, Kcal/Kg	Lisina %	70-98 d			70-110 d		
		Gmd, g/d	cmd, g/d	it, g/g	gmd, g/d	cmd, g/d	it, g/g
2.300	0,65	885	3.059	3,46	865	3.145	3,63
	0,70	953	3.138	3,29	956	3.221	3,36
	0,75	952	3.105	3,27	959	3.190	3,34
2.415	0,65	955	3.091	3,25	930	3.193	3,46
	0,70	1.041	3.166	3,04	993	3.215	3,23
	0,75	1.030	3.061	2,98	1.007	3.112	3,08
EEM¹ (N=8)		29	82	0,08	28	86	0,08
Ener. Neta	2.300	930	3.100	3,34	927	3.185	3,45
Kcal/Kg	2.415	1.009	3.106	3,07	977	3.173	3,26
Lisina,%	0,65	920	3.075	3,35	897	3.169	3,55
	0,70	997	3.152	3,16	974	3.218	3,30
	0,75	991	3.083	3,12	983	3.151	3,21
Significación de los contrastes:							
Baja energía vs alta energía (1)		<0,01	0,93	<0,01	0,04	0,86	0,01
0,65% lisina vs 0,70+0,75% lisina (2)		<0,01	0,55	<0,01	<0,01	0,84	<0,01
0,70% lisina vs 0,75% lisina (3)		0,83	0,40	0,66	0,74	0,44	0,30
(1) x (2)		0,79	0,78	0,68	0,65	0,55	0,92
(1) x (3)		0,86	0,67	0,82	0,84	0,68	0,49

¹ EEM: Error estándar de la media.

En los periodos intermedios (70 a 84, 84 a 98 y 98 a 110 d), se observaron efectos numéricos similares a los del periodo global, aunque debido a la mayor variabilidad de los parámetros productivos en periodos cortos, sólo fueron detectadas diferencias significativas en algunos casos. Así, entre 70 y 84 d, las dietas con un contenido en lisina igual o superior a 0,70% presentaron mejores crecimientos e índices de conversión (1.043 vs 957 g/d

y 2,93 vs 3,17 g/g; $P < 0,05$). Entre 84 y 98 d de cebo, las dietas altas en energía presentaron mejores conversiones que las dietas bajas en energía (3,37 vs 3,80 g/g; $P = 0,05$). Igualmente, las dietas más energéticas presentaron un mejor crecimiento en este periodo ($P = 0,07$). De 98 a 110 d, las dietas con niveles medio y alto de lisina presentaron una transformación del alimento un 6,4% mejor que la dieta con menor nivel ($P = 0,08$).

TABLA 1.4. Efecto de los piensos experimentales sobre el peso de los animales en el periodo experimental (kg).

Energía Kcal/Kg	Lisina %	Período, d		
		84	98	110
2.300	0,65	94,6	105,8	115,7
	0,70	95,0	107,7	118,9
	0,75	94,8	107,7	119,4
2.415	0,65	94,8	107,8	118,2
	0,70	96,0	110,2	120,7
	0,75	96,2	110,0	121,3
EEM¹ (N=8)		0,69	0,83	1,03
Energía Neta, kcal/kg	2,300	94,8	107,1	118,0
	2,415	95,7	109,3	120,1
	0,65	94,7	106,8	117,0
Lisina, %	0,70	95,5	109,2	119,8
	0,75	95,5	108,9	120,4
	Significación de los contrastes:			
Baja energía vs alta energía (1)		0,15	<0,01	0,02
0,65% lisina vs 0,70+0,75% lisina (2)		0,18	<0,01	<0,01
0,70% lisina vs 0,75% lisina (3)		0,97	0,83	0,59
(1) x (2)		0,44	0,79	0,72
(1) x (3)		0,77	0,86	0,95

¹ EEM: Error estándar de la media.

El efecto del sexo y de la dieta experimental sobre el peso y el crecimiento de los animales entre 70 y 110 d de cebo aparecen en las tablas 1.5. y 1.6., respectivamente.

En el conjunto del periodo en que se administraron las dietas experimentales (70 a 110 d de cebo), los machos castra-

dos crecieron más que las hembras (989 vs 928 g/d; P<0,01) y los animales que consumieron las dietas altas en energía crecieron más que los que consumieron las dietas bajas en energía (983 vs 924 g/d; P<0,01). Igualmente, las dietas con niveles del 0,70% de lisina o más mejoraron el crecimiento de los animales con respecto a las de 0,65% (977 vs 906 g/d; P<0,01).

TABLA 1.5. Efecto del sexo y de la dieta experimental sobre el crecimiento (entre 70 y 110 d de cebo, g/d).

Sexo	Energía·Kcal/Kg	Lisina %	Período (días)			
			70-84	84-98	98-110	70-110
Machos castrados	2.300	0,65	1.020	903	885	935
		0,70	1.084	853	934	958
		0,75	1.064	899	966	977
	2.415	0,65	1.071	900	917	963
		0,70	1.154	1.028	925	1.041
		0,75	1.153	1.012	1.029	1.060
Hembras	2.300	0,65	915	712	775	802
		0,70	943	940	924	933
		0,75	923	927	964	937
	2.415	0,65	901	955	913	923
		0,70	1.002	989	866	956
		0,75	998	957	902	957
EEM¹ (N=16)		49	52	54	32	
Energía Neta kcal/kg		2.300	992	872	903	924
		2.415	1.047	974	925	983
Lisina %		0,65	977	868	865	906
		0,70	1.046	953	912	972
		0,75	1.035	949	965	983
Sexo		Machos castrados	1.091	933	938	989
		Hembras	968	916	897	928
Significación de los contrastes:						
Machos castrados vs hembras (1)			<0,01	0,54	0,10	<0,01
Baja energía vs alta energía (2)			0,06	0,001	0,59	<0,01
0,65% lisina vs 0,70+0,75% lisina (3)			0,04	0,01	0,05	<0,01
0,70% lisina vs 0,75% lisina (4)			0,74	0,92	0,17	0,65
(1) x (2)			0,60	0,84	0,72	0,80
(1) x (3)			0,87	0,26	0,91	0,56
(1) x (4)			0,98	0,62	0,70	0,72
(2) x (3)			0,37	0,66	0,13	0,57
(2) x (4)			0,81	0,59	0,66	0,97
(1) x (2) x (3)			0,67	0,007	0,15	0,05
(1) x (2) x (4)			0,99	0,77	0,62	0,96
¹ EEM: Error estándar de la media.						

TABLA 1.6. Efecto del sexo y del tipo de pienso sobre el peso vivo (kg).

Sexo	Energía Kcal/Kg	Lisina %	Días			
			70	84	98	110
Machos castrados	2.300	0,65	84,2	98,5	111,2	121,7
		0,70	81,4	96,6	108,5	119,7
		0,75	84,0	98,8	111,5	123,1
	2.415	0,65	85,8	100,8	113,4	124,3
		0,70	86,2	102,3	116,7	127,8
		0,75	82,1	98,2	112,4	124,5
Hembras	2.300	0,65	76,9	89,7	99,7	108,9
		0,70	79,0	92,2	105,3	116,3
		0,75	80,5	93,4	106,4	117,9
	2.415	0,65	77,0	89,6	103,0	114,0
		0,70	79,4	93,4	107,3	117,7
		0,75	76,6	90,6	104,0	114,9
EEM ¹ (N=16)			1,37	1,63	1,86	2,09
Energía Neta kcal/kg		2.300	81,0	94,9	107,1	117,9
		2.415	81,2	95,8	109,5	120,5
Lisina %		0,65	81,0	94,7	106,8	117,2
		0,70	81,5	96,1	109,5	120,4
		0,75	80,8	95,3	108,6	120,1
Sexo		Machos castrados	84,0	99,2	112,3	123,5
		Hembras	79,1	92,6	105,4	116,2
Significación de los contrastes:						
Machos castrados vs hembras (1)			<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Baja energía vs alta energía (2)			0,80	0,31	0,03	0,04
0,65% lisina vs 0,70+0,75% lisina (3)			0,86	0,31	0,06	0,02
0,70% lisina vs 0,75% lisina (4)			0,49	0,47	0,50	0,86
(1) x (2)			0,11	0,12	0,20	0,23
(1) x (3)			0,04	0,09	0,06	0,09
(1) x (4)			0,96	0,98	0,86	0,85
(2) x (3)			0,57	0,92	0,79	0,47
(2) x (4)			0,006	0,03	0,03	0,07
(1) x (2) x (3)			0,60	0,80	0,20	0,12
(1) x (2) x (4)			0,54	0,61	0,58	0,71

¹ EEM: Error estándar de la media.

Se observó una interacción triple significativa entre el sexo, los niveles energéticos y los niveles superiores y el inferior de lisina ya que, en machos castrados, incrementar el nivel de lisina a niveles superiores al 0,65%, supuso un mayor incremento del crecimiento en las dietas

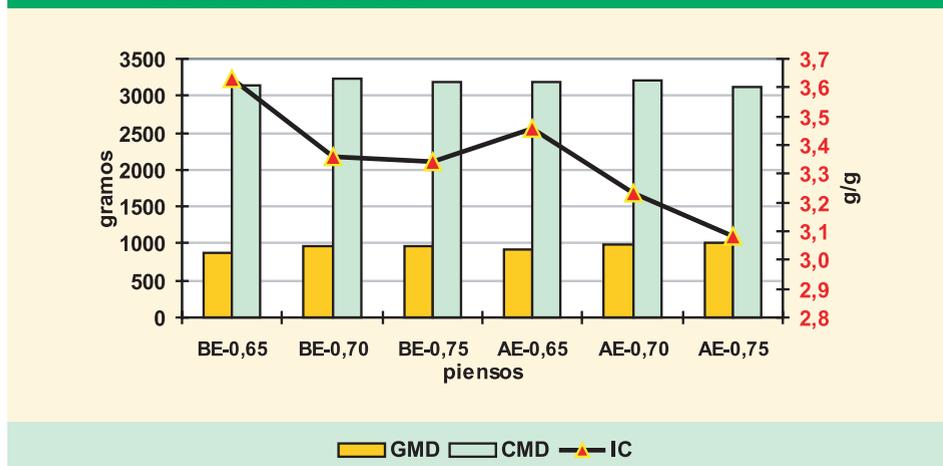
con 2.415 kcal/kg que en las dietas con 2.300 kcal/kg (3,4 vs 9,1%), mientras que en las hembras ocurrió lo contrario (16,6% en las dietas de 2.300 kcal/kg y 3,5% en las dietas de 2.415 Kcal/kg). La razón de esta interacción triple no es aparente y se contradice en parte con

muchos de los trabajos publicados en la literatura científica.

Por periodos, hubo diferencias significativas entre sexos en el periodo de 70 y 84 d y entre los diferentes niveles energéticos en el periodo de 84 y 98 d. Igualmente, destaca la significación de las diferencias en los niveles alto y medio y el más bajo de lisina en los tres periodos (70-84 d, 84-98 d y 98-110 d).

Los machos castrados alcanzaron un peso final 6,3% superior al de las hembras (123,5 vs 116,2 kg; $P < 0,01$). Los animales que consumieron dietas altas en energía alcanzaron un peso 2,2% superior con respecto a los que comieron dietas bajas en energía (120,5 vs 117,2 kg; $P < 0,04$). Por último, los animales que consumieron dietas con niveles superiores a 0,65% de lisina presentaron un peso mayor (120,2 vs 117,2 kg; $P < 0,02$).

GRÁFICO 1.1. Crecimiento, consumo e índice de conversión de los diferentes tratamientos durante el periodo experimental (70-110 días de cebo). BE - AE: Baja Energía y Alta Energía, con los diferentes niveles de lisina.



Conclusiones

1. El incremento de un 5% de la energía del pienso supuso una mejora del 5,6% y del 5,4% en el crecimiento y en el índice de transformación, respectivamente, no viéndose afectado el consumo de pienso.
2. Se observó una mejora en el crecimiento y en la conversión del pienso al incre-

mentar el nivel de lisina de 0,65 a 0,70%, pero no cuando se incrementó de 0,70 a 0,75%. Esta mejora fue independiente del nivel energético de la dieta.

3. Los machos castrados crecieron más que las hembras y respondieron mejor a los incrementos de lisina en las dietas altas en energía que en las bajas, observándose el efecto contrario en las hembras.



2. Efecto de la presencia del gen del Halotano sobre los rendimientos zootécnicos, de matadero y de calidad de carne en cerdos de cebo



C. Piñeiro¹, E. Gómez², M. D. García³.

¹ PROINSERGA I+D.

² Centro de Pruebas de Porcino de Castilla y León (ITACyL).

³ Estación Tecnológica de la Carne de Castilla y León (ITACyL).

H-4-99 / 20 de junio 1999.

2. Efecto de la presencia del gen del Halotano sobre los rendimientos zootécnicos, de matadero y de calidad de carnea en cerdos de cebo

Introducción

El Síndrome de Estrés Porcino (SEP) se puede definir como el conjunto de síntomas que muestran los cerdos que tienen una tendencia anormalmente elevada a desarrollar carnes pálidas, blandas y exudativas (PSE). Este hecho, se relaciona frecuentemente, con pérdidas de rendimiento y mayor susceptibilidad a ciertas enfermedades.

Además de estos aspectos, existen determinadas circunstancias que favorecen la aparición del SEP tales como la temperatura, el ejercicio o el transporte. Estas alteraciones pueden provocar anomalías del ritmo respiratorio, hipertermia, manchas en la piel y rigidez muscular. En caso de que el estrés sea intenso y perdure, sobreviene la muerte de forma violenta.

La susceptibilidad a padecer Síndrome de Estrés Porcino es un aspecto objeto de gran atención en el ámbito de la genética porcina en los últimos años, debido a su influencia en el sector porcino productor, transformador y de los consumidores. Su mecanismo de acción se basa en el aumento súbito y sostenido

de la concentración de calcio en el citoplasma de las células musculares apareciendo como consecuencia, contracción muscular, rigidez e hipertermia.

La acidosis metabólica y respiratoria se explican igualmente en la dependencia del calcio de la activación del metabolismo aeróbico y anaeróbico.

La mayoría de los estudios proponen una herencia monofactorial, subordinada a un gen autosómico recesivo (Haln) con penetración elevada, entre un 50 y 100% según las razas (media 89%). Existen tres tipos de genotipos posibles:

- El homocigótico dominante Ha1NHa1N.
- El heterocigótico o portador Ha1NHa1n.
- El homocigótico recesivo Ha1nHa1n.

Los animales homocigóticos recesivos tienden a presentar ventajas en el contenido magro de la canal y desventajas en la calidad de la carne y en la mortalidad postdestete. Los animales heterocigóticos muestran resultados intermedios para el contenido de magro y para la cali-

dad de la carne, lo que supondría que el gen Haln sería recesivo para la sensibilidad al halotano y aditivo en algunos aspectos productivos.

Debe tenerse en cuenta el ambiente en el que se han desarrollado estas pruebas, porque como ya ha sido explicado, los animales que presentan sensibilidad al estrés deben ser manejados en unas condiciones favorables para que esta característica no influya en sus resultados, por lo que en condiciones ambientales adecuadas las desventajas de los animales homocigóticos recesivos respecto al resto de animales se reducen, mientras que cuando las condiciones ambientales son peores, dichas desventajas se acentúan.

Objetivos

El objetivo ha sido determinar los rendimientos zootécnicos, de matadero y de calidad de carne, en animales homocigotos recesivos, en comparación con una línea de animales libres del gen, en óptimas condiciones sanitarias y de manejo, cuantificando las ventajas y desventajas teóricas en cada parámetro evaluado.

Material y métodos

Animales experimentales

Se utilizaron un total de 192 lechones (96 machos y 96 hembras) provenientes, la mitad de ellos, del cruce Dalland x Landrace-Large White (LR * LW) de la SAT Exporfa en Turégano (Segovia) y la otra mitad

del cruce Large White-Pietrain (LW * P) x Landrace-Large White (LR * LW) de la SAT Los Morales en Abades (Segovia), con un peso inicial de $5,5 \text{ kg} \pm 1,2$.

La línea Dalland es halotano negativa, (resistente al estrés), mientras los LW x P presenta un alto índice de penetración del gen.

Todos los lechones fueron marcados al nacimiento con el fin de introducir el efecto camada en el modelo. Se comprobó que cada cerda incluida en el ensayo hubiera sido inseminada en pureza con semen de esa línea genética, descartándose las cerdas que presentaban algún salto de otra línea o de recelas de la granja.

Se vacunaron con dos dosis contra la neumonía enzoótica en la primera y tercera semana tras el destete, con la finalidad de evitar la posible variabilidad y las complicaciones derivadas de esta patología en el periodo de cebo.

Instalaciones experimentales

El ensayo se desarrolló en el Centro de Pruebas de Porcino de Hontalbilla (ITACyL). Este centro dispone de 4 salas de lechoneras de las que se utilizaron dos. Cada sala consta de 8 celdas, para 12 lechones, con tolvas de bocas en el frontal y chupete en la parte posterior de la celda. La temperatura y la humedad de cada sala disponen de regulación automática.

Para el cebo dispone de 8 salas de las que 4 se utilizaron para este ensayo. En

cada sala se ubicaron 48 animales en 12 celdas de 4, disponiendo cada uno de 1,4 m². Cada celda dispone de una tolva holandesa con chupete separado. El suelo es de cemento, proporcionándose paja limpia dos veces por semana. La humedad y la temperatura se controlan de manera automática.

Diseño experimental

Los lechones fueron trasladados a estas instalaciones con 17 días de vida de manera que hubieran pasado un pequeño periodo de adaptación para el momento del inicio del mismo a los 21 días de vida. Transcurrido este tiempo, los animales se dividieron en bloques por peso inicial, por sexos y por camadas, distribuyéndose cada destete en una sala con el fin de evitar la mezcla de orígenes en periodo de fuerte estrés y antes de evaluar el estado sanitario.

Tras el periodo de transición, los animales fueron trasladados a las 4 salas de cebo donde cada celda de 12 fue dividida en 3 grupos de 4 animales manteniendo el efecto camada y el peso como bloque. Los animales recibieron un pienso especial de adaptación (PST) con medicación preventiva durante los primeros 14 días de entrada a cebo.

Los piensos administrados fueron los piensos estándar de PROINSERGA:

- 21-28 días de vida Iniciador
- 28-40 días de vida Prestarter

- 40-60 días de vida Starter
- 60-74 días de vida PST
- 74-116 días de vida SD
- 116-151 días de vida SD

Todos los piensos se administraron en gránulo, salvo el Iniciador que se administró en harina. Los controles de peso se realizaron cada 14 días.

Matadero

Se escogieron 10 canales clasificadas como S y E de cada raza y de cada partida, 5 de machos y 5 de hembras, habiéndose analizado 20 canales en total.

Todas las medidas y muestras se tomaron sobre la media canal izquierda. Al final de la línea de sacrificio, se tomaron las siguientes medidas:

- Peso de la canal: sin grasa perirrenal y pélvica.
- Clasificación y porcentaje de magro: medido con la sonda *Fat-o-Meater*, entre la 3^a y 4^a costilla, contando a partir de la última.

A los 45 minutos *post mortem* se tomaron las siguientes medidas:

- pH y temperatura: medido con un pHmetro portátil *Crison 507*, equipado con un electrodo combinado de penetración (*Crison 52-32*) y un compensador automático de temperatura. Se toma-

ron medidas en el músculo *Longissimus*, entre la tercera y cuarta últimas costillas, y en el *Semimembranosus*.

- Conductividad: medida con una sonda *Pork Quality Meter (PQM)* en el músculo *Longissimus*, entre las tercera y cuarta últimas costillas, y en el *Semimembranosus*.
- Longitud de la canal: desde el borde anterior de la sínfisis isquio-pubiana hasta la parte anterior de la primera costilla.
- Longitud del jamón: desde el centro de la articulación tibio-tarsiana hasta el borde anterior de la sínfisis isquio-pubiana.
- Perímetro del jamón: por su parte más ancha.
- Anchura de la pierna: con un Pie de Rey o Bastón de Aparicio, por su parte más ancha.

A las 24 horas *post mortem* se realizó el despiece comercial de la canal, momento en el que se tomaron las siguientes medidas y muestras:

- Peso de la canal.
- pH y conductividad: de los músculos *Longissimus* y *Semimembranosus*.
- Peso de jamón y paleta (sin arreglar), chuletero con aguja y tocino dorsal, tocino dorsal, chuletero con aguja, panceta con costillas, 1/2 costilla (sin esternón ni

diafragma), cabeza (con oreja), papada y panceta (arreglada y sin costillas).

Tras el despiece, se tomaron las muestras de cada canal, que fueron guardadas en bolsas individuales e identificadas:

- 6ª costilla: se realizó un corte en el chuletero por el punto medio entre la 5ª y 6ª costilla. Sobre la superficie de la 5ª costilla se dibujó, en papel de acetato, el contorno del músculo *Longissimus*, para el cálculo posterior del área. En el músculo *Longissimus* de la 6ª costilla se miden el pH y la conductividad y se obtiene la 6ª costilla (cortando por el punto medio entre la 6ª y 7ª) para su disección en el laboratorio.
- Músculo *Longissimus*: una vez obtenida la 6ª costilla, a partir de la 7ª se recogen unos 500 g de músculo *Longissimus* para los ensayos a realizar en el laboratorio.
- Grasa: en la parte posterior del muslo, a unos 10 cm del rabo, se toma una muestra de 2 x 2 cm de superficie y de profundidad suficiente para asegurar que se ha recogido todo el espesor de la grasa.

Ensayos realizados en el laboratorio de PROINSERGA tras la recogida de las muestras:

- Pérdidas por goteo: de la muestra de músculo *Longissimus* se toma una loncha de unos 80 g, al nivel de la 7ª costilla. Se coloca sobre una rejilla y se mantiene en un envase hermético a

4°C durante 24 horas, momento en el que se vuelve a pesar. Las pérdidas por goteo se expresan como el porcentaje de pérdida de peso de la muestra respecto al peso inicial de la misma.

Disección de la 6ª costilla. Tras ser descongelada y pesada, con un bisturí, se separaron y pesaron: músculo *Longissimus*, resto de músculos, hueso, grasa subcutánea, grasa intermuscular y restos.



FOTO 2.1. Sala de despiece.

Parámetros medidos

Se determinaron ganancia media diaria (GMD, kg), índice de transformación (IT, kg de pienso consumido / kg de ganancia de peso) por celda, por sexo y en cada periodo entre dos controles de peso, además del periodo completo de cebo.

En el matadero se determinaron rendimiento, clasificación de canales, despiece, pH y conductividad de *Longissimus* y *Semimenbranosus* a los 45' y 24 h, dimensiones de jamón, pérdidas por goteo y disección de la 6ª costilla.

Composición química, perfil de ácidos grasos, textura y color de la carne fueron analizados en la Estación Tecnológica de la Carne de Guijuelo.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados mediante el procedimiento GLM del SAS (1990) para diseños al azar. El peso inicial fue introducido como covariable para la determinación de GMD e IT. En el modelo se incluyeron el sexo, la sala y la camada. Los datos se presentan en tablas por periodos, como medias corregidas por peso inicial.

En el análisis de las dimensiones del jamón, la longitud de la canal fue introducida como covariable; en la disección de la 6ª costilla fue el peso de ésta fresca el introducido como covariable. Para las pérdidas por goteo la covariable fue el peso inicial de la loncha de *Longissimus* cortada.

El peso inicial, fue la covariable en la determinación de las mediciones de las partes de la canal, pH y conductividad; por tanto, todas las medias se dan corregidas por mínimos cuadrados en función de la covariable introducida.

Resultados y discusión

El efecto del verraco finalizador sobre el rendimiento de los animales se presenta en las tablas 2.1. (lechoneras) y 2.2. (cebo), la evolución de peso en los animales se presenta en las tablas 2.3. (lechoneras) y 2.4. (cebo).

TABLA 2.1. Efecto del verraco finalizador y del sexo sobre la ganancia media diaria (GMD, kg) y el índice de transformación (IT, kg de pienso consumido / kg de ganancia de peso) en lechoneras.

Periodo	DALLAND	LW x P	HEMBRAS	MACHOS	EEM
21-28					
GMD ¹	0,210 ^a	0,189 ^b	0,202 ^a	0,197 ^a	0,01
IT	1,29 ^a	1,35 ^a	1,33 ^a	1,31 ^a	0,07
28-40					
GMD ²	0,386 ^a	0,362 ^b	0,394 ^a	0,354 ^b	0,01
IT	1,15 ^a	1,09 ^a	1,12 ^a	1,12 ^a	0,04
40-60					
GMD	0,411 ^a	0,369 ^b	0,371 ^a	0,409 ^b	0,01
IT	1,73 ^a	1,74 ^a	1,80 ^a	1,67 ^a	0,06
21-60					
GMD	0,369 ^a	0,337 ^b	0,350 ^a	0,356 ^a	0,01
IT	1,49 ^a	1,47 ^a	1,50 ^a	1,46 ^a	0,03

EEM: Error estándar de la media. Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

¹ GMD 21-28: $P_{(D-LW \times P)} = 0,0533$

² GMD 28-40: $P_{(D-LW \times P)} = 0,0558$

TABLA 2.2. Efecto del verraco finalizador y del sexo sobre la ganancia media diaria (GMD, kg) y el índice de transformación (IT, kg de pienso consumido / kg de ganancia de peso) en el periodo de cebo.

Periodo	DALLAND	LW x P	HEMBRAS	MACHOS	EEM
60-74					
GMD	0,654 ^a	0,586 ^b	0,638 ^a	0,602 ^a	0,02
IT	1,85 ^a	1,83 ^a	1,84 ^a	1,84 ^a	0,02
74-88					
GMD	0,729 ^a	0,643 ^b	0,683 ^a	0,689 ^a	0,02
IT ³	2,08 ^a	2,10 ^a	2,15 ^a	2,04 ^a	0,05
88-102					
GMD	0,785 ^a	0,769 ^a	0,769 ^a	0,785 ^a	0,01
IT ⁴	2,60 ^a	2,26 ^b	2,50 ^a	2,36 ^b	0,05
102-116					
GMD	0,902 ^a	0,945 ^b	0,885 ^a	0,961 ^b	0,01
IT	2,64 ^a	2,27 ^b	2,53 ^a	2,38 ^b	0,04
116-130					
GMD	1,001 ^a	0,985 ^a	0,962 ^a	1,025 ^b	0,02
IT	2,67 ^a	2,44 ^b	2,56 ^a	2,55 ^a	0,07
130-151					
GMD	1,171 ^a	1,129 ^b	1,057 ^a	1,243 ^b	0,01
IT	2,65 ^a	2,42 ^b	2,66 ^a	2,41 ^b	0,03
60-151					
GMD	0,896 ^a	0,865 ^b	0,849 ^a	0,912 ^b	0,01
IT	2,47 ^a	2,26 ^b	2,43 ^a	2,31 ^b	0,02

EEM: Error estándar de la media. Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas (P<0,05).

³ IT 74-88: $p_{(H+M)} = 0,0959$

⁴ IT 88-102: $p_{(H+M)} = 0,0596$

TABLA 2.3. Efecto del verraco finalizador sobre la evolución del peso (kg) en lechonerías.

Días de vida	DALLAND	LW x P	HEMBRAS	MACHOS	EEM
P1 (21)	5,5	5,6	5,5	5,6	0,13
P2 (28) ⁵	7,0 ^a	6,9 ^b	7,0 ^a	6,9 ^a	0,05
P3 (40)	11,7 ^a	11,2 ^b	11,7 ^a	11,2 ^b	0,13
P4 (60)	19,9 ^a	18,6 ^b	19,1 ^a	19,4 ^a	0,26

EEM: Error estándar de la media. Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas (P<0,05).

⁵ P(D-LW x P) = 0,0542

TABLA 2.4. Efecto del verraco finalizador y del sexo sobre la evolución del peso (kg) en el periodo de cebo.

Días de vida	DALLAND	LW x P	HEMBRAS	MACHOS	EEM
P5 (74)	29,1 ^a	26,9 ^b	28,1 ^a	27,9 ^a	0,42
P6 (88)	39,3 ^a	35,9 ^b	37,7 ^a	37,5 ^a	0,55
P7 (102)	50,3 ^a	46,7 ^b	48,4 ^a	48,5 ^a	0,64
P8 (116)	62,9 ^a	59,9 ^b	60,8 ^a	62,0 ^a	0,69
P9 (130) ⁶	76,9 ^a	73,7 ^b	74,3 ^a	76,3 ^b	0,74
P10 (151)	101,5 ^a	97,4 ^b	96,5 ^a	102,4 ^b	0,84

EEM: Error estándar de la media. Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

⁶ P9: $P(H-M) = 0,0593$

Transición

En este periodo los animales mostraron buen crecimiento existiendo diferencias significativas entre los Dalland y los LW x P desde el primer momento creciendo mejor los Dalland con el Iniciador, con el L-1 y con el L-2 (11,7 y 11,0% más respectivamente) con $P < 0,05$.

El índice de conversión es el habitual para piensos de iniciación en harina en ese periodo y no hubo diferencias entre las dos genéticas.

El índice de conversión del pre-starter (L-1) mejora respecto del iniciador probablemente debido a la presentación en gránulo, sin existir diferencias en este caso.

No hubo diferencia en la conversión con el pienso Starter entre ambas líneas.

Cebo

En los primeros 14 días tras la entrada, los Dalland mantuvieron un mejor crecimiento que los LW x P con diferencia significativa (13%, $P < 0,05$); no hubo diferen-

cia en el índice de conversión siendo bueno en ambos casos. En este periodo, habitualmente el de mayor riesgo para la aparición de colitis inespecíficas, los animales no mostraron ningún signo de este síndrome.

Entre los 74 y los 88 días de vida, esta diferencia en el crecimiento se incrementó ligeramente (15%, $P < 0,05$). El índice de conversión fue numéricamente muy parecido para ambas genéticas, bueno en ambos casos y sin mostrar diferencias significativas (2,08 vs 2,10).

A partir de los 102 días de vida, el crecimiento de los animales LW x P superó al de los Dalland mostrando diferencias significativas en el periodo entre 102 y 116 días de vida (902 vs 945 g / día). A partir de aquí vuelven a igualarse para volver a ser superados por los Dalland en el último periodo controlado, 130 -151 días (1,171 vs 1,129 g / día, $P < 0,05$). Debe señalarse el excelente crecimiento de ambas líneas.

Respecto al índice de conversión, a partir de los 102 días de vida, en los Dalland se

incrementa de manera constante y significativa a favor del LW x P (2,60 vs 2,40). En el último periodo de cebo, 130-151 días, el índice de transformación no se incrementó en relación a los resultados obtenidos en la primera fase del cebo, probablemente debido a que en esta última fase se suministró SD AE nueva fórmula de PROINSERGA con un incre-

mento del 6% de energía respecto de la fórmula anterior.

Todo ello resulta en una diferencia global en el periodo de cebo en crecimiento del 3,5% a favor del Dalland (0,896 vs 0,865, $P < 0,05$) y en un mejor índice de conversión del LW x P de un 9,5% (2,47 vs 2,26, $P < 0,05$).



FOTO 2.2. Sala de cebo.

Los pesos de ambas líneas, tablas 2.3. y 2.4., siguen la misma tendencia pudiendo afirmarse que los Dalland empiezan a pesar más en el primer control a los 28 días de vida (11,7 vs 11,2, $P < 0,05$) e incrementan esta diferencia de peso hasta el sacrificio a los 151 días (101,5 vs 97,4, $P < 0,05$).

Matadero

Los resultados de clasificación de canales se muestran en el anexo junto con los de rendimiento.

En la tabla 2.5. se muestran los datos del efecto del verraco finalizador sobre las

pérdidas por goteo y en la tabla 2.6. sobre las dimensiones del jamón. En la tabla 2.7., se muestran los resultados de disección de la 6ª costilla.

Por último, las tablas 2.9. y 2.10. muestran los resultados del despiece y calidad de carne.

TABLA 2.5. Efecto del verraco finalizador y del sexo sobre las pérdidas por goteo, expresadas como porcentaje de pérdida de peso a las 24h.

	DALLAND	LW x P	HEMBRAS	MACHOS	EEM
Pérdida por goteo	3,07 ^a	4,38 ^b	4,60 ^a	3,96 ^b	0,17

EEM: Error estándar de la media. Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas (P<0,05).

TABLA 2.6. Efecto del verraco finalizador y del sexo sobre las dimensiones del jamón expresadas en cm.

	DALLAND	LW x P	HEMBRAS	MACHOS	EEM
Longitud jamón	35,8 ^a	36,0 ^a	35,7 ^a	35,8 ^a	0,21
Perímetro jamón	70,7 ^a	70,9 ^a	70,5 ^a	70,4 ^a	0,31
Anchura jamón ¹	26,7 ^a	26,0 ^b	26,2 ^a	26,5 ^a	0,16

EEM: Error estándar de la media. Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas (P<0,05).
¹ Anchura jamón: p_(H-M) = 0,125

TABLA 2.7. Disección de la 6ª costilla expresada en peso (gr).

	DALLAND	LW x P	HEMBRAS	MACHOS	EEM
Pérdida por descong. (%)	4,2 ^a	4,7 ^a	4,7 ^a	4,9 ^a	0,61
Peso Longissimus ²	46,7 ^a	52,8 ^b	47,84 ^a	51,15 ^a	1,44
Peso resto músculos	82,5 ^a	81,2 ^a	80,02 ^a	81,22 ^a	1,62
Peso hueso	63,1 ^a	63,5 ^a	65,53 ^a	64,43 ^a	1,80
Peso grasa intermuscular	22,4 ^a	15,5 ^b	19,09 ^a	16,95 ^a	1,31

EEM: Error estándar de la media. Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas (P<0,05).
² Peso Longissimus: p_(H-M) = 0,115

TABLA 2.8. Disección de la 6ª costilla expresada en %.

	DALLAND	LW x P	HEMBRAS	MACHOS	EEM
Peso Longissimus ³	20,44 ^a	23,11 ^b	20,94 ^a	22,39 ^a	1,44
Peso grasa intermuscular	9,80 ^a	6,80 ^b	8,36 ^a	7,42 ^a	1,31

EEM: Error estándar de la media. Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas (P<0,05).
³ Peso Longissimus: p_(H-M) = 0,115

TABLA 2.9. Efecto del verraco finalizador y del sexo sobre los resultados de despiece de la canal expresados en peso (kg).

	DALLAND	LW x P	HEMBRAS	MACHOS	EEM
Peso canal	77,3	76,5	76,6	77,1	
Peso jamón	23,0 ^a	23,6 ^b	23,4 ^a	23,4 ^a	0,14
Peso chuletero + aguja + tocino dorsal	19,9 ^a	19,7 ^a	19,8 ^a	19,6 ^a	0,12
Peso tocino dorsal	4,2 ^a	3,7 ^b	4,0 ^a	3,7 ^a	0,12
Peso chuletero + aguja	15,4 ^a	15,9 ^b	15,6 ^a	15,7 ^a	0,13
Peso paleta	13,0 ^a	12,9 ^a	12,8 ^a	13,1 ^b	0,09
Peso panceta + costillas	11,3 ^a	11,1 ^a	11,4 ^a	10,9 ^b	0,11
Peso costillas	2,1 ^a	2,3 ^b	2,2 ^a	2,2 ^a	0,04
Peso panceta	7,7 ^a	7,3 ^b	7,7 ^a	7,3 ^b	0,09
Peso cabeza	4,2 ^a	4,1 ^a	4,0 ^a	4,2 ^b	0,05
Peso papada ⁴	2,0 ^a	1,9 ^a	1,9 ^a	1,9 ^a	0,03

EEM: Error estándar de la media. Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas (P<0,05).

⁴ Peso papada: $P_{(D-LW \times P)} = 0,094$

TABLA 2.10. Efecto del verraco finalizador y del sexo sobre los resultados de pH y conductividad.

	DALLAND	LW x P	HEMBRAS	MACHOS	EEM
Pérdida por oreo (%)	3,80 ^a	3,50 ^b	3,90 ^a	4,00 ^b	0,07
pH 45 L	5,65 ^a	5,43 ^b	5,47 ^a	5,52 ^a	0,04
pH 45 SM	5,92 ^a	5,63 ^b	5,72 ^a	5,80 ^a	0,06
CE 45 L	6,90 ^a	12,30 ^b	9,90 ^a	10,90 ^a	0,85
CE 45 SM	8,30 ^a	11,80 ^b	9,90 ^a	9,50 ^a	0,97
pH 24 L	5,45 ^a	5,44 ^a	5,45 ^a	5,46 ^a	0,01
pH 24 SM	5,63 ^a	5,55 ^b	5,51 ^a	5,61 ^b	0,03
CE 24 L	11,50 ^a	12,70 ^b	11,50 ^a	12,30 ^b	0,25
CE 24 SM ⁵	11,00 ^a	13,60 ^b	12,70 ^a	11,60 ^a	0,49

EEM: Error estándar de la media. Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas (P<0,05).

⁵ CE 24 SM : $P_{(H-M)} = 0,111$

Las pérdidas por goteo a las 24 h., tabla 2.5., fueron diferentes entre las líneas correspondiendo el menor porcentaje al Dalland (P<0,05).

La longitud y el perímetro del jamón, tabla 2.6, no ofrecieron diferencias significativas entre las dos líneas resultando

los jamones del Dalland más anchos que los de LW x P (P<0,05).

La disección de la 6ª costilla, tabla 2.7., mostró diferencias entre las líneas. Hubo diferencias en el peso del *Longissimus*, resultando los LW x P con mayor peso (P<0,05) y en el porcentaje de grasa

intermuscular, significativamente mayor en los Dalland que en los LW x P ($P < 0,05$).

No se encontró diferencia en las pérdidas por descongelación.

El despiece, datos recogidos en la tabla 2.9., también muestra diferencias significativas entre las distintas líneas, ya que encontramos que los LW x P dan mayor peso de jamón que los Dalland ($P < 0,05$) con una diferencia numérica de 600 gr. No se observaron diferencias entre las paletas de las dos líneas.

El peso de chuletero + aguja mostró diferencias significativas entre el Dalland y el LW x P ($P < 0,05$). También hubo diferencias en las piezas más grasas siendo significativas para el tocino dorsal y la panceta, presentando más el Dalland que el LW x P ($P < 0,05$).

La papada tendió a ser más pesada en el Dalland que en LW x P ($P = 0,094$).

El LW x P dio más peso de costillas que el Dalland. No hubo diferencias entre las líneas para el peso la panceta + costillas y el conjunto chuletero + aguja + tocino dorsal, probablemente, en este último caso porque la ventaja en partes magras para LW x P era compensada por la ventaja en la parte grasa del Dalland.

Según se muestra en la tabla 2.10., las mediciones de pH a los 45' *post mortem* muestran valores significativamente más altos en *Longissimus* para las canales de Dalland ($P < 0,05$), que para las de LW x P. En el *Semimembranosus* se sigue la

misma tendencia. La conductividad muestra resultados muy semejantes siendo significativamente mayor la medida en los animales LW x P que en los Dalland ($P < 0,05$). La conductividad en ambos músculos y a los 45' y a las 24 h es diferente entre Dalland y LW x P ($P < 0,05$).

También hay que tener en cuenta el menor porcentaje de animales sospechosos de PSE (pH45' en el *Semimembranosus* $\leq 5,6$) en el Dalland (20%) que en el LW x P (50%).

Los valores de pH resultan, en general, más bajos que los obtenidos en otros estudios similares. En este hecho deben considerarse varios factores:

- Las canales escogidas fueron de las clasificadas como primeras y extras.
- Los tiempos de espera en el matadero oscilaron entre 60 y 90 minutos.
- La distancia desde la granja hasta el matadero fue inferior a 100 Km.
- El aturdimiento de los animales se produce en restrainer.
- El voltaje de aturdimiento es de 380 v (350 v reales),

siendo todos ellos factores capaces de influir disminuyendo los valores de pH a los 45' (*García Cachán, M.D., 1992*).

En cuanto a la influencia del sexo sobre los distintos parámetros, se han encon-

trado diferencias significativas en las pérdidas por oreo, superiores en los machos y en las pérdidas por goteo, superiores en las hembras.

Las dimensiones del jamón no son diferentes, aunque si existe tendencia en la anchura a ser mayor ($P = 0,125$) en los machos que en las hembras. Lo mismo ocurre con la disección de la 6ª costilla, donde sólo aparece tendencia en el peso del músculo *Longissimus* ($P = 0,115$) a ser superior en los machos.

El despiece sí ofrece diferencias significativas entre sexos; los machos presentan pesos superiores en paletas y cabeza y las hembras en panceta + costilla. Esto

último se debe al mayor peso de la panceta en las hembras, ya que el peso de las costillas no es diferente ni numéricamente.

No se han encontrado diferencias entre sexos en los valores de pH y conductividad tomados a los 45 minutos post mortem. En las medidas realizadas a las 24 horas del sacrificio, existen diferencias en el pH del músculo *Semimembranosus*, que es mayor en los machos. La conductividad muestra comportamientos distintos en los dos músculos estudiados; los valores obtenidos en los machos son mayores en el músculo *Longissimus* y presentan tendencia ($P=0,111$) a ser inferiores en el *Semimembranosus*.

Anexo 1: Análisis realizados en la estación tecnológica de la carne de Guijuelo (Salamanca)

Material y métodos

Se analizaron las muestras de músculo *Longissimus* y de tocino recogidas en el matadero de Alresa (Segovia). Desde la recogida al análisis, se mantuvieron congeladas a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Los análisis realizados y las técnicas utilizadas se detallan a continuación.

Muestras de tocino

Las muestras se tomaron de la cara interna del jamón, ya que se acepta como una zona que representa el perfil de ácidos grasos del cerdo.

Una vez descongelada, de cada muestra se eliminó el cuero y el magro y se sometió a una extracción suave, en medio éter

dietílico, por masticación. El éter se eliminó por destilación en *Rotavapor* y se metiló la grasa con potasa en medio metanólico. Los ésteres metílicos de los ácidos grasos se determinaron por cromatografía gaseosa con detector de ionización de llama. Se utilizó un cromatógrafo de gases *Autosistem LW x P (Perkin Elmer)*, con una columna capilar *Teknokroma* con fase TR-WAX, 30 m de longitud y 0,25 mm de diámetro interno y Helio como gas portador.

Se asume que el 100% de la grasa (Manual de la Estación Tecnológica de la Carne) del cerdo está compuesto por los ácidos grasos:

- Láurico (C_{12:0})
- Gadoleico (C_{20:1})
- Mirístico (C_{14:0})
- Palmítico (C_{16:0})
- Palmitoleico (C_{16:1})
- Margárico (C_{17:0})
- Margaroleico (C_{17:1})
- Esteárico (C_{18:0})
- Oleico (C_{18:1})
- Linoleico (C_{18:2})
- Linolénico (C_{18:3})
- Araquídico (C_{20:0})

Una vez obtenido el cromatograma de cada muestra, se realizó una integración

de todos los picos y se obtuvo el porcentaje de cada ácido (éster) en función del área bajo el pico, de cada uno de ellos, con relación al área total de los doce ésteres anteriormente citados. Los picos se identificaron por los tiempos de retención en comparación con un patrón de referencia.

Se han considerado únicamente los porcentajes de los ácidos palmítico, esteárico, oleico y linoleico, ya que entre los cuatro representan más del 90% de todos los ácidos grasos.

