

PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DE GRASA CORPORAL EN CERDOS ALIMENTADOS CON CEREALES CRUDOS Y EXTRUIDOS

PRODUCTIVITY AND QUALITY OF CORPORAL FAT IN PIGS FED WITH RAW AND EXTRUDED CEREALS