Muestras de músculo *Longissimus*

- **pH** : tras descongelar las muestras se midió el pH del músculo *Longissimus* con un pH-metro *Crison 2001*, equipado con un electrodo de penetración *Crison 52-32*.
- **Pérdida por cocinado**: una porción, previamente pesada, de cada muestra se introdujo, dentro de una bolsa, en un baño de agua a 80 °C. Se mantuvo en el baño hasta que la temperatura en el interior de la muestra alcanzó los 70 °C, temperatura a la cual se considera que la carne está cocinada. Por diferencia de pesada se determinaron las pérdidas por cocinado, expresadas como porcentaje de peso perdido respecto del peso inicial de la muestra.
- **Textura**:
Fresco: se cortaron, de cada muestra, dos paralelogramos de 1 cm² de sección (1x1 cm), buscando la dirección longitudinal de las fibras. Con un texturómetro

TA-XT2 *Texture Analyser* y una sonda cilíndrica de diámetro superior a la anchura de la muestra, se hicieron ensayos de compresión al 20 y al 80%. (Se determinó, en gramos, la fuerza necesaria para comprimir cada muestra un 20 y un 80% de su altura en cada caso).

Cocido: de la porción de *Longissimus* cocinada se cortaron dos porciones de las mismas dimensiones que para el ensayo en fresco. Se determinó, con el mismo texturómetro, la compresión Warner-Bratzler (fuerza necesaria para cortar la muestra con una sonda Warner-Bratzler).

– **Color:** Se midieron los parámetros L, (luminosidad), a, (rojo - verde), y b (amarillo - azul), con un colorímetro *Minolta CM-2002*. Se realizaron dos lecturas en

dos puntos distintos de cada muestra. El resultado es la media de ambas.

– **Composición química:** En la muestra triturada se determinó el porcentaje de humedad, grasa y proteína intramuscular con un espectroscopio de infrarrojo cercano (l= 800-1100 nm) *Meat Analyser Infratec 1265 (Tecator)*, que efectúa quince medidas en quince puntos distintos de la muestra, dando como resultado la media de todas ellas.

Resultados y discusión

Muestras de tocino

En la tabla I se muestran los resultados de los perfiles de ácidos grasos.

TABLA I. Efecto del verraco finalizador y del sexo sobre la composición de la grasa (%).

	DALLAND	LW x P	HEMBRAS	MACHOS	EEM
Ac. palmítico	22,5 ^a	21,7 ^b	22,3 ^a	21,6 ^b	0,23
Ac. esteárico	10,6 ^a	10,1 ^a	10,3 ^a	10,6 ^a	0,18
Ac. oleico	48,1 ^a	47,3 ^a	47,3 ^a	46,5 ^a	0,41
Ac. linoleico	12,3 ^a	14,6 ^b	13,6 ^a	14,9 ^b	0,37

EEM: Error estándar de la media. Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas (P<0,05).

Los valores obtenidos coinciden con los encontrados por *López Bote et al.* excepto en los animales Dalland, en los que el porcentaje de oleico es superior y el del linoleico inferior al rango establecido considerando la media y tres veces la desviación estándar (rango considerado como de normalidad).

Entre las líneas genéticas existen diferencias significativas, (P<0,05). Los Dalland tienen mayor porcentaje de palmítico y menor de linoleico que los LW x P.

Por sexos, las hembras presentan un mayor porcentaje de palmítico que los machos, lo que se compensa con el menor porcentaje de

linoleico. No existe diferencia en los ácidos esteárico y oleico.

Muestras de músculo *Longissimus*

En las tablas II, III, IV y V se recogen los resultados de los análisis efectuados.

Los valores se dan corregidos por mínimos cuadrados en función de la covariable introducida, que en el caso de las pérdidas por cocinado fue el peso inicial de la muestra y en el resto de parámetros el peso inicial de la canal.

TABLA II. Efecto del verraco finalizador y del sexo sobre el pH tras la descongelación y las pérdidas por cocinado.

	DALLAND	LW x P	HEMBRAS	MACHOS	EEM
PH	5,57 ^a	5,53 ^a	5,53 ^a	5,54 ^a	0,02
Pérdida por cocinado (%)	13,20 ^a	15,40 ^a	15,00 ^a	17,60 ^a	1,26

EEM: Error estándar de la media. Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas (P<0,05).

En la tabla II se presentan los resultados de pH y las pérdidas por cocinado. En ninguno de los dos parámetros aparecen

diferencias significativas, entre líneas genéticas o sexo.

TABLA III. Efecto del verraco finalizador y del sexo sobre las dimensiones del jamón expresadas en cm.

	DALLAND	LW x P	HEMBRAS	MACHOS	EEM
L ¹	56,3 ^a	58,0 ^a	57,7 ^a	57,0 ^a	0,69
a	1,8 ^a	2,1 ^a	2,1 ^a	2,3 ^a	0,26
B	10,4 ^a	10,8 ^a	10,9 ^a	10,9 ^a	0,26

EEM: Error estándar de la media. Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas (P<0,05).

¹ L: $p_{(D-LW \times P)} = 0,121$

En cuanto al color, para las dos líneas puede considerarse dentro del rango normal de carne de porcino. No existe diferencia entre las líneas genéticas en

los parámetros a y b y sí aparece tendencia, (P = 0,121), en la luminosidad (L), No existen diferencias en ninguno de los parámetros en función del sexo.

TABLA IV. Efecto del verraco finalizador y del sexo sobre la textura (g).

	DALLAND	LW x P	HEMBRAS	MACHOS	EEM
Compresión 20%	145,53 ^a	143,55 ^a	142,67 ^a	146,56 ^a	11,86
Compresión 80%	13.808,73 ^a	16.814,35 ^b	16.647,67 ^a	1.4370,62 ^b	600,05
Compresión Warner-Bratzler ²	5.616,68 ^a	6.933,49 ^b	7.196,80 ^a	6.377,10 ^a	357,04

EEM: Error estándar de la media. Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas (P<0,05).

² Compresión Warner - Bratzler: $p_{(H-M)} = 0,136$

TABLA V. Efecto del verraco finalizador y del sexo sobre la composición química (%).

	DALLAND	LW x P	HEMBRAS	MACHOS	EEM
Sustancia fresca:					
Humedad (%)	74,2 ^a	74,6 ^b	74,3 ^a	74,6 ^b	0,10
Grasa (%)	2,1 ^a	1,3 ^b	1,5 ^a	1,4 ^a	0,11
Proteína (%)	24,2 ^a	24,6 ^b	24,8 ^a	24,5 ^b	0,08
Sustancia seca:					
Grasa (%)	8,1 ^a	5,0 ^b	5,9 ^a	5,2 ^a	0,38
Proteína (%)	93,8 ^a	97,2 ^b	96,3 ^a	96,7 ^a	0,40

EEM: Error estándar de la media. Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

Las tablas IV y V representan los datos obtenidos en los análisis de textura y composición química.

En los de textura, no se han encontrado diferencias significativas en la compresión al 20% ni por raza ni por sexo. Los LW x P presentaron mayor resistencia a la compresión al 80% que los Dalland.

En el ensayo de compresión Warner - Bratzler, los Dalland presentaron menos resistencia al corte.

Por sexos, las hembras presentaron mayor resistencia en la compresión al 80% y mostraron tendencia a ser más resistentes al corte ($P = 0,136$) en la compresión Warner - Bratzler.

En cuanto a la composición química, en la tabla V aparece expresada como sustancia fresca y como sustancia seca.

En el primer caso, existen diferencias significativas en los tres parámetros: el porcentaje de humedad y de proteína es mayor en los LW x P y el de grasa es significativamente mayor en los Dalland.

No hay diferencia por sexo en el porcentaje de grasa, mientras que sí la hay en la

humedad, que es menor en las hembras, que se compensa con un mayor porcentaje de proteína.

Al expresar la composición como sustancia seca, los Dalland presentan mayor proporción de grasa y menor de proteína que los LW x P.

No se han encontrado diferencias significativas por sexos en la composición como sustancia seca.

Conclusiones

1. Caracteres productivos

- Hay una relación clara entre el rendimiento de los animales y la patología, manejo e instalaciones. En muy buenas condiciones, el rendimiento de los animales valorados en Hontalbilla, LW x P y Dalland, es excelente, obteniéndose el peso de matadero con 151 días de vida y sin apenas incidencias (ausencia de diarreas, procesos respiratorios, 2% de bajas / apartados).
- Las curvas de crecimiento e índice de conversión no sufren alteraciones debidas a factores externos mostrando unos rendimientos que pueden calificarse de

normales en los primeros controles tras el traslado de los animales, pero que se incrementan notablemente en el periodo de cebo.

- El índice de conversión en el Dalland es significativamente peor en el periodo de cebo que en los LW x P.
- La ganancia media diaria en el periodo de cebo es mejor en el Dalland, así como el peso obtenido a los 151 días de vida.

2. Calidad de canal

- El mejor rendimiento en el matadero lo ofrecieron los animales LW x P.
- Los LW x P ofrecieron mejor clasificación de canales (100% S + E), que los Dalland (68% S + E).
- No hubo diferencias en longitud, perímetro y sí en anchura, donde los Dalland dieron jamones más anchos que los LW x P.
- Los LW x P dieron más peso de jamón que los Dalland.
- LW x P dio más chuletero + aguja que Dalland.
- No hubo diferencias en el peso de las paletas entre las dos líneas.
- Dalland dio más peso de tocino dorsal que LW x P.
- Dalland dio más peso de panceta que LW x P.
- Dalland dió mayores pH 45' en los músculos *Longissimus* y *Semimembranosus* que LW x P. Los pH de todos los animales tendieron a ser más bajos de lo esperado.

- La conductividad, tanto en el *Longissimus* como en el *Semimembranosus*, fue menor en el Dalland que en LW x P.

- No hubo diferencias en pH 24 L; sí en pH 24 SM, siendo en Dalland mayor que en LW x P.

- Las pérdidas por goteo fueron menores en el Dalland que en el LW x P.

3. Calidad de carne

- El perfil de ácidos grasos varía de unas líneas genéticas a otras, presentando los Dalland mayor porcentaje de palmítico y menor de linoleico que LW x P.

- Las pérdidas por cocinado no son diferentes entre las dos líneas.

- No hay diferencias en el pH tras la descongelación entre las 2 líneas.

- En cuanto al color, existe una tendencia a ser más luminosos (claros) los LW x P que los Dalland.

- La resistencia a la compresión es mayor en los LW x P que en los Dalland, lo que se puede traducir en una mayor dureza de la carne de los primeros.

- La resistencia al corte es menor en los Dalland que en los LW x P lo que también se relaciona con una mayor ternura tras el cocinado.

- La humedad es mayor en los LW x P que en los Dalland.

- El porcentaje de grasa intramuscular es superior en los Dalland que en LW x P.

- El porcentaje de proteína es mayor en los LW x P que en los Dalland.



3. Utilización del Altramuz (*Lupinus Angustifolius*) en dietas de cerdos de cebo



M. Tucek¹, E. Gómez², N. Laso², G.G. Mateos³, M.A. Latorre³.

¹ THE GRAIN POOL OF W.A. (Australia).

² Centro de Pruebas de Porcino de Castilla y León (ITACyL).

³ ETSIA Madrid.

H-4-00 / 24 de julio 2000.

3. Utilización del Altramuz (*Lupinus Angustifolius*) en dietas de cerdos de cebo

Resumen

Se utilizaron un total de 160 cerdos cruzados Landrace*Large White x Pietrain (50% machos y 50% hembras), de 70 días de edad y 20 ± 1 Kg de peso de media, para estudiar la variación productiva al incluir diferentes porcentajes de altramuz, en dietas de cerdos de cebo. Todos los animales fueron seleccionados en una granja comercial perteneciente a COPESE, S.A., situada en Coca (Segovia). Los animales fueron crotalados individualmente, pesados y agrupados de acuerdo a su sexo y peso vivo. Hubo cinco dietas experimentales: una dieta control basada en cebada, trigo y harina de soja y cuatro dietas en las que se utilizó, 15, 20, 25 o 30% de semilla de altramuz, como sustituto de la parte proporcional de cereales y harina de soja. Cada tratamiento se replicó 8 veces y la unidad experimental estuvo formada por 4 cerdos del mismo sexo alojados conjuntamente. Todas las dietas fueron formuladas para ser isonutritivas.

A los 55 días del ensayo (fase de crecimiento), los cerdos alimentados con 30% de altramuz mostraron numéricamente los mejores crecimientos y consumos, pero las diferencias entre los tratamientos no fueron significativas ($P>0,05$). Datos similares se obtuvieron en la fase

de acabado (de 55 a 110 días del ensayo), pero en este caso, el mayor incremento de productividad se obtuvo en los cerdos alimentados con un 25% de altramuz ($P>0,05$). Al final del ensayo (a los 110 días) no se encontraron diferencias entre tratamientos para ninguno de los parámetros estudiados ($P>0,05$).

El porcentaje de altramuz en la dieta no modificó ninguno de los parámetros de calidad de la canal estudiados, salvo el pH a los 45 min. post-mortem que disminuyó a medida que aumentaba el nivel de altramuz en la dieta (6,39, 6,12, 6,07, 6,11 y 6,22 para la dieta control y las dietas con 15, 20, 25 y 30% de altramuz, respectivamente; $P=0,01$).

Bajo nuestras condiciones experimentales, podemos concluir que la semilla de altramuz puede ser utilizada en dietas para cerdos de cebo formuladas en base a la energía neta hasta niveles del 30%, sin afectar de forma negativa a la producción o calidad de la canal.

Introducción

Los altramuces son una fuente de proteína disponible para los cerdos y han sido utilizados ampliamente en dietas para todo tipo de animales domésticos. En la

producción actual, los niveles de factores antinutritivos que contienen los altramuces son relativamente bajos, especialmente en las variedades genéticamente mejoradas de origen australiano (*lupinus angustifolius*), aunque no se suelen utilizar este tipo de especies para alimentación animal. Por otro lado, el nivel de polisacáridos no amiláceos en el altramuz, comparado con otras fuentes de proteína como la harina de soja, el guisante y la colza, es relativamente alto (Bach Knudsen, 1997). Un aspecto incierto en el uso del altramuz en la producción porcina, es asociarle un valor energético apropiado. La energía absorbida en el intestino grueso es utilizada menos eficientemente que la absorbida en el intestino delgado, por lo tanto, es aconsejable que la energía disponible de los altramuces para el cerdo, sea menor en relación con la energía digestible (ED) y energía metabolizable (EM). Una medida más útil es la energía neta (EN), debido a su proporcionalidad con los objetivos de producción (King et al., 2000). Así pues, es aconsejable que, cuando se formula en base a EN, el nivel de altramuz que puede ser incorporado en dietas de cerdos de cebo sea mayor que el actualmente recomendado por la industria.

Objetivo

Estudiar el efecto de la inclusión de altos niveles de altramuz (15, 20, 25 ó 30%) en el rendimiento y calidad de la canal en cerdos de cebo.

Material y métodos

Animales experimentales

Se utilizaron un total de 160 cerdos cruzados Pietrain x Landrace*Large White (50% machos y 50% hembras), de 70 días de edad, y 20 ± 1 Kg de peso de media. Todos los animales fueron seleccionados en una granja comercial perteneciente a COPESE, S.A., situada en Coca (Segovia). Los cerdos fueron crotalados y pesados individualmente y agrupados de acuerdo con su sexo y peso vivo. El peso inicial y el número de réplicas con animales del mismo sexo, fue el mismo para los cinco tratamientos.

Instalaciones experimentales

El ensayo fue llevado a cabo en el Centro de Pruebas de Porcino del ITACyL (Hontalbilla, Segovia). Las instalaciones experimentales tienen 8 salas con 5 departamentos de 5,6 m² cada uno (1,4 m² cerdo) provistos de un comedero y un bebedero individual. Las condiciones ambientales (temperatura y ventilación) durante el ensayo fueron controladas automáticamente de acuerdo con la edad de los animales.

Dietas experimentales

Las dietas experimentales fueron formuladas por el Departamento de Producción Animal de la Universidad Politécnica de Madrid, en base a la EN y, para ser isonutritivas de acuerdo con las tablas FEDNA (1999) de composición de materias primas.

Los piensos fueron fabricados en COPESE, S.A. (Coca, Segovia), presentados en gránulos de 4 mm. y suministrados *ad libitum*. La materia seca, cenizas, extracto etéreo, fibra bruta y proteína bruta fueron analizadas en LABOCOR (Colmenar Viejo, España), siguiendo los métodos de la AOAC (1995).

Las semillas de altramuz, probadas como un ingrediente de elección en die-

tas para cerdos de cebo, fueron proporcionadas por Interpec S.A. (Madrid) y se transportaron desde Australia. Los valores nutricionales de altramuz y harina de soja usados para formular las dietas, se muestran en la Tabla 3.1. El valor de FEDNA (1999) para el altramuz, aceptado por los fabricantes de piensos españoles se presenta para ser comparado con el valor proporcionado por Grain Pool W.A.

TABLA 3.1. Valores nutricionales utilizados para formular las dietas.

Materia Prima	Harina de soja 44% (Fedna)	Semilla de altramuz (GP of WA)	Semilla de altramuz (FEDNA)
Energía metabolizable, Kcal/kg	3.070	3.227	3.000
Energía Neta, Kcal/kg	1.950	1.984	2.125
Proteína Bruta,%	44,00	32,0	30,7
Fibra Neutro Detergente,%	12,50	22,7	23,1
Fibra Acido Detergente,%	7,00	19,7	17,0
Extracto Etéreo,%	1,70	5,0	5,4
Lisina,%	2,51	1,50	1,46
Metionina,%	0,60	0,23	0,22
Treonina,%	1,75	1,07	0,99
Triptófano,%	0,59	0,34	0,25
Calcio,%	0,29	0,22	0,23
Fósforo,%	0,19	0,30	0,32
Sodio,%	0,02	0,02	0,05

Diseño experimental

El experimento fue llevado a cabo como un diseño en bloques al azar, con cinco tratamientos en base a cinco niveles de altramuz (0, 15, 20, 25 y 30%). Cada tratamiento se replicó 8 veces y la unidad experimental constó de 4 cerdos del mismo sexo alojados conjuntamente. La composición de las dietas y su valor

nutricional, se muestran en las Tablas 3.2. y 3.3.

Número total de cerdos:	160
Número de tratamientos:	5
Número de réplicas:	40
Réplicas por tratamiento:	8
Cerdos por réplica:	4
Cerdos por tratamiento:	32

TABLA 3.2. Ingredientes de dietas experimentales.

Ingredientes %	A	B	C	D	E
Cebada	40,00	40,00	40,00	40,00	34,40
Trigo	33,30	28,20	27,50	26,000	28,80
Manteca	1,50	1,50	1,50	1,500	1,50
Harina de Soja, 44% PB	20,80	10,70	7,40	4,10	2,00
Semilla de altramuz	-	15,00	20,00	25,00	30,00
Carbonato cálcico	1,26	1,26	1,26	1,26	1,27
Fosfato bicálcico	0,90	0,88	0,88	0,87	0,85
Cloruro Sódico	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
DL-Metionina	0,04	0,04	0,06	0,07	0,07
L-Lisina	0,11	0,20	0,24	0,27	0,27
L-Treonina	0,06	0,09	0,10	0,11	0,11
Sepiolita	1,35	0,60	0,36	0,10	-
¹ Corrector	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30

¹ Composición de vitaminas y minerales para 1 Kg de dieta completa: Vitamina A: 6,000 U1; Vitamina D₃: 12,000 mil U1, Tiamina: 0,2 ppm; Riboflavina: 2,5 ppm; Piridoxina: 0,2 ppm, Cobalamina: 0,015ppb; Vitamina E: 11 IU; Vitamina K₃: 0,5 ppm; Ac. Pantoténico: 8 ppm; Niacina: 15 ppm; Fe: 80 ppm, Cu: 166 ppm, Mg: 150 ppm, Co: 0,1 ppm, Se: 0,2 ppm; Zn: 110 ppm; Ca: 576 ppm; y Ethoxiquina: 0,67 ppm.

TABLA 3.3. Análisis calculado de las dietas experimentales.

Ingredientes %	A	B	C	D	E
Energía Metabolizable, Kcal/ Kg	3.079	3.119	3.132	3.146	3.164
Energía Neta, Kcal/ Kg	2.240	2.240	2.240	2.240	2.240
Proteína Bruta %	17,70	17,70	17,70	17,70	18,1
Fibra Neutro Detergente %	13,60	14,70	15,10	15,50	15,6
Extracto etéreo %	3,30	3,80	4,00	4,20	4,3
Lisina disponible %	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
Metionina disponible %	0,26	0,23	0,23	0,23	0,23
Treonina disponible %	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
Triptófano %	0,21	0,20	0,19	0,19	0,19
Calcio %	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Fósforo disponible %	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Sodio %	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18

Tabla de acuerdo con los valores FEDNA (1999) para materias primas, excepto para altramuz.

Controles

Rendimiento:

Consumo de alimento, ganancia media diaria e índice de conversión se controlaron cada 14 días y, diariamente, el estado sanitario.

Calidad de la Canal:

Los animales fueron pesados individualmente al final de la prueba. Una vez

sacrificados, las canales se valoraron según los siguientes parámetros de calidad:

- Rendimiento de la canal (%), calculado incluyendo la cabeza.
- Grasa dorsal (mm), medida con una cinta flexible.
- PH a 1 y 24 horas postmortem (*músculo semimembranosus*) usando pHmetro portátil (*Crison 507*).



FOTO 3.1. Balanza para control de Ganancia Media Diaria.

Análisis Estadístico

Los datos fueron analizados por el procedimiento GLM de SAS (1990) para diseños en bloques al azar. El peso inicial fue utilizado como covariable. Los resultados se presentan en tablas como medias corregidas por mínimos cuadrados. El procedimiento REG de SAS (1990), se utilizó para correlacionar el porcentaje de altramuz en la dieta con la

productividad y los parámetros de calidad de la canal.

Resultados

La influencia del porcentaje de altramuz en la dieta sobre el rendimiento productivo y la calidad de la canal en cerdos de cebo se muestra en las tablas 3.4., 3.5. y el gráfico 3.1., respectivamente.

TABLA 3.4. Efecto del altramuz en el rendimiento productivo.

	Dieta	0-55 d			55-110 d			0-110 d		
		GMD g/g	CMD ² g/g	IC ³ g/g	GMD g/g	CMD g/g	IC ³ g/g	GMD ¹ g/g	CMD ² g/g	IC ³ g/g
Control	A	799	1.865	2,34	904	2.973	3,31	841	2.429	2,88
15% al	B	861	1.924	2,23	860	2.944	3,45	857	2.443	2,85
20% al	C	831	1.916	2,31	830	3.002	3,65	852	2.469	2,90
25% al	D	811	1.814	2,24	886	2.905	3,27	842	2.370	2,81
30% al	E	868	1.964	2,26	846	2.903	3,43	855	2.442	2,85
EEM ⁴ (N=8)		25	54	0,04	30	82	0,11	14	56	0,05
Significación		0,26	0,72	0,12	0,33	0,55	0,74	0,80	0,78	0,55

¹ GMD: ganancia media diaria.

² CMD: consumo medio diario.

³ IC: índice de conversión.

⁴ EEM: error standard de la media.

Ecuaciones de regresión (cada número va acompañado de su desviación estándar):

De 0 a 55 d de ensayo:

$$\text{GMD (g/d)} = 811 (\pm 22,95) + 1.245 (\pm 1,10) \times \text{altramuz (\%)} . R^2 = 0,032 P = 0,26$$

$$\text{CMD (g/d)} = 1.881 (\pm 49,43) + 0,84 (\pm 2,38) \times \text{altramuz (\%)} . R^2 = 0,03 P = 0,72$$

$$\text{IC (g/g)} = 2,32 (\pm 0,03) - 0,0024 (\pm 0,001) \times \text{altramuz (\%)} . R^2 = 0,061 P = 0,12$$

De 55 a 110 d de ensayo:

$$\text{GMD (g/d)} = 888 (\pm 27,53) - 1.296 (\pm 1,32) \times \text{altramuz (\%)} . R^2 = 0,024 P = 0,33$$

$$\text{CMD (g/d)} = 2.984 (\pm 74,24) - 2,15 (\pm 3,58) \times \text{altramuz (\%)} . R^2 = 0,009 P = 0,55$$

$$\text{IC (g/g)} = 3,39 (\pm 0,10) + 0,0016 (\pm 0,004) \times \text{altramuz (\%)} . R^2 = 0,002 P = 0,74$$

De 0 a 110 d de ensayo:

$$\text{GMD (g/d)} = 846 (\pm 13,07) + 0,152 (\pm 0,63) \times \text{altramuz (\%)} . R^2 = 0,001 P = 0,80$$

$$\text{CMD (g/d)} = 2.442 (\pm 50,80) - 0,678 (\pm 2,45) \times \text{altramuz (\%)} . R^2 = 0,002 P = 0,74$$

$$\text{IC (g/g)} = 2.886 (\pm 0,04) - 0,0013 (\pm 0,002) \times \text{altramuz (\%)} . R^2 = 0,009 P = 0,55$$

A los 55 d del ensayo (fase de crecimiento), los cerdos alimentados con 30% de semilla de altramuz obtuvieron la mayor ganancia media diaria y consumo medio diario pero no hubo diferencias significativas entre los tratamientos. Datos similares se obtuvieron para la fase de acabado (55 a 110 d de ensayo) pero, en este caso el mejor rendimiento productivo se obtuvo con los alimentados con 25% de altramuz (P>0,05).

Al finalizar el ensayo (110 d), no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para cualquiera de los parámetros estudiados (P>0,05).

TABLA 3.5. Efecto del altramuz en la calidad de la canal para cerdos de cebo.

	Dieta	PC ¹ , kg	RC ² , %	P ₂ ³ , mm	pH45min	pH24 h
Control	A	91,2	76,6	28,8	6,39	5,68
15% altramuz	B	91,0	77,0	28,3	6,12	5,70
20% altramuz	C	88,9	76,8	28,6	6,07	5,58
25% altramuz	D	92,3	76,9	26,7	6,11	5,67
30% altramuz	E	92,7	77,5	27,9	6,22	5,62
EEM 4(n=8)		2,08	0,77	1,88	0,10	0,06
Significación		0,51	0,42	0,45	0,01	0,32

¹ PC: Peso de la canal.

² RC: Rendimiento de la canal.

³ P₂: Espesor de grasa dorsal.

⁴ EEM: error standard de la media.

Ecuaciones de regresión para los parámetros de calidad de la canal:

$$PC = 90,44 (\pm 1,36) + 0,044 (\pm 0,04) \times \text{altramuz} (\%).$$

$$R^2 = 0,006 \quad P = 0,51$$

$$RC = 76,63 (\pm 0,50) + 0,02 (\pm 0,02) \times \text{altramuz} (\%).$$

$$R^2 = 0,009 \quad P = 0,42$$

$$P_2 = 28,91 (\pm 1,23) - 0,045 (\pm 0,06) \times \text{altramuz} (\%).$$

$$R^2 = 0,007 \quad P = 0,45$$

$$PH_{45} = 6,32 (\pm 0,06) - 0,007 (\pm 0,003) \times \text{altramuz} (\%).$$

$$R^2 = 0,074 \quad P = 0,01$$

$$PH_{24h} = 5,69 (\pm 0,038) - 0,001 (\pm 0,001) \times \text{altramuz} (\%).$$

$$R^2 = 0,013 \quad P = 0,32$$

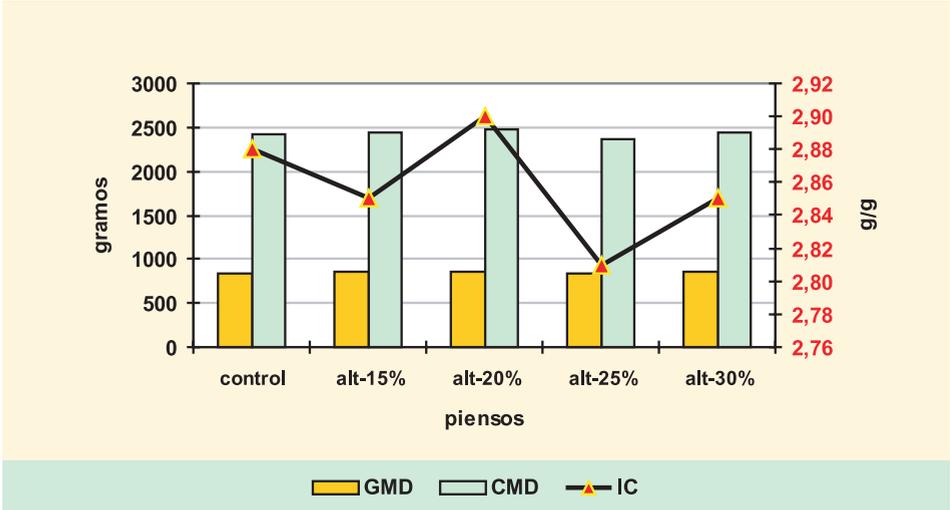
El porcentaje de altramuz incluido en la dieta no modificó ninguno de los parámetros de la canal estudiados, excepto el

pH a los 45 min. postmortem que disminuyó a medida que aumentaba el nivel de altramuz en la dieta (6,39; 6,12; 6,07; 6,11 y 6,22 para la dieta control, 15, 20, 25 y 30% de contenido de altramuz respectivamente; P=0,01). Este dato fue inesperado y actualmente no existe explicación al respecto.

Conclusiones

Bajo estas condiciones experimentales, se puede concluir que la semilla de altramuz puede ser utilizada para cerdos de cebo, en dietas formuladas a niveles de hasta un 30%, sin que afecte negativamente a los parámetros de productividad o de calidad de la canal.

GRÁFICO 3.1. Efecto del altramuz en el rendimiento productivo (periodo global; alt= altramuz.





4. Efecto de diferentes niveles de Xilanasa en la dieta, sobre los parámetros productivos de cerdos de cebo.





H. Simmins¹, E. McCartney², E. Gómez³, N. Laso³, M.A. Latorre⁴, G.G. Mateos⁴.

¹ FINFEEDS.

² ANDERSEN.

³ Centro de Pruebas de Porcino de Castilla y León (ITACyL).

⁴ ETSIA Madrid.

H-5-00 / 24 de julio 2000.

4. Efecto de diferentes niveles de Xilanasa en la dieta, sobre los parámetros productivos de cerdos de cebo

Resumen

Se utilizaron un total de 160 cerdos cruzados Landrace * Large White x Pietrain, (50% machos castrados y 50% hembras), de 70 d de edad y 20 ± 1 kg de peso vivo de media. Todos los animales fueron seleccionados de entre 600 cerdos procedentes de una granja comercial de COPESE, S.A. situada en Segovia. Los cerdos fueron crotalados y pesados individualmente y agrupados en función de su sexo y peso vivo (efecto bloque). Hubo 5 dietas experimentales: una dieta control basada en cebada, trigo y harina de soja y 4 dietas adicionales suplementadas con 10, 20, 40 y 60 ppm de xilanasas, respectivamente. Cada tratamiento se replicó 8 veces, y la unidad experimental estuvo constituida por una réplica con 4 cerdos del mismo sexo alojados conjuntamente. Al final del ensayo, no se detectaron diferencias significativas en los parámetros productivos estudiados ($P > 0,05$). Información similar se obtuvo de los periodos de crecimiento y cebo. Cuando los cerdos fueron sacrificados, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en el rendimiento ni el espesor de grasa dorsal ($P > 0,05$).

Bajo estas condiciones experimentales se puede concluir que la Xilanasa no

modificó los parámetros productivos ni la calidad de la canal de cerdos de cebo.

Objetivo

Estudiar la eficacia de la Xilanasa a distintas dosis, sobre el rendimiento y calidad de la canal en cerdos de cebo.

Material y métodos

Animales experimentales

Se utilizaron un total de 160 cerdos cruzados Landrace*Large White x Pietrain (50% machos castrados y 50% hembras), con 70 d de edad y 20 ± 1 Kg de peso medio. Los animales fueron seleccionados de entre 600 lechones procedentes de una granja comercial de COPESE, S.A., situada en Coca (Segovia). Los cerdos fueron individualmente pesados y crotalados y, agrupados en función de su sexo y peso vivo. Cada tratamiento tuvo el mismo número de réplicas del mismo sexo.

Instalaciones experimentales

El ensayo se llevó a cabo en el Centro de Pruebas de Porcino del ITACyL (Junta de

Castilla y León), Hontalbilla, Segovia. España.

Las instalaciones experimentales tienen 8 salas con 5 departamentos de 5,4 m² cada uno (1,3 m² por cerdo) provistos con un comedero y un bebedero individual. Las condiciones ambientales durante el ensayo (temperatura, humedad y ventilación) se controlaron automáticamente en función de la edad de los animales.

Dietas experimentales

Las dietas experimentales fueron formuladas por el Departamento de Producción Animal (Universidad Politécnica de Madrid) de acuerdo a las tablas FEDNA (1999) de composición de materias primas.

Los piensos se fabricaron en COPESE, S.A. (Segovia), presentados en gránulos de 4 mm y suministrados *ad libitum*. La materia seca, cenizas, grasa, fibra bruta y proteína bruta fueron analizadas en LABOR (Colmenar Viejo, España) siguiendo los métodos de AOAC (1995).

TABLA 4.1. Producto testado.

Xilanasa ¹ TLXU/g producto	Dosis, ppm
200,000	10, 20, 40 & 60

¹ Las unidades TLXU de Xilanasa fueron obtenidas por el método dye-labelled a pH 7 y 40°C.

El producto testado fue fabricado por DANISCO INGREDIENTS y suministrado al Departamento de Finnfeeds DANISCO CULTOR.

Diseño experimental

Diseño en bloques al azar con cinco tratamientos basados en la dosis de Xilanasa (0, 10, 20, 40 y 60 ppm). Cada tratamiento se replicó 8 veces y la unidad experimental fue un departamento con cuatro cerdos del mismo sexo alojados conjuntamente. El diseño experimental se muestra en la tabla 4.2. Previamente se mezcló Xilanasa con trigo en las cantidades requeridas y añadida a la dieta experimental en una cantidad estándar de 5 Kg/Tm de pienso. En el caso del pienso control se añadió una mezcla sin enzimas en la misma cantidad de 5 kg/Tm de pienso. La composición y el valor nutritivo de las dietas se muestran en las tablas 4.3. y 4.4., respectivamente.

TABLA 4.2. Diseño experimental.

Tratamiento	Dosis de Xilanasa, ppm	Xilanasa ¹ TLXU/g producto
A	0	-
B	10	2
C	20	4
D	40	8
E	60	12

¹ Las unidades TLXU de Xilanasa fueron obtenidas por el método dye-labelled a pH 7 y 40°C.

Número de salas:	8
Número de tratamientos:	5
Réplicas por tratamiento:	8
Cerdos por réplica:	4
Número de réplicas por salas:	5
Número total de réplicas:	40
Cerdos por tratamiento:	32
Número total de cerdos:	160

TABLA 4.3. Composición de la dieta control ¹.

Ingredientes	%
Trigo	45,60
Cebada	20,00
Harina de sojal, 44%	18,20
Salvado y tercerillas	13,20
Carbonato cálcico	1,39
Fosfato Bicalcico	0,67
Cloruro sódico	0,40
DL-Metionina 99	0,01
L-Lisina HCl	0,12
L-Treonina	0,05
² Corrector	0,30

¹ Dieta control a la que el producto testado fue añadido a las dosis requeridas.

² Composición mineral y Vitamínica por Kg de dieta: Vitamina A: 6,000 IU; Vitamina D₃: 1,200 IU; Tiamina: 0,2 ppm; Riboflavina: 2,5 ppm; Piridoxina: 0,2 ppm; Cobalamina: 15 ppb; Vitamina E Acetato: 11 IU; Vitamina K₃: 0,5 ppm; Ácido pantoténico: 8 ppm; Niacina: 15 ppm; Fe: 80 ppm; Cu: 166 ppm; Co: 0,1 ppm; I: 0,5 ppm; Se: 0,2 ppm y Zn: 110 ppm.

TABLA 4.4. Valor nutricional de la dieta control ¹.

Nutrientes	
Energía Metabolizable, Kcal/kg	2.994
Energía Neta, Kcal/kg	2.130
Proteína Bruta, %	17,70
Fibra Neutro Detergente, %	16,20
Extracto Etéreo, %	2,00
Lisina total, %	0,93
Lisina digestible, %	0,76
Metionina total, %	0,27
Metionina digestible, %	0,23
Metionina+Cistina total, %	0,61
Metionina+Cistina dig., %	0,49
Treonina total, %	0,66
Treonina digestible, %	0,50
Triptófano total, %	0,22
Triptófano digestible, %	0,17
Calcio, %	0,80
Fósforo total, %	-
Fósforo disponible, %	0,31
Sodio, %	0,17

¹ Dieta control a la que el producto testado fue añadido a las dosis requeridas.

Controles

Rendimiento:

El consumo de pienso, la ganancia diaria y el índice de conversión se controlaron cada 14 d. La mortalidad y la incidencia de diarreas se controlaban a medida que se producían.

Peso y calidad de la canal:

Al final del ensayo, se pesaron los animales individualmente. Se eligieron al azar la mitad de las canales de cada réplica y se evaluaron los siguientes parámetros:

Rendimiento de la canal (%): la cabeza fue incluida.

Espesor de grasa dorsal o P₂ (mm), medido usando una cinta métrica flexible.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados por el procedimiento GLM de SAS (1990) para diseños en bloques al azar. El peso inicial fue introducido como covariable. El procedimiento REG se utilizó para correlacionar las dosis de Xilanasa en la dieta y, la productividad y la calidad de la canal. Cada tratamiento tuvo el mismo número de réplicas en cada sala (efecto bloque). Al no encontrarse influencia de la sala en los parámetros estudiados, el efecto bloque se eliminó del modelo para futuros análisis. Los resultados se presentan en tablas como medias corregidas por mínimos cuadrados. Además, se efectuaron las siguientes comparaciones ortogonales:

A vs (B+C+D+E) control vs Xilanasa
 B vs (C+D+E) 10 ppm vs > 10 ppm Xilanasa
 C vs (D+E) 20 ppm vs > 20 ppm Xilanasa
 D vs (E) 40 ppm vs 60 ppm Xilanasa



FOTO 4.1. Animales en periodo de cebo.

Resultados

La influencia de la Xilanasa en la dieta sobre el rendimiento y la calidad de la

canal en cerdos de cebo se muestran en las Tablas 4.5. y 4.6., y los Gráficos 4.1. y 4.2., respectivamente.

TABLA 4.5. Efecto de la Xilanasa en el rendimiento de cerdos de cebo.

Dosis Xil.	Die	0-55 d			55-110 d			0-110 d		
		GMD ¹ g/g	CMD ² g/g	IC ³ g/g	GMD ¹ g/g	CMD ² g/g	IC ³ g/g	GMD ¹ g/g	CMD ² g/g	IC ³ g/g
1	A	852	2.021	2,37	836	2.948	3,51	844	2.491	2,94
10	B	843	1.971	2,34	873	3.060	3,51	858	2.523	2,94
20	C	821	1.927	2,34	891	3.086	3,46	857	2.514	2,93
40	D	819	1.906	2,32	819	2.885	3,53	819	2.402	2,93
60	E	820	1.935	2,35	866	3.044	3,53	843	2.497	2,96
EEM ⁴ (N=8)		20	50	0,04	23	70	0,08	15	42	0,04
Significación de los contrastes:										
B+C+D+E		0,25	0,13	0,39	0,32	0,37	0,93	0,98	0,88	0,96
C+D+E		0,32	0,41	0,94	0,60	0,50	0,98	0,29	0,30	0,98
D+E		0,93	0,91	0,90	0,09	0,17	0,50	0,16	0,22	0,81
E		0,95	0,68	0,58	0,16	0,12	0,96	0,25	0,12	0,62

¹ GMD: ganancia media diaria.

² CMD: consumo medio diario.

³ IC: índice de conversión.

⁴ EEM: error standard de la media.

Las ecuaciones de regresión obtenidas (\pm error estándar) entre el nivel de Xilanas y los parámetros productivos para cada periodo experimental y al final del ensayo se muestran a continuación:

Período de crecimiento (0 a 55 d de ensayo):

$$\text{GMD (g/d)} = 845 (\pm 13,59) - 0,52 (\pm 0,40) \times \text{ProCerea (ppm)} \quad P=0,19$$

$$\text{CMD (g/d)} = 1.988 (\pm 39,06) - 1,37 (\pm 1,15) \times \text{ProCerea (ppm)} \quad P=0,24$$

$$\text{IC (g/g)} = 2,35 (\pm 0,02) - 0,0002 (\pm 0,0008) \times \text{ProCerea (ppm)} \quad P=0,12$$

Período de cebo (55 a 110 d de ensayo):

$$\text{GMD (g/d)} = 859 (\pm 17,03) - 0,06 (\pm 0,50) \times \text{ProCerea (ppm)} \quad P=0,90$$

$$\text{CMD (g/d)} = 3.007 (\pm 64,69) - 0,09 (\pm 1,91) \times \text{ProCerea (ppm)} \quad P=0,96$$

$$\text{IC (g/g)} = 3,49 (\pm 0,06) + 0,0004 (\pm 0,001) \times \text{ProCerea (ppm)} \quad P=0,80$$

Período global (0 a 110 d de ensayo):

$$\text{GMD (g/d)} = 852 (\pm 10,67) - 0,29 (\pm 0,31) \times \text{ProCerea (ppm)} \quad P=0,35$$

$$\text{CMD (g/d)} = 2504 (\pm 42,07) - 0,72 (\pm 1,24) \times \text{ProCerea (ppm)} \quad P=0,56$$

$$\text{IC (g/g)} = 2,93 (\pm 0,04) + 0,0002 (\pm 0,001) \times \text{ProCerea (ppm)} \quad P=0,85$$

No se detectaron diferencias entre tratamientos para ninguno de los parámetros estudiados.

TABLA 4.6. Efecto de la Xilanas en la calidad de la canal de cerdos de cebo.

Dosis Xilanas	Dieta	PC ¹ , kg	RC ² , %	P ₂ ³ , mm
10	B	89,59	77,18	27,98
20	C	89,51	77,46	28,07
40	D	89,45	77,22	27,89
60	E	89,11	77,02	27,17
EEM ⁴ (n=14)		1,25	0,43	1,16
Significación de los contrastes:				
A vs B+C+D+E		0,72	0,93	0,40
B vs C+D+E		0,31	0,96	0,75
C vs D+E		0,54	0,59	0,66
D vs E		0,86	0,71	0,65

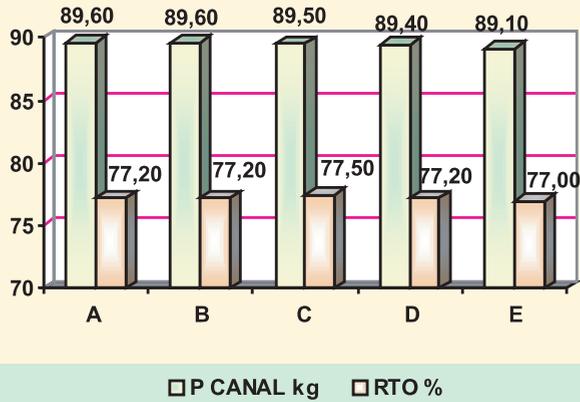
¹ PC: Peso de la canal.

² RC: Rendimiento de la canal.

³ P₂: Espesor de grasa dorsal.

⁴ EEM: Error estándar de la media.

GRÁFICO 4.1. Peso y rendimiento de la canal en los diferentes piensos.



Se encontraron las siguientes ecuaciones de regresión entre el nivel de Xilanasa y los parámetros de calidad de la canal:

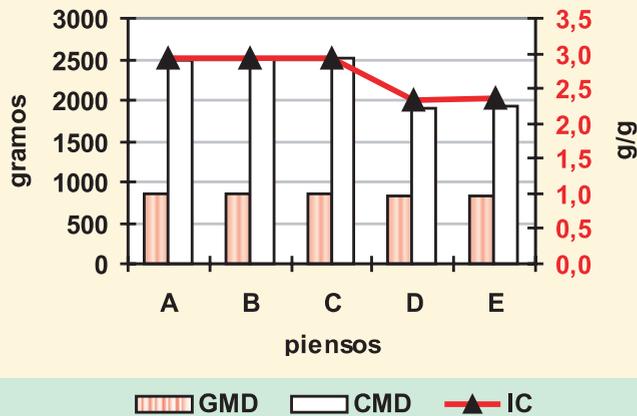
$$PC (kg) = 90,57 (\pm 1,03) - 0,04 (\pm 0,03) \times \text{ProCerea (ppm)} \quad P=0,17$$

$$RC (\%) = 77,33 (\pm 0,30) - 0,003 (\pm 0,009) \times \text{ProCerea (ppm)} \quad P=0,69$$

$$P_2 (\text{mm}) = 27,76 (\pm 0,86) - 0,005 (\pm 0,02) \times \text{ProCerea (ppm)} \quad P=0,81$$

La adición de Xilanasa a cualquier dosis en la dieta, no modificó ninguno de los parámetros de la canal estudiados ($p > 0,05$).

GRÁFICO 4.2. Ganancia, consumo y conversión de los 0 a los 110 días de prueba, en los distintos piensos.





5. Valoración productiva de diferentes cerdos de cebo híbridos (ibérico x duroc), y efecto de la adición a la dieta de n-butirato de Na, como mejorante no antibiótico



D. López¹, M. García², R. Sánchez³, P. García³, J. Guirao⁴, N. Laso⁵, E. Gómez⁵.

¹ GENOTIPOS SUINOS, S.L.

² Nutega, S.L.

³ INIA.

⁴ Estación Tecnológica de la Carne Castilla y León (Salamanca).

⁵ Centro de Pruebas de Porcino de Castilla y León (ITACyL).

H-8-00 / 15 de marzo 2000.

5. Valoración productiva de diferentes cerdos de cebo híbridos (ibérico x duroc), y efecto de la adición a la dieta de n-butilato de Na, como mejorante no antibiótico

Resumen

Un total de 192 cerdos de 4 genéticas, se emplearon para valorar el efecto de la adición de n-Butirato en dietas para cerdos de cebo y el comportamiento productivo de las distintas genéticas. El ensayo se realizó en el Centro de Pruebas de Porcino de la Junta de Castilla y León (Hontalbilla, Segovia), analizándose independientemente la genética duroc **D** (2 piensos x 1 genética: A: control (bambermicina al 0,04%), B: experimental (n-butilato al 0,17%), y los ibéricos (2 piensos –iguales que en los duroc– x 3 genéticas: **N**: ♀ negro lampiño * ♂ duroc, **R**: ♀ retinto * ♂ duroc, **I**: ♀ duroc * ♂ negra lampiña). Se utilizaron 6 réplicas por pienso en los duroc y 18 réplicas en los ibéricos (12 por genética), con 4 cerdos por réplica (1 en crecimiento, 144 réplicas). Las canales de ibérico, según Genética (24 réplicas totales), se midieron en "Embutidos Postigo S.A." (Sg) y "Garrudo Benito S.L." (Av), analizándose las muestras en la Estación de la Carne de Guijuelo.

El tipo de pienso, no modificó el rendimiento de duroc e Ibéricos.

Los machos **D**, presentaron valores superiores de peso (136,37 vs 123,49 kg), consumo diario (3.305 vs 2.598 g), ganancia media diaria (1046 vs 926 g), y conversión (3,16 vs 2,79 g), que las hembras (P<0,05).

En los ibéricos, las genéticas **I** y **C**, crecieron más que la **N** (747 y 739 vs 685 g, P<0,05), no existiendo efecto sexo según genética, en consumo, crecimiento y conversión (P>0,05), en el periodo completo.

El rendimiento de canal es mayor en **C** y **N** que en **I** (88,9 y 88,0 vs 84,3; P<0,05, respectivamente), pero la **I** mejora el de piezas nobles, gracias al peso de jamones y paletas (P<0,05), pero no al de lomos, similar en las tres (P>0,05). La canal de **N** es más corta que la **C** (85,6 vs 88,6 cm, P<0,05). La infiltración de grasa, es superior en **I** respecto a **N** (10,23 vs 6,58%, P<0,05) y menor la conductividad (P<0,05). La proteína y el oleico, son más elevados en **N**, con menor% de esteárico (P<0,05). Los niveles de ac. linoleico, son mayores en **I** que en **C** y **N** (10,35 vs 9,36 y 9,11%, P<0,05). El espesor de tocino dorsal, es menor en **I** que en **C** y **N** (5,21 vs 6,28 y 5,80 cm, P<0,05).

Se concluye, que no varía el rendimiento productivo según el promotor empleado, que la diferencia de crecimiento no es manifiesta entre machos y hembras ibéricas de la misma genética, pero sí en las genéticas **I** y **C** respecto a la **N**. El rendimiento de canal es peor en **I**, pero ésta, mejora en piezas nobles e infiltrado de grasa, y tiene menos tocino dorsal.

Introducción - Objetivos

La producción de porcino ibérico, muy atomizada, con una enorme variedad de cruces la mayoría de las veces basados en el empirismo, y con las limitaciones propias en el caso de la bellota (estacionalidad, producción...), hacen necesario un estudio del rendimiento en cebo intensivo de estos animales, generalmente cruzados con duroc, que sin criarse en la dehesa (bellota, hierba...: cerdos únicos), dan lugar a productos de una gran calidad, con un coste sensiblemente inferior y más asequibles para el consumidor.

Hay dos intereses claros en nuestro estudio:

- La valoración de las diferentes genéticas, principalmente las ibéricas (híbridos), al no existir prácticamente datos en producción intensiva de este tipo de animales, y que serán un punto de partida para saber que se está produciendo (precio y calidad), que variaciones se pueden estimar normales, y como podemos mejorar el rendimiento de estas explotaciones ganaderas, ofertando un producto de interés tanto a la empresa transformadora como a los consumidores.

- Evaluar el n-butirato de sodio como mejorante productivo en cebo, sustituyendo al antibiótico bambermicina, determinando las posibles variaciones en los parámetros zootécnicos de diferentes genéticas, 3 al 50% ibéricas (N: Υ negro lampiño * \times duroc, R: Υ retinto * \times duroc, I: Υ duroc * \times negra lampiña) y una 100% duroc.

Material y métodos

Animales experimentales

Se utilizaron un total de 192 animales (50% machos –castrados– y 50% hembras –sin castrar–), pertenecientes a cuatro genéticas diferentes y tres orígenes:

- Macho **negro lampiño** * Hembra **duroc –N–** (Granja “El Encinar”, Yanguas de Eresma –Segovia)– 48 cerdos.
- Macho **retinto** * Hembra **duroc –C–** (Granja “El Encinar”, Yanguas de Eresma –Segovia)– 48 cerdos.
- Hembra **negra lampiña** * Macho **duroc –I–** (“Campocega”, Cuéllar –Segovia)– 48 cerdos.
- Macho **duroc** * Hembra **duroc** (“Genotipos Suinos”, Burujón –Toledo)– 48 cerdos.

Los animales comenzaron el estudio con 63 días de vida y un peso medio de 19,15 kg los duroc y 18,60 kg los híbridos ibéricos.

Instalaciones experimentales

El ensayo se realizó en la nave de cebo del Centro de Pruebas de Porcino del ITACyL (Junta de Castilla y León -Hontalbilla- Segovia). Se utilizaron 4 salas, con 12 departamentos, cada uno para 4 cerdos (1,45 m² por cerdo) con bebedero de chupete y tolva tipo holandesa, controlándose automáticamente la temperatura, humedad relativa y ventilación durante todo el periodo de cebo.

Diseño experimental

Los animales recibieron la dieta experimental (tratamientos experimentales en la tabla 5.1.) desde los 63 días de vida hasta los 176 d/v (duroc) y de los 63 d/v a los 260 d/v (híbridos). En ambos casos, a los 159 d/v y 189 d/v respectivamente, se administró un pienso de acabado rico en ácido oleico, sin variar el tipo y la dosis de promotor utilizado anteriormente.

TABLA 5.1. Tratamientos experimentales.

PIENSO	
A	Pienso control (bambermicina al 0,04%)
B	Pienso con n-Butirato al 0,17%
GENÉTICAS	
N	M negro lampiño * H duroc
C	M retinto * H duroc
I	M duroc * H negra lampiña
D	M duroc * H duroc

DUROC

- Número de animales totales: 48 (50% de cada sexo)
- Número de piensos: 2
- Número de genéticas: 1

- Réplicas totales: 12; 6 por pienso y sexo
- Cerdos por réplica: 4
- Crecimiento: 48 réplicas

Calidad de canal y carne:

Se indican los resultados, pero no se analizan estadísticamente

HÍBRIDOS IBÉRICOS

- Número de animales totales: 144 (50% de cada sexo)
- Número de piensos: 2
- Número de genéticas: 3
- Réplicas totales: 36; 18 por pienso y sexo, 12 por genética
- Cerdos por réplica: 4
- Crecimiento: 144 réplicas

Calidad de canal y carne:

- 24 réplicas totales (un cerdo por celda-réplica) (12 réplicas de I, 6 de C y 6 de N)

Dietsas experimentales

Los diferentes piensos (crecimiento, acabado, con y sin butirato), se administraron *ad libitum* en gránulo de 3,5 mm, y fueron formulados por técnicos del Departamento de Nutrición de NUTEGA, S.L. (Nuevas Tecnologías de Gestión Alimentaria), fabricándose bajo su supervisión directa en la fábrica de GIREPORC (Bernuy de Porreros, Segovia). Se analizaron para humedad, proteína bruta, materia grasa, calcio, fósfo-

ro, lactosa, almidón y cenizas. Posteriormente, se realizó un perfil de ácidos grasos del pienso alto-oleico (fase de acabado) en la Estación de la Carne del ITACyL.

Parámetros medidos

En el ensayo de *producción*, se controló el consumo diario (cd, g), ganancia media diaria (gmd, g) e índice de conversión (ic, g de pienso consumido/g de ganancia de peso) por departamento cada 14 días (7 controles en los Duroc y 14 en los ibéricos).

La valoración de la canal y la carne, se realizó en la **Estación de la Carne del ITACyL** (Guijuelo, Salamanca - calidad de la carne) y en dos fábricas:

“Embutidos y jamones Garrudo Benito” (Piedrahita, Ávila, control de las canales de duroc).

“Embutidos Postigo S.A.” (Cantimpalos, Segovia, control de las canales de ibéricos).

Procedimiento

Se escogieron 24 animales, con un peso similar a la media de cada lote, correspondientes 12 a madre ibérica (**I**), 6 a madre duroc*padre n. lampiño (**N**) y 6 madre duroc*padre retinto (**C**) (50% de cada sexo).

Todas las medidas se tomaron sobre la media canal izquierda:

Peso de la canal: con empellas (grasa perirrenal y pélvica) y cabeza.

45 minutos *post mortem*:

pH, conductividad y temperatura: medido con un conductímetro pH-

metro portátil marca Hanna HI-8424, equipado con un electrodo combinado de penetración y un compensador automático de temperatura. Se tomaron medidas en el músculo *Longissimus*, entre la tercera y cuarta costilla (caudo – craneal), y en el *Semimembranosus*.

Espesor del tocino dorsal: a nivel de la tercera – cuarta costilla.

Longitud de la canal: desde el borde anterior de la sínfisis isquio-pubiana hasta la parte anterior de la primera costilla.

Longitud del jamón: desde el centro de la articulación tibio-tarsiana hasta el borde anterior de la sínfisis isquio-pubiana.

Anchura del jamón: con un Pie de Rey o Bastón de Aparicio, por su parte más ancha.

Peso del lomo con cabecero.

Peso de jamones y paletas en Duroc (arreglados).

Una vez despiezados, se tomaron las muestras de cada canal, que fueron guardadas en bolsas individuales e identificadas:

Músculo *Longissimus*: se recogen unos 500 g de la cola.

Grasa:

– **Duroc:** en la parte posterior del muslo, a unos 10 cm del rabo, se toma una muestra de 2 x 2 cm de superficie y de profundidad suficiente para asegurar que se ha recogido todo el espesor de la grasa.

– **Ibérico**: muestra recogida de la zona lumbar.

24 horas *post mortem*:

Peso de jamones y paletas de Ibéricos (arreglados).

Análisis estadístico

Los datos de producción, fueron analizados por el procedimiento GLM de SAS (1990), para diseños de bloques completos al azar (los duroc solamente ocuparon una sala y tres los híbridos). El peso inicial (P0) se introdujo como covariable únicamente para ver el efecto del pienso. Éste, se retiró del modelo al igual que la sala (en ibéricos)

al no afectar significativamente los resultados, quedando como efectos fijos, la genética, el sexo y la interacción de ambos (los datos del pienso se presentan en tablas por periodos como medias corregidas por mínimos cuadrados, según la covariable).

Para el crecimiento, la réplica fue el individuo y no la celda, como en el resto de parámetros.

La calidad de la canal y la carne, solo se analizó en los ibéricos (procedimiento GLM), según genética, interacción sexo-genética y sin covariables. la interacción sexo-genética, se presenta en tablas, indicando la significación del sexo dentro de cada genética.

TABLA 5.2. Dieta de crecimiento: 20 a 105 kg p/v.

ANÁLISIS CALCULADO	
Materia Seca	89,87%
E.M.	3.000 kcal.
Energía Neta	2.341 kcal.
Proteína Bruta	17,02%
Fibra Bruta	5,68%
Materia Grasa	3,31%
Materia Mineral	5,57%
C18:2	0,89%
Calcio	0,70%
Fósforo Total	0,65%
Fósforo-Disponible.	0,36%
Cloro-Cl	0,36%
Sodio-Na	0,19%
Almidón	37,87%
Metionina	0,26%
Metio-Ce	0,22%
Met +Cist	0,64%
ME+Cl-Ce	0,54%
Lisina	0,90%
Lisina-Ce	0,77%
Treonina	0,60%
Treón-Ce	0,49%
Triptofano	0,22%

INGREDIENTES	PORCENTAJE
Cebada-2-Car (99)	60,00%
Trigo – (11.5)	8,70%
Salvado	8,00%
Soja – 44	14,20%
Girasol – 36%	5,00%
Manteca	1,40%
Sal	0,40%
Fosfato Bicalcico	1,00%
Carbonato – Cálcico	0,90%
L-Lisina	0,16%
Nutemix Cerdos Cebo -F-	0,30%

	% A -% B
Humedad	9,30 – 9,30
Proteína Bruta	17,60 – 17,60
Materia Grasa	3,60 – 3,60
Fibra Bruta	5,70 – 5,40
Ácido Butírico	0 – 1659 ppm

TABLA 5.3. Dieta de acabado; 105 a 130 (duroc) o 160 kg (Ibérico).

ANÁLISIS CALCULADO		INGREDIENTES		PORCENTAJE	
Materia Seca	90,94%	Cebada – 2 – Car		26,85%	
E.M. Cerdo	3.300 kcal.	Trigo – (11,5)		45,00%	
E. Neta Cr	2.688 kcal.	Soja – 44		1,70%	
Proteína Bruta	13,36%	Girasol – 36%		5,00%	
Fibra Bruta	6,85%	Pipas – Girasol – Olei		15,00%	
Materia Grasa	10,16%	Manteca		2,19%	
Materia Mineral	6,16%	Sal		0,40%	
C18:1	5,94%	Fosfato Bicalcico		0,88%	
C18:2	1,99%	Carbonato – Calcico		0,68%	
Calcio	0,60%	L – Lisina		0,30%	
FósforoTotal	0,59%	Nutemax acabado Iber. 2%		2,00%	
Fósforo-Disponible	0,30%				
Cloro-Cl	0,38%				
Sodio-Na	0,19%				
Almidón	40,63%				
Metionina	0,22%				
Metio-Ce	0,20%				
Met+Cist	0,53%				
Me+Ci-Ce	0,46%				
Lisina	0,69%				
Lisina-Ce	0,60%				
Treonina	0,44%				
Treónina-Ce	0,36%				
Triptófano	0,16%				
Triptófano-Ce	0,14%				

PERFIL DE AC. GRASOS		%	
Humedad		8,25*	
Grasa		8,35 (ss)*	
Palmitico		8,10	
Esteárico		4,15	
Oleico		59,10	
Linoleico		24,90	
LLinolénico		2,55	
Palmitoleico		0,25	

* Método oficial del MAPA

Resultados y discusión

Producción en Duroc

La tabla 5.4., muestra los efectos del tipo de pienso y el sexo sobre el rendimiento.

La ganancia media diaria de los 159 a 176 d/v (GMD67), fue mayor en los ani-

males que consumieron el pienso A (1.034 vs 886 g, P= 0,05). Sin embargo, esta diferencia no se observa en los periodos globales 06 (63 a 159 d/v) ni 07 (63 a 176 d/v), en los distintos parámetros, y la consideramos debida a la importante variabilidad al tomar en cuenta periodos productivos cortos.

TABLA 5.4. Efecto del N-butirato y del sexo, sobre los rendimientos productivos (GENÉTICA DUROC).

Variables**	Pienso				Sexo			
	A Bambermicina	B (Butirato)	EEM * N = 6	Sig.	M	H	EEM * N = 6	Sig.
63-159 d/v								
CD06	2.917	2.986	162	0,77	3.305 ^a	2.598 ^b	112	0,001
GMD06	986	988	23	0,94	1.046 ^a	926 ^b	20	0,0002
IC06	2,97	2,97	0,08	0,98	3,16 ^a	2,79 ^b	0,06	0,002
159-176d/v								
CD67	4.011	3.333	225	0,06	4.056	3.288	308	0,10
GMD67	1.034 ^a	886 ^b	45,5	0,03	928	971	51	0,55
IC67	4,10	3,64	0,25	0,24	4,34 ^a	3,40 ^b	0,16	0,002
63-176d/v								
CD07	2.812	2.769	149	0,84	3.118 ^a	2.463 ^b	118	0,002
GMD07	905	886	18,50	0,51	937 ^a	850 ^b	19	0,002
IC07	3,13	3,07	0,10	0,65	3,32 ^a	2,88 ^b	0,06	0,0006
PESOS								
P1 (76d/v)	25,36	25,43	0,38	0,89	*** 20,15 ^a	*** 18,03 ^b	0,62	0,02
P6 (159d/v)	113,79	114,03	2,19	0,94	120 ^a	106 ^b	2,23	0,0001
P7 (176d/v)	131,38	129,09	2,38	0,50	136,37 ^a	123,49 ^b	2,70	0,001

* EEM = Error estándar de la media. Letras diferentes en una misma fila, indican diferencias significativas. (P<0,05).

** CD: Consumo diario g, GMD (N = 24): Ganancia media diaria g, IC: Índice de conversión g/g.

*** PO = 63 d/v.

Por sexo, y en el periodo completo (0-7, 63-176 d/v), los machos presentan valores superiores de peso (10,4%; 136,3 vs 123,4 kg, P=0,0001), consumo diario (26,5%; 3.118 vs 2.463 g, P=0,002), ganancia media diaria (10%; 937 vs 850 g, P=0,002), e índice de conversión (14,5%; 3,32 vs 2,88 g, P=0,0006). En el periodo 0-6 (pienso de crecimiento, 63 a 159 d/v), los machos obtienen también valores superiores en todos los índices (12,7%, 27,21%, 12,9%, 13,26%, respectivamente; P<0,05). De los 159 a 176 d/v (pienso de acabado), hay peor conversión en los machos (4,34 vs 3,40 g, P=0,002) debido tanto a un mayor consumo como a un menor crecimiento (ambos no significativos).

Las diferencias por sexo descritas, son similares a las encontradas en ensayos previos con cerdos grasos de 120 kg (*Latorre, Medel y cols., 1999-2000*) y, por lo tanto, esperadas.

La valoración de hembras castradas, sería interesante, habida cuenta de la mayor edad (posibilidad de manifestar más celos), al tratarse de animales de 120-130 kg, y no solamente por la influencia sobre índices productivos, sino principalmente sobre la calidad de la carne –infiltración grasa– y espesor de tocino de la canal –cobertura de los jamones–.

Producción en ibéricos

La tabla 5.5., muestra el efecto de la dieta. No hay diferencias en ningún índice entre ambos lotes.

TABLA 5.5. Efecto del N-butilato sobre el rendimiento productivo (Ibéricos).

Variables **	Pienso			Significación
	A Bambermicina	B Butirato	EEM * N = 18	
63-189 d/v				
CD09	2.537	2.520	93	0,90
GMD09	725	718	9	0,65
IC09	3,48	3,49	0,08	0,98
189-260 d/v				
CD914	3.045	3.092	110	0,76
GMD914	708	741	15	0,13
IC914	5,20	5,05	0,15	0,48
63-260 d/v				
CD014	2.721	2.726	92	0,96
GMD014	719	726	9	0,57
IC014	3,76	3,73	0,08	0,80
PESOS				
P1 (76 d/v)	23,24	23,31	0,21	0,81
P9 (189 d/v)	109,78	109,00	1,23	0,65
P14 (260 d/v)	160,12	161,65	1,91	0,57

* EEM = Error estándar de la media. Letras diferentes en una misma fila, indican diferencias significativas. (P<0,05).
 ** CD: Consumo diario, GMD (N = 68 y 69): Ganancia media diaria, IC: Índice de conversión.

El perfecto estado sanitario de los animales (0,5% de bajas, tanto en transición como en cebo), contribuye decisivamente a que no existan diferencias en ambos piensos. Es posible que ante patologías digestivas, el n-butilato por su acción beneficiosa sobre la mucosa intestinal (*Gálfi y cols., 1984, 1990, 1991*), pudiera mejorar o prevenir el estado de los afectados.

La genética (Tabla 5.6.), en el periodo completo (63–260 d/v), manifiesta diferencias en crecimiento, siendo mayor en I (H. Ibérica negra lampiña * M. duroc) y C (H. Duroc * M. Ibérico retinto), que en N (H.duroc * M. Negro lampiño): 747 y 739 vs 685 g, P<0,05 (peso final: 162,4 y 165,6 vs 155,1 kg, P<0,05), partiendo con un peso inicial (P0) los I de 15,25 kg frente a 19,8 y 20,07 de C y N (P<0,05).

De 63-189 d/v, hay diferencias significativas entre **C** y **N** (740 vs 703 g; $P < 0,05$). En la fase de acabado (189-260 d/v), los **L** crecen más que los **C** y éstos que los **N** (789 vs 737

vs 652 g, $P < 0,05$), y tienen mejor conversión (**L** 4,94 vs **N** 5,45 g/g, $P < 0,05$). El consumo diario, también en esta fase, es mayor en **L** que en **N** (3.285 vs 2.870; $P = 0,03$).

TABLA 5.6. Efecto de la genética (Lote: C: hembra duroc y macho retinto; N: hembra duroc y macho negro lampiño; I: hembra negra lampiña y macho duroc) sobre los parámetros productivos (Ibéricos).

Variables**	Genética			
	C	I	N	EEM * N = 12
63-189 d/v				
CD09	2.597	2.508	2.480	101
GMD09	740 ^a	723 ^{ab}	703 ^b	11
IC09	3,49	3,46	3,50	0,09
189-260d/v				
CD914	3.050 ^{ab}	3.285 ^a	2.870 ^b	129
GMD914	737 ^a	789 ^b	652 ^c	17
IC914	5,04	4,94	5,39	0,17
63-260d/v				
CD014	2.760	2.790	2.620	105
GMD014	739 ^a	747 ^a	685 ^b	11
IC014	3,72	3,73	3,80	0,10
PESOS				
P0 (63d/v)	19,86 ^a	15,25 ^b	20,07 ^a	52
P9 (189d/v)	113,22 ^a	106,39 ^b	108,77 ^{ab}	1,69
P14(260d/v)	165,60 ^a	162,44 ^a	155,13 ^b	2,35

* EEM = Error estándar de la media. Letras diferentes en una misma fila, indican diferencias significativas. ($P < 0,05$).

** CD: Consumo diario, GMD (N = 48,44 y 45): Ganancia media diaria, IC: Índice de conversión.

El sexo (Tabla 5.7.), dentro de cada genética, difiere en el consumo de los 63 a 189 d/v (CD09), siendo superior en los machos de **C** y **N** que en las hembras (17,6% y 21,6%, $P < 0,05$), y el crecimiento en esa misma fase de los machos **N** es mayor que en hembras (733 vs 674 g, $P < 0,05$).

La genética **N**, parte con un peso inicial muy diferente según el sexo, que afecta a las pesadas posteriores: Machos 21,2, 113,6, 159,8 vs Hembras 18,93, 103,92, 150,43 ($P < 0,05$), a los 63, 189 y 260 d/v.

No se observa ningún efecto-sexo en los **L** ni en el resto de parámetros de los **C** y **N** ($P > 0,05$).

TABLA 5.7. Efecto del sexo en cada genética, (C: hembra duroc y macho retinto; N:hembra duroc y macho negro lampiño, I: hembra negra lampiña y macho duroc) sobre los parámetros productivos (ibéricos).

Variables**	Sexo * Genética						
	CH	CM	IH	IM	NH	NM	EEM * N = 6
63-189 d/v							
CD09	2.386 ^a	2.808 ^b	2.358	2.658	2.236 ^a	2.725 ^b	143
GMD09	718	763	700	746	674 ^a	733 ^b	16
IC09	3,31	3,67	3,35	3,58	3,30	3,69	0,13
189-260 d/v							
CD914	2.910	3.191	3.271	3.298	2.790	2.951	183
GMD914	736	738	807	771	655	650	24
IC914	4,78	5,30	4,82	5,06	5,16	5,63	0,25
63-260 d/v							
CD014	2.575	2.946	2.691	2.888	2.433	2.806	149
GMD014	725	754	738	755	667	703	15
IC014	3,55	3,90	3,62	3,83	3,63	3,97	0,14
PESOS							
P0 (63 d/v)	19,36	20,35	15,03	15,47	18,93 ^a	21,21 ^b	0,73
P9 (189 d/v)	109,91	116,53	103,26	109,52	103,92 ^a	113,63 ^b	2,39
P14 (260 d/v)	162,22	168,97	160,56	164,31	150,43 ^a	159,83 ^b	3,32

* EEM = Error estándar de la media. Letras diferentes en una misma fila, indican diferencias significativas. (P<0,05).

** CD: Consumo diario, GMD: Ganancia media diaria, IC: Índice de conversión.

GRÁFICO 5.1. Evolución del peso en los híbridos ibéricos (15 controles cada 14 días: 60 a 260 d/v).

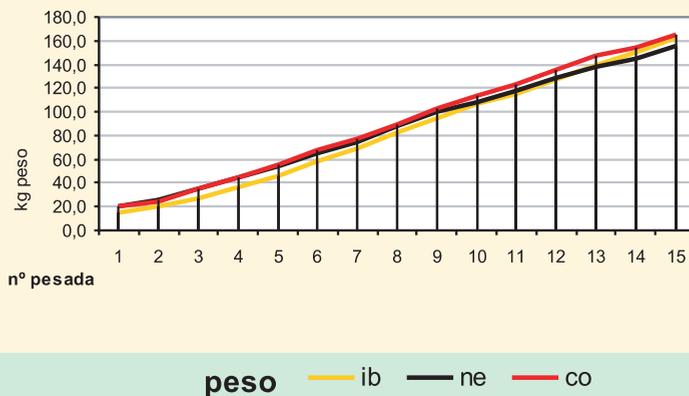


GRÁFICO 5.2. E de la Ganancia media diaria en los híbridos ibéricos. (14 controles cada 14 días: 60 a 260 d/v).

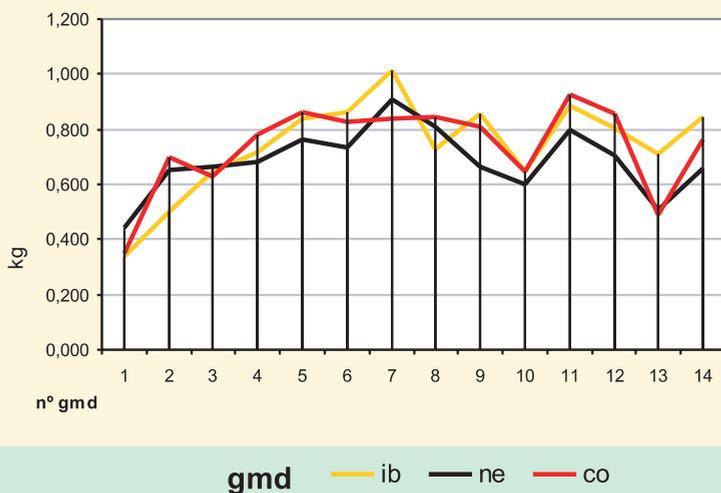


GRÁFICO 5.3. Evolución del consumo medio diario en los híbridos ibéricos. (15 controles cada 14 días: 60 a 260 d/v).

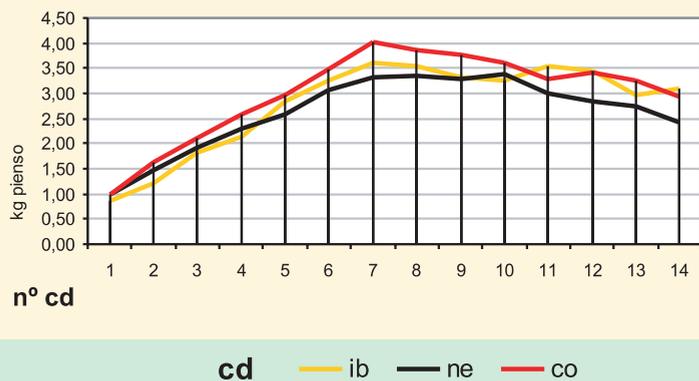
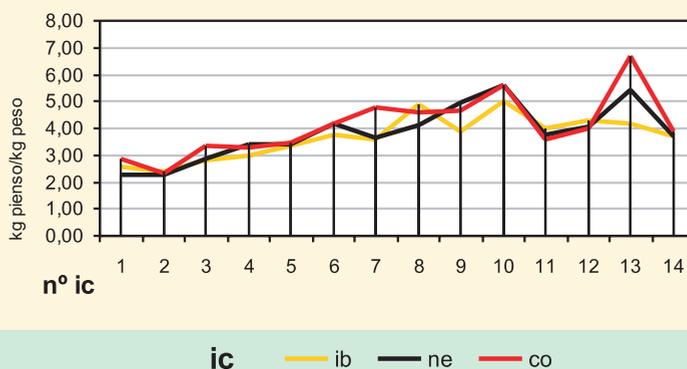


GRÁFICO 5.4. Evolución del índice de Conversión en los híbridos ibéricos. (1 control cada 14 días: 60 a 260 d/v).



Calidad de la canal y la carne en ibéricos

La tabla 5.8., refleja los valores obtenidos en la canal y la carne de las distintas genéticas. El rendimiento de la canal es mayor en **C** y **N** que en **I** (88,96 y 88,06 vs 84,30%, $P < 0,05$), que no se corresponde con el rendimiento en piezas nobles, más elevado en **I** que en **N** y **C** (41,09 vs 39,28 vs 36,46%; $P < 0,05$), debido al mayor peso en jamones (**I**: 27,38 vs **C** y **N**: 25,20 kg; $P < 0,05$) y paletas (**I**: 17,08 vs **N**: 15,21 kg; $P < 0,05$) pero no al de lomos ($P < 0,05$). El espesor del tocino dorsal es menor en **I** que en **C**: 5,21 vs 6,28 cm; $P < 0,05$.

La conductividad medida a los 45", del *longissimus* y *semimembranosus*, es menor en **I**, y mayor el ph del *longissimus* ($P < 0,05$).

La grasa infiltrada es mas elevada en **I** que en **N** (10,23 vs 6,58%, $P < 0,05$), la proteína, el% de oleico y esteárico son mayores en **N** que en **I** y **C** ($P < 0,05$). El ácido linoleico, es superior en **I** respecto a **C** y **N** (10,03 vs 9,3 y 9,1%, $P < 0,5$).

En el sexo, según su genética (Tabla 5.9), se observaron los siguientes efectos:

El rendimiento en piezas nobles, es mayor en Hembras **C (CH)** que en los machos **-CM-** (38,4 vs 34,5%, $P < 0,5$). La conductividad del *semimembranosus* a los 45", es mayor en **IM** y **CM** que en sus hembras respectivas (**IH** y **CH**): 75,9 vs 57,3 mv, 85,4 vs 61,4 mv, $P < 0,05$.

El peso de las paletas es más elevado en **IM** que en **IH** (17,8 vs 16,36 kg, $P < 0,05$).

El análisis de la carne muestra diferencias de humedad (**+IH**, $P < 0,05$ e infiltración (**+IM**, $P < 0,05$). El% de esteárico es menor en **CH** y **NH** ($P < 0,05$), y mayor el de oleico en **CH** respecto de sus machos (**CM**).

Sin tener en cuenta la calidad de la carne (aún no se ha valorado hembras castradas en ningún aspecto), habría que plantearse si castrar las hembras es una medida eficaz productivamente.

TABLA 5.8. Estimación de los parámetros de calidad en la canal y la carne según la genética.

Variables	Genética			
	C	I	N	*EEM
Peso de la Canal	145,33 ^a	135,93 ^b	130,46 ^b	2,86
Rendimiento de la canal %	88,96 ^a	84,30 ^b	88,06 ^a	0,42
Rendimiento de piezas nobles %	36,46 ^a	41,09 ^b	39,28 ^c	0,62
Espesor tocino dorsal – cm	6,28 ^a	5,21 ^b	5,80 ^{ab}	0,24
Conductividad <i>longissimus</i> – mv	64,51 ^a	43,12 ^b	74,25 ^a	6,19
pH <i>longissimus</i>	6,18 ^a	6,45 ^a	5,91 ^b	0,12
Conductividad del <i>semimembranosus</i>	82,75 ^a	66,62 ^b	73,45 ^{ab}	4,88
Ph del <i>semimembranosus</i>	5,90 ^a	6,05	6,01	0,14
Longitud de la canal – cm	88,66 ^a	86,95 ^{ab}	85,66 ^b	0,85
Longitud del jamón – cm	40,53	40,50	39,50	0,41
Anchura del jamón – cm	28,58	28,84	29,00	0,32
Peso de los jamones kg	25,20 ^a	27,38 ^b	25,20 ^a	0,62
Peso de las paletas kg	16,20 ^{ab}	17,08 ^a	15,21 ^b	0,40
Peso de los lomos kg	11,43	11,38	10,80	0,29
% Humedad en lomo	69,10	67,17	69,51	1,13
% Grasa infiltrada en lomo	8,61 ^{ab}	10,23 ^a	6,58 ^b	1,08
% Proteína en lomo	21,63 ^a	22,26 ^a	23,65 ^b	0,49
% Ac. palmítico	22,60	22,45	22,58	0,24
% Ac. esteárico	12,63 ^a	12,52 ^a	11,78	0,23
% Ac. oleico	49,60 ^a	49,20 ^a	50,75 ^b	0,29
% Ac. linoleico	9,36 ^a	10,35 ^b	9,11 ^a	0,25

* EEM = Error estándar de la media. Letras diferentes en una misma fila, indican diferencias significativas. (P<0,05) N=6-12-6.

TABLA 5.9. Estimación de los parámetros de calidad en la canal y la carne según el sexo dentro de cada genética.

Variables	CH	CM	IH	IM	NH	NM	*EEM
Peso de la canal	140,00	150,66	132,53	139,33	130,73	130,20	4,05
Rdto de la canal%	87,40	90,53	84,38	84,21	88,16	87,96	0,60
Rdto piezas Nobles%	38,40 ^a	34,53 ^b	41,41	40,76	39,13	39,43	0,88
Espesor tocino dr cm	5,66 ^a	6,90 ^b	5,20	5,23	6,10	5,50	0,34
Conductividad <i>Longissimus</i> mv	62,16	66,86	38,41	47,83	65,13	83,36	8,70
Ph <i>longissimus</i>	6,30	6,06	6,55	6,36	6,06	5,76	0,16
Conductividad <i>semimembranosus</i>	76,13	89,36	57,35 ^a	75,90 ^b	61,43 ^a	85,46 ^b	6,90
pH <i>semimembranosus</i>	5,96	5,83	6,23	5,88	6,36 ^a	5,66 ^b	0,20
Longitud canal cm	90,33	87,00	86,33	87,58	84,66	86,66	1,20
Longitud jamón cm	41,23	39,83	40,11	40,88	39,00	40,00	0,58
Anchura jamón cm	28,50	28,66	28,35	29,33	29,00	29,00	0,45
Peso jamones kg	26,00	24,40	27,00	27,76	25,26	25,13	0,88
Peso paletas Kg	16,60	15,80	16,36 ^a	17,80 ^b	14,93	15,50	0,57
Peso de los lomos kg	11,13	11,73	11,53	11,23	10,93	10,66	0,41
% Humedad en lomo	71,26	66,93	69,95 ^a	64,40 ^b	70,86	68,16	1,60
% Grasa infiltrada lomo	6,86	10,36	7,21 ^a	13,25 ^b	5,63	7,53	1,53
% Ac. Proteína en lomo	21,60	21,66	22,76	21,76	23,86	23,43	0,69
% Ac. Palmítico	22,23	22,96	22,68	22,21	22,83	22,33	0,34
% Ac. Esteárico	11,70 ^a	13,56 ^b	12,21	12,83	11,00 ^a	12,56 ^b	0,32
% Ac. Oleico	50,53 ^a	48,66 ^b	49,13	49,26	50,80	50,70	0,41
% Ac. Linoleico	9,83	8,90	10,38	10,33	9,33	8,90	0,36

* EEM = Error estándar de la media. Letras diferentes en una misma fila, indican diferencias significativas. (P<0,05) (N=6-3).

Conclusiones

Se concluye que bajo estas condiciones experimentales:

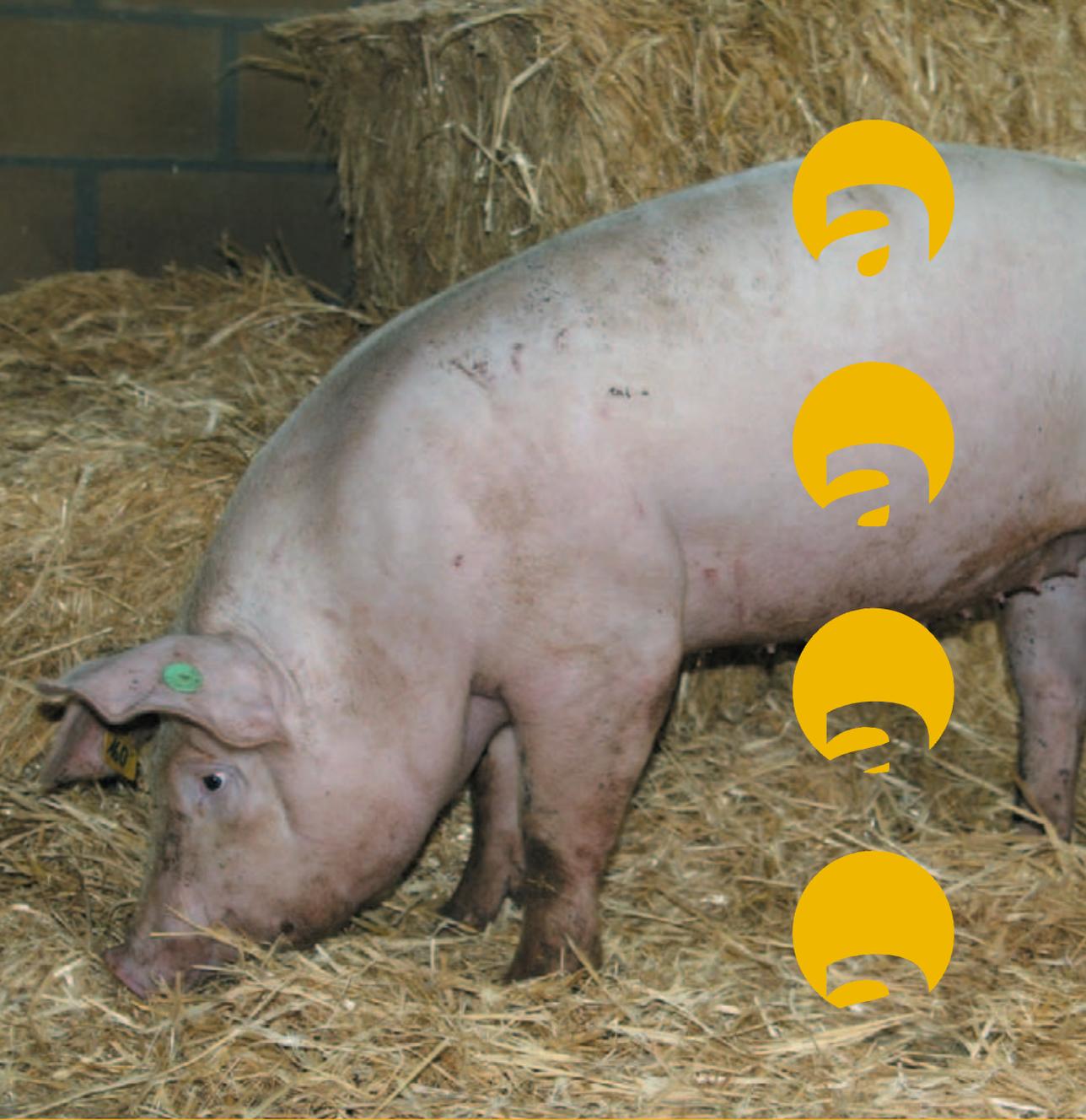
- 1) No hay diferencias productivas entre los 2 tipos de promotores utilizados, en ninguna de las dos genéticas.
- 2) Por sexo, los Duroc machos y en el período global, presentan valores más altos de consumo, crecimiento y conversión (26,5%, 10,0% y 14,5%).
- 3) Genéticamente los ibéricos durante el período entero de cebo, manifiestan diferencias en crecimiento, siendo mayor en **I** (H. Ibérica negra lampiña * M duroc) y **C** (H. Duroc*M. Ibérico retinto), que en **N** (H. Duroc*M. Negro lampiño). No hay efecto sexo dentro de cada genética, en consumo, crecimiento y conversión.
- 4) El rendimiento de canal es mayor en **C** y **N** que en **I**, no así el de piezas nobles (jamones y paletas), superior en **I** (no varían los lomos). La canal de **N** es más corta.

5) La grasa infiltrada es mayor en I, y menor la conductividad.

6) La proteína y % de oleico, son más elevados en N, con menos esteárico; el linoleico es superior en I.



FOTO 5.1. Cerda ibérica.



6. Influencia del sexo, la genética paterna y el peso al sacrificio sobre los parámetros productivos y la calidad de la canal y la carne en porcino



A. Fuentetaja¹, E. Gómez², N. Laso², M.A. Latorre³, G.G. Mateos³.

¹ Copese, S.A.

² Centro de Pruebas de Porcino de Castilla y León (ITACyL).

³ ETSIA Madrid.

H-1-01 / 30 de junio 2001.

6. Influencia del sexo, la genética paterna y el peso al sacrificio sobre los parámetros productivos y la calidad de la canal y la carne en porcino

Resumen

Se realizaron dos ensayos para estudiar la influencia del sexo, el tipo genético paterno y el peso al sacrificio, sobre los parámetros productivos y la calidad de la canal y de la carne en cerdos.

En el ensayo 1, el cual duró 35 d, se utilizaron 240 lechones. Hubo tres tratamientos experimentales en base a tres estirpes genéticas en la línea macho: duroc danés (DD), duroc americano (D) x large white (LW) y pietrain (P) x large white (LW). La línea materna fue en todos los casos landrace x large white (LD x LW). Se utilizaron 5 réplicas por tratamiento y la unidad experimental estuvo formada por 16 animales alojados conjuntamente. En el ensayo 2 se utilizaron 240 cerdos de las mismas genéticas. Hubo 12 tratamientos experimentales ordenados factorialmente en base a dos sexos (castrados y hembras), tres genéticas y dos pesos al sacrificio (120 vs 135 kg.). Se utilizaron 5 réplicas por tratamiento y la unidad experimental estuvo formada por 5 animales alojados conjuntamente.

En el ensayo 1, la genética paterna P x LW mostró los mayores aumentos de

peso (516 vs 487 vs 474 g/d, para P x LW, D x LW y DD, respectivamente; $P < 0,01$), pero no se observaron diferencias para los otros parámetros.

En el ensayo 2, los machos castrados consumieron un 8,1% más, crecieron un 3,2% más rápido y convirtieron el alimento un 4,7% peor que las hembras ($P < 0,01$). Los cerdos DD mostraron mejores ganancias de peso (947 vs 913 vs 917 g/d; $P = 0,01$) y conversiones (2,63 vs 2,78 vs 2,76 g/g; $P < 0,001$) que los D x LW y P x LW. Los animales sacrificados a 135 kg comieron más (2586 vs 2466 g/d; $P < 0,001$), tendieron a crecer más rápido (935 vs 917 g/d, $P = 0,07$) y convirtieron peor el alimento (2,76 vs 2,68 g/g; $P < 0,01$), que los animales sacrificados a 120 kg de peso. En este ensayo, los tres factores estudiados modificaron los parámetros de rendimiento y calidad de la canal y la carne. Los animales castrados tuvieron más grasa P_2 (23,7 vs 20,8 mm, $P < 0,0001$) y en el *Gluteus medius* (21,7 vs 19,3 mm; $P < 0,001$) que las hembras, pero los rendimientos de canal fueron similares. El rendimiento en piezas nobles (lomos + jamones + paletas) fue mayor en las hembras (48,9 vs 78,3 vs 77,9%; $P < 0,01$) y grasa P_2 (23,7 vs 21,4 vs

21,7 mm; $P=0,0001$) que D X LW y DD, respectivamente. Los cerdos sacrificados a 135 kg presentaron más grasa en el *Gluteus medius* (19,3 vs 21,7 mm; $P<0,001$) y menor rendimiento en piezas nobles (49,1 vs 48,0%; $P<0,001$) que los sacrificados a 120 kg. El pH se vió poco afectado por los tratamientos experimentales. Sólo se observó un aumento del pH a 24 h al incrementar el peso de sacrificio y del pH a 45 min en la estirpe P x LW frente a las otras ($P<0,05$).

Bajo las condiciones experimentales de este ensayo, se puede concluir que:

- 1) los lechones en línea macho P x Lw crecieron mejor que los DD y los D x Lw hasta los 35 d postdestete.
- 2) la genética paterna DD dió mejores parámetros productivos de 25 kg hasta el sacrificio que las genéticas híbridas empleadas en este experimento.
- 3) las características de calidad de la canal y de la carne son muy influenciadas por los tres parámetros estudiados.

Objetivo

Estudiar la influencia del sexo, la genética paterna y el peso al sacrificio sobre la productividad y la calidad de la canal y de la carne de cerdos sacrificados a pesos elevados.

Material y métodos

Animales experimentales

Ensayo I: se utilizaron 240 lechones pertenecientes a cruces entre hembras Landrace x Large White y machos de tres genéticas diferentes: Duroc Danés (DD), Duroc Americano (D) x Large White (LW) y Pietrain (P) x Large White, mitad machos castrados y mitad hembras, de 21 ± 2 días de edad y con un peso medio de $7,2 \pm 0,5$ kg aproximadamente. Los animales procedían de El Carrascal, granja perteneciente a Copese, S.A., situada en Coca (Segovia). Los lechones habían sido previamente tatuados y fueron pesados y agrupados por peso vivo antes del comienzo del ensayo.



FOTO 6.1. Sala de lechones.

Ensayo II: se utilizaron los mismos 240 cerdos del ensayo anterior con 56 ± 2 días de edad y un peso medio aproximado de $24,7 \pm 1$ kg. La mitad de los animales se sacrificó a 120 kg y la otra mitad a 135 kg. Al finalizar el ensayo I, los cerdos fueron pesados, crotalados individualmente y redistribuidos al azar en los diferentes tratamientos experimentales según sexo y tipo genético, para iniciar el ensayo II. Al finalizar la fase de cebo, los animales experimentales fueron pesados y transportados hasta el matadero donde fueron sacrificados para el estudio de la calidad de la canal y de la carne.

Instalaciones experimentales

Los ensayos I y II se desarrollaron en el Centro de Pruebas de Porcino del ITACyL (Junta de Castilla y León) ubicado en Hontalbilla (Segovia). El ensayo I se realizó en la nave de transición, las instalaciones constan de dos salas con un total de 15 departamentos de $3,78 \text{ m}^2$ cada uno, con suelo de slat provistos de un comedero tipo tolva y un bebedero tipo chupete. En cada departamento se alojaron 16 lechones ($0,23 \text{ m}^2$ /lechón).

El ensayo II se llevó a cabo en las instalaciones de cebo que constan de cuatro naves con un total de 48 departamentos de $5,6 \text{ m}^2$ cada uno, con suelo de hormigón (cama de paja), provistos de un comedero tipo tolva y un bebedero tipo chupete. En cada departamento se alojaron cinco cerdos ($1,12 \text{ m}^2$ / cerdo).

La calidad de la canal y la carne se analizó en las instalaciones del matadero

ALFRESE (Segovia), que cuenta con 12 corrales de recepción de animales, sala de desangrado y eviscerado, cámara frigorífica y sala de despique de canales. A su llegada al matadero, los animales se sacrificaron al azar y, tras el desangrado y eviscerado, se analizaron los parámetros de interés.

Dietas

Las dietas fueron formuladas por D. Alfonso Fuentetaja y el Departamento de Producción Animal de la Universidad Politécnica de Madrid, de acuerdo con las tablas FEDNA (1999) de composición de materias primas. El programa de alimentación fue común para todos los animales.

Ensayo I: se utilizaron dos piensos: i) prestarter de 0 a 11 d con 2.450 kcal en/kg, 20,1% pb y 1,28% lys y ii) estarter de 11 a 35 d con 2.325 kcal en/kg, 19,9% pb y 1,34% lys.

Ensayo II: Se utilizaron tres piensos: i) entrada en cebadero de 0 a 7 d con 2.280 kcal EN/kg, 19,7% PB y 1,26% lys, ii) crecimiento de 7 a 56 d con 2.274 kcal EN/kg, 17,2% PB y 1,01% lys y iii) acabado de 56 d hasta el sacrificio con 2.434 kcal EN/kg, 14,1% PB y 0,69% lys.

La composición, valor nutricional y análisis calculado de los piensos se muestra en los Anexos 1 y 2. Los piensos se fabricaron y granularon en COPESE, S.A. (Coca, Segovia), bajo la supervisión directa de D. Alfonso Fuentetaja y se suministraron ad libitum durante todo el ensayo.

Diseño experimental

Ensayo I. Los datos fueron analizados como un diseño completamente al azar con tres tratamientos en base a tres genéticas paternas (DD, D x LW y P x LW) tal y como se muestra en la tabla 6.1. La unidad experimental estuvo formada por 16 animales alojados conjuntamente y hubo cinco réplicas por tratamiento.

TABLA 6.1. Diseño experimental del Ensayo I.

Tratamiento	Genética paterna ^{1,2}
1	DD
2	D x LW
3	P x LW
Número de salas:	2
Número total de cerdos:	240
Número de tratamientos:	3
Réplicas por tratamiento:	5
Cerdos por réplica:	16
Cerdos por tratamiento:	80

Ensayo II. Los datos de productividad y los de calidad de la canal y de la carne se analizaron como un diseño completamente al azar, con 12 tratamientos ordenados factorialmente en base a dos sexos (machos castrados y hembras), tres genéticas paternas (DD, D x LW y P x LW) y dos pesos al sacrificio (120 y 135 kg) tal y como se muestra en la tabla 6.2. Cada tratamiento se replicó cuatro veces y la unidad experimental estuvo formada por cinco animales del mismo sexo alojados conjuntamente.

TABLA 6.2. Diseño experimental del ensayo II.

Tratamiento	Sexo	Genética paterna ^{1,2}	Peso sacrificio, kg
1	Castrados	DD	120
2			135
3		D x LW	120
4			135
5		P x LW	120
6			135
7	Hembras	DD	120
8			135
9		D x LW	120
10			135
11		P x LW	120
12			135

¹ DD: Duroc danés; D: Duroc americano, P: Pietrain, LW: Large White.

² La genética materna fue Landrace x Large White en todos los casos.

Número de naves:	4
Número total de cerdos:	240
Número de tratamientos:	12
Réplicas por tratamiento:	4
Cerdos por réplica:	5
Cerdos por tratamiento:	20

Controles

Ensayo I. Se midió el crecimiento, el consumo de pienso y la conversión alimenticia por departamento, a los 11, 25 y 35 días de prueba.

Ensayo II.

Parámetros productivos: Se midió el crecimiento de forma individual, así como el consumo de pienso y la conversión alimenticia por departamento cada 14 días.

Parámetros de canal y carne: Se midió el peso de la canal en caliente, con cabeza incluida, mediante una báscula eléctrica, y

a partir de estos datos se calculó el rendimiento a la canal. Asimismo, se midió el espesor de la grasa dorsal mediante una sonda (fat-o-meater) entre la 3ª y la 4ª última costilla. A los 45 min y a las 24 h postmortem, se determinó el pH y la temperatura en el músculo *Semimembranosus* mediante un pH-metro portátil (*Crison 507*), equipado con un electrodo combinado de penetración y un compensador automático de temperatura. A continuación se midió, con cinta métrica, la longitud de la canal (cm) desde el borde anterior de la sínfisis isquio-pubiana hasta la parte anterior de la primera costilla, así como la longitud (cm) y el perímetro (cm) del jamón. Asimismo, se midió el espesor de la grasa en la parte más estrecha del jamón, entre el músculo *Gluteus medius* y la piel (mm) sin tener en cuenta el grosor de ésta última. El espesor de la grasa en este punto es considerado esencial por los industriales del jamón ya que sirve para valorar las características de la pieza a la curación y el posterior precio de venta. Todas las medidas fueron tomadas en la media canal izquierda. Posteriormente se procedió al despiece de las canales, pesándose el lomo izquierdo de todas las piezas para calcular el rendimiento sobre la canal. Las pérdidas por oreo en jamones y paletas de cada canal se calcularon en base a la diferencia de peso medida a los 45 min. y a las 24 h. postmortem. A las 48 h. postsacrificio se perfilaron los jamones recortando la grasa sobrante para dar a las piezas la forma redondeada requerida por el mercado. En este momento se pesaron y se calculó el porcentaje con respecto al peso de la canal, operación que se repitió con las paletas 24 h. después.

Análisis estadístico

Ensayo I. Los datos fueron analizados como un modelo al azar con el tipo genético como efecto principal mediante el procedimiento GLM de SAS (1990). Se compararon las medias mediante un *t-test*. El peso inicial fue usado como covariable.

Ensayo II. Los datos de productividad y de calidad de la canal y de la carne fueron analizados como un modelo al azar para tratamientos ordenados factorialmente con el sexo, la genética y el peso al sacrificio como efectos principales mediante el procedimiento GLM de SAS (1990).

Todos los resultados se presentan en las tablas correspondientes como medias corregidas por mínimos cuadrados.

Resultados

Ensayo I. No se observaron diferencias en productividad entre genéticas durante los primeros 11 d de prueba (prestarter). Sin embargo, de 11 a 35 d (starter) lo animales P x LW crecieron más rápido (626 vs 599 vs 571 g/d; $P < 0,01$) que los animales D x LW o DD (Tabla 6.3.). Asimismo, al final de la prueba (35 d postdestete), los animales P x LW mostraron mejores ganancias de peso que las otras estirpes (516 vs 487 vs 474 g/g, para P x LW, D x LW o los DD respectivamente; $P < 0,01$), no detectándose diferencias ni para el consumo ni para los índices de conversión.

TABLA 6.3. Efecto de la genética paterna sobre los parámetros productivos en lechones.

	Genética paterna ^{1,2}			EEM ³ (n=5)	P
	DD	D x LW	P x LW		
0 a 11 d (prestarter)					
GMD ₄ , g	262	242	276	12	NS ⁵
CMD ₄ , g	327	333	341	9	NS
IC ₄ , g/g	1,25	1,39	1,24	0,06	NS
11 a 35 d (starter)					
GMD, g	571 ^a	599 ^b	626 ^c	7	0,002
CMD, g	886	951	944	25	NS
IC, g/g	1,54	1,58	1,50	0,04	NS
0 a 35 d (global)					
GMD, g	474 ^a	487 ^a	516 ^b	6	0,005
CMD, g	710	755	755	18	NS
IC, g/g	1,49	1,54	1,46	0,04	NS

¹ DD: Duroc Danés; D: Duroc americano, P: Pietrain; LW: Large White.

² Letras diferentes indican diferencias significativas.

³ EEM: error estándar de la media.

⁴ GMD: ganancia media diaria, CMD: consumo medio diario, IC: índice de conversión.

⁵ NS: P>0,05.

GRÁFICO 6.1. Evolución de la genética paterna (0-35 d - Transición).

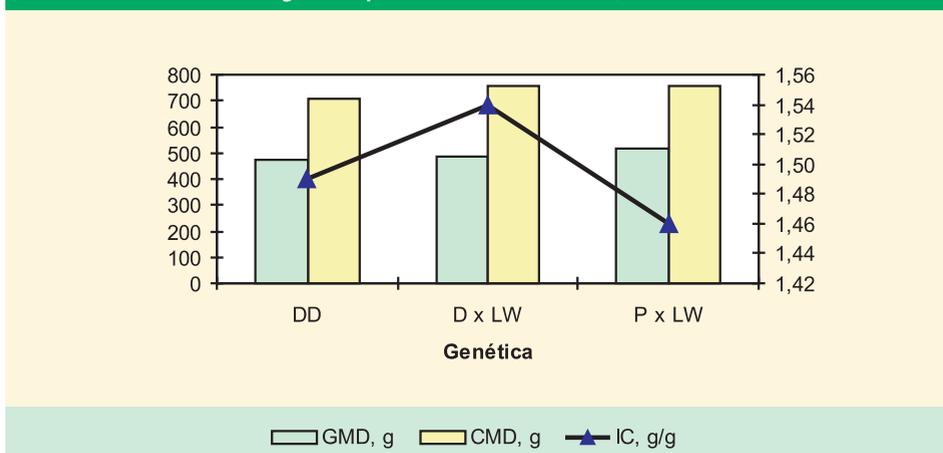


TABLA 6.4. Efecto de la genética paterna sobre el peso de lechones.

	Genética paterna ^{1,2}			EEM ³ (n=5)	P
	DD	D x LW	P x LW		
P1 (11 d postdestete)	10,1	9,9	10,5	0,19	NS ⁴
P2 (25 d postdestete)	17,1 ^a	16,9 ^a	18,1 ^b	0,22	0,006
P3 (35 d postdestete)	23,8 ^a	24,4 ^a	25,4 ^b	0,29	0,008

¹ DD: Duroc Danés; D: Duroc americano, P: Pietrain; LW: Large White.

² Letras diferentes indican diferencias significativas.

³ EEM: error estándar de la media.

Los animales de la línea paterna P x LW pesaron más que los otros dos tipos genéticos a lo largo de toda la prueba (Gráfico 6.1. y Tabla 6.4.).

Ensayo II.

Parámetros productivos: no se observó interacción alguna entre sexo, genética paterna y peso al sacrificio para ninguno

de los parámetros zootécnicos estudiados, por lo que sólo se discuten los resultados relativos a los efectos principales.

En la Tabla 6.5 y el Gráfico 6.2., se muestra la influencia del sexo, la genética paterna y el peso al sacrificio sobre los parámetros productivos al final de la prueba.

TABLA 6.5. Influencia del sexo, la genética paterna y el peso al sacrificio sobre los parámetros productivos de cerdos sacrificados a 120 y 135 kg.

	Sexo ¹		Genética paterna ^{2,3}			Sacrificio, kg		EEM ⁴ (n=4)
	C	H	DD	DxLW	PxLW	120	135	
GMD ⁵ , g	940	914	947 ^a	918 ^b	917 ^b	920	935	18
CMD ⁵ , g	2.625	2.430	2.504	2.538	2.540	2.470	2.584	57
IC ⁵ ,g/g	2,79	2,66	2,64 ^a	2,76 ^b	2,76 ^b	2,68	2,76	0,05
Significación								
	Sexo		Genética			Sacrificio		
GMD ⁵ , g	0,01		0,03			NS ⁶		
CMD ⁵ , g	0,0001		NS			0,001		
IC ⁵ ,g/g	0,0001		0,001			0,001		

¹ C: machos castrados; H: Hembras.

² DD: Duroc Danés; D: Duroc americano, P: Pietrain; LW: Large White.

³ Letras diferentes indican diferencias significativas.

⁴ EEM: Error estándar de la media.

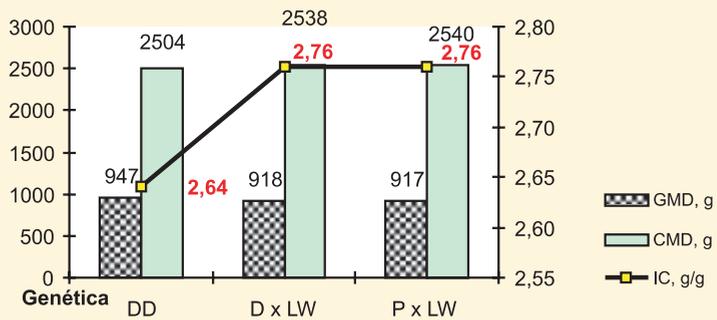
⁵ GMD: ganancia media diaria; CMD: consumo medio diario, IC: índice de conversión.

⁶ NS: P>0,05.



FOTO 6.2. Cerda.

GRÁFICO 6.2. Evolución del sexo, genética y peso al sacrificio (120-135 Kg.).



Los machos castrados consumieron un 8% más de pienso (2.625 vs 2.430 g/d; $P < 0,0001$), crecieron un 2,8% más rápido

(940 vs 914 g/d; $P < 0,01$) y convirtieron el alimento un 4,7% peor (2,79 vs 2,66 g/g; $P < 0,001$) que las hembras (Tabla 6.5.).

Todos los tipos genéticos mostraron un consumo de pienso similar pero los cerdos de línea paterna DD crecieron y tuvieron mejores índices de conversión que los animales D x LW o los P x LW (947, 918 y 917 g/d; $P < 0,01$ y 2,64, 2,76 y 2,76 g/g; $P < 0,001$).

Los animales sacrificados a 135 kg comieron más (2584 vs 2470 g/d; $p = 0,001$) y convirtieron peor el alimento

(2,76 vs 2,68 g/g; $p < 0,01$), que los animales sacrificados a peso inferior.

La evolución de los pesos con la edad se presenta en la tabla 6.6.. Al inicio de la prueba, los machos castrados tenían un peso superior a las hembras cuando todos ellos tenían la misma edad (24,9 vs 24,5 kg; $P < 0,01$). La diferencia de peso entre sexos se mantuvo a los 105 d (122,5 vs 118,7 kg; $P < 0,001$) pero no fue significativa a los 119 d (137,4 vs 134,4 kg; $P = 0,07$).

Tabla 6.6. Evolución del peso de los cerdos durante la prueba de cebo.

Días de cebo	Sexo ¹		Genética paterna ^{2,3}			Sacrificio, kg		EEM ⁴ (n=4)
	C	H	DD	DxLW	PxLW	120	135	
0	24,9	24,5	24,0 ^a	24,9 ^b	25,3 ^c	24,8	24,7	0,20
49	73,0	71,7	71,0 ^a	72,3 ^{ab}	73,8	72,2	72,5	1,33
105	122,5	118,7	121,6	119,3	121,0	121,4	119,9	1,99
Días de cebo	Significación							
	Sexo	Genética	Sacrificio					
0	<0,01	0,0001			NS ⁵			
49	0,10	0,01			NS			
105	<0,001	NS			NS			

¹ C: machos castrados; H: Hembras.
² DD: Duroc Danés; D: Duroc americano, P: Pietrain; LW: Large White.
³ Letras diferentes indican diferencias significativas.
⁴ EEM: Error estándar de la media.
⁵ NS: $P > 0,05$.

El tipo genético también influyó sobre los pesos. Al inicio de la fase de cebo, los animales procedentes de padres P x LW tenían un peso mayor que los D x LW o los DD aún cuando todos tenían la misma edad (25,3 vs 24,9 vs 24,0 kg; $P < 0,0001$). Sin embargo, al final de la prueba, el peso de los DD fue significativamente superior

al de los otros tipos genéticos (139,4 vs 134,3 vs 134,0 kg, para DD, D x LW y P x LW, respectivamente; $P < 0,01$).

En la tabla 6.7. se muestra la influencia del sexo y la genética paterna sobre el rendimiento de cerdos en los distintos periodos del crecimiento-cebo.

TABLA 6.7. Influencia del sexo y la genética paterna sobre los parámetros productivos en cerdos de cebo.

	Sexo ¹		Genética paterna ^{2,3}			EEM ⁴	Significación	
	C	H	DD	DxLW	PxLW		Sexo	Genét.
25 a 72 kg (n=8)								
GMD ⁶ ,g	980	963	960	966	989	18	NS ⁵	NS
CMD ⁶ , g	2.033	1.927	1.897 ^a	2.023 ^b	2.020 ^b	43	0,004	0,007
IC ⁶ , g/g	2,07	2,00	1,98 ^a	2,09 ^b	2,04 ^{ab}	0,03	0,03	0,02
72 a 120 kg (n=8)								
GMD, g	884	839	903 ^a	839 ^b	843 ^b	19	0,007	0,003
CMD, g	2.477	2.257	2.393	2.341	2.368	40	0,0001	NS
IC g/g	2,81	2,69	2,65 ^a	2,79 ^b	2,81 ^b	0,04	0,007	0,004
120 a 135 kg (n=4)								
GMD, g	1.111	1.184	1.235 ^a	1.205 ^{ab}	1.005 ^b	104	NS	0,08
CMD, g	2.548	2.509	3.661	3.517	3.407	142	NS	NS
IC, g	3,30	3,01	3,06	2,94	3,46	0,24	NS	NS

¹ C: machos castrados; H: Hembras.

² DD: Duroc Danés; D: Duroc americano, P: Pietrain; LW: Large White.

³ Letras diferentes indican diferencias significativas.

⁴ EEM: Error estándar de la media.

⁵ NS: P>0,05.

⁶ GMD: ganancia media diaria; CMD: consumo medio diario, IC: índice de conversión.

Entre 25 y 72 kg de peso, los machos castrados comieron un 5,5% más (P<0,01) y convirtieron el alimento un 3,4% peor (P<0,05) que las hembras, aunque ambos presentaron crecimientos similares. las diferencias se mantuvieron entre 72 y 120 kg donde los castrados comieron un 9,7% más (P<0,0001) y transformaron el pienso un 4,3% peor (P<0,01). además, en este período, los castrados crecieron un 5,3% más rápido que las hembras (P<0,01). no se detectaron diferencias significativas debidas al sexo entre 120 kg y 135 kg.

De 25 a 72 kg, los cerdos de línea paterna DD comieron menos (1897 vs 2023 vs 2020 g/d; P<0,01) y convirtieron mejor (1,98 vs 2,09 y 2,04 g/g; P=0,02) que los D

x LW o los P x LW, pero los aumentos de peso fueron similares.

Entre 72 y 120 kg, los cerdos DD tuvieron los mejores crecimientos y conversiones (903 vs 839 vs 843 g/d; P=0,007 y 2,66 vs 2,78 vs 2,78 g/g; P=0,06, para DD, D x LW y P x LW, respectivamente). No se detectaron diferencias significativas entre genéticas entre 120 y 135 kg. ni para los consumos ni para los índices de conversión, pero se observó una tendencia a que los DD crecieran más que los otros (1.235 vs 1.205 vs 1.005 g/d, para los DD, D x LW y P x LW, respectivamente; P=0,08).

Parámetros de la canal y la carne: en la tabla 6.8. se muestra la influencia del

sexo, la genética paterna y el peso al sacrificio sobre el peso y el rendimiento

de la canal y el espesor de la grasa dorsal (P_2) y del *Gluteus medius*.

TABLA 6.8. Influencia del sexo, el tipo genético paterno y el peso al sacrificio sobre el peso y el rendimiento de la canal y el espesor de la grasa dorsal (P_2) y del *Gluteus medius*.

	Sexo ¹		Genética paterna ^{2,3}			Sacrificio, kg	
	C	H	DD	DxLW	PxLW	120	135
Peso canal, kg	102,2	99,7	101,7	100,0	101,1	95,3	106,5
Rto. Canal, %	78,4	78,3	77,9 ^a	78,3 ^a	78,9 ^b	78,3	78,3
P_2^4 , mm	23,7	20,8	21,7 ^a	21,4 ^a	23,7 ^b	21,9	22,6
Significación							
	Sexo		Genética			Sacrificio	
Peso canal, kg	0,01		NS ⁵			0,0001	
Rdto. Canal, %	NS		0,004			NS	
P_2^4 , mm	0,0001		0,002			NS	
Grasa <i>gluteus medius</i> 4, mm	0,0002		0,06			0,0002	

¹ C: Machos Castrados; H: Hembras.

² DD: Duroc Danés; D: Duroc americano, P: Pietrain; LW: Large White.

³ Letras diferentes indican diferencias significativas.

⁴ Media sin piel.

⁵ NS: $P > 0,05$.

El peso de la canal de los machos castrados fue superior al de las hembras (102,2 vs 99,7 kg; $P < 0,01$), debido en gran medida a su mayor peso final, ya que ambos mostraron rendimientos de canal similares. Asimismo, los animales castrados presentaron valores superiores de espesor de grasa dorsal (23,7 vs 20,8 mm; $P < 0,0001$) y de grasa medida en el *Gluteus medius* (21,7 vs 19,3 mm, $P < 0,001$) que las hembras.

El tipo genético no afectó al peso de la canal. Sin embargo, los animales de línea paterna P x LW presentaron mejores rendimientos de canal (78,9 vs 78,3 vs 77,9%; $P < 0,01$) y valores P_2 (23,7 vs 21,4 vs 21,7 mm; $P < 0,01$) que los D x LW o los DD. Los cerdos DD tendieron a mostrar menos

grasa en el *Gluteus medius* que el resto de las estirpes (19,6 vs 21,3 vs 20,7 mm, para DD, D x LW y P x LW, respectivamente; $P = 0,06$).

Al aumentar el peso de sacrificio aumentó el peso de la canal (95,3 vs 106,5 kg; $P < 0,0001$), aunque el rendimiento de la misma no varió. El espesor de grasa dorsal no se vió afectado por el peso de sacrificio, mientras que el de la grasa del *Gluteus medius* aumentó (19,3 vs 21,7 mm; $P < 0,001$).

En la Tabla 6.9 se muestra la influencia del sexo, el tipo genético paterno y el peso al sacrificio sobre la longitud de la canal y la longitud y el perímetro del jamón.

TABLA 6.9. Influencia del sexo, el tipo genético paterno y el peso al sacrificio sobre la longitud de la canal y la longitud y el perímetro del jamón.

	Sexo ¹		Genética paterna ^{2,3}			Sacrificio, kg	
	C	H	DD	DxLW	PxLW	120	135
Longitud canal ⁶ , cm	87,0	86,8	87,2 ^a	87,6 ^a	85,8 ^b	85,4	88,4
Longitud jamón, cm	37,9	37,3	38,4 ^a	37,6 ^a	36,8 ^c	37,0	38,3
Perímetro jamón, cm	78,4	77,2	78,1 ^a	77,2 ^b	78,1 ^a	76,6	79,0
	EEM ⁴ (n=4)	Significación					
		Sexo	Genética	Sacrificio			
Longitud canal ⁶ , cm	0,59	NS ⁵	0,0004	0,0001			
Longitud jamón, cm	0,14	0,0001	0,0001	0,0001			
Perímetro jamón, cm	0,54	0,0007	0,04	0,0001			

¹ C: machos castrados; H: Hembras.
² DD: Duroc Danés; D: Duroc americano, P: Pietrain; LW: Large White.
³ Letras diferentes indican diferencias significativas.
⁴ EEM: Error estándar de la media.
⁵ NS: P>0,05.
⁶ Interacción entre el peso de sacrificio y el tipo genético paterno.

El sexo no afectó a la longitud de la canal, pero sí a la longitud y al perímetro del jamón, que fueron superiores en castrados que en hembras (37,9 vs 37,3 cm; P=0,0001 y 78,4 vs 77,2 cm; P<0,001).

Los animales procedentes de línea macho DD o D x LW, presentaron canales más largas que los procedentes de la P x LW (87,2 vs 87,6 vs 85,8 cm; P<0,001). Asimismo, la longitud de los jamones de los animales de línea paterna fue mayor que la de los D x LW o los P x LW (38,4 vs 37,6 vs 36,8 cm; P<0,0001). Por otra parte, los cerdos de la línea paterna D x LW mostraron el menor perímetro de jamón (77,2, 78,1 y 78,1 cm, para los D x LW, DD y P x LW, respectivamente; P<0,05).

Al incrementar el peso al sacrificio aumentó tanto la longitud de la canal (85,4 vs 88,4 cm; P<0,0001) como la longitud y el perímetro del jamón (37,0 vs 38,3 cm y 76,6 vs 79,0 cm; P<0,0001).

TABLA 6.10. Interacción entre peso al sacrificio, tipo genético paterno y longitud de canal (cm).

Genética paterna ¹	Peso de sacrificio, kg	
	120	135
DD	85,5	89,5
D x LW	86,5	88,7
P x LW	84,7	87,0

¹ DD: Duroc Danés; D: Duroc americano, P: Pietrain; LW: Large White.

Se detectó una interacción en la longitud de la canal entre el tipo genético paterno y el peso al sacrificio, en el sentido de que al aumentar el peso al sacrificio, la longitud de la canal aumentó más en los animales de línea macho DD que en los D x LW o en los P x LW (Tabla 6.10).

En la tabla 6.11. se muestra la influencia del sexo, el tipo genético paterno y el peso al sacrificio sobre peso y el rendimiento de piezas nobles (lomos, jamo-

nes y paletas), expresado en kg y en porcentaje del peso de la canal.

El sexo de los animales no afectó ni al peso de los lomos ni al de los jamones, pero sí al de las paletas, que fueron más pesadas en los castrados que en las hembras (15,5 vs 15,1 kg; $P < 0,01$). Sin embargo, el rendimiento de los lomos y jamones fue mayor que en las hembras (7,3 vs 7,0%; $P < 0,001$). Las hembras presentaron mejor rendimiento global en piezas nobles que los machos castrados (48,9 vs 48,2%, $P < 0,001$).

Los animales de línea paterna P x LW mostraron el mayor peso de lomos y el mejor rendimiento de todas las genéticas (7,4 vs 6,9 vs 7,1%, para P x LW, D x

LW y DD, respectivamente; $P < 0,01$). Sin embargo, los cerdos de línea macho DD presentaron los mejores pesos y rendimientos en jamones (27,0, 26,0 y 26,3 kg y 26,6, 26,1 y 26,1%, para los DD, D x LW y P x LW, respectivamente; $P < 0,05$). El peor rendimiento en piezas nobles se observó para los cerdos de padre D x LW (48,1 vs 48,9 vs 48,6%, para D x LW, DD y P x LW, respectivamente; $P < 0,01$).

El aumento de peso al sacrificio incrementó el peso de los lomos, jamones y paletas (6,9 vs 7,4; 25,2 vs 27,7 kg y 14,6 vs 16,0 kg; $P < 0,0001$) pero redujo el rendimiento en estas mismas piezas (7,2 vs 7,0; 26,5 vs 26,0 y 15,3 vs 15%, para lomos, jamones y paletas, respectivamente; $P < 0,0001$).

TABLA 6.11. Influencia del sexo, el tipo genético paterno y el peso al sacrificio sobre el peso y rendimiento de piezas nobles (lomos, jamones y paletas).

	Sexo ¹		Genética paterna ^{2,3}			Sacrificio, kg	
	C	H	DD	DxLW	PxLW	120	135
Peso lomos, kg	7,1	7,2	7,2 ^a	6,9 ^b	7,4 ^a	6,9	7,4
Rto lomos, % canal	7,0	7,3	7,1 ^a	6,9 ^a	7,3 ^b	7,2	7,0
Peso jamones, kg	26,6	26,3	27,0 ^a	26,0 ^b	26,3 ^b	25,2	27,7
Rto jamones, % canal	26,1	26,4	26,6 ^a	26,1 ^b	26,1 ^b	26,5	26,0
Peso paletas, kg	15,5	15,1	15,5 ^a	15,1 ^b	15,4 ^{ab}	14,6	16,0
Rto paletas, % canal	15,2	15,2	15,2	15,1	15,2	15,3	15,0
Rto global % canal	48,2	48,9	48,9 ^a	48,1 ^b	48,6 ^a	49,1	48,0
	EEM ⁴ (n=4)	Significación			Sacrificio		
		Sexo	Genética	Sacrificio			
Peso lomos, kg	0,18	NS ⁵	0,006	0,0001			
Rto lomos, % canal	0,13	0,001	0,003	0,0007			
Peso jamones, kg	0,43	NS	0,01	0,0001			
Rto jamones, % canal	0,20	0,004	0,002	0,0007			
Peso paletas, kg	0,22	0,01	0,08	0,0001			
Rto paletas, % canal	0,09	NS	NS	0,0001			
Rto global % canal	0,33	0,001	0,007	0,0001			

¹ C: machos castrados; H: Hembras.

² DD: Duroc Danés; D: Duroc americano, P: Pietrain; LW: Large White.

³ Letras diferentes indican diferencias significativas.

⁴ EEM: Error estándar de la media.

⁵ NS: $P > 0,05$.

TABLA 6.12. Interacción entre sexo y tipo genético paterno para el rendimiento de las paletas (% canal).

Genética paterna	Sexo	
	Machos Castrados	Hembras
DD	15,3	15,2
D x LW	15,2	15,1
P x LW	15,1	15,3

Se detectó una interacción en el rendimiento de las paletas entre el tipo genéti-

co y el sexo; el rendimiento fue mayor en machos que en hembras en el caso de las genéticas paternas DD y D x LW pero ocurrió lo contrario en la P x LW (Tabla 6.12.).

En la tabla 6.13., se muestra la influencia del sexo, el tipo genético y el peso al sacrificio sobre el pH del *Semimembranosus* y la temperatura, medidos a 45 min. y 24 h postmortem, así como sobre las pérdidas de oreo de jamones y paletas.

TABLA 6.13. Influencia del sexo, el tipo genético paterno y el peso al sacrificio sobre el pH del semimembranosus y la temperatura a 45 min. y a 24 h postmortem y sobre las pérdidas por oreo de jamones y paletas.

	Sexo ¹		Genética paterna ^{2,3}			Sacrificio, kg	
	C	H	DD	DxLW	PxLW	120	135
pH 45, postmortem	6,01	5,96	6,02 ^a	6,02 ^a	5,92 ^b	5,97	6,01
pH 24 h postmortem	5,86	5,79	5,79	5,84	5,85	5,87	5,78
T ^a 45', °C	39,8	39,1	39,5	39,1	39,8	38,7	40,2
T ^a 24 h, °C	9,9	10,0	9,81	9,84	10,3	9,5	10,4
Pérdidas oreo, %	0,95	0,99	0,99	0,95	0,97	1,00	0,94
	EEM ⁴ (n=4)	Significación					
		Sexo	Genética			Sacrificio	
pH 45, postmortem	NS ⁵	NS	0,04			NS	
pH 24 h postmortem	NS	NS	NS			0,02	
T ^a 45', °C	0,06	0,06	NS			0,0004	
T ^a 24 h, °C	NS	NS	NS			0,0006	
Pérdidas oreo, %	NS	NS	NS			NS	

¹ C: machos castrados; H: Hembras.

² DD: Duroc Danés; D: Duroc americano, P: Pietrain; LW: Large White.

³ Letras diferentes indican diferencias significativas.

⁴ EEM: Error estándar de la media.

⁵ NS: P>0,05.

El sexo no influyó sobre el pH, o las pérdidas por oreo, pero la temperatura a 45 minutos postmortem de los castrados, tendió a ser mayor que la de las hembras (39,8 vs 39,1 °C; P=0,06).

El tipo genético no influyó sobre las pérdidas por oreo o la temperatura, pero el pH a

45 min postmortem fue inferior en los animales de línea paterna P x LW que en los DD o P x LW (5,92 vs 6,02 vs 6,02; P<0,05).

El pH de la carne a 24 h postmortem, fue superior en las canales de los cerdos sacrificados a 120 kg que en los sacrificados a 135 kg (5,87 vs 5,78; P=0,02). Asi-

mismo, la temperatura de la canal a 45 min y 24 h postmortem fue superior en las canales sacrificadas a más peso (38,7 vs 40,2 y 9,5 vs 10,4 °C; P<0,001).

Conclusiones

- 1) Los animales de línea paterna P x LW crecieron más que los DD a los D x LW a los 35 d postdestete. Sin embargo, los cerdos de línea macho DD crecieron más y transformaron mejor que los D x LW a los P x LW en el periodo de crecimiento-cebo.
- 2) Los machos castrados crecieron más rápido, consumieron más pienso y transformaron peor el alimento que las hembras durante la fase de crecimiento-cebo.
- 3) El aumento del peso al sacrificio de 120 a 135 kg aumentó el consumo diario, empeoró la conversión del alimento y tendió a incrementar el crecimiento.
- 4) Los animales de línea paterna DD y D x L tuvieron menor rendimiento de canal y menos grasa dorsal que los P x LW. El rendimiento en piezas nobles fue superior para los animales de padre DD que para los D x LW mientras que los P x LW presentaron valores intermedios.
- 5) Los machos castrados tuvieron más grasa dorsal y en el *Gluteus medius* y mayor longitud y perímetro del jamón que las hembras. El rendimiento de los lomos y jamones fue superior en las hembras que en los animales castrados. Los cerdos sacrificados a 135 kg

presentaron más grasa del *Gluteus medius* y menos rendimiento en piezas nobles que los sacrificados a 120 kg.

TABLA 6.14. Dietas Ensayo I.

Ingredientes, %	Prestarter (0 a 100 d)	Starter (11 a 35)
Cebada 2 carreras	14,80	24,90
Trigo molturación fina	-	33,20
Trigo extrusionado	15,30	-
Maíz extrusionado	19,80	-
Centeno fino	-	-
Soja integral fina	5,90	-
Aceite de soja	3,50	2,30
Hna de galleta	-	6,10
Hna soja, 44% PB	-	3,80
Hna soja, 47% PB	2,90	20,80
Proteína patata	2,70	-
Melaza de remolacha	-	0,99
Pulpa remolacha	4,90	-
Hna pescado LT	5,90	-
Suero ácido	3,90	2,50
Suero dulce	9,70	-
Leche descremada	1,98	-
Plasma animal	3,90	-
Cloruro sódico	0,03	0,21
Carbonato cálcico	0,51	0,92
Fosfato bicálcico	0,91	1,25
L-Lisina 50%	-	0,71
DL-Metionina 88%	0,15	0,15
L-Treonina	-	0,64
Colina líquida 75%	0,02	0,02
Corrector vitam-min ¹	0,40	0,40
Otros ²	2,80	1,11
Análisis calculado³		
Energía Neta, Kcal / kg	2.500	2.325
Proteína Bruta,%	20,20	19,90
Fibra Neutro Detergente,%	9,50	11,10
Lisina, %	1,28	1,34
Lisina, digestible, %	1,09	1,16
Metionina total,%	0,53	0,43
Metionina digestible, %	0,48	0,38
Met + cis total, %	0,85	0,77
Met + cis digestible,%	0,73	0,65
Treonina total, %	1,09	1,32

Análisis calculado ³	Prestarter (0 a 100 d)	Starter (11 a 35)
Treonina dig, %	0,72	1,15
Triptófano total, %	0,24	0,23
Calcio, %	0,82	0,80
Fósforo total, %	0,62	0,62
Fósforo disponible, %	0,46	0,39
Sodio, %	0,45	0,16

¹ Incluyó por kg de pienso: vitamina A: 14.000 UI; vitamina D3: 2.000 UI, tiamina: 1,3 ppm, riboflavina: 5 ppm, piridoxina: 2,5 ppm; cobalamina: 25 ppb; vitamina E: 40 ppm; vitamina k: 1,5 ppm, ac. pantoténico: 15 ppm; niacina: 27 ppm; biotina: 0,15; colina: 280 ppm, ác. fólico: 0,5 ppm; Fe: 100 ppm; Mn: 45 ppm; Co: 0,1 ppm, I: 1 ppm, Se: 0,3 y Zn: 120 ppm.

² Contenia: acidificante y fitasas (Basf española, S.A. Tarragona).

³ Valores según las tablas FEDNA (1999).

TABLA 6.15. Dietas: Ensayo II.

Ingredientes, %	Adaptación a cebo (0 a 7 d)	Crecimiento (7 a 56)	Acabado (56 d hasta sacrific.)
Cebada	19,00	35,30	19,40
Trigo	33,60	13,60	19,30
Centeno	-	16,50	28,30
Palmiste	-	-	0,07
Hna soja, 44% PB	13,70	-	-
Hna soja, 47% PB	12,10	18,80	8,80
Hna galleta	14,80	9,30	8,30
Terocerillas	-	-	0,40
Soja integral	-	-	1,40
Girasol integral	-	-	2,70
Solubles destilería	-	-	3,90
Grasa mezcla (3/5)	-	-	1,34
Aceite de soja	0,84	0,76	-
Oleína	-	-	1,55
Melaza remolacha	0,99	2,43	1,93
L-Lisina 50%	0,55	0,36	0,17
DL-Metionina 88%	0,10	0,04	-
Treonina 25%	0,44	0,25	0,006
Colina 75%	0,66	0,03	0,04
Cloruro sódico	-	0,29	0,19
Carbonato cálcico	0,85	1,10	1,12
Fosfato cálcico	1,30	0,76	0,46
Bicarbonato sódico	-	-	0,28
Corrector vitam-min	0,29	0,29	0,24
Otros	0,78	0,19	0,10
Análisis calculado			
Energía Neta, Kg	2.280	2.273	2.435
Proteína Bruta,%	19,70	17,20	14,10
Fibra Neutro	11,10	12,20	13,50
Lisina,%	1,26	1,01	0,69
Lisina digestible,,%	1,08	0,85	0,55
Metionina total,%	0,38	0,29	0,22
Metionina digestible,%	0,33	0,25	0,18
Met + cis total,%	0,72	0,60	0,49
Met + cis digestible,%	0,60	0,49	0,38
Treonina total,%	0,80	0,67	0,48
Treonina digestible,%	0,63	0,51	0,34
Triptófano total%	0,24	0,21	0,16
Calcio,%	0,76	0,71	0,63
Fósforo total,%	0,61	0,51	0,45
Fósforo digestible,%	0,38	0,27	0,23
Cloro,%	0,32	0,35	0,27

TABLA 6.16. Datos por tratamiento del Ensayo II: Parámetros productivos.

	DD		D x LW		P x LW	
	C	H	C	H	C	H
De 25 a 72 kg						
gmd, g	960	960	988	945	996	983
cmd, g	1.952	1.842	2.095	1.950	2.051	1.989
ic, g/g	2,03	1,92	2,12	2,06	2,06	2,02
De 72 a 120 kg						
gmd, g	943	862	843	835	865	820
cmd, g	2.517	2.269	2.436	2.246	2.480	2.256
ic, g/g	2,67	2,64	2,89	2,69	2,87	2,75
De 120 a 135 kg						
gmd, g	1.162	1.307	1.171	1.238	1.001	1.007
cmd, g	3.657	3.665	3.525	3.510	3.462	3.352
ic, g/g	3,28	2,84	3,05	2,83	3,56	3,35
Sacrificio a 120 kg						
	DD		D x LW		P x LW	
	C	H	C	H	C	H
De 25 kg hasta el sacrificio						
gmd, g	941	907	927	901	937	905
cmd, g	2.501	2.297	2.612	2.388	2.621	2.404
ic, g	2,66	2,53	2,81	2,65	2,80	2,65
Sacrificio a 135 kg						
	DD		D x LW		P x LW	
	C	H	C	H	C	H
De 25 kg hasta el sacrificio						
gmd, g	984	955	927	915	926	902
cmd, g	2.721	2.497	2.650	2.503	2.644	2.491
ic, g	2,76	2,61	2,86	2,73	2,85	2,76

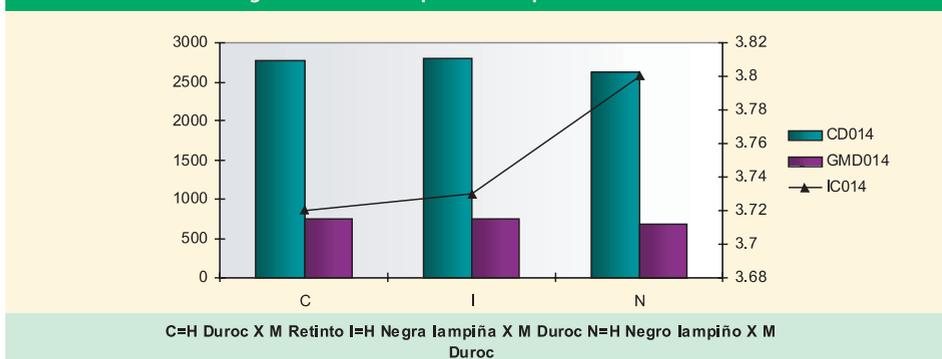
TABLA 6.17. Parámetros de canal y carne.

	Sacrificio a 120 kg					
	DD		D x LW		P x LW	
	C	H	C	H	C	H
Peso final, Kg	122,8	120,4	122,7	119,5	124,0	120,0
Peso canal; kg	95,4	94,1	96,5	93,4	98,2	94,2
Rto canal, %	77,7	78,1	78,6	78,2	79,2	78,5
Espesor grasa dorsal, mm	22,0	19,7	22,0	20,0	25,7	22,2
Espesor grasa <i>Gluteus medius</i> , mm	17,7	17,5	22,2	18,2	21,5	18,5
Longitud canal, cm	85,3	84,7	86,8	86,3	84,9	84,5
Longitud jamón, cm	38,0	37,4	37,0	36,8	36,5	36,1
Perímetro jamón, cm	77,3	76,4	76,7	75,0	77,5	76,5
Peso lomos, kg	6,9	6,9	6,8	6,7	7,1	7,0
Rto. Lomos, % canal	7,2	7,3	7,0	7,3	7,3	7,5
Peso jamones, kg	25,6	25,5	25,1	24,6	25,5	25,2
Rto. Jamones, % canal	26,8	27,1	26,0	26,2	26,0	26,7

	Sacrificio a 120 kg					
	DD		D x LW		P x LW	
	C	H	C	H	C	H
Peso paletas, kg	14,8	14,4	14,7	14,1	14,9	14,6
Rto. Paletas, % canal	15,5	15,4	15,3	15,1	15,2	15,5
Rto. Piezas nobles, % canal	49,5	49,8	48,2	48,7	48,5	49,7
pH 45 min postmortem	6.03	5.98	6.03	5.90	5.93	5.94
pH 24 h postmortem	5.95	5.72	5.91	5.79	5.90	5.97
T° 45 min postmortem, °C	39,3	38,5	39,4	36,7	39,4	39,2
T° 24 h postmortem, °C	9,4	9,5	9,5	9,1	9,6	10,0
Pérdidas por oreo, %	1,04	1,05	0,91	0,99	0,94	1,08

	Sacrificio a 120 kg					
	DD		D x LW		P x LW	
	C	H	C	H	C	H
Peso final, Kg	141,1	137,6	135,3	133,3	135,7	132,3
Peso canal; kg	110,4	106,9	105,4	104,5	107,0	104,9
Rto canal, %	78,2	77,6	78,1	78,5	78,8	79,3
Espesor grasa dorsal, mm	24,0	21,0	23,2	20,2	25,5	21,5
Espesor grasa <i>Gluteus medius</i> , mm	22,5	20,5	23,2	21,2	23,0	19,7
Longitud canal, cm	90,0	88,9	88,4	89,0	86,5	87,6
Longitud jamón, cm	39,6	38,7	38,7	37,9	37,6	37,2
Perímetro jamón, cm	79,9	78,7	78,9	78,3	80,0	78,2
Peso lomos, kg	7,5	7,5	6,9	7,4	7,5	7,7
Rto. Lomos, % canal	6,8	7,0	6,5	7,1	7,1	7,3
Peso jamones, kg	28,8	28,2	27,2	27,1	27,5	27,2
Rto. Jamones, % canal	26,1	26,4	25,9	26,2	25,7	25,9
Peso paletas, kg	16,5	16,1	15,9	15,7	16,0	15,9
Rto. Paletas, % canal	15,0	15,1	15,1	15,0	15,0	15,2
Rto. Piezas nobles, % canal	47,8	48,4	47,5	48,0	47,7	48,5
pH 45 min postmortem	6.06	6.03	6.09	6.05	5.95	5.86
pH 24 h postmortem	5.76	5.75	5.91	5.74	5.73	5.80
T° 45 min postmortem, °C	40,1	40,1	40,2	40,1	40,7	40,1
T° 24 h postmortem, °C	9,5	10,8	10,7	10,0	10,6	10,8
Pérdidas por oreo, %	0,94	0,94	0,93	0,97	0,93	0,94

GRÁFICO 6.3. Efecto de la genética sobre los parámetros productivos.





7. Influencia del ejercicio y el peso al sacrificio, sobre los rendimientos productivos y la calidad de la canal y la carne de cerdos de cebo



M. García¹, D. García², J. Guirao², C. López³, E. Gómez⁴, O. Anaya⁴, N. Laso⁴, M.A. Latorre⁵.

¹ Nutega, S.L.

² Estación Tecnológica de la Carne de Castilla y León (ITACyL).

³ Facultad de veterinaria Madrid.

⁴ Centro de Pruebas de Porcino de Castilla y León (ITACyL).

⁵ ETSIA Madrid.

H-5-01 / 26 de diciembre 2001.

7. Influencia del ejercicio y el peso al sacrificio, sobre los rendimientos productivos y la calidad de la canal y la carne de cerdos de cebo

Resumen

Un total de 192 lechones mitad de cada sexo (cruzados M: Duroc-Pietrain * H: Landrace- LW), con un peso de $29,2 \pm 2,5$ kg, y procedentes de Tomelloso (INAMASA, Toledo), se utilizaron para valorar el efecto del ejercicio moderado sobre el rendimiento productivo y la calidad de la carne en animales sacrificados con 100 kg (**Lote 1**) y 125 kg (**Lote 2**) de peso vivo. El ensayo se llevo a cabo en el Centro de Pruebas de Porcino del ITACyL, Hontalbilla (Segovia), estimándose los parámetros de calidad de la carne en la Estación Tecnológica de la Carne de Guijuelo (ambos Centros pertenecientes a la Junta de Castilla y León).

Hubo 4 tratamientos: machos castrados, hembras, ejercicio y reposo, con 24 réplicas de animales en reposo en celdas de 4 unidades (96 cerdos, machos y hembras separados), y 4 en ejercicio en celdas de 24 unidades (96 cerdos, machos y hembras juntos). Se sacrificaron en dos lotes del mismo número de cerdos, a los 100 y 125 kg.

No se encontraron diferencias productivas según ejercicio-reposo en ninguno de los dos Lotes, sin embargo sí apare-

cieron por sexo, creciendo un 2,83% más los machos que las hembras en el Lote 2 (70 a 177d/v: 881 g vs 856 g, $P < 0,05$).

La canal mostró diferencias por el sexo. En el **Lote 1**, el peso de la canal, fue un 5,26% mayor en los machos (83,27 kg vs 78,89, $P = 0,01$), sin afectar el rendimiento de la misma ($P > 0,05$). En ambos lotes el espesor del tocino dorsal fue superior en los machos (Lote 1: 24,53 mm vs 22 mm; **Lote 2**: 25 mm vs 22,7 mm $P = 0,04$, machos vs hembras).

En el **Lote 1**, las temperaturas en *longissimus* y *semimembranosus* fueron inferiores en los machos ($P < 0,05$); con mayor conductividad (67,78 mv vs 58 mv, $P < 0,05$), y menor pH (6,14 vs 6,33, $P < 0,05$); el pH del *longissimus* se invirtió, siendo menor en las hembras (6,36 vs 6,22, $P < 0,05$). En el **Lote 2** también encontramos superiores valores de conductividad en el *semimembranosus* de los machos, y menos pH ($P < 0,05$). El rendimiento en piezas nobles de las hembras del Lote 2 fue mayor que en los machos (% jamones: 26,10 vs 25,00; % chuletero: 19,28 vs 18,49; % paletas: 11,92 vs 11,52; % piezas nobles: 57,30 vs 55,05, $P < 0,05$).

La canal mostró diferencias por el sexo. En el **Lote 1**, el peso de la canal, fue un 5,26% mayor en los machos (83,27 kg vs 78,89, $P=0,01$), sin afectar el rendimiento de la misma ($P>0,05$). En ambos lotes, el espesor del tocino dorsal fue superior en los machos (**Lote 1**: 24,53 mm vs 22 mm; **Lote 2**: 25 mm vs 22,7 mm $P= 0,04$, machos vs hembras).

En el **Lote 1**, las temperaturas en *longissimus* y *semimembranosus* fueron inferiores en los machos ($P<0,05$); con mayor conductividad (67,78 mv vs 58,00 mv, $P<0,05$), y menor pH (6,14 vs 6,33, $P<0,05$); el pH del *longissimus* se invirtió, siendo menor en las hembras (6,36 vs 6,22, $P<0,05$). En el **Lote 2** también encontramos superiores valores de conductividad en el *semimembranosus* de los machos, y menos pH ($P<0,05$). El rendimiento en piezas nobles de las hembras del **Lote 2** fue mayor que en los machos (% jamones: 26,1 vs 25,00;% chuletero: 19,28 vs 18,49;% paletas: 11,92 vs 11,52;% piezas nobles: 57,3 vs 55,05, $P<0,05$).

En la calidad de la carne, se observaron diferencias en el% de infiltración grasa en los animales del **Lote 1**, mayor en los cerdos de ejercicio (4,49% vs 3,33%; $P=0,04$), así como en el parámetro A (tendencia al rojo-verde: 3,73 vs 2,72, $P=0,04$). En el **Lote 2**, la infiltración aumentó en los machos (5,77 vs 4,20, $P=0,003$), con mayor humedad en las hembras (70,66 vs 72,72, $P=0,02$). El porcentaje de ácido palmítico y esteárico, se incrementó en las hembras del **Lote 2**, con menor linoleico $P<0,05$. No hubo significación en las pérdidas por cocinado.

Los niveles de glucosa preprandial en las hembras, aumentaron en relación a los machos en un 191%.

Bajo estas condiciones experimentales, se puede concluir:

- 1) El ejercicio moderado no afecta la productividad de animales con 100 ó 125 kg.
- 2) La infiltración grasa y la coloración rojo-verde de la carne, en los sacrificados con 100 kg es más elevada en los animales sometidos a ejercicio, y que el resto de parámetros determinados según los tratamientos, se corresponden con los valores de ensayos previos.

Introducción y objetivos

Se ha relacionado el ejercicio con:

a) Bienestar animal.

Si bien es difícil cuantificar la cantidad de ejercicio que se podría estimar beneficiosa sin detrimento productivo, no hay duda que la movilidad favorece el fisiologismo del aparato locomotor, y diluye en cierto modo comportamientos que podríamos considerar aberrantes, mejorando en definitiva la salud.

b) Pérdida de rendimiento productivo y manejo más dificultoso.

Desde el punto de vista del ganadero, los continuos cambios y cada vez más severos, de las normativas que dicta la UE relacionadas con sanidad, transporte, manejo, nutrición (materias pri-

mas, promotores...), y, en definitiva, bienestar animal, disminuyen de manera notable, el beneficio económico de las explotaciones, que deben adaptarse obligatoriamente a ésta nueva situación.

c) Calidad de canal y carne.

Lo indicábamos en el punto 1: ¿cuánto ejercicio (duración, intensidad, tipo) es necesario para observar variaciones en los parámetros que determinan la calidad de la canal y la carne (rendimiento de piezas nobles, textura, coloración e infiltración de grasa, etc)?.

d) Cambios fisiológicos.

En nuestro caso no se trata de cerdos "maratonianos", el ejercicio al que se ven obligados, que consiste en desplazarse del comedero al bebedero, más alejados de lo que habitualmente se encuentran en nuestras instalaciones, es muy moderado, pero pensamos que sí puede favorecer su bienestar. Se han determinado glucosa, ácidos grasos libres, triglicéridos y urea en sangre (pre y postprandial).

En resumen, el objetivo que se ha perseguido, ha sido valorar el rendimiento productivo según peso al sacrificio y ejercicio, observando la influencia del mismo en la calidad de la canal y la carne: variación del perfil de ác. grasos en la grasa subcutánea, de la infiltración grasa intramuscular, textura y pigmentación muscular, así como de la composición de lípidos, glucosa y urea en sangre del animal.

Material y métodos

Animales experimentales

Se utilizaron un total de 192 lechones cruzados (M: Duroc-Pietrain * H: Landrace - Large White), mitad machos castrados y mitad hembras, con 70 días de vida y un peso medio inicial de $29,2 \pm 2,5$ kg, procedentes de una granja de producción situada en Toledo, propiedad de Industrias Alimentarias Madrigal S.A (Tomelloso – Ciudad Real). Los animales se agruparon por peso vivo y se crotalaron para su identificación individual antes de empezar el ensayo. El sacrificio se realizó en dos lotes con el mismo número de cerdos según el peso final: **Lote 1** (100 kg p/v, 153 d/v), y **Lote 2** (125 kg p/v, 177 d/v).

Instalaciones experimentales

El ensayo, se llevó a cabo en las instalaciones del Centro de Pruebas de Porcino de Castilla y León (ITACyL), situado en Hontalbilla (Segovia). Los animales experimentales se alojaron en cuatro salas, provistas de dos tipos de departamentos:

- 1) Seis departamentos (tres de cada sexo) de 4 cerdos por sala, con unas dimensiones de $2,82 \times 1,95$ ($5,49 \text{ m}^2$, $1,37 \text{ m}^2$ por cerdo), provisto cada uno de un bebedero de chupete y un comedero (tolva tipo Holandesa).
- 2) Un departamento de 24 cerdos (mitad de cada sexo) por sala, con unas dimensiones de $11,7\text{m} \times 2,82\text{m}$ (33 m^2 , $1,37 \text{ m}^2$ por cerdo), cada uno de ellos con 6 bebederos de chupete en un extremo

del departamento y 6 comederos (tolva tipo Holandesa) en el extremo contrario. Las condiciones ambientales (temperatura, humedad y ventilación), se controlaron automáticamente durante todo el periodo de cebo.

Las medidas de la canal y la recogida de muestras, se efectuaron en el matadero de **Industrias Alimentarias Madrigal, S.A.** (Tomelloso, Ciudad Real), analizándose posteriormente la carne en la **Estación Tecnológica de la Carne de Guijuelo.**



FOTO 7.1. Sala de cebo del Centro de Pruebas de Porcino.

Parámetros medidos

En el ensayo de *producción*, se controló el consumo diario (cd, g), ganancia media diaria (gmd, g) e índice de conversión (ic, g de pienso consumido/g de ganancia de peso) por departamento cada 14 días. La incidencia de patologías, aspecto de los animales y condiciones ambientales, se controlaron diariamente.

Parámetros medidos de la canal y la carne:

Procedimiento:

Se escogieron 48 animales, la mitad de cada tratamiento (ejercicio vs reposo, 50% de cada sexo), con un peso similar a la media de cada lote. Todas las medidas se tomaron sobre la media canal izquierda (indicaciones del IRTA y E. T. de la Carne):

– **Peso de la canal:** sin empellas (grasa perirrenal y pélvica) y con cabeza.

45 minutos post mortem:

– **pH, conductividad y temperatura:** medido con un conductímetro pHmetro portátil marca Hanna HI-8424, equipado con un electrodo combinado de penetración y un compensador automático de temperatura. Se tomaron medidas en el músculo *Longissimus*, entre la tercera y cuarta costilla (caudocraneal), y en el *Semimembranosus*.

– **Espesor del tocino dorsal:** a nivel de la tercera-cuarta costilla, con un flexímetro.

– **Longitud de la canal:** desde el borde anterior de la sínfisis isquio-pubiana hasta la parte anterior de la primera costilla.

– **Longitud del jamón:** desde el centro de la articulación tibio-tarsiana hasta el borde anterior de la sínfisis isquio-pubiana.

– **Anchura del jamón:** con un Pie de Rey o Bastón de Aparicio, por su parte más ancha.

– **Peso del chuletero**

– **Peso de jamones y paletas.** Las paletas, sin piel y cortadas a nivel del carpo.

Una vez despiezados, se tomaron las muestras de cada canal, que fueron guardadas en bolsas individuales e identificadas:

– **Músculo *Longissimus*:** se recogieron unos 500 g de la cola.

– **Grasa:** en la parte posterior del muslo, a unos 10 cm del rabo, se tomó una muestra de 2 x 2 cm de superficie y de profundidad suficiente para asegurar que se había recogido todo el espesor de la grasa. Se midió el perfil de palmítico, esteárico, oleico y linoleico (método oficial del MAPA).

– **Pérdidas por cocinado:** una porción de 100 g de peso, de la mitad de las muestras tomadas, se introdujeron dentro de una bolsa en un baño de agua a 75°C, manteniéndose a esta temperatura hasta que la muestra se estimó cocinada (cuando la sonda colocada en el centro de la misma alcanzó los 70 °C). Por diferencia de pesada se determinaron las pérdidas por cocinado, expresadas como porcentaje de peso perdido respecto del peso inicial de la muestra.

– **Color objetivo:** se midieron los parámetros de luminosidad L, A (rojo-verde), y B (amarillo-azul), con un colorímetro *Minolta CM-2002*. Se realizaron dos lecturas en dos puntos diferentes de cada muestra. El resultado fue la media de ambas.

– **Textura en fresco:** se cortaron de cada muestra 5 cubos (1x1x2 cm), buscando la dirección longitudinal de las fibras. Las compresiones medidas fueron al 20%, al 80%, y *Warner Bratzler* (fuerza que se tiene que hacer para comprimir cada muestra un 20 y un 80% su altura, y la resistencia al corte).

– **Textura en cocido:** de la porción del *longissimus* cocinada se cortaron 5 porciones de las mismas dimensiones que para el ensayo en fresco y se midieron con el mismo texturómetro (TA-XT2 textura Analyser).

Parámetros sanguíneos

Se tomaron muestras de sangre a los 22 días de iniciados los ensayos (al azar, la mitad de cada sexo y tratamiento), con un periodo previo de ayuno de 24 horas, y después de 3 horas de disponibilidad de alimento *ad libitum*. En el análisis, efectuado en la Facultad de Veterinaria de Madrid (Dpto. de Prod. Animal) los parámetros

medidos en ambos tiempos fueron los niveles de glucosa (mg/l), urea (mg/l), triglicéridos (mg/l) y ác. grasos libres (mg/l).

Dietas

Los animales consumieron las mismas dietas (Tablas 7.1., 7.2. y 7.3.: recria, 29-50 Kg; crecimiento, 50-100 kg; acabado, 100-125 Kg), que fueron formuladas por el Departamento de Nutrición de **NUTEGA** (Nuevas Tecnologías de Gestión Alimentaria, Coslada - Madrid), y fabricadas bajo su supervisión directa en **Gireporc** (Bernuy de Porreros - Segovia), con suministro a libre disposición en forma de gránulo.

TABLA 7.1. Composición de la dieta de recria (29-50 kg p/v).

ANÁLISIS CALCULADO		INGREDIENTES		PORCENTAJE	
E.M. Cerdo	3,350	MAIZ-NACIONAL (7,9)		30,06	
PROTEINA BRUTA	19,50	CEBADA-2-CAR		10,00	
FIBRA BRUTA	3,04	TRIGO (11,5)		30,00	
MAT. GRASA	4,90	SOJA-44		18,00	
MATERIA MINERAL	5,60	ACEITE DE SOJA		2,82	
C18:2	2,44	PESCADO-LT		5,67	
Calcio	0,70	SEPIOLITA		1,00	
FOSFORO Disponible	0,40	SAL		0,20	
ALMIDON	42,85	FOSFATO BICALCICO		0,66	
METIO-Ce	0,40	CARBONATO-CALCICO		0,64	
ME+Cl-Ce	0,70	L-LISINA		0,35	
LISINA-Ce	1,17	DL-METIONINA		0,10	
TREONINA-Ce	0,75	L-TREONINA		0,13	
TRIPT-Ce	0,20	FIT-MIX-(P)		0,30	
		NUTEMIX LECHONES		0,30	
ANÁLISIS DETERMINADO					
HUMEDAD	10,20	MATERIA GRASA		4,90	
PROTEINA BRUTA	17,90	MATERIA MINERAL		5,60	

TABLA 7.2. Composición de la dieta de crecimiento (50-90 kg p/v).

ANÁLISIS CALCULADO		INGREDIENTES		PORCENTAJE	
E.M. Cerdo	3,225	MAIZ-NACIONAL (7,9)		10,79	
PROTEINA BRUTA	18,50	CEBADA-2-CAR		30,36	
FIBRA BRUTA	4,00	TRIGO (11,5)		30,00	
MAT. GRASA	4,27	SOJA-44		23,84	
MATERIA MINERAL	4,94	ACEITE DE SOJA		2,50	
C18:2	2,07	SAL		0,30	
Calcio	0,67	FOSFATO BICALCICO		0,88	
FOSFORO Disponible	0,37	CARBONATO-CALCICO		0,77	
ALMIDON	41,04	L-LISINA		0,17	
METIO-Ce	0,23	L-TREONINA		0,30	
ME+Cl-Ce	0,55	FIT-MIX-(P)		0,30	
LISINA-Ce	0,91	NUTEMIX CERDOS CEBO		0,30	
TREON-Ce	0,59				
TRIPT-Ce	0,20				

ANÁLISIS DETERMINADO			
HUMEDAD	10,40	MATERIA GRASA	3,70
PROTEÍNA BRUTA	18,30	MATERIA MINERAL	5,00

TABLA 7.3. Composición de la dieta de acabado.

ANÁLISIS CALCULADO		INGREDIENTES		PORCENTAJE	
E.M. Cerdo	3.300	CEBADA-2-GAR		26,85	
PROTEINA BRUTA	13,36	TRIGO (11,5)		45,00	
FIBRA BRUTA	6,85	SOJA-44		1,70	
MAT. GRASA	10,16	GIRASOL-36%		5,00	
MATERIA MINERAL	6,16	PIPAS-GIRASOL		15,00	
C18:1	5,94	MANTECA		2,19	
C18:2	1,99	SAL		0,40	
Calcio	0,60	FOSFATO BICALCICO		0,88	
FOSFORO Disponible	0,30	CARBONATO-CALCICO		0,68	
ALMIDON	40,63	L-LISINA		0,30	
METIO-Ce	0,20	NUTEMIX ACABADO IBER. 2%		2,00	
ME+Cl-Ce	0,46				
LISIN-Ce	0,60				

P. de acabado - PERFIL DE ÁCIDOSGRASOS	RESULTADO %
ACIDO PALMITICO	6,25
ACIDO PALMITOLEICO	0,21
ACIDO ESTEARICO	4,03
ACIDO OLEICO	72,50
ACIDO LINOLEICO	15,31
ACIDO LINOLÉNICO	0,70

Diseño experimental

Diseño en bloques completos (salas) al azar, ordenados factorialmente según sexo y tratamiento (ejercicio vs no ejercicio) en ambos ensayos.

Diseño experimental del ensayo I (lote 1, sacrificados a 100 kg p/v)

Número de salas (bloques al azar): 4
Número de tratamientos: 4 (2x2); **sexo (para gmd) x**
ejercicio-reposo
Réplicas por tratamiento: 24 reposo – 4 ejercicio
Cerdos por réplica: 4 reposo - 24 ejercicio
Cerdos por tratamiento: 96 (ejercicio vs no ejercicio)
Número total de réplicas: 28
Número total de cerdos: 192

Diseño experimental del ensayo II (sacrificados a 125 kg p/v)

Número de salas (bloques al azar): 2
Número de tratamientos: 4 (2x2); **sexo (para gmd) x**
ejercicio-reposo
Réplicas por tratamiento: 12 reposo - 2 ejercicio
Cerdos por réplica: 24 (ejercicio) vs 4 (reposo)
4 reposo - 24 ejercicio
Cerdos por tratamiento: 48 (ejercicio vs no ejercicio)
Número total de réplicas: 14
Número total de cerdos: 96

En el Ensayo I, la mitad de los animales se sacrificaron con un peso de 100 Kg. La selección de celdas, fue al azar (mitad de cada tratamiento y sexo). En el ensayo II el resto de los animales se sacrificaron con un peso medio de 125 Kg.

Análisis estadístico

El modelo se diseñó como bloques al azar, realizándose diferentes análisis según los parámetros estimados y las réplicas disponibles. El procedimiento en todos los casos fue GLM de SAS (1990). Tratamiento (ejercicio – reposo), sexo y su interacción, fueron los efectos principales, siendo el peso inicial (P0) la covariable. La réplica fue una celda de 4 cerdos (machos y hembras separados, en reposo) o 24 cerdos (machos y hembras juntos en ejercicio). La sala (efecto bloque), se retiró del modelo al no afectar significativamente los resultados, presentándose éstos, como medias corregidas por mínimos cuadrados según la covariable (LSD sin covariable).

Resultados

Rendimiento productivo

No se han encontrado diferencias productivas según tratamiento en ninguno de los dos lotes (Tablas 7.4. y 7.5.), siendo los resultados coincidentes con otros autores (*Hale, 1986; Hansson, 1989; Lewis, 1989*), con animales que llegaron a 100-105 kg de peso vivo; sin embargo sí aparecen por sexo, creciendo más los machos que las hembras en el lote 2 (*Latorre, Medel, 1999-2000*; con cerdos grasos), en periodos parciales (70 a 98 d/v: 895 g vs 822 g; 153 a 177 d/v: 1129 g vs 944 g, $P < 0.05$), y en el global (70 a 177d/v: 881 g vs 856 g, $P < 0,05$).

TABLA 7.4. Efecto del tratamiento y el sexo (GMD), sobre los parámetros productivos (LOTE 1, sacrificio 153 d/v).

LOTE 1 Variables ³	Tratamiento ¹				Sexo ¹			
	Ejercicio	Reposo	EEM ⁴	P ²	M	H	EEM ⁴	P ²
70-98 d/v								
CD02, g	1.635	1.694	44	NS	-	-	-	-
GMD02, g	827	837	39	NS	836	811	17	NS
IC02, g/g	1,98	2,06	0,11	NS	-	-	-	-
98-153 d/v								
CD26, g	2.532	2.468	72	NS	-	-	-	-
GMD26, g	882	887	30	NS	892	869	18	NS
IC26, g/g	2,87	2,78	0,04	NS	-	-	-	-
70-153 d/v								
CD06, g	2.233	2.207	52	NS	-	-	-	-
GMD06, g	863	870	23	NS	874	849	14	NS
IC06, g/g	2,58	2,53	0,04	NS	-	-	-	-
P0 (70d/v) kg	29,20	29,2	-	-	29,49	28,84	0,38	NS
P2 (98d/v) kg	52,36	52,63	1,12	NS	52,92	51,57	0,70	NS
P6(153d/v)kg	100	101	1,98	NS	102,04	99,39	1,26	NS

¹ Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas (P<0,05).

² Significación. NS: No significativo (P>0,05).

³ CD: Consumo diario, GMD: Ganancia media diaria, IC: índice de conversión, P= Peso.

⁴ Error estándar de la media. E:N= 4, R:N= 18, M:N= 66, H:N= 70.

TABLA 7.5. Efecto del tratamiento y el sexo, sobre los parámetros productivos (LOTE 2, sacrificio 177 d/v).

LOTE 1 Variables ³	Tratamiento ¹				Sexo ¹			
	Ejercicio	Reposo	EEM ⁴	P ²	M	H	EEM ⁴	P ²
70-98 d/v (02)								
CD02, g	1.678	1.702	41	NS	-	-	-	-
GMD02, g	881	847	43	NS	895 ^a	822 ^b	19	0,008
IC02, g/g	1,90	2,02	0,09	NS	-	-	-	-
98-153 d/v (26)								
CD26, g	2.482	2.497	114	NS	-	-	-	-
GMD26, g	846	861	43	NS	875	873	20	NS
IC26, g/g	2,93	2,90	0,07	NS	-	-	-	-
153-177 d/v (67)								
CD67, g	3.439	3.551	219	NS	-	-	-	-
GMD67, g	1.063	1.064	71	NS	1.129 ^a	944 ^b	29	0,0001
IC67, g/g	3,23	3,41	0,34	NS	-	-	-	-
70-177 d/v (07)								
CD07, g	2.489	2.545	86	NS	-	-	-	-
GMD07, g	912	911	22	NS	881 ^a	856 ^b	13	0,001
IC07, g/g	2,73	2,79	0,06	NS	-	-	-	-

LOTE 1 Variables ³	Tratamiento ¹				Sexo ¹			
	Ejercicio	Reposo	EEM ⁴	P ²	M	H	EEM ⁴	P ²
P0(70d/v) kg	29,2	29,1	-	-	29,48	28,74	0,14	NS
P2(98d/v) kg	53,89	52,94	1,23	NS	54,56 ^a	51,78 ^b	0,88	0,02
P6(153d7v) kg	101,28	101,21	2,76	NS	102,68	99,8	1,50	NS
P7(177d/v) kg	126,81	126,74	2,43	NS	129,8 ^a	122,51 ^b	1,65	0,002

¹ Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas (P<0,05).
² Significación. NS: No significativo (P>0,05).
³ CD: Consumo diario, GMD: Ganancia media diaria, IC: índice de conversión, P= Peso.
⁴ Error estándar de la media. E:N= 2, R:N= 12, M:N= 46, H:N= 46.

Rendimiento y calidad de la canal. Piezas nobles

Las características de la canal (tablas 7.6. y 7.7.), no se afectan por el tratamiento, (ejercicio-reposo) en ninguno de los parámetros medidos.

TABLA 7.6. Efecto del tratamiento y sexo sobre la calidad de la canal (LOTE 1).

LOTE 1 Variables ³	Tratamiento ¹				Sexo ¹			
	Ejercicio	Reposo	EEM ⁴	SIG ²	M	H	EEM ⁴	SIG ²
PC (kg)	79,69	82,47	1,28	0,13	83,27 ^a	78,89 ^b	1,27	0,01
RC (%)	79,22	79,43	0,48	0,76	79,68	78,97	0,48	0,29
TD (mm)	23,30	23,23	1,37	0,95	24,53 ^a	22,00 ^b	0,87	0,04
LC (cm)	81,07	81,20	0,54	0,86	81,84	80,44	0,53	0,06
CL (mv)	59,23	59,18	2,66	0,98	55,65 ^a	62,76 ^b	2,64	0,05
PHL	6,27	6,31	0,05	0,64	6,36 ^a	6,22 ^b	0,05	0,04
TL (°C)	22,08	21,19	1,99	0,75	18,24 ^a	25,03 ^b	1,97	0,01
CS (mv)	65,66	60,12	3,13	0,22	67,78 ^a	58,00 ^b	3,11	0,02
PHS	6,19	6,28	0,06	0,28	6,14 ^a	6,33 ^b	0,06	0,02
TS (°C)	27,87	28,39	1,13	0,74	25,62 ^a	30,65 ^b	1,12	0,002
AJ (cm)	27,33	27,66	0,16	0,15	27,52	27,47	0,16	0,81
LJ (cm)	34,13	34,15	0,21	0,95	34,18	34,09	0,21	0,76
PJ (cm)	71,46	72,03	0,60	0,51	72,48	71,01	0,60	0,08

¹ Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas (P<0,05).
² Significación. NS: No significativo (P>0,05).
³ PC: peso canal, RC: rdto de la canal, TD: espesor del tocino dorsal; LC: longitud de la canal, C,PH, T: Conductividad, pH y temperatura del *longissimus* y *semimembranosus*; AJ: anchura del jamón, LJ: longitud del jamón; PJ: peso jamón.
⁴ Error estándar de la media. E:N= 40, R:N= 24, M:N= 32, H:N= 32.

El efecto del sexo si que manifiesta diferencias. En el lote 1, el peso de la canal, es mayor en los machos (83,27 kg vs 78,89, P=0,01), sin afectar el rendimiento de la canal (P>0,05); *Latorre et al.* (2000-2001), indica menores rendimientos en machos castrados que en hembras, con cerdos más pesados (115-125 kg), y *Flores et al.* (2001), no encuentran significación en este parámetro en cerdos de 100 kg. En ambos lotes el espesor del tocino dorsal es superior en los machos (Lote 1: 24,53 mm vs 22mm, Lote 2: 25 mm vs 22,7 mm P=0,04, machos vs hembras).

En el Lote 1, las temperaturas en *longissimus* y *semimembranosus* son menores en los machos (P<0,05), la conductividad del *semimembranosus* es mayor en los machos (67,78 mv vs 58,00 mv, P<0,05), y menor el pH (6,14 vs 6,33, P<0,05); en el *longissimus* se invierte el valor del pH, siendo menor en las hembras (6,36 vs 6,22, P<0,05).

En el lote 2 también encontramos superiores valores de conductividad en el *semimembranosus* de los machos, con menor pH (p<0,05).

TABLA 7.7. Efecto del tratamiento y sexo sobre la calidad de la canal (LOTE 2).

LOTE 2 Variables ³	Tratamiento ¹				Sexo ¹			
	Ejercicio	Reposo	EEM ⁴	P ²	M	H	EEM ⁴	P ²
PC (kg)	99,09	100,28	1,38	0,54	100,05	99,33	1,40	0,72
RC (%)	79,00	78,85	0,30	0,71	78,51	79,34	0,30	0,058
TD (mm)	23,48	24,22	0,08	0,49	25,00 ^a	22,70 ^b	0,08	0,04
LC (cm)	85,77	85,82	0,43	0,93	85,90	85,70	0,44	0,74
LJ (cm)	36,33	36,74	0,19	0,13	36,41	36,66	0,19	0,38
PJ (cm)	76,31	76,96	0,38	0,23	77,07	76,21	0,38	0,11
CL (mv)	57,96	54,88	2,30	0,34	57,36	55,48	2,32	0,57
PHL	6,11	6,15	0,04	0,42	6,11	6,15	0,04	0,44
L (°C)	2,04	19,23	0,34	0,09	19,19	20,08	0,34	0,07
CS (mv)	74,36	72,37	2,12	0,50	77,59 ^a	69,14 ^b	2,14	0,007
PHS	5,83	5,84	0,04	0,77	5,75 ^a	5,92 ^b	0,04	0,001
TS (°C)	24,50	23,80	0,31	0,11	24,07	24,23	0,31	0,71

¹ Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas (P<0,05).

² Significación. NS: No significativo (P>0,05).

³ PC: peso canal, RC: rdto de la canal, TD: espesor del tocino dorsal; LC: longitud de la canal, C,PH, T: Conductividad, pH y temperatura del *longissimus* y *semimembranosus*; AJ: anchura del jamón, LJ: longitud del jamón; PJ: peso jamón.

⁴ Error estándar de la media. E:N= 40, R:N= 24, M:N= 32, H:N= 32.

Las piezas nobles (tabla 7.8.) en las hembras del lote 2, muestran un mayor rendimiento en todos los casos (% jamones: 25,0 vs 26,1,% chuletero: 18,49 vs

19,28,% paletas: 11,52 vs 11,92,% piezas nobles: 55,05 vs 57,3, machos y hembras respectivamente. p<0,05).

TABLA 7.8. Efecto del tratamiento y el sexo sobre el rendimiento en piezas nobles.

LOTE 1		TRATAMIENTO				SEXO			
Variables ¹	Ejercicio	Reposo	EEM ²	SIG	M	H	EEM	SIG	
TPJ	20,80	21,36	0,32	NS	20,71	21,45	0,32	NS	
RTOJ	25,72	26,14	0,34	NS	25,67	26,19	0,34	NS	
Pch	14,60	15,10	0,23	NS	14,51	15,18	0,23	NS	
RTOch	18,04	18,49	0,28	NS	17,98	18,55	0,27	NS	
PP	10,17	10,32	0,14	NS	10,15	10,34	0,14	NS	
RTOP	12,57	12,64	0,16	NS	12,58	12,62	0,16	NS	
PN	45,57	46,79	0,64	NS	45,38	46,98	0,63	NS	
RPN	56,35	57,26	0,70	NS	56,24	57,37	0,69	NS	

LOTE 2		TRATAMIENTO				SEXO			
Variables ¹	Ejercicio	Reposo	EEM ²	SIG	M	H	EEM	SIG	
PJ	25,43	26,13	0,28	NS	25,59	25,97	0,28	NS	
RTOJ	25,49	25,61	0,19	NS	25,00	26,10	0,19	0,01	
Pch	18,91	19,16	0,26	NS	18,91	19,16	0,26	NS	
RTOch	18,97	18,81	0,23	NS	18,49	19,28	0,23	0,02	
PP	11,70	11,95	0,16	NS	11,78	11,87	0,16	NS	
RTOP	11,73	11,71	0,11	NS	11,52	11,92	0,11	0,02	
PN	56,04	57,25	0,60	NS	56,28	57,01	0,60	NS	
RPN	56,20	56,15	0,39	NS	55,05	57,30	0,40	0,01	

¹ PJ: Peso de los jamones.

RTOJ: Rendimiento de los jamones en relación con el peso de la canal.

Pch: Peso de los chuleteros.

RTOch: Rendimiento de los chuleteros en relación con el peso de la canal.

PP: Peso de las paletas.

RTOP: Rendimiento de las paletas en relación con el peso de la canal.

PN: Peso de las piezas nobles.

RPN: Rendimiento de piezas nobles en relación con el peso de la canal.

² EEM: NS= No significativo (P>0,05).

Perfil de ácidos grasos

No varían en el Lote 1. En el Lote 2 exis-

ten diferencias significativas por sexo en palmítico, esteárico y linoleico (P<0,05), según se indica en la Tabla 7.9.

TABLA 7.9. Efecto del tratamiento (Ejercicio-Reposo) y el sexo, sobre el perfil de Ácidos Grasos en la grasa subcutánea.

LOTE 1		Tratamiento				Sexo			
Variables	Ejercicio	Reposo	EEM ¹	P	M	H	EEM ¹	P	
Ac. Palmítico	22,01	21,92	0,26	NS	22,06	21,88	0,26	NS	
Ac. Esteárico	11,64	11,59	0,30	NS	11,76	11,48	0,30	NS	
Ac. Oleico	36,39	37,30	0,38	NS	37,36	36,51	0,38	NS	
Ac. Linoleico	22,77	22,36	0,53	NS	23,26	21,96	0,53	NS	

LOTE 2	Tratamiento				Sexo			
	Variables	Ejercicio	Reposo	EEM ¹	P	M	H	EEM ¹
Ac. Palmítico	20,52	20,59	0,33	NS	21,01 ^a	19,88 ^b	0,33	0,02
Ac. Esteárico	10,52	11,11	0,24	NS	11,21 ^a	10,39 ^b	0,24	0,02
Ac. Oleico	44,48	44,73	0,37	NS	44,52	44,68	0,37	NS
Ac. Linoleico	18,66	17,58	0,37	NS	17,33 ^a	18,96 ^b	0,37	0,004

¹ EEM: NS= No significativo (P>0,05).

Pérdidas por cocinado y calidad de la carne

No hay diferencias en pérdidas por cocinado (Tabla 7.10).

TABLA 7.10. Efecto del tratamiento y el sexo en las pérdidas por cocinado.

LOTE 1	TRATAMIENTO				SEXO			
	Variables ¹	Ejercicio	Reposo	EEM ²	SIG ³	M	H	EEM
PC	111,11	110,59	1,95	NS	112,35	109,36	1,95	NS
P	16,20	16,59	1,44	NS	15,04	17,76	1,44	NS
LOTE 2	TRATAMIENTO				SEXO			
	Variables ¹	Ejercicio	Reposo	EEM ²	SIG ³	M	H	EEM
PC	73,08	71,24	0,86	NS	72,69	71,63	0,87	NS
P	15,55	17,63	1,04	NS	16,07	17,12	1,05	NS

¹ PC: Peso de la carne.

P: Pérdida.

² EEM: NS= No significativo (P>0,05).

³ Significación. NS= No significativo (P>0,05).

En la calidad de la carne (Tabla 7.11.), se observan diferencias en el porcentaje de infiltración grasa en los animales del Lote 1 que fue mayor en los cerdos de ejercicio (4,49% vs 3,33%; P=0,04). Los valores son elevados al variar la zona de muestreo –cola del lomo–, que si bien no deprecia tanto la pieza, no es comparable con la zona habitual de recogida a

nivel de la 3^a-4^a costilla caudo craneal; *Hansson et al.* (1989), refieren diferencias en infiltración, pero variando según zona de muestreo, sexo y ejercicio-reposo, por lo tanto la consistencia es dudosa. El parámetro A, muestra un valor superior en los animales con ejercicio (tendencia al rojo-verde: 3,73 vs 2,72, P=0,04).

TABLA 7.11. Efecto del tratamiento (Ejercicio-Reposo), y el sexo sobre la calidad de la carne.

LOTE 1	TRATAMIENTO				SEXO			
	Variables ¹	Ejercicio	Reposo	EEM ²	SIG	M	H	EEM
C20	1,53	1,74	0,11	NS	1,65	1,62	0,11	NS
GRAS	4,49 ^a	3,33 ^b	0,39	0,04	4,24	3,57	0,39	NS
H	72,55	73,39	0,34	NS	72,70	73,24	0,34	NS
PROT	23,14	23,44	0,23	NS	23,14	23,45	0,23	NS
L	47,43	48,28	0,83	NS	47,03	48,69	0,83	NS
B	9,01	8,03	0,38	NS	8,18	8,86	0,38	NS
C80	141,57	139,87	4,01	NS	143,14	138,30	4,02	NS
CWB	5,79	6,30	0,43	NS	6,06	6,02	0,43	NS
A	3,73 ^a	2,72 ^b	0,34	0,04	3,34	3,11	0,34	NS

En el lote 2 (tabla 7.12.), la infiltración es mayor en los machos (5,77 vs 4,20, $p=0,003$), y la humedad mayor en las hembras (70,66 vs 72,72, $p=0,02$).

TABLA 7.12. Efecto del tratamiento (Ejercicio- Reposo), y el sexo sobre la calidad de la carne.

LOTE 2	TRATAMIENTO				SEXO			
	Variables ¹	Ejercicio	Reposo	EEM ²	SIG	M	H	EEM
C20	1,30	1,41	0,07	NS	1,34	1,38	0,07	NS
GRAS	4,93	5,05	0,34	NS	5,77	4,20	0,34	0,003
H	71,27	72,12	0,60	NS	70,66	72,72	0,60	0,02
PROT	23,38	22,83	0,46	NS	23,28	22,93	0,46	NS
L	48,12	46,77	0,80	NS	48,23	46,66	0,80	NS
B	8,99	8,39	0,22	NS	8,85	8,52	0,22	NS
C80	129,37	125,63	5,67	NS	125,47	129,53	5,66	NS
CWB	5,20	5,23	0,29	NS	5,10	5,34	0,29	NS
A	3,65	3,87	0,36	NS	3,69	3,83	0,36	NS

¹ C20 = compresión al 20%, GRAS: % infiltración de grasa, H: % humedad, PROT: proteína, L: luminosidad, B: tendencia al amarillo-azul; C80: compresión al 80%, CWB: compresión Warner Bratzler (resistencia al corte, A:Tendencia al verde rojo.

² EEM: Letras diferentes en una misma fila, indican diferencias significativas ($P>0,05$).

Parámetros sanguíneos

las hembras: 72,84 mg vs 90,03 mg, $P=0,04$ (Tabla 7.13).

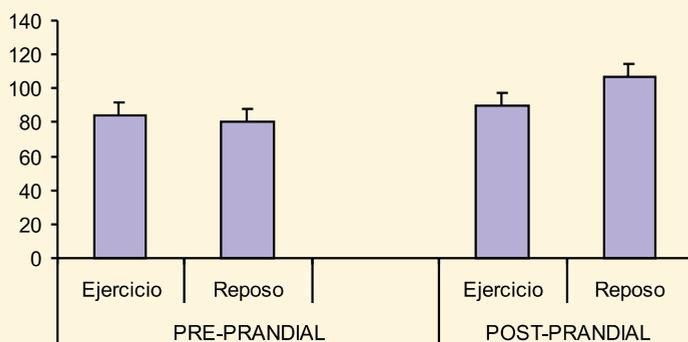
Únicamente se encuentran diferencias en los valores de glucosa preprandial en

TABLA 7.13. Efecto del tratamiento y el sexo en los parámetros sanguíneos.

Variables ¹ (mg)	TRATAMIENTO				SEXO			
	Ejercicio	Reposo	EEM	SIG	M	H	EEM	SIG
GLUPRE	85,56	77,30	5,59	NS	72,84	90,03	5,59	0,04
UREAPRE	27,24	30,42	2,58	NS	29,85	27,82	2,58	NS
TGPRE	33,62	34,61	5,77	NS	34,03	34,20	5,77	NS
AGLPRE	0,37	0,60	0,11	NS	0,46	0,51	0,11	NS
GLUPOST	89,45	106,66	7,43	NS	98,31	97,80	7,43	NS
UREAPOST	30,90	33,83	2,83	NS	32,73	32,00	2,83	NS
TGPOST	38,06	30,23	4,30	NS	34,01	34,27	4,30	NS
AGLPOST	0,41	0,40	0,07	NS	0,40	0,41	0,07	NS

¹ GLUPRE: glucosa preprandial.
 UREAPRE: Urea preprandial.
 TGPRE: Triglicéridos preprandial.
 AGLPRE: ácidos grasos libres preprandial.
 GLUPOST: glucosa postprandial.
 UREAPOST: Urea postprandial.
 TGPOST: Triglicéridos postprandial.
 AGLPOST: ácidos grasos libre postprandial.

GRÁFICO 7.1. Parámetros sanguíneos: Glucosa.



Glucosa

Efecto ejercicio: 0,2121. Efecto Tiempo: 0,05. Interacción tiempo X ejercicio = 0,196.

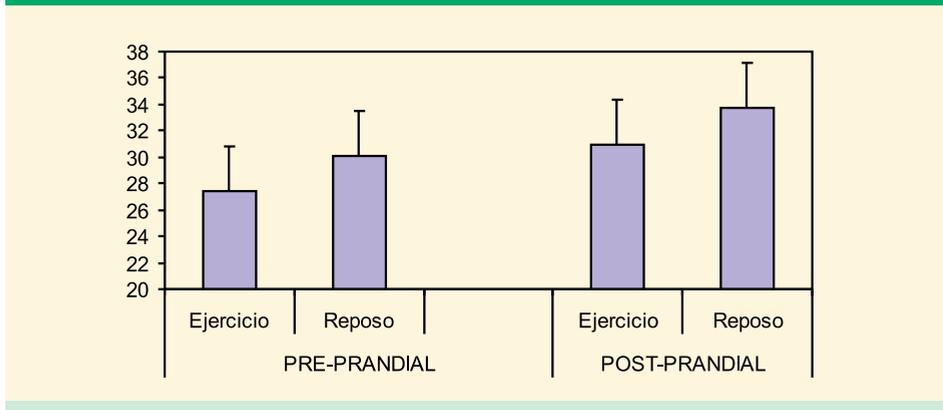
Se observa un efecto significativo de la concentración de glucosa con el tiempo (es mayor tras las comidas que en ayu-

nas), lo cual puede considerarse lógico. Hay una tendencia (no significativa) hacia un mayor aumento de la concentración de glucosa en plasma en los animales en reposo. Este dato es difícil de interpretar, pero podría estar relacionado con una diferente capacidad de utilización de glu-

cosa, más eficiente en los animales ejercitados. Hay datos en la bibliografía que parecen avalar esta posibilidad. Aunque los datos no ofrecen una gran solidez,

esta tendencia sugiere diferente capacidad de utilización de nutrientes relacionado con la adaptación metabólica que supone el ejercicio.

GRÁFICO 7.2. Parámetros sanguíneos: Urea.



Urea

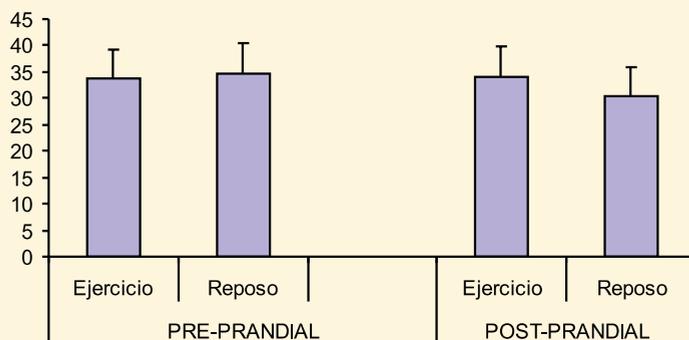
Efecto ejercicio: 0,46. Efecto Tiempo: 0,002.
Interacción tiempo X ejercicio = 0,947.

Se observa un efecto significativo de la concentración de urea con el tiempo, de modo que en todos los casos la concentración es mayor tras la ingestión de alimento. Ese hecho es esperado, porque en los minutos que siguen a la ingestión proteica es cuando se produce mayor catabolismo e interconversión de aminoácidos.

No hay efecto del ejercicio ni interacción

tiempo x ejercicio, aunque la apreciación visual sugiere unos valores más bajos en los animales que realizan ejercicio. Algunos trabajos recientes indican que los animales ejercitados podrían tener menor actividad proteolítica intramuscular (lo que explicaría en parte la mayor masa muscular asociada al ejercicio). Este hecho podría estar relacionado con una menor concentración de urea en plasma, si bien hay que insistir en que en este experimento no se han observado diferencias significativas entre grupos.

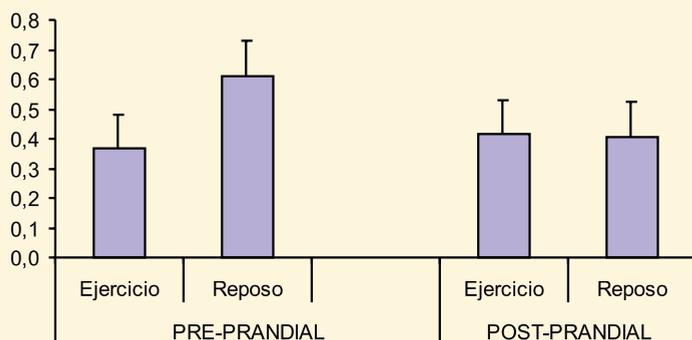
GRÁFICO 7.3. Parámetros sanguíneos: Triglicéridos.



Triglicéridos

Efecto ejercicio: 0,777. Efecto Tiempo: 0,779. Interacción tiempo X ejercicio= 0,048.

GRÁFICO 7.4. Parámetros sanguíneos: Á. Grasos Libres.



Ácidos grasos libres

Efecto ejercicio: 0,3137. Efecto Tiempo: 0,1207. Interacción tiempo X ejercicio= 0,017.

No se observa efecto significativo del ejercicio, pero sí una interesante interacción en la concentración plasmática de AGL antes y después de comer, según

estén sometidos a ejercicio o no. Aparentemente la concentración de AGL tras la ingestión de alimentos es similar en los dos grupos, pero no así la concentración en ayunas, donde los animales que no hacen ejercicio tiene una concentración más alta de AGL plasmáticos.

Este hecho podría relacionarse con una diferente capacidad de metabolizar la grasa movilizada en ayunas. Los animales ejercitados tiene un metabolismo mucho más capaz de utilizar los ácidos grasos plasmáticos para la obtención de energía y por ello muestran concentraciones menores incluso en ayunas.

Conclusiones

Según los resultados obtenidos en las condiciones experimentales se puede concluir:

- 1) El ejercicio moderado no influye en los índices productivos de animales de 100 o 120 kg de peso vivo.
- 2) La colocación en las celdas con machos y hembras separados o mezclados, no modifica los rendimientos.
- 3) La infiltración de grasa y la tendencia al color rojo-verde, en la carne de cerdos de 100 kg, es mayor en los animales que realizan ejercicio, no variando a los 120 kg de peso vivo.
- 4) Las hembras a los 120 kg, tienen menor espesor de tocino dorsal y mayor rendimiento en las piezas nobles, con inferior infiltración grasa y más humedad en la carne.
- 5) Los porcentajes de ac. palmítico y esteárico de las hembras, son inferiores al de los machos en animales de 120 kg, siendo superior el valor de ácido linoleico.
- 6) Los niveles de glucosa en ayuno, son más altos en las hembras.
- 7) No existe variación en las pérdidas por cocinado.



8. Repercusión zotécnica de la homogeneidad del peso en los individuos que conforman las réplicas, en las pruebas realizadas con cerdos de cebo



O. Anaya¹, L. Alonso², I. Margüenda², J. de los Mozos², S. Cuesta³, J.A. Rodríguez³,
N. Laso⁴, E. Gómez⁴

¹ *Universidad SEK Segovia*

² *ETSIA Madrid*

³ *INEA Valladolid*

⁴ *Centro de Pruebas de Porcino Castilla y León (ITACyL)*

H-8-01/ 13 de Septiembre de 2001

8. Repercusión zootécnica de la homogeneidad del peso en los individuos que conforman las réplicas, en las pruebas realizadas con cerdos de cebo

Resumen

Un total de 112 animales con la misma genética, mitad machos castrados y mitad hembras, se emplearon para evaluar el efecto del peso (homogéneo – heterogéneo) en los cerdos que integraban las réplicas experimentales. El ensayo se realizó en la nave de cebo del Centro de Pruebas de Porcino del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (Hontalbilla, Segovia). Para el diseño experimental, se partió de 96 réplicas disponibles (4 cerdos en cada una), todas con peso medio de 24 ± 1 kg, se seleccionaron 28 (112 cerdos), estableciéndose cuatro lotes según sexo y homogeneidad de peso en la réplica:

1. Hembras con peso homogéneo: 8 réplicas con una diferencia de peso menor de 4,2 kg entre sus componentes (8 réplicas - 32 cerdas).
2. Hembras con peso heterogéneo: 8 réplicas con una diferencia de peso mayor de 8,2 kg entre sus componentes (8 réplicas - 32 cerdas).
3. Machos con peso homogéneo: 6 réplicas con una diferencia de peso menor a 4,9 kg entre sus componentes (6 réplicas - 24 cerdos).
4. Machos con peso heterogéneo: 6 réplicas con una diferencia de peso mayor a 10,5 kg entre sus componentes (6 réplicas - 24 cerdos), (14 réplicas de animales homogéneos y 14 réplicas de animales heterogéneos).

Se ha concluido que en las condiciones del ensayo, el índice de conversión de los 70 a 154 d/v, fue mejor en las hembras que en los machos castrados (2,53 vs 2,66, $P < 0,05$), no habiendo diferencias productivas debidas a la homogeneidad o heterogeneidad en el peso de los cerdos de cada réplica ($P > 0,05$), hecho al que contribuye la sanidad y el manejo a que fueron sometidos los animales.

Introducción - Objetivos

Uno de los intereses primordiales en la producción porcina actual, es conseguir lotes de animales, tanto para vida como

para sacrificio, uniformes. Esto implica la formación en las fases de lechones y de cebo, de grupos homogéneos en los diferentes departamentos, evitando la presencia de animales pequeños que puedan sufrir agresiones, creciendo deficientemente o incluso provocando su muerte.

En este caso, un Centro destinado a los ensayos de producción porcina, interesa eliminar o minimizar lo más posible, todos los efectos indeseables: sanitarios, ambientales, de manejo, etc, que puedan originar significaciones erróneas, enmascarando o confirmando efectos no debidos a los tratamientos que queremos comparar. Generalmente, si el protocolo de la prueba no indica lo contrario, la colocación de los animales en las réplicas (4 cerdos en cada una) se establece de dos maneras:

1. Réplicas de animales grandes, medianos y pequeños separados por salas (bloques), que da lugar a pesos medios similares en las réplicas de cada sala y de los animales que las componen.
2. Todas las salas (bloques), con el mismo peso medio en las réplicas, sin separación previa de tamaño, que origina la presencia en una misma réplica de animales más dispares en su peso para conseguir un mismo peso medio en todas.

En el presente estudio, se evaluará la influencia que tiene la homogeneidad (hom.) o heterogeneidad (het.) del peso

de los 4 cerdos de cada réplica, siendo el peso medio en todas similar.

Material y métodos

Animales experimentales

Se utilizaron un total de 112 lechones, la mitad de cada sexo, con genética LD*LW x LW*Pietrain y un peso medio de 24 kg, pertenecientes a una granja de producción de la empresa COPESE (Coca, Segovia).

Instalaciones experimentales

El ensayo se realizó en la nave de cebo del Centro de Pruebas de Porcino del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (Hontalbilla, Segovia). Se utilizaron 8 salas, con 12 departamentos, cada uno para 4 cerdos, con bebedero de chupete y tolva individual, controlándose la temperatura, humedad relativa y ventilación durante toda la prueba.

Diseño experimental

Partiendo de 96 réplicas disponibles, todas con peso medio de 24 ± 1 kg, se seleccionaron 28 (112 cerdos), estableciéndose cuatro lotes según sexo y homogeneidad de peso en la réplica:

1. Hembras con peso homogéneo: 8 réplicas con una diferencia de peso menor de 4,2 kg entre sus componentes.
2. Hembras con peso heterogéneo: 8 réplicas con una diferencia de peso mayor de 8,2 kg entre sus componentes.

3. Machos con peso homogéneo: 6 réplicas con una diferencia de peso menor a 4,9 kg entre sus componentes.
4. Machos con peso heterogéneo: 6 réplicas con una diferencia de peso mayor a 10,5 kg entre sus componentes.

Dieta

La dieta fue formulada por el Departamento de Producción Animal de la Universidad Politécnica de Madrid en base a la EN, de acuerdo con las tablas FEDNA (1999) de composición de materias primas (Tabla 8.1.).

El pienso fue fabricado en COPESE, S.A. (Coca, Segovia), presentado en gránulos de 4 mm y suministrado *ad libitum*. La materia seca, cenizas, extracto etéreo, fibra bruta y proteína bruta fueron analizados en LABOCOR (Colmenar Viejo, España), siguiendo los métodos de la AOAC (1995).

TABLA 8.1. Análisis calculado de la dieta ¹.

Energía Metabolizable, kcal/kg	3.079
Energía Neta, kcal/kg	2.240
Proteína Bruta, %	17,70
Fibra Neutro Detergente, %	13,60
Extracto Etéreo, %	3,30
Lisina disponible, %	0,78
Metionina disponible, %	0,26
Treonina disponible, %	0,52
Triptófano, %	0,21
Calcio, %	0,80
Fósforo disponible, %	0,31
Sodio, %	0,17

¹ De acuerdo con los valores FEDNA (1999) para materias primas.

Parámetros medidos

Consumo diario (cd,g), ganancia media diaria (gmd, g) e índice de conversión (ic, g de pienso consumido/g de ganancia de peso) por departamento cada 14 días hasta el momento del sacrificio.

Análisis estadístico

Los procedimientos univariate y reg (SAS 1990), se utilizaron para determinar la distribución de las observaciones y la presencia de datos anómalos (test de cook), analizándose los datos con glm (SAS 1990), para diseños al azar, con dos efectos principales: sexo y homogeneidad. El peso inicial (P0) se introdujo como covariable, presentándose los datos en tablas por periodos como medias corregidas por mínimos cuadrados (según covariable). Al observar que la sala no afectaba de manera significativa, se eliminó del modelo.

Resultado y discusión

La Tabla 8.2., indica los valores de los índices determinados. No hay diferencias significativas entre los grupos homogéneos y heterogéneos ($P > 0,05$ en consumo, crecimiento y conversión), que eran de esperar dadas las condiciones de manejo del Centro, que a grandes rasgos aplican los "Principios esenciales de bienestar de animales de granja" (Webster 1987): nutrición correcta (los ensayos de estrés serían otro caso distinto), control ambiental (T^a , humedad y ventilación), superficie por animal sobredimensionada (1,5 m² por cerdo, con paja), ausencia de patologías y de miedo hacia el personal de la granja.

Tabla 8.2. Efecto de la homogeneidad del peso y el sexo, en los índices productivos.

Variables ¹	HOM ²	HET ²	EEM ³	SIGN ⁴	Machos	Hembras	EEM	SIGN
CD06	2,25	2,16	0,04	0,12	2,23	2,18	0,041	0,41
GMD06	867	832	16	0,15	839	860	16	0,40
IC06	2,60	2,59	0,02	0,98	2,66 ^a	2,53 ^b	0,027	0,004
P1	33,24	33,29	0,30	0,89	33,2	33,3	0,30	0,78
P6	96,90	93,96	1,39	0,15	94,54	96,32	1,37	0,40

¹ CD06: Consumo diario de los 70 a los 154 días de vida.

GMD06: Ganancia media diaria de los 70 a los 154 días de vida.

IC06: índice de conversión de los 70 a los 154 días de vida.

P1: Peso a los 84 días de vida.

P6: Peso a los 154 días de vida.

² HOM = Homogeneidad; HET = Heterogeneidad.

³ EEM: Error estándar de la media. Letras diferentes en una misma fila, indican diferencias significativas (P<0,05); N (Tamaño)= 14; N (Sexo)= 8 (H), 6 (M).

⁴ Significación.

Pasados dos días del comienzo de la prueba, una vez establecida la jerarquía y dominancia, si no se desestabiliza (tampoco se incorporan animales nuevos a las celdas), la observación directa no muestra actitudes estresantes de los animales (agresiones, estereotipos o competencia), que confirma el análisis estadístico en la producción final.

Sí se han encontrado diferencias por sexo, algo lógico (IC06: 2,66 vs 2,53, entre Machos castrados y Hembras respectivamente; P>0,05), pero tan solo en la conversión, cuando en pruebas anteriores con cerdo blanco y

en el mismo rango de peso, la significación se amplía a crecimiento y consumo. Hecho para el que no se encuentra respuesta.

Conclusión

- 1) En las condiciones del ensayo, no se encuentran diferencias debidas a pesos homogéneos o heterogéneos en las réplicas experimentales, siendo un factor que no influye en el resultado de las pruebas.
- 2) Sí hay significación en sexo, pero únicamente en el índice de conversión.



FOTO 8.1. Entrada al matadero.



9. Influencia del nivel de inclusión de pulpa de remolacha en el pienso y de la genética paterna, sobre los rendimientos productivos y la calidad de la canal y la carne de cerdos de cebo



C. Cabrera ¹, L. Flores ², N. Laso ³, E. Gómez ³, G. Cachán ⁴

¹ MESENER

² Ibérica de Nutrición Animal (INA)

³ Centro de Pruebas de Porcino de Castilla y León (ITACyL)

⁴ Estación Tecnológica de la carne de Castilla y León (ITACyL)

H-12-01/ 26 de abril de 2002

9. Influencia del nivel de inclusión de pulpa de remolacha en el pienso y de la genética paterna, sobre los rendimientos productivos y la calidad de la canal y la carne de cerdos de cebo

Resumen

Se realizó un ensayo con el fin de valorar el efecto de la genética, la dieta y el sexo, sobre el rendimiento productivo y la calidad de la canal y la carne de cerdos sacrificados con un peso medio de 92 Kg.

Fueron utilizados un total de 192 animales pertenecientes a cruces entre hembras Landrace x Large White y machos enteros de dos genéticas diferentes: Duroc x Large White (1) y Pietrain x Large White (2), 50% de cada sexo, y un peso medio inicial de $15 \pm 1,5$ kg. Los tratamientos experimentales fueron 12, con 4 réplicas de 4 cerdos cada uno, ordenados factorialmente según 2 genéticas, 2 sexos (hembras y machos enteros) y tres piensos con diferentes niveles de pulpa de remolacha (0%, 7% y 10%).

Las genéticas (1 y 2) no mostraron diferencias productivas en el periodo global ($P > 0,05$), sí los piensos, con un mayor consumo (1.890 y 1.877 vs 1.789 g; $P < 0,05$) y crecimiento (825 y 809 vs 765 g; $P < 0,05$) en el 7% y 10% en relación

con el 0% (control), sin modificar la conversión ($P > 0,05$). Los machos crecieron un 4,3% más y mejoraron la conversión en un 7,5% ($P < 0,05$).

El peso de la canal ($72,00$ vs $74,03$ kg), y su rendimiento ($74,92$ vs $77,13\%$), fueron significativos y superiores en la 2 ($P < 0,05$), que a su vez, tuvo menor espesor del tocino dorsal y longitud del jamón ($16,63$ vs $14,98$ mm y $34,01$ vs $32,87$ cm, respectivamente, $P < 0,05$). La conductividad, fue mayor en la genética 1 tanto en el músculo *longissimus* como en el *semimembranosus* ($80,10$ vs $68,84$ mv y $88,41$ vs $74,84$ mv, respectivamente; $P < 0,05$).

En el pienso, solo se encontró significación en el peso de la canal ($73,66$ vs $72,36$, 0% y 7%, respectivamente, $P < 0,05$) y una tendencia en su rendimiento, entre los mismos piensos ($P = 0,051$). La longitud del jamón de los machos, fue un 2,1% superior ($P = 0,001$), con más peso en las hembras ($21,32$ vs $20,58$ k; $P < 0,05$), y mejor rendimiento de paletas y chuleteros en los machos ($P < 0,05$). El peso de los

jamones mejoró en la genética 2 (21,25 vs 20,65 k, $P=0,04$).

El porcentaje de ácido oleico de las hembras superó al de los machos (44,55 vs 43,14%, $P<0,05$). El análisis de la carne no mostró diferencias en ninguno de los tratamientos.

Se han obtenido diversas conclusiones, i) los piensos con pulpa mostraron mejor crecimiento y un peso de la canal menor en el caso del 7% con relación al control, ii) la genética 2 tuvo mayor peso y rendimiento de canal, y iii) las diferencias según sexo, con machos sin capar, se correspondieron con las habituales en este tipo de ensayos.

Introducción y objetivos

Uno de los parámetros que más influyen en la sensación de calidad cárnica por parte de los consumidores, es la infiltración grasa, responsable directa del sabor según las dietas administradas a los animales en el cebadero. Con el fin de aumentar su porcentaje en el músculo, que en cerdos magros alcanza niveles incluso por debajo del 1%, se están introduciendo machos finalizadores con sangre Duroc, que mejoran estos niveles, y no perjudican en exceso el rendimiento de la canal y de partes nobles.

En el presente estudio, se han comparado dos genéticas paternas: Duroc x Large White y Pietrain x Large White, así como tres niveles de pulpa de remolacha (0%, 7% y 10%), materia prima abundante en

nuestra Comunidad (más de 200.000 tm anuales), con cualidades nutritivas muy apreciadas, particularmente la fracción fibrosa, y se han valorado los rendimientos productivos y la calidad de la canal y la carne, según genética, dieta y sexo.

Material y métodos

Animales experimentales

Se utilizaron un total de 192 cerdos pertenecientes a cruces entre hembras Landrace x Large White y machos de dos genéticas diferentes: Duroc x Large White y Pietrain x Large White, 50% de cada sexo (machos enteros), con 60 días de edad y un peso medio inicial de $15 \pm 1,5$ kg. Los animales procedían de una granja de producción situada en Segovia, propiedad de MESEÑOR, S.A., (Carbonero el Mayor), se agruparon por peso vivo y fueron crotalados para su identificación individual antes de empezar el ensayo.

Instalaciones experimentales

El ensayo se llevó a cabo en las instalaciones del Centro de Pruebas de Porcino del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (Hontalbilla, Segovia), los cerdos se alojaron en 4 salas con 12 departamentos de 5,49 m² cada uno y 4 cerdos de capacidad. Los departamentos estaban equipados con un comedero individual tipo tolva y un bebedero. Las condiciones ambientales (temperatura, humedad y ventilación), se controlaron automáticamente durante todo el periodo de cebo.

Dietas

Las dietas experimentales fueron formuladas por el Departamento de Nutrición INA (Ibérica de nutrición animal), y fabri-

cadas bajo su supervisión en MESENER (Carbonero el Mayor) con suministro a libre disposición en forma de gránulo (Tablas 9.1., 9.2. y 9.3.).

TABLA 9.1. Composición en nutrientes de los piensos de crecimiento y acabado (0%, 7% y 10% de pulpa de remolacha).

NUTRIENTES	PIENSO DE CRECIMIENTO			PIENSO DE ACABADO		
	0%	7%	10%	0%	7%	10%
Humedad	11,35	11,53	11,66	10,60	11,06	11,42
Proteína	17,55	17,26	16,93	17,00	17,00	16,59
Grasa	4,04	5,25	5,66	4,50	4,95	5,48
C16	11,51	8,11	9,39	13,79	9,07	9,12
C18	2,07	2,13	2,49	1,61	1,97	2,34
C18:1	18,82	15,81	19,22	16,12	15,76	18,29
C18:2	42,18	31,22	37,32	42,09	33,01	35,74
AGI	2,75	3,25	3,56	2,77	3,10	3,01
AGS	1,39	2,12	2,27	1,77	1,96	4,46
Fibra	4,21	5,00	5,59	4,85	5,56	2,18
Mineral	7,02	7,01	6,76	6,26	6,11	5,97
Almidón	41,06	35,82	35,60	40,00	37,16	35,86
EN (INRA)	2400,4	2.398,8	2400,7	2.375	2.374	2.375,5
Metionina	0,31	0,31	0,32	0,29	0,29	0,29
Met +Cis	0,64	0,62	0,62	0,61	0,60	0,59
Lisina	1,04	1,05	1,04	0,98	0,98	0,98
Treonina	0,68	0,67	0,67	0,64	0,66	0,66
Triptófano	0,20	0,22	0,21	0,22	0,21	0,20
Metionina dis.	0,28	0,28	0,29	0,26	0,25	0,26
M + C dis	0,57	0,56	0,56	0,54	0,53	0,52
Lisina dis	0,92	0,92	0,92	0,85	0,85	0,85
Treonina dis	0,57	0,56	0,56	0,53	0,54	0,54
NDF	11,58	13,16	13,98	13,63	14,54	14,91
ADF	5,25	6,35	6,86	5,94	6,84	7,19
Lignina	0,92	0,89	0,88	1,08	0,96	0,91
Ac linol	1,12	1,07	1,17	1,06	1,08	1,17
Calcio	0,81	0,85	0,79	0,8	0,80	0,80
Fósforo	0,61	0,59	0,58	0,61	0,60	0,59
P dis PO	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
Sodio	0,17	0,18	0,18	0,17	0,18	0,18
Cloro	0,29	0,33	0,29	0,31	0,31	0,31
Cobre	108,44	110,16	108,93	107,91	108,75	108,79
Premix	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

TABLA 9.2. Composición en materias primas de los piensos de crecimiento y acabado

Materias primas	Crecimiento (% de pulpa)			Acabado (% de pulpa)		
	0%	7%	10%	0%	7%	10%
Maíz	25,00	18,80	30,00	12,00	20,00	30,00
Cebada 2C	28,40	15,00	15,00	45,20	20,00	15,00
Trigo blando	15,35	25,00	12,80	12,54	21,40	13,05
Soja 44	23,80	23,50	23,35	19,18	20,35	20,35
Raicilla de cebada	-	-	-	4,00	4,00	4,00
Melaza de caña	-	2,00	-	-	-	-
Pulpa de remolacha	-	7,00	10,00	-	7,00	10,00
Grasa de animal 1-6 grad	2,15	3,65	3,85	2,82	3,25	3,65
Carbonato cálcico	0,73	0,55	0,32	0,72	0,46	0,35
Fosfato bicálcico	1,38	1,42	1,44	1,35	1,40	1,44
Sal de mina	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,4
Sepiolita ex	2,00	1,85	2,00	1,00	1,00	1,00
Lisina líquida 50%	0,26	0,28	0,29	0,25	0,22	0,23
Alimet (M.H.A líquida)	0,04	0,04	0,05	0,03	0,02	0,03
G´H Cerdos de cebo P02 Pv4	0,50	50,00	0,50	0,50	0,50	0,50

TABLA 9.3. Análisis determinado en los piensos de crecimiento y acabado

PULPA DE ROMOLACHA	Crecimiento			Acabado		
	0%	7%	10%	0%	7%	10%
HUMEDAD	13,00	12,90	13,00	12,50	12,50	12,70
PROTEÍNA BRUTA	16,10	17,10	16,10	16,20	15,20	15,400
MATERIA GRASA BRUTA	3,80	4,90	5,20	4,70	5,30	6,10
FIBRA BRUTA	4,00	4,40	4,60	4,40	4,70	5,10
MINERALES	6,50	6,80	7,20	6,40	5,80	6,10
F. NEUTRO DETERGENTE	11,90	14,00	16,10	15,10	14,40	15,40
ALMIDÓN	42,00	37,80	36,70	39,30	41,60	38,20
CALCIO	0,82	0,92	0,96	0,98	1,00	1,00
FÓSFORO	0,54	0,49	0,55	0,61	0,57	0,62

Diseño experimental

Diseño en bloques completos (salas) al azar, ordenados factorialmente según

sexo, tres niveles de pulpa de remolacha (0% vs 7% vs 10%) y dos genéticas pater-nas (D x LW vs P x LW).

TABLA 9.4. Diseño experimental

Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% PULPA	0	X		X			X			X		
	7		X		X			X			X	
	10			X		X			X			X
SEXO	M	X	X	X			X	X	X			
	H				X	X	X			X	X	X
GENÉTICA	K	X	X	X	X	X	X					
	L							X	X	X	X	X

Número de salas (bloques): 4
 Número total de cerdos: 192
 Número de tratamientos: 12 (factorial 2x2x3)
 Genética: 2
 Sexo: 2
 Pienso: 3

Cerdos por réplica: 4
 Réplicas por tratamiento. Genética: 24
 Sexo: 24
 Pienso: 16
 Número total de réplicas: 48

Controles realizados

Rendimientos productivos: Se analizó el crecimiento (GMD), el consumo medio diario (CD) y la conversión (IC) por réplica cada 14 días, excepto en el último control que se redujo a los doce días (8 controles en total). La incidencia de patologías, aspecto de los animales y condiciones ambientales, se observaron diariamente:

Calidad de la canal: Los animales previo ayuno de 18 horas, se sacrificaron con 92 kg., de peso medio en el matadero de la empresa “**Cárnicas Vaquero**” de Madrid. Se pesó la canal individualmente con cabeza (en base a la que se midió el rendimiento de la canal en fresco), posteriormente se dividió en dos mitades. A los 90 minutos post-mortem, se tomaron las siguientes medidas en la media canal izquierda:

pH, conductividad y temperatura en el músculo *Longissimus* (entre la 11ª y la 12ª costilla) y *Semimembranosus* (en el centro).

Longitud de la canal, longitud del jamón, perímetro del jamón, anchura del jamón y espesor de la grasa dorsal.

Se tomaron muestras de grasa (a nivel del sacro y en toda la profundidad) y músculo (250 g del *longissimus* a partir de la costilla nº 12). Dos muestras por réplica: 48 muestras de tocino y las mismas de músculo, que se identificaron y congelaron a -20°C para su posterior análisis.

El despiece se hizo en frío, a las 24 horas post-mortem.

Se pesaron (arreglados) los jamones, paletas y chuleteros (costillar + lomo), con el fin de calcular el rendimiento de piezas nobles en la canal.

Calidad de la carne: Las muestras recogidas se analizaron en el laboratorio de la Estación Tecnológica de la Carne (Junta de Castilla y León, Guijuelo, Salamanca), determinándose la grasa, proteína y

humedad en el músculo, y el perfil de ácidos grasos del tocino.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados mediante el procedimiento GLM del programa estadístico SAS (1990), para diseño en bloques completos al azar ordenados factorialmente, incluyéndose en el modelo como efectos principales dieta, sexo, genética (3x2x2), y el efecto bloque (sala). En el estudio del rendimiento productivo, la covariable fue el peso inicial, y para el rendimiento cárnico y de piezas nobles, el peso final. La réplica en producción fue la celda y en el rendimiento de la canal y el de piezas nobles el individuo.

Se utilizaron los siguientes contrastes ortogonales:

Control (0% pulpa) vs 7% + 10% 7% vs 10%

Los datos se presentan en tablas corregidas por mínimos cuadrados según la covariable utilizada.

Resultados

El tratamiento (Tabla 9.5.) y en el período de 60 a 111 d/v, muestra diferencias significativas ($P < 0,05$) del control respecto a los niveles con 7% y 10% en consumo (cd: 1.321 vs 1.460 y 1.456 g), crecimiento (600 vs 712 y 727 g), y conversión (2,09 vs 2,00 g/g; control y 10%, respectivamente).

TABLA 9.5. Efecto del sexo, el pienso, y la genética sobre el rendimiento productivo.

VARIABLE ¹	SEXO (n=24)			PIENSO ³ (n=16)			
	M	H	EEM ²	0	7	10	EEM ²
144 a 156 d/v							
CD 67	2.479	2.406	53	2.385	2.498	2.444	60
GMD 67	863	743	47	807 ^{ab}	902 ^a	700 ^b	53
IC 67	3,10	3,52	0,20	3,07 ^a	3,01 ^a	3,86 ^b	0,23
60 a 111 d/v							
CD 04	1.354 ^b	1.471 ^a	23	1.321 ^a	1.460 ^b	1.456 ^b	26
GMD 04	666 ^b	714 ^a	13	630 ^a	712 ^b	727 ^b	15
IC 04	2,04	2,05	0,02	2,09 ^a	2,05 ^{ab}	2,00 ^b	0,03
111 a 156 d/v							
CD 47	2.465	2.471	39	2.444	2.495	2.465	44
GMD 47	1.030 ^b	879 ^a	16	955	984	925	19
IC 47	2,40 ^b	2,80 ^a	0,04	2,57	2,56	2,68	0,05
60 a 156 d/v							
CD 07	1.817	1.887	24	1.789 ^a	1.890 ^b	1.877 ^b	27
GMD 07	817 ^b	782 ^a	9	765 ^a	825 ^b	809 ^b	11
IC 07	2,22 ^b	2,40 ^a	0,02	2,32	2,29	2,31	0,02
P4 (111 d/v)							
P4 (111 d/v)	52,71 ^b	55,38 ^a	0,73	50,72 ^a	55,31 ^b	56,12 ^b	0,83
P7 (156 d/v)							
P7 (156 d/v)	93,92 ^b	90,56 ^a	0,90	88,92 ^a	94,67 ^b	93,13 ^b	1,02

VARIABLE ¹	GENÉTICA ⁴ (n=24)			SIGNIFICACIÓN CONTRASTES	
	1	2	EEM ²	0 vs 7+10 ⁷	7 vs 10
144 a 156 d/v					
CD 67	2.389	2.487	49	0,27	0,52
GMD 67	829	777	44	0,92	0,01
IC 67	3,32	3,31	0,19	0,23	0,01
60 a 111 d/v					
CD 04	1.413	1.412	21	0,01	0,91
GMD 04	663 ^a	716 ^b	12	0,01	0,48
IC 04	2,13 ^a	1,96 ^b	0,02	0,08	0,22
111 a 156 d/v					
CD 47	2.497	2.439	36	0,53	0,63
GMD 47	985 ^a	924 ^b	15	0,98	0,03
IC 47	2,55	2,66	0,04	0,46	0,10
60 a 156 d/v					
CD 07	1.865	1.839	22	0,10	0,71
GMD 07	797,5	803,3	8	0,01	0,28
IC 07	2,33	2,29	0,02	0,45	0,48
P4 (111 d/v)					
	52,55 ^a	55,54 ^b	0,84	0,01	0,48
P7 (156 d/v)					
	91,98	92,51	0,84	0,01	0,28

¹ Variable: CD: consumo medio diario, GMD: ganancia media diaria; IC: índice de conversión, P: Peso.

² EEM: Error estándar de la media. Letras diferentes en una misma fila, indican diferencias significativas (P<0,05)

³ Pienso: 0: 0% de pulpa (control), 7: 7% de pulpa, 10: 10% de pulpa.

⁴ Genética: 1: macho LW x Duroc, 2: Macho LW x Pietrain

De los 111 a los 156 d/v, hay una tendencia (P=0,09) a empeorar el crecimiento en el 10% con relación al 7%, que se convierte en significativa (P<0,05) de los 144 a 156 d/v (GMD: 902 vs 700 g), junto con la conversión (IC: 3,07 y 3,01 vs 3,86; 0,7 y 10% respectivamente).

Globalmente, el tratamiento del 0% implica un menor consumo (CD: 1.789 vs 1.890 y 1.877g, P<0,05).

Por sexo, hasta los 111 días de vida, las hembras crecen y consumen más que los machos (GMD: 714 vs 666 g; CD: 1.471 vs

1.354 g; P<0,05), hecho que se explica por su mayor peso inicial (P0: Hembras 15,8 y Machos 15,0 k), ésta diferencia, se ve compensada y mejorada por los machos, en crecimiento y conversión, de los 111 a los 156 d/v (GMD: 1.030 vs 879 g; IC: 2,40 vs 2,80 g/g; P<0,05) y globalmente (GMD: 817 vs 782 g, IC: 2,22 vs 2,40 g/g), como es habitual.

Calidad de la canal

La tabla 9.5. muestra los efectos del sexo, pienso y genética sobre las características de la canal.

TABLA 9.6. Efecto del sexo, el pienso, y la genética sobre el rendimiento productivo.

VARIABLE ¹	SEXO (n=34)			PIENSO ³ (n=33)			
	M	H	EEM ²	0	7	10	EEM
PC	72,74	73,29	0,27	73,66 ^a	72,36 ^b	73,03 ^{ab}	0,34
RND	75,73	76,32	0,29	76,64	75,35	76,09	0,36
TD	15,35	16,24	0,47	15,81	15,82	15,78	0,58
LC	79,82	80,00	0,26	79,96	79,98	79,80	0,33
LJ	33,80 ^a	33,08 ^b	0,15	33,20	33,63	33,49	0,18
PJ	70,11	70,71	0,22	70,92	70,12	70,19	0,27
CL	75,33	72,61	2,30	73,88	75,06	72,98	2,83
PHL	5,95	6,00	0,04	5,99	5,96	5,99	0,05
TL	15,05	15,17	0,36	15,23	15,09	15,01	0,46
CS	81,42	81,83	2,21	83,46	81,65	79,78	2,73
PHS	5,87	5,86	0,04	5,84	5,87	5,90	0,05
TS	21,12	21,90	0,55	22,06	21,49	20,98	0,68

VARIABLE ¹	GENÉTICA ⁴ (n=51)			SIGNIFICACIÓN CONTRASTES	
	1	2	EEM ²	0 vs 7+107	7 vs 10
PC	72,00 ^a	74,03 ^b	0,27	0,02	0,17
RND	74,92 ^a	77,13 ^b	0,29	0,04	0,15
TD	16,63 ^a	14,98 ^b	0,47	0,99	0,96
LC	79,55	80,28	0,26	0,88	0,70
LJ	34,01 ^a	32,87 ^b	0,15	0,12	0,59
PJ	69,07 ^a	71,75 ^b	0,22	0,02	0,84
CL	80,10 ^a	68,84 ^b	2,31	0,97	0,61
PHL	5,92	5,99	0,04	0,80	0,67
TL	12,82 ^a	17,39 ^b	0,37	0,75	0,91
CS	88,41 ^a	74,84 ^b	2,22	0,41	0,63
PHS	5,85	5,89	0,04	0,51	0,77
TS	18,81 ^a	24,21 ^b	0,55	0,32	0,60

¹ Variable: PC: peso de la canal, RND: rendimiento de la canal, TD: espesor del tocino dorsal (mm), LC: longitud de la canal (cm), PJ: perímetro del jamón, CL: conductividad del *longissimus* (mv), PLH: pH del *longissimus*; TL: temperatura del *longissimus*; cs, PHS, TS: conductividad, ph y temperatura del *semimembranosus*.
² EEM: error estándar de la media. letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas (p<0,05).
³ Pienso: 0: 0% de pulpa (control), 7: 7% de pulpa, 10: 10% de pulpa.
⁴ Genética: 1: macho LW x Durox; 2: macho LW x Pietrain.

Las diferencias genéticas son significativas (P<0,05), en peso de la canal (72,00 vs 74,03 kg), y rendimiento (74,92 vs 77,13%), superiores en la 2, que a su vez, posee menor espesor del tocino dorsal (16,63 vs 14,98 mm), y longitud del jamón (34,01 vs 32,87 cm). La conductividad, es mayor en la genética 1 tanto en el músculo *longissimus* como en el *semi-*

membranosus (80,10 vs 68,84 mv, 88,41 vs 74,84 mv, respectivamente; P<0,05).

En el tratamiento, solo encontramos significación en el peso de la canal (73,66 vs 72,36, 0% y 7% respectivamente; P<0,05), y en la longitud del jamón por sexo (33,80 vs 33,08 cm, P<0,05), superior en los machos.

Las piezas nobles en la genética (tabla 9.6.), únicamente muestran diferencias significativas en el peso de los jamones (20,26 vs 21,61 kg, 1 y 2 respectivamente; P=0,04).

El peso de los jamones es mayor en las hembras (21,32 vs 20,58 kg, P<0,05), siendo el rendimiento de las paletas y los chuleteros significativamente superior en los machos (16,57 vs 15,65%; 26,94 vs 25,74%, respectivamente, P<0,05).

TABLA 9.7. Efecto del sexo, el tratamiento y la genética sobre el rendimiento en piezas nobles.

VARIABLE ¹	SEXO (n=20)				GENÉTICA ⁴ (n=20)			
	Macho	Hembra	EEM ²	SIG ³	1	2	EEM ²	SIG ³
PJ	20,58 ^a	21,32 ^b	0,19	0,01	20,65 ^a	21,25 ^b	0,19	0,04
PP	12,00	11,87	0,09	0,31	11,96	11,91	0,09	0,75
PL	19,49	19,54	0,20	0,86	19,51	19,52	0,20	0,96
PN	52,08	52,74	0,37	0,22	52,13	52,70	0,37	0,29
RENPN	71,90	69,54	0,91	0,08	70,56	70,91	0,92	0,77
RENJ	28,40	28,13	0,40	0,65	27,92	28,61	0,39	0,25
RENP	16,57 ^a	15,65 ^b	0,23	0,01	16,19	16,02	0,23	0,61
RENL	26,94 ^a	25,74 ^b	0,38	0,03	26,41	26,27	0,37	0,79

¹ Variable: PJ: peso de los jamones, PP: peso de las paletas, PL: peso de los chuleteros, PN: peso de las piezas nobles. (RENPN, RENJ, RENP, RENL: rendimiento de los pesos anteriores)

² EEM: error estándar de la media. Letras diferentes en una misma fila, indican diferencias significativas (P<0,05).

³ SIG: Significación

⁴ Genética: 1: Macho LW x Duroc, 2: Macho LW x Pietrain.

Calidad de la carne

No se manifiestan diferencias en hume-

dad, proteína e infiltración grasa en el músculo (P<0,05), como se puede apreciar en la tabla 9.7..

TABLA 9.8. Efecto del sexo, el pienso y la genética sobre la calidad de la carne.

VARIABLE ¹	SEXO (n=51)			PIENSO ⁴ (n=33)			
	M	H	EEM ²	0	7	10	EEM ²
HUMEDAD	74,20	74,50	0,16	74,57	73,83	75,57	0,20
GRASA	3,39	2,92	0,15	3,23	3,57	2,57	0,19
PROTEINA	22,38	22,47	0,13	22,16	22,32	22,79	0,16
VARIABLE ¹	GENÉTICA ³ (n=34)			SIGNIFICACIÓN CONTRASTES			
	1	2	EEM ²	0 vs 7+107	7 vs 10		
HUMEDAD	74,29	74,44	0,16	0,145	0,014		
GRASA	3,00	3,33	0,15	0,805	0,000		
PROTEINA	22,60	22,22	0,13	0,053	0,036		

¹ Variable: Humedad, grasa y proteína

² EEM: error estándar de la media. Letras diferentes en una misma fila, indican diferencias significativas (P<0,05).

³ Genética: 1: Macho LW x Duroc, 2: Macho LW x Pietrain.

⁴ Pienso: 0: 0% de pulpa (control), 7: 7% de pulpa, 10: 10% de pulpa.

Perfil de ácidos grasos

Hay significación en el porcentaje de oleico según el sexo, superior en las

hembras (44,55 vs 43,14%, $P < 0,05$), con una tendencia en el caso del linoleico ($P > 0,058$).

TABLA 9.9. Efecto del sexo y la genética sobre el perfil de ácidos grasos.

VARIABLE ¹	SEXO (n=30)				GENÉTICA ³ (n=30)			
	M	H	EEM ²	SIG	1	2	EEM ²	SIG
PAL	20,64	20,83	0,29	0,65	20,57	20,94	0,28	0,37
EST	10,78	10,58	0,25	0,58	10,98	10,31	0,25	0,07
OLE	43,14 ^a	44,55 ^b	0,31	0,003	44,04	43,61	0,31	0,34
LIN	18,41	17,13	0,46	0,058	17,55	18,04	0,46	0,46

¹ Variable: HUM: humedad, GRAS: grasa, PROT: proteína, PAL: palmítico, EST: esteárico, OLE: oleico, LIN: linoleico.

² EEM: error estándar de la media. Letras diferentes en una misma fila, indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

³ Genética: 1: Macho LW x Duroc; 2: Macho LW x Pietrain.

Conclusiones

- 1) Las genéticas no mostraron diferencias productivas en el período global.
- 2) El peso de la canal, y su rendimiento fueron superiores en la genética LW x Pietrain que, a su vez, tuvo menor espesor del tocino dorsal y longitud del jamón, con mayor peso del mismo.
- 3) La conductividad, fue mayor en la genética LW x Duroc, tanto en el músculo *longissimus* como en el *semi-membranosus*.
- 4) Los animales que consumieron pulpa, comieron y crecieron más, sin modificar la conversión, siendo el peso de la canal de los animales control (0% de pulpa), mejor que los animales con el 7%.
- 5) Los machos crecieron un 4,3% más y mejoraron la conversión en un 7,5%.
- 6) La longitud del jamón de los machos, fue un 2,1% superior, con más peso en las hembras, y mejor rendimiento de paletas y chuleteros en los machos.
- 7) El porcentaje de ácido oleico de las hembras superó al de los machos.
- 8) El análisis de la carne no mostró diferencias en ninguno de los tratamientos.

GRÁFICO 9.1. Efecto del sexo y el pienso sobre el rendimiento productivo de 60 a 156 d/v.

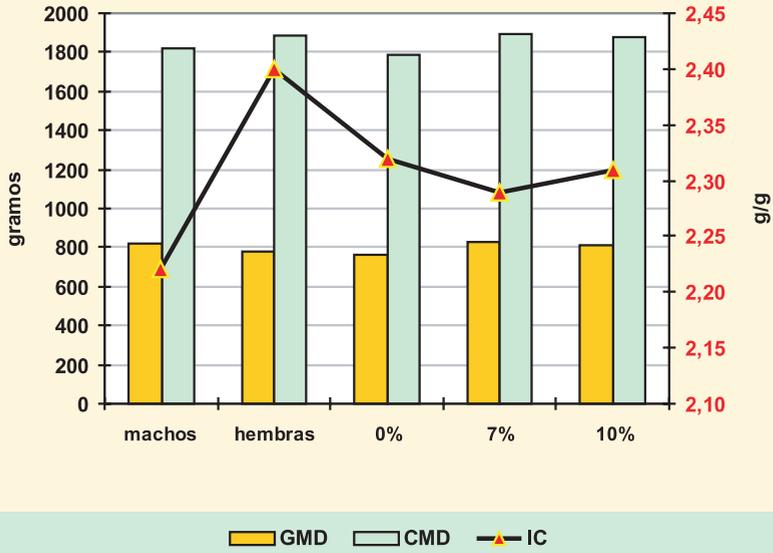


GRÁFICO 9.2. Efecto de la genética sobre el peso (Kg) y rendimiento de la canal (%).

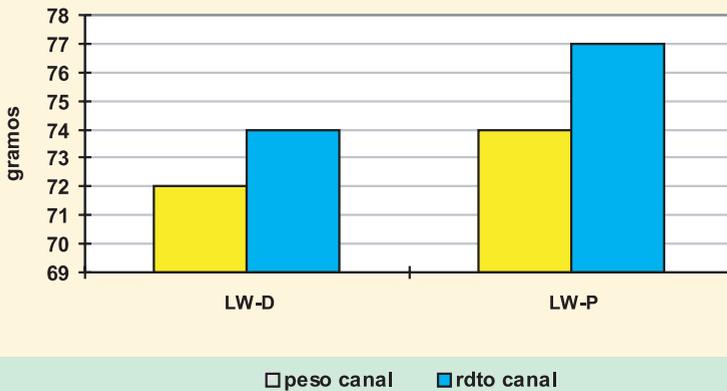
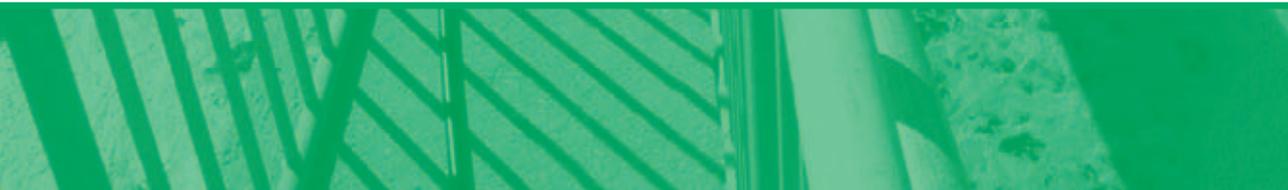




FOTO 9.1. Despiece



10. Inclusión de diferentes niveles de ácido graso oleico y de corrector, y su efecto sobre la productividad en el cebo de cerdo graso. Calidad de la canal y la carne





A. Fuentetaja ¹, M. Nieto ¹, E. Gómez ², P. Medel ³, J. Peinado ³

¹ *Los Cerros, S.L.*

² *Centro de Pruebas de Porcino de Castilla y León (ITACyL)*

³ *IMASDE AGROPECUARIA*

H-2-02 / Septiembre 2002

10. Inclusión de diferentes niveles de ácido graso oleico y de corrector, y su efecto sobre la productividad en el cebo de cerdo gordo. Calidad de la canal y la carne

Resumen

Se realizó un ensayo experimental en el que se evaluó el efecto de la inclusión de diferentes niveles de ácido graso oleico en la dieta (bajo, medio, alto), diferentes niveles de corrector (0,2 vs 0,3%) y del sexo de los animales (HE= Hembras Enteras y MC= Machos Castrados) sobre la productividad de cerdo gordo. Se utilizaron 192 cerdos ($P^*LWM \times L^*LW$) de 23 kg pv inicial, que fueron sacrificados con un peso medio de 128 kg pv. Hubo 12 tratamientos en un diseño factorial completo, con 4 réplicas por tratamiento y 4 animales por unidad experimental.

Los niveles de corrector y oleico en la dieta no influyeron sobre los parámetros productivos. Asimismo, los rendimientos productivos no se vieron afectados por el sexo, aunque los mc consumieron más (2.360 vs 2.245 g/d; $p>0,05$), crecieron más (917 vs 889 g/d; $p>0,05$) y presentaron un peso ic que las he (2,57 vs 2,52 g/g; $p<0,05$).

Basándose en las condiciones experimentales se concluye que la productividad de los animales no se vio influenciada por ninguno de los efectos principales (nivel de oleico, nivel de corrector y sexo) ni por sus interacciones.

Justificación del ensayo

Las nuevas demandas de los consumidores de alimentos ricos en ácido graso oleico, junto con la tendencia a excluir las materias primas de origen animal de las dietas de los animales domésticos, han motivado el desarrollo de un gran número de trabajos experimentales dirigidos a estudiar el efecto sobre la productividad de los animales criados a base de dietas ricas en fuentes vegetales de ácidos grasos monoinsaturados. En este sentido, COPESE (Los Cerros) ha realizado un ensayo experimental donde además se han incluido diferentes niveles de corrector con el fin de ajustar los costes productivos derivados de la alimentación.

Objetivo

Evaluar la influencia de la inclusión de diferentes niveles de ácido graso oleico y de corrector sobre la productividad de cerdo graso.

Materiales y metodos

Animales experimentales

Se utilizaron 192 cerdos (P*LWM x L*LW) de 23 kg hasta el sacrificio con un peso medio de 128 kg pv.

Diseño experimental

Se colocaron los 192 animales en lotes homogéneos, ocupando todas las jaulas de la nave experimental. Hubo 12 tratamientos en un diseño factorial completo en base a tres niveles del ácido graso oleico, dos niveles de corrector (0,2 vs 0,3%) y dos sexos, machos castrados (MC) y hembras enteras (HE). La unidad experimental estuvo formada por cuatro animales y hubo cuatro réplicas por tratamiento. Se evaluó el efecto de las diferentes dietas sobre la productividad y mortalidad.

TABLA 10.1. Tratamientos experimentales del ensayo.

Tto.	Nivel de oleico (%)		Nivel de Corrector	Sexo	Nº Réplicas por Tto.	Lechones por Tto.
	60-90 kg	90-125 kg				
A	2,3	2,3	0,2	MC	4	16
B				HE		
C			0,3	MC	4	16
D				HE		
E	2,3	3,8	0,2	MC	4	16
F				HE		
G			0,3	MC	4	16
H				HE		
I	3,8	3,8	0,2	MC	4	16
J				HE		
K			0,3	MC	4	16
L				HE		

Réplicas/ tratamiento: 4 Nº total réplicas: 48 Nº total lechones: 192
 Nº tratamientos: 12 Lechones por réplica: 4

La distribución de los tratamientos en la nave experimental fue la siguiente:

SALA 3

G	D	K	H	C	L
J	E	B	I	F	A
G	D	K	H	C	L
J	E	F	I	B	A

SALA 1

SALA 4

J	A	F	I	B	E
C	H	K	D	G	L
J	A	F	I	B	E
C	H	K	D	G	L

SALA 2

Dietas experimentales

Las dietas experimentales se formularon y fabricaron en COPESE, S.A. (Coca, Segovia) bajo la supervisión directa de D. Alfonso Fuentetaja. El programa de alimentación fue diferente para cada uno de los tratamientos experimentales. Las dietas y sus análisis calculados se presentan en la tabla 10.2. Todas las dietas fueron isonutritivas, cubriendo o excediendo las recomendaciones del NRC (1998) para animales de

estas edades. Las dietas se presentaron en gránulo. Todos los grupos recibieron su respectiva dieta experimental *ad libitum*.

Antes del inicio de la prueba se analizó la humedad, cenizas, proteína bruta (método Kjeldahl), extracto etéreo (Soxhlet con hidrólisis ácida previa) y fibra bruta (método Weende) de los piensos siguiendo los procedimientos 930.15, 942.05, 984.13, 920.39 y 962.09, respectivamente descritos por AOAC (2000).

TABLA 10.2. Dietas experimentales

Periodo	30-60 kg PV			60-90 kg PV			
	1,5	2,0	3,0	2,3		3,8	
Nivel de oleico, %	1,5	2,0	3,0	0,2	0,3	0,2	0,3
Nivel de corrector, %	0,3			0,2	0,3	0,2	0,3
Ingredientes, %							
Cebada, %	36,0	36,0	40,0	52,1	52,1	51,9	51,8
Trigo, %	20,0	20,0	20,0	28,0	28,0	28,0	28,0
Maíz, %	14,0	14,0	9,0	-	-	-	-
Harina soja 44 %	20,0	20,0	20,0	-	-	-	-
Harina soja 47 %	-	-	-	10,0	10,0	10,0	10,0
Grasa animal %	3,0	1,5	-	5,0	5,0	-	-
Oleinas 70 % oleico %	-	1,5	4,0	-	-	5,2	5,2
Melaza remolacha %	2,5	2,5	2,5	2,4	2,4	2,4	2,4
Sal %	0,45	0,45	0,45	0,43	0,43	0,43	0,43
Fosfato bicálcico %	1,25	1,25	1,25	0,40	0,40	0,4	0,4
Carbonato cálcico %	1,29	1,29	1,29	1,00	0,90	1,0	1,00
L-Lisina HCl 50 %	0,42	0,42	0,42	0,22	0,22	0,22	0,22
L-Treonina 25 %	0,23	0,23	0,23	0,12	0,12	0,12	0,12
Met hidroxianáloga %	0,04	0,04	0,04	-	-	-	-
Colina 75 %	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Fitasa %	-	-	-	0,10	0,10	0,10	0,10
Vitaminas minerales ¹ %	0,30	0,30	0,30	0,20	0,30	0,20	0,30
Acondicionador %	0,50	0,50	0,50	-	-	-	-
Análisis calculado ²							
Energía neta, Kcal/kg	2.302	2.294	2.319	2.436	2.436	2.420	2.417
Proteína bruta, %	16,80	16,80	16,90	14,20	14,20	14,20	14,20
Extracto etéreo, %	4,90	4,90	5,70	6,70	6,70	6,80	6,80
Almidón, %	38,40	38,40	37,30	42,20	42,20	42,10	42,10
Lisina, %	0,95	0,95	0,96	0,68	0,68	0,67	0,67
Calcio, %	0,92	0,92	0,92	0,68	0,66	0,68	0,69
Fósforo, %	0,57	0,57	0,57	0,52	0,52	0,52	0,52
Fósforo disponible, %	0,35	0,35	0,35	0,30	0,30	0,30	0,30
Sodio, %	0,22	0,22	0,22	0,21	0,21	0,21	0,21

Periodo	30-60 kg PV			60-90 kg PV			
	1,5	2,0	3,0	2,3		3,8	
Nivel de oleico, %	1,5	2,0	3,0	2,3		3,8	
Nivel de corrector, %	0,3			0,2	0,3	0,2	0,3
Análisis químico							
Humedad, %	9,56	10,45	9,09	8,97	8,71	8,40	8,68
Proteína bruta, %	16,15	17,33	17,48	12,66	14,08	14,54	14,32
Extracto etéreo, %	5,00	5,10	6,10	7,05	7,12	7,46	7,32
Fibra bruta, %	5,73	5,44	4,71	4,99	4,98	4,20	4,40
Cenizas, %	6,00	5,31	5,62	4,20	4,20	4,03	4,19
Lisina, %	0,97	0,94	0,91	8,97	8,71	8,40	8,68
Mirístico, %	1,52	0,87	0,24	1,70	1,97	1,01	0,20
Palmitico, %	21,81	18,59	16,5	24,09	25,94	14,69	16,64
Palmitoléico, %	2,69	1,63	0,12	1,99	2,32	1,20	0,89
Esteárico, %	10,27	7,08	3,43	13,20	12,04	4,02	3,66
Oleico, %	37,16	42,09	52,25	41,05	40,19	57,73	54,57
Linoleico, %	23,69	26,85	24,88	17,94	17,54	21,35	22,29
Linoléico, %	1,47	1,77	1,66	-	-	-	1,75
Gadóleico, %		0,47	0,5	-	-	-	-
Otros, %	0,50	0,65	0,42	-	-	-	-

Periodo	90-120 kg PV			
	2,3		3,8	
Nivel de oleico, %	2,3		3,8	
Nivel de corrector, %	0,2	0,3	0,2	0,3
Ingredientes, %				
Cebada	65,7	65,6	64,9	65,0
Trigo	15,0	15,0	15,0	15,0
Maíz	-	-	-	-
Hna soja 44%	9,3	9,3	9,3	9,3
Hna soja 47%	-	-	-	-
Grasa animal	5,0	5,0	1,5	1,0
Oleínas 70% oleico	-	-	4,3	4,6
Melaza remolacha	2,4	2,4	2,4	2,4
Sal	0,42	0,42	0,42	0,42
Fosfato bicálcico	0,7	0,7	0,7	0,7
Carbonato cálcico	0,94	0,94	0,94	0,94
L-Lisina HCl 50%	0,22	0,22	0,22	0,22
L-Treonina 25%	0,7	0,7	0,7	0,7
Met hidroxianáloga	-	-	-	-
Colina 75%	0,02	0,02	0,02	0,02
Fitasa	0,01	0,01	0,01	0,01
Vitaminas minerales ¹	0,2	0,3	0,2	0,3
Acondicionador	-	-	-	-

Periodo	90-120 kg PV			
Nivel de oleico, %	2,3		3,8	
Nivel de corrector, %	0,2	0,3	0,2	0,3
Análisis calculado²				
Energía neta, Kcal/kg	2.404	2.402	2.423	2.409
Proteína bruta, %	13,8	13,8	13,7	13,7
Extracto etéreo, %	6,8	6,8	7,5	7,3
Almidón, %	41,4	41,3	41,0	41,0
Lisina, %	0,65	0,65	0,65	0,65
Calcio, %	0,63	0,65	0,63	0,65
Fósforo, %	0,48	0,48	0,48	0,48
Fósforo disponible, %	0,27	0,27	0,26	0,26
Sodio, %	0,20	0,20	0,20	0,20
Análisis químico				
Humedad, %	8,63	8,36	8,17	8,22
Proteína Bruta, %	14,7	15,0	14,9	14,9
Extracto Etéreo, %	6,76	7,32	7,76	8,31
Fibra Bruta, %	4,44	4,78	4,58	4,37
Cenizas, %	4,39	4,95	4,58	4,57
Lisina, %	-	-	-	-
Mirístico, %	2,13	1,96	0,67	0,54
Palmitico, %	23,93	24,22	17,02	16,09
Palmitoleico, %	2,50	1,97	1,14	0,97
Esteárico, %	12,93	12,88	5,58	4,65
Oleico, %	36,44	38,07	51,54	54,08
Linoleico, %	18,37	18,57	21,37	21,48
Linolénico, %	1,34	1,33	1,66	1,59
Gadoleico, %	0,43	-	-	-
Otros, %	1,92	1,00	1,02	0,6

¹ Por 1 kg de dieta: Vitamina A: 7.000 UI; Vitamina D3: 1.600 UI; Vitamina E: 20.000 UI; Vitamina K3: 1,0 mg; Tiamina: 0,7 mg; Riboflavina: 3,0 mg; Piridoxina: 1,0 mg; Ácido Pantoténico: 9 mg; Niacina: 15 mg; Ácido fólico: 100 mg; Cianocobalamina: 16 mg; Fe: 75 mg; Cu: 165 mg; Zn: 110 mg; Mn: 40 mg; Co: 100 mg; Se: 300 mg; I: 800 mg.; Ca: 619 mg;

² FEDNA (1999).

Instalaciones experimentales

Se realizó en las instalaciones experimentales del Centro de Pruebas de Porcino del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León en Hontalbilla, Segovia. La nave experimental contó con 48 jaulas para 4 animales cada una.

Análisis y medidas

Durante el ensayo se midieron:

- Rendimientos productivos (crecimiento, consumo, índice de conversión y mortalidad) hasta el sacrificio, cada 21 d.
- Análisis químicos de los piensos (materia seca, proteína, extracto etéreo, perfil de ácidos grasos y cenizas).

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados por el procedimiento GLM de SAS v. 6.12 (SAS, 1990). Para el análisis de productividad se introdujo en el modelo el peso inicial como covariable.

Resultados y discusión

En la tabla 10.3. se muestra la evolución del peso de los animales en función del tratamiento.

TABLA 10.3. Efecto del tratamiento sobre el peso de los animales durante el período experimental.

Nivel de oleico (%)			Nivel de Corrector (%)	Sexo	Tto.	Peso vivo, kg				
23-60 kg	60-90 kg	90-125 kg				0 d	50 d	81 d	116 d	
1,5	2,3	2,3	0,2	MC	A	23,5	65,0	95,7	130,3	
				HE	B	23,5	59,4	86,3	124,1	
			0,3	MC	C	24,5	65,1	97,8	135,9	
				HE	D	22,5	63,5	90,6	124,4	
2,0	2,3	3,8	0,2	MC	E	23,5	61,4	91,0	124,3	
				HE	F	23,5	62,7	92,4	126,6	
			0,3	MC	G	24,5	62,8	92,7	129,1	
				HE	H	22,5	64,5	92,2	124,4	
3,0	3,8	3,8	0,2	MC	I	23,5	65,3	98,6	132,4	
				HE	J	23,5	63,7	95,2	130,4	
			0,3	MC	K	23,8	63,6	94,1	127,4	
				HE	L	22,5	63,0	92,1	129,7	
Nivel de oleico (%)			Nivel de Corrector (%)	Sexo	Tto.	Peso vivo, kg				
23-60 kg	60-90 kg	90-125 kg				0 d	50 d	81 d	116 d	
Nivel de oleico					Bajo		23,5	63,3	92,6	128,7
					Medio		23,5	62,9	92,1	126,1
					Alto		23,3	63,9	95,0	130,0
Nivel de corrector					0,2		23,5	62,9	93,2	128,0
					0,3		23,4	63,8	93,3	128,5
Sexo					MC		23,9	63,9	95,0	129,9
					HE		23,0	62,8	91,5	126,6
EEM					(n=4) Sexo*Oleico*Corrector -		2,5	3,4	4,6	
					(n=8) Sexo*Oleico; Oleico*Corrector		-	1,7	2,4	3,3
					(n=12) Sexo*Corrector		-	1,4	2,0	2,7
					(n=16) Oleico		-	1,2	1,7	2,3
					(n=24) Sexo; Corrector		-	1,0	1,4	1,9
P							NS	NS	NS	

En las figuras 10.2., 10.3. y 10.4. se muestra la evolución del peso para los diferen-

tes niveles de oleico y de corrector y para cada uno de los sexos, respectivamente.



FOTO 10.1. Balsa de purines del Centro de Pruebas de Porcino (Hontalvilla).

FIGURA 10.2. Efecto del nivel de oleico de la dieta sobre el peso de los animales a lo largo del período experimental.

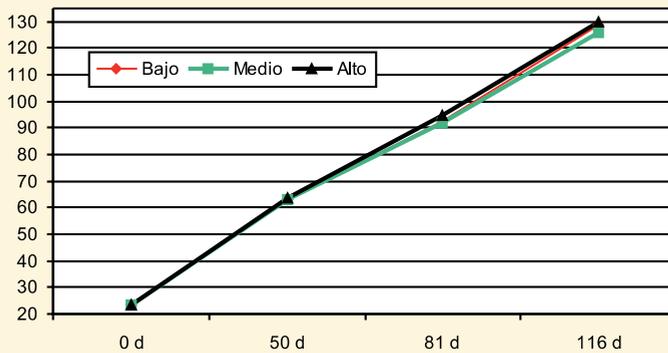


FIGURA 10.3. Efecto del nivel de corrector (0,2 vs 0,3) de la dieta sobre el peso de los animales a lo largo del período experimental.

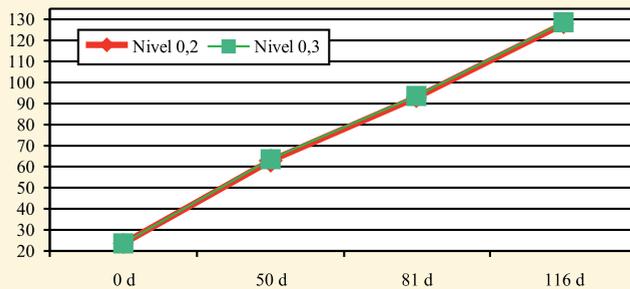
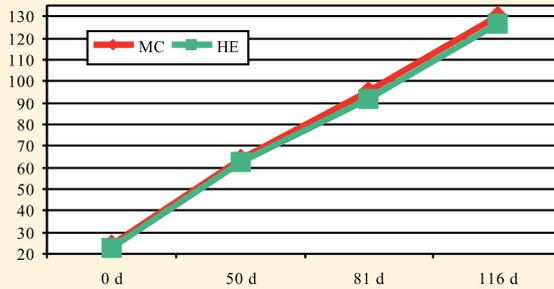


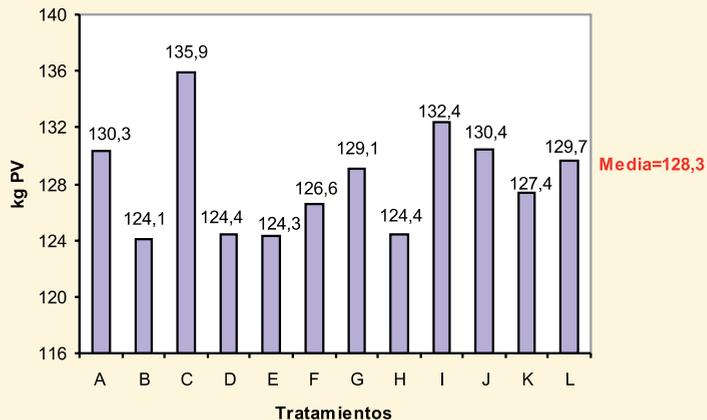
FIGURA 10.4. Efecto del sexo (HE=hembra entera vs MC=macho castrado) sobre el peso de los animales a lo largo del período experimental.



Las diferencias según los niveles de oleico y corrector no fueron apreciables. Sin embargo, en el caso del sexo, las diferencias fueron algo más marcadas. Así, a los 50 días de vida los MC pesaban un 1,8%

más que las HE (63,9 vs 62,8 kg; $P>0,05$) y a los 116 días de vida la diferencia ascendió al 2,6% (129,9 vs 126,6 kg; $P>0,05$), aunque estadísticamente estas diferencias no resultasen significativas.

FIGURA 10.5. Efecto del Tratamiento sobre el peso vivo de los animales a los 116 días de prueba.



En la figura 10.5. se muestra el peso vivo de los animales al final la prueba (116 d desde el inicio de la prueba), así como su valor medio (128,3 kg). Como puede observarse, el tratamiento C (MC con nivel bajo de oleico y alto de corrector) mostró el PV más elevado (135,9 kg), estando un 6% por encima de la media. Hubo hasta 6 tratamientos que mostraron pesos vivos por debajo de la media.

El peso más bajo (124,1 kg), lo alcanzaron HE con niveles bajo de oleico y corrector, pudiendo estar influenciado este valor por el menor peso vivo al inicio de la prueba 23,5 kg.

En la tabla 10.4. se detalla el efecto del tratamiento sobre la productividad de los animales experimentales.

TABLA 10.4. Efecto del tratamiento sobre la ganancia media diaria (GMD), consumo medio diario (CMD) e índice de conversión (IC).

Nivel de oleico (%)			Nivel de Corrector (%)	Sexo	Tto.	0-50 d		
23-60 kg	60-90 kg	90-125 kg				CMD (g)	GMD (g)	IC (g/g)
1,5	2,3	2,3	0,2	MC	A	1.764	831	2,14
			0,2	HE	B	1.615	719	2,24
			0,3	MC	C	1.745	830	2,10
				HE	D	1.661	804	2,07
			0,2	MC	E	1.665	759	2,19
				HE	F	1.673	785	2,12
2,0	2,3	3,8	0,3	MC	G	1.655	784	2,11
			HE	H	1.698	821	2,07	
3,0	3,8	3,8	0,2	MC	I	1.745	837	2,09
				HE	J	1.698	804	2,12
			0,3	MC	K	1.694	802	2,10
				HE	L	1.672	792	2,10
Nivel de oleico				Bajo		1.696	796	2,14
				Medio		1.673	787	2,12
				Alto		1.702	809	2,10
Nivel de corrector				0,2		1.693	789	2,15
				0,3		1.688	806	2,09
Sexo				MC		1.711	807	2,12
				HE		1.670	788	2,12
EEM ¹ (n=4) Sexo * Oleico * Corrector						78	49	0,06
EEM (n=8) Sexo * Oleico; Oleico * Corrector						55	34	0,04
EEM (n=12) Sexo * Corrector						45	28	0,03
EEM (n=16) Oleico						39	24	0,03
EEM (n=24) Sexo; Corrector						32	20	0,02
p ²						NS	NS	NS

¹ EEM: Error estándar de la media (NS= Diferencias significativas (P>0,05)).

	Nivel de oleico (%)			Nivel de Corrector (%)	Sexo	Tto.	50 -81 d		
	23-60 kg	60-90 kg	90-125 kg				CMD	GMD	IC
1,5	2,3	2,3	0,2	MC	A	2.541	990	2,55	
				HE	B	2.339	865	2,72	
			0,3	MC	C	3.068	1.054	2,91	
				HE	D	2.417	875	2,77	
2,0	2,3	3,8	0,2	MC	E	2.677	954	2,80	
				HE	F	2.663	958	2,77	
			0,3	MC	G	2.514	966	2,62	
				HE	H	2.383	894	2,69	
3,0	3,8	3,8	0,2	MC	I	2.948	1.073	2,72	
				HE	J	2.738	1.018	2,68	
			0,3	MC	K	2.608	986	2,66	
				HE	L	2.506	940	2,65	
Nivel de oleico				Bajo		2.591	946	2,74	
				Medio		2.559	943	2,72	
				Alto		2.700	1.004	2,68	
Nivel de corrector				0,2		2.651	976	2,71	
				0,3		2.583	953	2,72	
Sexo				MC		2.726	1.004	2,71	
				HE		2.508	925	2,71	
EEM ¹ (n=4) Sexo * Oleico * Corrector						169	57	0,13	
EEM (n=8) Sexo * Oleico; Oleico * Corrector						120	40	0,09	
EEM (n=12) Sexo * Corrector						98	33	0,07	
EEM (n=16) Oleico						85	28	0,06	
EEM (n=24) Sexo; Corrector						69	23	0,05	
p ²						NS	NS	NS	

¹ EEM: Error estándar de la media (NS= Diferencias significativas (P>0,05)).

	Nivel de oleico (%)			Nivel de Corrector (%)	Sexo	Tto.	81-116 d		
	23-60 kg	60-90 kg	90-125 kg				CMD (g)	GMD (g)	IC (g/g)
1,5	2,3	2,3	0,2	MC	A	3.017	987	3,07	
				HE	B	2.964	1.081	2,77	
			0,3	MC	C	3.407	1.090	3,12	
				HE	D	2.866	966	2,99	
2,0	2,3	3,8	0,2	MC	E	2.920	950	3,09	
				HE	F	3.139	975	3,22	
			0,3	MC	G	3.332	1.038	3,24	
				HE	H	2.859	919	3,13	
3,0	3,8	3,8	0,2	MC	I	3.179	966	3,33	
				HE	J	2.965	1.005	2,95	
			0,3	MC	K	2.901	950	3,03	
				HE	L	3.221	1.072	3,00	

Nivel de oleico (%)			Nivel de Corrector (%)	Sexo	Tto.	81-116 d		
23-60 kg	60-90 kg	90-125 kg				CMD (g)	GMD (g)	IC (g/g)
Nivel de oleico				Bajo		3.064	1.031	2,99
				Medio		3.063	971	3,17
				Alto		3.067	998	3,08
Nivel de corrector				0,2		3.031	994	3,07
				0,3		3.098	1.006	3,09
Sexo				MC		3.126	997	3,15
				HE		3.002	1.003	3,01
EEM ¹ (n=4) Sexo * Oleico * Corrector						197	61	0,20
EEM (n=8) Sexo * Oleico; Oleico * Corrector						140	43	0,14
EEM (n=12) Sexo * Corrector						114	35	0,12
EEM (n=16) Oleico						99	30	0,10
EEM (n=24) Sexo; Corrector						81	25	0,08
p ²						NS	NS	NS

¹ EEM: Error estándar de la media (NS= Diferencias significativas (P>0,05)).

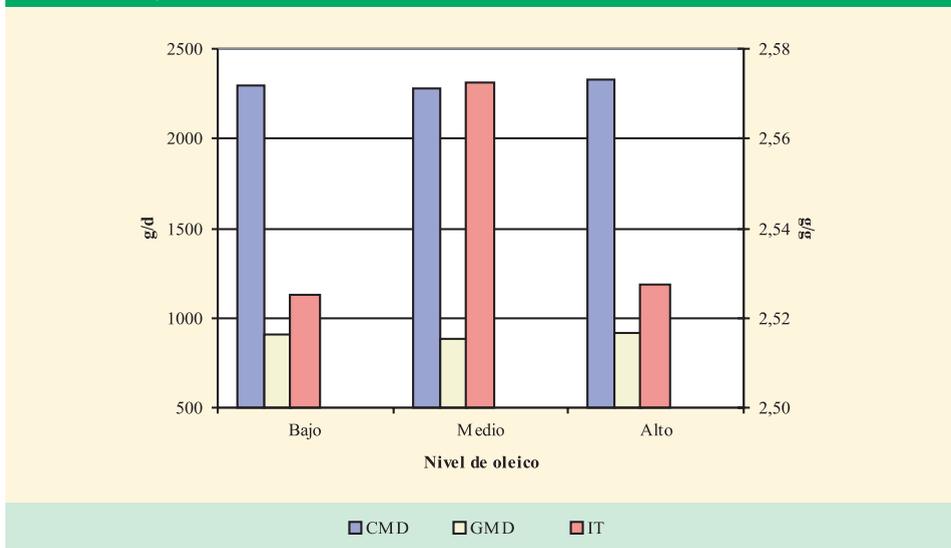
Nivel de oleico (%)			Nivel de Corrector (%)	Sexo	Tto.	0-116 d		
23-60 kg	60-90 kg	90-125 kg				CMD (g)	GMD (g)	IC (g/g)
1,5	2,3	2,3	0,2	MC	A	2.302	920	2,50
				HE	B	2.164	867	2,48
			0,3	MC	C	2.552	968	2,63
				HE	D	2.177	872	2,49
2,0	2,3	3,8	0,2	MC	E	2.259	869	2,60
				HE	F	2.331	889	2,61
			0,3	MC	G	2.347	909	2,58
				HE	H	2.182	870	2,50
3,0	3,8	3,8	0,2	MC	I	2.448	939	2,60
				HE	J	2.305	922	2,50
			0,3	MC	K	2.251	896	2,50
				HE	L	2.311	916	2,51
Nivel de oleico				Bajo		2.299	907	2,53
				Medio		2.280	884	2,57
				Alto		2.329	918	2,53
Nivel de corrector				0,2		2.302	901	2,55
				0,3		2.303	905	2,54
Sexo				MC		2.360	917	2,57
				HE		2.245	889	2,52
EEM ¹ (n=4) Sexo * Oleico * Corrector						40	114	0,07
EEM (n=8) Sexo * Oleico; Oleico * Corrector						28	81	0,05
EEM (n=12) Sexo * Corrector						23	66	0,04
EEM (n=16) Oleico						20	57	0,04
EEM (n=24) Sexo; Corrector						16	47	0,03
p ²						NS	NS	NS

¹ EEM: Error estándar de la media (NS= Diferencias significativas (P>0,05)).

Como se puede observar en la tabla 10.4., no se encontraron diferencias significativas para la productividad entre diferentes niveles de oleico y de corrector en la dieta. Asimismo, y en contra de lo esperado, las HE y los MC se comportaron de forma similar a lo largo de la

prueba experimental en cuanto a los parámetros productivos se refiere. Para ilustrar esto de forma más clara, se presentan las figuras 10.6., 10.7., 10.8. y 10.9. donde quedan reflejados los parámetros productivos para el período experimental de 0 a 116 d.

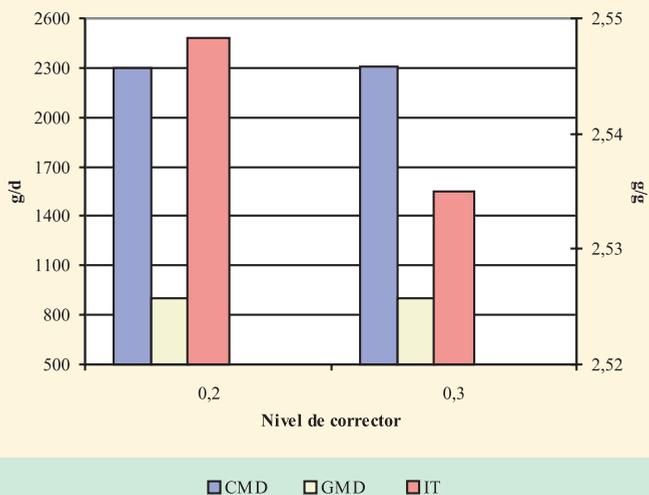
FIGURA 10.6. Efecto del nivel de oleico en la dieta sobre los parámetros productivos (CMD: consumo medio diario; GMD: ganancia media diaria; IT: índice de transformación) en el período experimental (0-116 d).



El nivel de oleico en la dieta no tuvo una influencia significativa sobre el IT, ya que aquellos animales que mostraban un consumo algo superior, también crecían ligeramente más y, como consecuencia, no existían diferencias apreciables en los índices de transformación

según tratamientos. Además no se observó ninguna tendencia clara al aumentar o disminuir el nivel de oleico en la dieta, ya que el nivel medio de oleico dio lugar al mayor CMD y mayor GMD, quedando por debajo los otros 2 tratamientos.

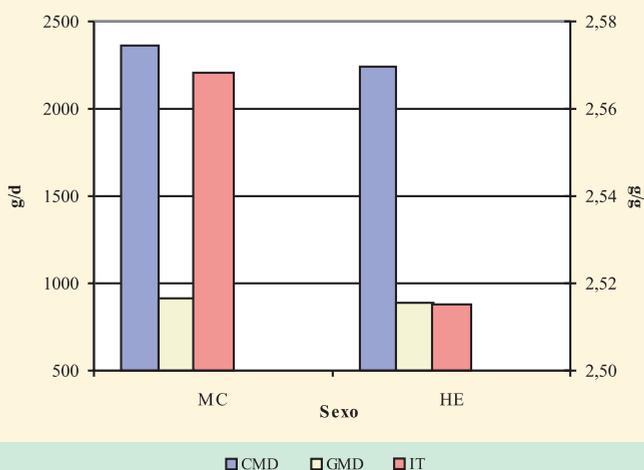
FIGURA 10.7. Efecto del nivel de corrector en la dieta sobre los índices productivos (CMD: consumo medio diario; GMD: ganancia media diaria; IT: índice de transformación) en el período experimental (0-116 d)



En lo que a nivel de corrector se refiere, los animales que recibieron distintas cantidades de corrector en el pienso no mostraron

diferencias significativas en ninguno de los parámetros productivos medidos durante el período experimental de 0-116 d.

FIGURA 10.8. Efecto del sexo de los animales sobre los índices productivos (CMD: consumo medio diario; GMD: ganancia media diaria, IT: índice de transformación) en el período experimental (0-116 d).

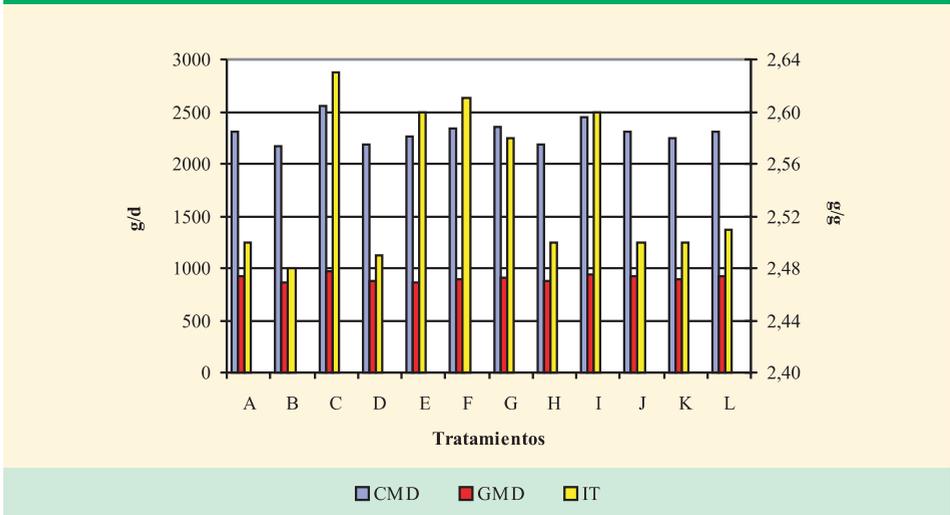


Considerando el sexo como factor de variación no se encontraron diferencias significativas en la productividad a pesar de que los MC comieron más (2.360 vs 2.245 g/d; $p>0,05$), crecieron más (917 vs 889 g/d; $p>0,05$) y presentaron un peor it que las he (2,57 vs 2,52 g/g; $p>0,05$), probablemente debido este último a la mayor proporción de grasa de los incrementos de peso de los MC.

En la figura 10.9. se puede observar cómo los animales sometidos al tratamiento b, es decir, con un nivel de corrector de 0,2% y un nivel de oleico en la dieta bajo, ofrecieron el mejor IC (2,48 g/g) aunque no aparecieron diferencias significativas entre tratamientos.

El peor IC (2,63 g/g) correspondió a MC con un 0,3% de corrector y nivel de oleico bajo en la dieta (tratamiento C).

FIGURA 10.9. Evaluación de los tratamientos según su influencia en los parámetros productivos.



Conclusiones

Bajo las condiciones en las que se desarrolló este ensayo, se concluye que:

1) El nivel de ácido graso oleico no influyó sobre la productividad.

2) El nivel de corrector no influyó sobre la productividad.

3) Los machos castrados y las hembras enteras presentaron crecimientos, consumos e índices de conversión similares.



11. Relación proteína lisina de la dieta de acabado, y su efecto sobre el rendimiento productivo y la infiltración grasa de la carne en cerdos sacrificados con 100 kg



L. Flores ¹, F. Colino², M.D. García Cachán³, E. Gómez⁴, R. Gozalo ⁴, J.M. García ⁴

¹ *Iberica de Nutrición Animal (INA)*

² *Stamboek Ibérica, S.A.*

³ *Estación Tecnológica de la Carne (ITACyL)*

⁴ *Centro de Pruebas de Porcino de Castilla y León (ITACyL)*

H-5-02 / Noviembre 2002

11. Relación proteína lisina de la dieta de acabado, y su efecto sobre el rendimiento productivo y la infiltración grasa de la carne en cerdos sacrificados con 100 kg

Resumen

Se utilizaron un total de 192 cerdos cruzados LD*LW x LW*Pietrain, (50% machos enteros y 50% hembras), de 70 días de edad y 27 ± 1 kg de peso vivo de medida, para comprobar el efecto de diferentes niveles de proteína y lisina en el pienso acabado (80 a 105 kg), sobre el rendimiento productivo y la infiltración grasa de la carne. Hubo 3 dietas experimentales: 1) control, con 16% de proteína y 0,97% de lisina, 2) 12% de proteína y 0,64% de lisina (desequilibrada según el concepto de proteína ideal) y 3) con 12% de proteína y 0,86% de lisina. Cada tratamiento se replicó 16 veces (8 según sexo*pienso), y la unidad experimental estuvo constituida por una réplica con 4 cerdos del mismo sexo alojados conjuntamente.

No existió variación alguna en el periodo previo al ensayo (mismo pienso de 70 a 135 d/v). En la fase de prueba (135 a 161 d/v), el consumo de los animales control fue significativamente mayor que en el 2 y 3 (3,03 kg/d vs 2,86 y 2,84 kg/d), al igual que el crecimiento (1.095 gr/d vs 952 y

1.000 gr/d; control, 2 y 3 respectivamente). La conversión fue similar en los tres casos ($P > 0,05$).

En la calidad de la canal y la carne, solamente se observaron diferencias en el efecto del sexo, con una superior longitud y anchura del jamón en los machos (34,59 cm vs 33,60 cm y 28,24 cm vs 27,70 cm, $P < 0,05$; machos y hembras respectivamente). La humedad de la carne fue mayor en los machos (75,0% vs 74,8%, $P < 0,05$, M y H respectivamente), no variando la proteína ni la grasa infiltrada.

Bajo estas condiciones experimentales, se concluye:

- 1) Las dietas bajas en proteína y desequilibradas desde el punto de vista de la proteína ideal, no modificaron la infiltración grasa de la carne ni el índice de conversión, a expensas de un menor crecimiento y consumo.
- 2) Las hembras presentaron inferior longitud y anchura en los jamones y menor humedad en la carne.

Introducción y objetivos

Un factor fundamental que incide en la calidad organoléptica de la carne, es la infiltración de grasa, responsable en gran medida de su textura, sabor y color. Ésta característica, se obtiene generalmente utilizando cruzamientos con genéticas más rústicas (ibérica, duroc), que se sacrifican a mayor peso y edad, perjudicando los rendimientos zootécnicos y encareciendo el producto final.

El crecimiento de la infiltración de grasa en animales conformados, mediante diferentes perfiles proteicos en las dietas de acabado, se refleja en algún estudio previo (*Cisneros et al. 1996, Kerr et al. 1995, Bidner et al. 1999*), siendo el objeto de este ensayo, confirmar dicha posibilidad utilizando tres piensos (control, reducido en aminoácidos y reducido desequilibrado en aminoácidos según la proteína ideal), desde los 80 kg hasta el sacrificio (105 kg)

Material y métodos

Animales experimentales

Se utilizaron un total de 192 cerdos con 27 ± 2 kg de peso vivo, híbridos LD-LW*LW-Pietrain, mitad de cada sexo (machos sin castrar) y 70 días de vida, procedentes de una granja de producción situada en Valladolid. Los animales se agruparon por peso vivo y se crotalaron para su identificación individual antes de empezar el ensayo.

Instalaciones experimentales

El ensayo se realizó en las instalaciones del Centro de Pruebas de Porcino del Instituto Tecnológico Agrario de la Junta de Castilla y León (ITACyL) de Hontalbilla. Los animales experimentales se alojaron en cuatro salas, con 12 departamentos de 4 cerdos cada uno, con unas dimensiones de $2,82 \times 1,95$ ($5,49 \text{ m}^2$, $1,37 \text{ m}^2$ por cerdo), y provistos de un bebedero de chupete y un comedero (tolva tipo Holandesa). Las condiciones ambientales durante el ensayo (temperatura, humedad y ventilación) se controlaron automáticamente.

Diseño experimental

Diseño al azar con cinco tratamientos sobre la base de tres piensos de cebo (77 a 102 kg de p/v: 1.- control, 2.- reducido en proteína con baja lisina y 3.- reducido en proteína), y dos sexos (factorial 3×2). Cada tratamiento se replicó 8 veces, siendo la unidad experimental un departamento de 4 animales (hembra o machos enteros).

Nº total de cerdos:	192
Salas utilizadas:	4
Réplicas por sala:	12
Número de tratamientos:	4
Réplicas por tratamiento: (24 sexo, 16 pienso)	
Cerdos por réplica:	4
Cerdos por tratamiento: (96 sexo, 64 pienso)	

Al comienzo de la prueba, los animales se pesaron individualmente y se distribuyeron al azar en los departamentos según los diferentes tratamientos experimentales, en función del sexo y peso corporal.

El sacrificio de los animales se realizó en el matadero de “Embutidos Rodríguez”, de Soto de la Vega (León), analizándose la calidad de la carne en la Estación Tecnológica de la carne de Guijuelo.

Dietas experimentales

Las dietas experimentales (Tablas 11.1., 11.2., 11.3., y 11.4.) fueron formuladas por D. Luis Flores Ocejo, Jefe de Producto Porcino de **Ibérica de Nutrición Animal (INA)** y se fabricaron en **Progatecsa S.A.** en su fábrica de Valladolid.

Previamente al inicio del ensayo, se suministraron un pienso de transición hasta alcanzar los 59 kg. y uno de crecimiento hasta los 77 kg., momento en el que se

administraron los tres tipos de pienso de la prueba: pienso 1 (control de cebo), 2 (bajo proteína y desequilibrado en lisina respecto a otros aminoácidos según el concepto de proteína ideal) y 3 (bajo proteína).

TABLA 11.1. Fórmula de Transición (20-50 kg).

MATERIA PRIMA	% INICIAL
MAIZ	20,68
CEBADA 2C	25,00
TRIGO BLANDO	20,00
SOJA 44	25,95
MELAZA REMOLACHA	2,00
MANTECA CERDO	3,48
CARBONATO CALCICO	0,68
FOSFATO BICÁLCICO	1,32
SAL DE MINA	0,40
L-LISINA (CIH) PURA	0,17
DL-METIONINA PURA	0,03
CORRECTOR	0,30

TABLA 11.2. Análisis Calculado.

Nutrientes	VALOR	Nutrientes	VALOR
PESO	100	TREONINA	0,71
HUMEDAD	11,22	TRIPTOFANO	0,24
PROTEINA	18,29	MET DIS	0,29
GRASA	5,19	M+C DIS	0,59
C16, PALMÍTICO	10,74	LIS DIS	0,96
C18, ESTEÁRICO	2,04	TRE DIS	0,59
C18:1, OLEICO	18,41	NDF	11,28
C18:2, LINOLEICO	39,27	ADF	5,25
C18:3, LINOLÉNICO	3,91	LIGNINA	0,88
AGI	3,34	AC LINOL	1,19
AGS	1,96	CALCIO	0,71
FIBRA BRUTA	4,12	FÓSFORO	0,60
MINERALES	5,27	P DIS PO	0,35
ALMIDÓN	39,35	SODIO	0,19
ED INRA	3.416,57	CLORO	0,34
EN INRA	2.448,38	COBRE	9,03
UF PORC	1,11	CEREALES	65,67
METIONINA	0,32	PREMIX	0,30
MET + CIS	0,66	LACTOSA	
LISINA	1,08		

TABLA 11.3. Fórmula de Crecimiento (50 – 80 kg)

MATERIA PRIMA	% INICIAL
MAIZ	20,00
CEBADA 2C	27,75
TRIGO BLANDO	20,00
SOJA 44	21,84
GLUTEN FEED Import	2,00
MELAZA REMOLACHA	2,00
MANTECA CERDO	3,46
CARBONATO CALCICO	0,70
FOSFATO BICÁLCICO	1,29
SAL DE MINA	0,42
L-LISINA (CIH) PURA	0,21
DL-METIONINA PURA	0,03
CORRECTOR	0,30

TABLA 11.4. Análisis Calculado.

Nutrientes	VALOR	Nutrientes	VALOR
PESO	100	TREONINA	0,65
HUMEDAD	11,14	TRIPTOFANO	0,22
PROTEINA	17,15	MET dis	0,27
GRASA	5,23	M+C dis	0,55
C16, Palmítico	11,01	LIS dis	0,90
C18,Estearico	1,86	TRE dis	0,54
C18:1, Oleico	17,43	NDF	11,86
C18:2, Linoleico	38,32	ADF	5,19
C18:3, Linolénico	3,74	LIGNINA	0,91
AGI	3,36	Ac LINOL	1,19
AGS	1,97	CALCIO	0,70
Fibra Bruta	4,12	FÓSFORO	0,59
Minerales	5,15	P dis PO	0,34
Almidón	40,69	SODIO	0,20
ED INRA	3.393,72	CLORO	0,37
EN INRA	2.450,17	COBRE	8,44
UF PORC	1,11	CEREALES	67,73
METIONINA	0,30	PREMIX	0,30
MET + Cís	0,62		
LISINA	1,02		

TABLA 11.5. Fórmula de acabado (80 – 100 kg).

COMPOSICION	Control 1	Bajo proteína y lisina 2	Bajo Proteína 3
Maíz	18,64	20,00	20,00
Cebada 2 C	26,85	38,77	38,44
Trigo Blando	25,00	25,00	25,00
Soja 44	17,38	4,84	4,90
T/Girasol 36/19	2,00	2,00	2,00
Gluten Feed Import.	2,00	2,00	2,00
Melaza Remolacha	2,00	2,00	2,00
Manteca de Cerdo	2,01	1,41	1,40
Aceite de Soja	1,20	1,00	1,00
Carbonato Cálcico	0,78	0,78	0,78
Fosfato Bicálcico	1,18	1,28	1,28
Sal de mina	0,40	0,40	0,40
L-Lisina (CIH) Pura	0,24	0,22	0,50
DL-Metionina Pura	0,01	-	-
Corrector	0,30	0,30	0,30

TABLA 11.6. Análisis Calculado.

Nutrientes	1	2	3	Nutrientes	1	2	3
Peso	100	100	100	Treonina	0,61	0,43	0,43
Humedad	11,04	10,94	10,92	Triptófano	0,20	0,15	0,15
Proteína	16,28	12,11	12,36	MET dis	0,25	0,18	0,18
Grasa	4,95	4,24	4,24	M+C dis	0,52	0,41	0,40
C16, palmítico	9,96	11,81	11,75	LIS dis	0,85	0,56	0,78
C18,esteárico	1,48	0,95	0,95	TRE dis	0,50	0,34	0,34
C18:1, oleico	14,94	13,08	13,05	Ndf	12,32	12,70	12,66
C18:2, linoleico	34,56	35,39	35,24	Adf	5,39	4,93	4,91
C18:3, linolénico	3,29	3,02	3,01	Lignina	1,04	1,14	1,13
Agi	3,60	3,15	3,15	Ac Linol.	1,70	1,58	1,58
Ags	1,44	1,13	1,13	Calcio	0,70	0,71	0,70
Fibra Bruta	4,27	4,09	4,08	Fósforo	0,58	0,56	0,57
Minerales	5,04	6,61	4,59	P dis PO	0,32	0,32	0,32
Almidón	42,34	49,14	49,00	Sodio	0,20	0,19	0,19
ED INRA	3.377,54	3.302,53	3.307,99	Cloro	0,37	0,37	0,43
EN INRA	2.449,45	2.458,88	2.459,74	Cobre	8,18	6,14	6,13
UF porcina	1,10	1,10	1,10	Cereales	70,47	83,73	83,47
Metionina	0,28	0,21	0,21	Premix	0,30	0,30	0,30
Met + Cis	0,59	0,46	0,46				
Lisina	0,97	0,64	0,86				

Tabla 11.7. Análisis determinado

25/50 Kg	RESULTADO	50/80 Kg	RESULTADO
HUMEDAD	10,0	HUMEDAD	9,6
PROTEÍNA BRUTA	17,1	PROTEÍNA BRUTA	16,8
MATERIA GRASA BRUTA	4,8	MATERIA GRASA BRUTA	4,0
FIBRA BRUTA	4,4	FIBRA BRUTA	4,8
MINERALES	5,2	MINERALES	4,2

80/100 kg	Control 1	Bajo Prot. y Lis. 2	Bajo Proteína 3
HUMEDAD	-	9,70	10,60
PROTEÍNA BRUTA	14,7	12,20	12,30
MAT. GRASA BRUTA	-	4,20	4,20
FIBRA BRUTA	4,4	4,00	4,40
MINERALES	-	4,90	4,40
LISINA	-	0,16	0,33

Controles

Rendimiento productivo

Se controló la ingestión de pienso (cd), ganancia media diaria (gmd) e índice de conversión (ic) por departamentos o unidad experimental al inicio de la prueba (27 Kg de peso vivo), y cada 21 días hasta la fase propia de la prueba (80/100 kg. de peso vivo), momento en el que se tomaron datos cada 14 días (no se presentaron patologías de interés).

Calidad de la canal y de la carne

Se tomaron los siguientes datos en el matadero "Embutidos Rodríguez" (La Bañeza – León):

1. pH, Conductividad y Temperatura de *longissimus* y *semimembranosus*, a los 45" una vez sacrificados.
2. Longitud de la canal
3. Longitud del jamón
4. Anchura del jamón

Los análisis de la carne (porción caudal del *longissimus*) para proteína, humedad e infiltración grasa, se realizaron en colaboración con la Estación Tecnológica de la Carne de Guijuelo (Salamanca – Junta de Castilla y León).

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados por el procedimiento GLM de SAS (1990), para diseños de bloques al azar. El rendimiento productivo, el peso 0 se introdujo como covariable, siendo la sala un efecto fijo. En la calidad de la canal y la carne, el sexo fue significativo, formando parte del modelo.

Resultados

La Tabla 11.8. muestra los valores productivos en todo el período de cebo. No existió variación alguna en la fase previa al ensayo (mismo pienso de 70 a 135 d/v). En el período de prueba (135 a 161

d/v), el consumo de los animales control fue significativamente mayor que en el 2 y 3 (3,03 kg/d vs 2,86 y 2,84 kg/d), al igual que el crecimiento (1.095 gr/d vs 952 y

1.000 gr/d; control 2 y 3 respectivamente). La conversión fue similar en los tres casos ($P > 0,05$). El sexo no fue significativo y se eliminó el modelo.

TABLA 11.8. Efecto de los distintos piensos en los parámetros productivos.

VARIABLES ¹	TRATAMIENTOS			EEM ²
	1 CONTROL	2 PROT. B.	3 PROT. BALT. LIS	
70-135 d/v (mismo pienso)				
P0 (70 d/v)	26,83	26,72	27,00	Cov.
CD03	1,82	1,79	1,85	0,03
GMD03	783	770	792	14
IC03	2,33	2,33	2,34	0,04
135-161 d/v (prueba)				
P3 (114 d/v)	76,95	76,09	77,54	0,91
CD35	3,03 ^a	2,87 ^b	2,85 ^b	0,05
GMD35	1.095 ^a	952 ^b	1.000 ^b	29
IC35	2,84	3,04	2,87	0,09
70-161 d/v				
P5 (161 d/v)	104,33 ^a	99,90 ^b	102,54 ^{ab}	1,22
CD05	2,16	2,09	2,13	0,03
GMD05	870	820	850	13
IC05	2,49	2,60	2,50	0,03

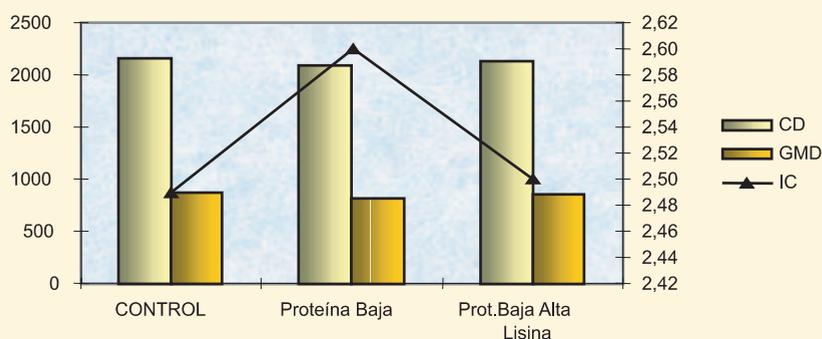
¹ P: Peso, CD: Consumo Diario, GMD: Ganancia Media Diaria, IC: índice de conversión.

² EEM: Error Estándar de la Media. Letras diferentes en una misma fila, indican diferencias significativas.

PROT.B: Proteína Baja, PROT.B.ALT.LIS: Proteína Baja alta lisina.

Letras diferentes en una misma fila, indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

GRAFICO 11.1. Efecto de los distintos piensos en los parámetros productivos 70-161 d/v.



En la calidad de la canal y la carne (Tabla 11.9.), solamente se observaron diferencias en el efecto del sexo, con una superior longitud y anchura del jamón en los machos (34,59 cm vs 3,60 cm y 28,24 cm vs 27,70 cm, $P < 0,05$; machos y hembras, respectivamente). Resultados similares a

trabajos previos (Latorre, 2001, 2002, Cabrera et al. 2002).

La humedad de la carne fue mayor en los machos (75,0% vs 74,8%, $P < 0,05$, M y H respectivamente), no variando la proteína ni la grasa.

TABLA 11.9. Efecto de los tratamientos en la calidad de la canal y la carne.

VARIABLES ²	TRATAMIENTOS						
	PIENSO				SEXO		
	1	2	3	EEM ¹	M	H	EEM ¹
CL (mv)	49,76	50,52	51,19	2,27	49,91	51,07	1,83
PHL	6,24	6,25	6,24	0,52	6,25	6,23	0,04
TL (°C)	17,76	16,99	17,41	0,82	17,63	17,13	0,66
CS (mv)	64,29	66,23	63,24	2,54	62,04	67,13	2,03
PHS	6,02	5,98	6,04	0,05	6,07	5,95	0,04
TS (°C)	28,98	27,84	28,19	0,98	29,13	27,54	0,79
LC (cm)	81,60	81,3	81,42	0,46	81,85	81,12	0,38
LJAM (cm)	34,24	34,22	33,85	0,18	34,59 ^a	33,60 ^b	0,15
AJAM (cm)	28,11	27,64	28,16	0,19	28,24 ^a	27,70 ^b	0,16
PROTEINA %	22,52	22,62	22,70	0,12	22,52	22,69	0,09
HUMEDAD %	75,01	74,61	74,60	0,21	75,00 ^a	74,48 ^b	0,17
GRASA %	2,54	2,79	2,77	0,21	2,54	2,85	0,17

¹ EEM = Error estándar de la media. Letras diferentes en una misma fila, indican diferencias significativas. ($P < 0,05$).

² LC: Longitud de la canal; PH: pH del *longissimus*; TL: Temperatura del *longissimus*; CS, PHS, TS: los mismos parámetros medidos en el *semimembranosus*; LAJM: Longitud del jamón; AJAM: anchura del jamón.

Es posible que la fabricación del pienso, no demasiado exacta en cuanto a% de proteína en el control (16,15% formulado y 14,7 reales; niveles de lisina no determinados), junto con la duración del tratamiento (26 días), hayan influido en los resultados; Bidner y col. (1999), obtuvieron mayor infiltración con bajo nivel de lisina

y una duración de seis semanas (control 0,64 frente a 0,48% de lisina), asimismo Cisneros y col. (1996), también encontraron niveles superiores de grasa infiltrada (control 0,56% frente a 0,40% de lisina; 1,8% vs 1,91%, de incremento respectivamente), más notable en cerdos con 5 semanas de dieta que en 3 semanas.

Conclusiones

Bajo estas condiciones experimentales, se puede decir que

las dietas bajas en proteína y desequilibradas desde el punto de vista de la proteína ideal, no modificaron la infil-

tración grasa de la carne, empeorando los índices zootécnicos: crecieron y consumieron menos con la misma conversión.

Las hembras presentaron inferior longitud y anchura en los jamones, y menor humedad en la carne.



FOTO 11.1. Centro de Pruebas de Porcino (Hontalbilla, Segovia).



12. Efectos de la adición de xilanasas a dietas de cerdos de cebo basadas en trigo, y comparación de índices zootécnicos de piensos suplementados con ácido láctico frente a salinomicina de sodio



Lizaso, J. ¹, García, J. ¹, Martín, C. ¹, Gozalo, R. ², García Acebes, J.M. ², Gómez, E. ²

¹ NANTA

² Centro de Pruebas de Porcino (ITACyL)

H-8-02 / 1 de abril de 2003

12 Efectos de la adición de xilanasas a dietas de cerdos de cebo basadas en trigo, y comparación de índices zootécnicos de piensos suplementados con ácido láctico frente a salinomicina de sodio

Resumen

Un total de 192 animales (50% machos enteros y 50% hembras), se emplearon para evaluar el efecto de la adición de xilanasas (1.000 ppm) en piensos con 60% de trigo, y ácido láctico (1,2%) en sustitución de salinomicina de sodio (60 y 30 ppm en crecimiento y acabado), sobre el rendimiento productivo de cerdos de cebo. El ensayo se realizó en el cebadero del Centro de Pruebas de Porcino del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL) de Hontalbilla. Se suministraron 4 tipos de pienso: E) 60% de trigo con xilanasas (1.000 ppm) y salinomicina L) 20% de trigo y ácido láctico N) 60% de trigo y salinomicina P) 20% de trigo y salinomicina, según un diseño al azar (factorial 4 piensos x 2 sexos). Hubo 24 animales por tratamiento (96 por sexo y 48 según la dieta).

Efecto del pienso: en la fase de crecimiento (70 a 124 d/v), la ganancia media diaria fue 10,24% superior en P que en L (764 g vs 693 g, $P=0,01$), con una mejor conversión (2,33 g/g vs 2,55 g/g, P y $L=0,02$). La fase de acabado (124 a 166

d/v), no varió en crecimiento, pero el consumo fue un 8,45% menor en E que en P (2.112 g vs 2.307, $P=0,04$). La conversión se redujo en los piensos L y N respecto al P (2,77 g/g y 2,73 g/g vs 2,96 g/g, $P<0,05$). En el período global no se observaron diferencias ($P<0,05$).

El sexo, mostró significación ($P<0,05$), debido al tamaño de los animales (grandes y pequeños), coincidente con las salas y con la interacción con el pienso.

Bajo nuestras condiciones experimentales, concluimos que la Xilanasas no modificó los parámetros de productividad en relación con el pienso sin enzima y con la misma cantidad de trigo, comportándose de la misma manera los promotores empleados.

Objetivo

Estudiar los efectos de las xilanasas (dosis de 1.000 ppm), en piensos de crecimiento y acabado con 60% de trigo, y comparación de piensos suplementados con ácido láctico y salinomicina.

Material y métodos

Animales experimentales

Se utilizaron un total de 192 cerdos de engorde (50% machos enteros y 50% hembras) de 70 días de edad, y 22 ± 1 kg de peso de media. Los animales procedían de una granja comercial perteneciente a Primayor (NUTRECO), situada en Tauste (Zaragoza). Fueron crotalados, pesados individualmente, y agrupados según sexo y tamaño en cuatro naves de la siguiente forma: hembras grandes, machos grandes, hembras pequeñas y machos pequeños.

Instalaciones experimentales

El ensayo se realizó en las instalaciones del Centro de Pruebas de Porcino del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y

León (ITACyL) de Hontalbilla, Segovia. El cebadero consta de 8 salas con 12 departamentos de 5,6 m² cada uno (1,4 m² por cerdo), provistos con un comedero y un bebedero individual. Las condiciones ambientales durante el ensayo (temperatura, humedad relativa y ventilación), se controlaron automáticamente durante todo el proceso.

Dietas experimentales

Hubo 4 dietas experimentales isoenergéticas e isoproteicas: E: (60% trigo con 1.000 ppm de xilanasas y salinomicina), L: (20% de trigo con 1,2% de ácido láctico), N: (60% de trigo y salinomicina) y P: (20% de trigo y salinomicina), tablas 12.1. a 12.6., tanto en la fase de recría (27 kg a 60 kg de p/v), como en la de acabado. Fueron formuladas por D. Jesús Lizaso (NANTA, S.A.) y se fabricaron en Griñón (Madrid).

TABLA 12.1. Ingredientes en las dietas de crecimiento.

MATERIA PRIMA	E	L	N	P
	100,00	100,00	100,00	100,00
Cebada 2C	-	38,42	-	41,34
Trigo Nacional	68,73	20,00	68,93	20,00
Soja 47	16,74	18,98	16,69	18,28
Oleinas 50% LIN	1,00	1,00	1,00	1,00
Sebo 3/5	0,24	1,65	0,19	1,40
Galletas	7,00	7,00	7,00	7,00
Harina Zootécnica	-	5,00	-	5,00
Melaza Caña	3,00	3,00	3,00	3,00
Carbonato Cálcico	0,73	0,66	0,73	0,66
Fosfato Monocálcico	0,80	0,80	0,80	0,79
Sal Cantera	0,27	0,24	0,27	0,24
Alimet 75%	0,03	0,07	0,03	0,07
Biolys 60	0,48	0,35	0,48	0,37
Compto. Treon-S	0,34	0,28	0,34	0,29
Porzyme 9300	0,10	-	-	-
Acipin	-	2,00	-	-
N-P512	0,5	0,50	0,50	0,50

TABLA 12.2. Análisis calculado de las dietas de crecimiento

NUTRIENTES	E	L	N	P
MATERIA SECA	89,43	89,12	89,42	89,35
PROTEINA BRUTA	16,75	16,75	16,75	16,75
GRASA BRUTA	3,38	5,07	3,33	4,86
FIBRA BRUTA	2,60	3,43	2,60	3,53
CENIZAS	4,77	4,91	4,68	4,90
ALMIDON	44,17	37,78	44,29	39,28
AZUCARES	5,33	5,51	5,33	5,43
CA	0,61	0,61	0,61	0,61
FOSFORO	0,53	0,53	0,54	0,53
FOSFORO-DISP.	0,30	0,30	0,30	0,30
CLORO	0,33	0,35	0,33	0,35
NA	0,16	0,16	0,16	0,16
MG	0,14	0,14	0,14	0,14
LISINA	0,96	0,98	0,96	0,98
MET+CIS	0,61	0,62	0,61	0,63
TREONINA	0,65	0,67	0,65	0,67
TRIPTOFANO	0,20	0,21	0,20	0,21
LI-C18-2	1,35	1,66	1,35	1,65
E N POR	2.445	2.445	2.445	2.445
E M POR	3.358,40	3.331,63	3.359,13	3.332,12
P-D PORC	0,26	0,26	0,26	0,26
LIS-D-PO	0,83	0,83	0,83	0,83
M+C D-PO	0,50	0,50	0,50	0,50
TRE-D-PO	0,51	0,51	0,51	0,51
TRP-D-PO	0,16	0,16	0,16	0,16
TOT GRASA	1,24	2,65	1,19	2,40
TO-SUPER	0,50	0,50	0,50	0,50
DENSIDAD	0,56	0,53	0,56	0,53
TOT-SOJA	17,00	19,20	16,95	18,51
TSU-MAIZ	-	5,00	-	5,00
COLINA	1.277,79	1.270,83	1.278,46	1.280,43
PESO	100	100	100	100

TABLA 12.3. Ingredientes de las dietas de acabado

MATERIA PRIMA	E	L	N	P
	100,00	100,00	100,00	100,00
Cebada 2C	-	33,79	-	36,71
Trigo Nacional	60,00	20,00	60,00	20,00
Soja 47	17,73	19,59	17,69	18,82
Oleinas 50% LIN	1,00	1,00	1,00	1,00
Sebo 3/5	0,52	1,56	0,45	1,31
Galletas	5,23	7,00	5,45	7,00
Harina Zootécnica	10,00	10,00	10,00	10,00
Melaza Caña	3,00	3,00	3,00	3,00
Carbonato Cálcico	1,09	0,99	1,09	1,00
Fosfato Monocálcico	0,24	0,24	0,24	0,23
Sal Cantera	0,27	0,24	0,27	0,24
Biolys 60	0,03	0,07	0,03	0,07
Biolys 65	0,48	0,35	0,48	0,37
Compto. Treon-S	0,34	0,28	0,34	0,29
Porzyme 9300	0,10	-	-	-
Acipin	-	2,00	-	-
N-P513-FI	-	0,50	-	-
N-P 513-SL-FI	0,50	-	0,50	0,50

TABLA 12.4. Análisis calculado de las dietas de acabado (partida 1)

NUTRIENTES	E	L	N	P
MATERIA SECA	89,43	89,12	89,42	89,35
MATERIA SECA	88,60	88,58	88,59	88,80
PROTEINA BRUTA	16,75	16,75	16,75	16,75
GRASA BRUTA	4,05	5,23	4,00	5,03
FIBRA BRUTA	2,52	3,21	2,52	3,29
CENIZAS	4,54	4,66	4,46	4,66
ALMIDON	42,83	37,77	42,93	39,26
AZUCARES	5,22	5,54	5,24	5,47
CALCIO	0,61	0,61	0,61	0,61
FOSFORO	0,43	0,42	0,43	0,42
FOSFORO DISP	0,19	0,18	0,19	0,18
COLORO	0,33	0,35	0,33	0,34
NA	0,16	0,16	0,16	0,16
LISINA	0,87	0,88	0,87	0,89
METIONINA	0,26	0,25	0,26	0,25
LI-C18-2	1,71	1,82	1,70	1,81
E N POR	2.445	2.445	2.445	2.445
P-D PORC	0,23	0,23	0,23	0,23

NUTRIENTES	E	L	N	P
LIS-D-PO	0,74	0,74	0,74	0,74
M+C D-PO	0,48	0,45	0,48	0,46
TRE-D-PO	0,46	0,46	0,46	0,46
TRP-D-PO	0,16	0,16	0,16	0,16
TOT CERE	65,23	60,79	65,45	63,71
TOT GRASA	1,52	2,56	1,45	2,31
TO-SUPER	0,5	0,5	0,5	0,5
DENSIDAD	0,56	0,53	0,56	0,54
TSU-MAIZ	10,0	10,0	10,0	10,0
COLINA	1.313,06	1.297,49	1.313,94	1.307,05
PESO	100,00	100,00	100,00	100,00

TABLA 12.5. Ingredientes de las dietas de acabado (partida 2).

MATERIA PRIMA	E	L	N	P
	100,00	100,00	100,00	100,00
CEBADA 2C	1,09	35,28	1,28	39,70
TRIGO NACIONAL	60,00	20,00	60,00	20,00
GIRASOL INTEGRAL	5,00	—	5,00	5,00
SOJA 47	15,21	5,00	15,17	15,81
SEBO 3/5	2,90	4,00	2,85	3,90
GALLETAS	—	1,72	—	—
HARINA ZOOTECNICA	10,00	10,00	10,0	10,00
MELAZA CAÑA	3,00	3,00	3,00	3,00
CARBONATO CALCICO	1,19	1,08	1,19	1,13
FOSFATO MONOCALCICO	0,24	0,25	0,24	0,24
SAL CANTERA	0,35	0,30	0,35	0,32
BIOLYS 60	—	—	—	—
BIOLYS 65	0,26	0,08	0,26	0,21
COMPTO. TREON-S	0,12	—	0,12	0,09
PORZYME 9300	0,10	—	—	—
ACIPIN	—	2,00	—	—
N-P513-FI	—	0,50	—	—
N-P513-SL-FI	0,50	—	0,50	0,50

TABLA 12.6. Análisis calculado de las dietas de acabado (partida 2).

NUTRIENTES	E	L	N	P
MATERIA SECA	89,43	89,12	89,42	89,35
MAT SECA	88,76	88,67	88,76	88,89
PROTEINA BRUTA	16,75	16,75	16,75	16,75
GRASA BRUTA	4,93	6,17	4,89	6,00
FIBRA BRUTA	3,76	4,45	3,76	4,60
CENIZAS	4,60	4,71	4,51	4,70
ALMIDON	41,04	35,89	41,14	37,36
AZUCARES	4,52	4,80	4,52	4,54
CALCIO	0,61	0,61	0,61	0,61
FOSFORO	0,45	0,44	0,44	0,44
FÓSFORO DISP	0,19	0,19	0,19	0,19
CLORO	0,33	0,35	0,33	0,34
NA	0,16	0,16	0,16	0,16
LISINA	0,87	0,88	0,87	0,88
METIONINA	0,27	0,26	0,27	0,26
LI-C18-2	1,50	1,60	1,50	1,6
E N POR	2.445	2.445	2.445	2.445
P-D PORC	0,23	0,23	0,23	0,23
LIS-D-PO	0,74	0,74	0,74	0,74
M+C-D-PO	0,48	0,46	0,48	0,46
TRE-D-PO	0,46	0,46	0,46	0,46
TRP-D-PO	0,16	0,16	0,16	0,16
TOT-CEREALES	61,09	57,00	61,28	59,70
TOT-GRASA	2,90	4,00	2,85	3,96
TOT-GIRASOL	5,00	5,00	5,00	5,00
TO-SUPER	0,50	0,50	0,50	0,50
DENSIDAD	0,56	0,53	0,56	0,54
TSU-MAIZ	10,00	10,00	10,00	10,00
COLINA	1.380,15	1.355,82	1.380,76	1.362,92
PESO	100,00	100,00	100,00	100,00

Diseño experimental

Diseño al azar con cuatro tratamientos ordenados factorialmente sobre la base de cuatro piensos de cebo (E, L, N, P) y sexo (4*2). Cada tratamiento se replicó 6 veces y la unidad experimental estuvo constituida por un departamento de 4 animales (hembras o machos enteros).

Número total de cerdos estudiados:	192
Naves utilizadas:	4
Réplicas por nave 1:	2
Número de tratamientos:	8
Réplicas por tratamiento:	24 * sexo y 12* pienso (6 sexo*pienso)
Cerdos por réplica:	4
Cerdos por tratamiento:	96 sexo, 48 pienso, 24 interacción

Parámetros medidos

Consumo diario (cd, g), ganancia media diaria (gmd, g), e índice de conversión (ic,

g de pienso consumido/g de ganancia media de peso), cada 14 días desde su entrada en recría con 70 d/v hasta los 166 d/v.



FOTO 12.1. Medición del tocino dorsal.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados por el procedimiento GLM de SAS (1990). Con un diseño al azar y el pienso como efecto principal, se incluyó la sala como efecto fijo (coincidente con sexo y tamaño: hembras grandes, machos grandes, hembras pequeñas y machos pequeños, salas 1, 2, 3 y 4), así como la interacción entre ambos (sala*pienso). Se desestimó el PO como covariable al no ser significativo.

Resultados

Por pienso en la fase de crecimiento (70 a 124 d/v), la ganancia media diaria es de 10,24% superior en P que en L (764 g vs 693 g, P y L respectivamente; $P=0,01$), con una mejor conversión (2,33 g/g vs 2,55 g/g, P y L; $P=0,02$).

La fase de acabado (124 a 166 d/v) no difiere en crecimiento, pero el consumo es un 8,45% menor en E que en P (2.112 g vs 2.307, $P=0,04$). La conversión se

reduce en los piensos L y N respecto al P (2,77 g/g y 2,73 g/g vs 2,96 g/g, $P < 0,05$). En el período global del 07 no se aprecia variación alguna. ($P > 0,05$).

El sexo muestra diferencias ($p < 0,05$), debido al tamaño de los animales (grandes y pequeños), coincidente con las salas y con la interacción con el pienso.

Conclusiones

Bajo estas condiciones experimentales, se puede concluir que:

- 1) La Xilanasa no modificó los parámetros de productividad de una manera significativa en relación con el pienso sin enzima y la misma cantidad de trigo.
- 2) Los promotores empleados manifestaron un rendimiento similar. Las diferencias por sexo y su relación con el tipo de pienso (interacción sexo*pienso), se debieron principalmente al tamaño de los animales.

Bibliografía

Association of Official Analytical Chemist (1994).

Official Methods of Analysis (14th edition).

AOAC. Whashington, DC, EEUU. 1141 pp.

Bach Knudsen, K.E. (1997).

Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding.

Anim. Feed Sci. Technol. 67, 319-338.

Bidner, B.S., Ellis, M., Witte, D.P., England, M., Campion, D., McKeith, F.K. (1999).

Effect of the RN gene, feed withdrawal and lysine deficient diet on fresh longissimus quality.

J. Anim. Sci. 77: 100 (Abstr).

Cabrera, C., Flores, L., García Cachán, M. D., Gozalo, R., Laso, N., Gómez, E.

Influencia del nivel de pulpa de remolacha en el pienso y de la genética paterna, sobre los rendimientos productivos y la calidad de la canal y la carne de cerdos de cebo.

Memoria SITA 2000-2001, Junta de Castilla y León.

Cisneros, F., Ellis, M., Baker, D.H., Easter, R.A., McKeith, F.K. (1996).

Anim. Sci. 63: 517-522.

Clemens, E.T., Stevens, C.E., Southworth, M. (1975).

Sites of organic acid production and pattern of digesta movement in the gastrointestinal tract of swine.

Journal of Nutrition, 105, 759-768.

De Blas, C., García, P. González Mateos, G. (1999).

Normas FEDNA para la formulación de piensos compuestos.

Durán, R.

Alternativas al uso de promotores de crecimiento en alimentación de raza porcina ibérica.

Jornadas sobre el cerdo ibérico y sus productos (Salamanca - 1999).

FEDNA. 1999. C. de Blas, G.G. Mateos, and P. García.

Normas FEDNA para la formulación de piensos compuestos.

Ed. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Universidad Politécnica de Madrid. España.

Forero, F.J. (1999).

Estudio comparativo de cinco estirpes de cerdo ibérico.

Gálfi, P., Neogrády, S. (1995).

Monocarboxylated (2-6 carbon) acids in nutrition of pigs and other species.
International Congress of CIA, Alfort, France.

GCPV, 1994.

Good Clinical Practice for the Conduct of Clinical Trials for Veterinary Medicinal Products.
Ed. FEDESA. Bruselas, Bélgica.

Hale, O. M., Newton, G. L., Haydon, K. D. (1986).

Effect of diet and exercise on performance, carcass traits and plasma components of growing and finishing barrows.

J.Anim.Sci. 62.

Hansson, I., Lundström, K., Enfält, A. C., Karlsson, A., Essen, B., Hakansson, J. (1989).

Effect of moderate indoor exercise on carcass composition, meat quality and muscle enzymes activities in pigs.

King, R.H. et al. 1999.

*The energy value of *Lupinus angustifolius* and *Lupinus albus* for growing pigs.*

Anim. Feed Sci. Technol. 83 (2000), 17-30.

Kleiber, M.

Bioenergética animal (Butirato y metabolismo de los ácidos grasos).

Lagrecia, L., Muñoz Luna, A. Marotta, E.

El bienestar en la especie porcina (Porci nº 54, 1999).

Lagrecia, L., Muñoz Luna, A. Marotta, E.

Manejo basado en el comportamiento del cerdo (Porcinotecnia práctica y rentable 1998).

Laguna Sanz, E.

El cerdo ibérico (1998).

Latorre Górriz, M.A.,(2003).

Efecto del sexo, el tipo genético y el peso al sacrificio sobre la productividad y la calidad de la canal y la carne de cerdo.

Tesis Doctoral.

Latorre, M.A., Anaya, O., López Bote, C., García Cachán, M.D., Laso, N., García Martín, M., Gómez, E. (2001).

Influencia del ejercicio y el peso al sacrificio sobre los rendimientos productivos y la calidad de la canal y la carne de ganado porcino.

Mundo Ganadero (Julio- agosto 2002); Memoria SITA 2000-2001, Junta de Castilla y León.

Latorre, M.A., Fuentetaja, A., Gómez, E., Laso, N., González Mateos, G. (2000-2001).
Influencia del sexo, la genética paterna, y el peso al sacrificio, sobre la productividad y la calidad de la canal de ganado porcino.

Latorre, M.A., Fuentetaja, A., Gómez, E., Medel, P. González Mateos, G.(1999).
Influencia de la relación Energía-Lisina del pienso sobre la productividad de ganado porcino sacrificado con 120 kg de peso vivo.

Lewis, P., Rakes, L. Brown, C., Noland, P. (1989).
Effect of exercise and pre-slaughter stress on pork muscle characteristics.
Meat Science, 26.

Lizaso, J.
Alimentación nitrogenada en el cerdo ibérico.
Jornadas sobre el cerdo ibérico y sus productos (Salamanca - 2000).

López Bote, C.
Alimentación del cerdo ibérico en la fase de cebo. Jornadas sobre el cerdo ibérico y sus productos (Salamanca - 1999).

Macarro, A.
La montanera y el cerdo ibérico. Jornadas sobre el cerdo ibérico y sus productos (Salamanca - 1999).

McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J., Morgan, C. (1995).
Nutrición Animal.

Medel, P., Fuentetaja, A.
Efecto del perfil genético, del sexo, del peso al sacrificio y de la alimentación, sobre la productividad y la calidad de la canal y la carne de cerdos grasos. (FEDNA 1999).

Medel, P., Fuentetaja, A. (2000).
Efecto del perfil genético, del sexo, del peso al sacrificio y de la alimentación, sobre la productividad y la calidad de la canal y de la carne de cerdos de cebo.
XVI Congreso FEDNA.

NRC. 1998.
Nutrient Requirements of Swine. 10th ed. National Academy Press.
Washington, EEUU.

Ordóñez Pereda, J.A., De La Hoz, L.
Alimentación y calidades de carnes del cerdo ibérico.
Jornadas sobre el cerdo ibérico y sus productos (Salamanca - 1999).

SAS Institute. 1990.

SAS ® User´s Guide: Statistics.

SAS Institute. Cary, NC. EEUU.

Tejeda, J.F., Cava, R., Andrés, A.I., Ventanas, J.

Influencia de la raza y la alimentación sobre los lípidos intramusculares del cerdo ibérico.

Jornadas sobre el cerdo ibérico y sus productos (Salamanca - 2000).

Whittemore, C. (1996).

Ciencia y práctica de la producción porcina.

INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN



www.jcyl.es/itacyl

*Te ayudamos a mejorar
la calidad y el rendimiento*

INSTITUTO
TECNOLÓGICO
AGRARIO DE
CASTILLA Y LEÓN

ita_{CYL}

Agricultura

Ganadería

Calidad agroalimentaria

Tesis doctorales

Congresos y jornadas

Otros

ISBN: 84-934535-6-0



9 788493 453565




Junta de
Castilla y León




INSTITUTO
TECNOLÓGICO
AGRARIO **ita** *CyL*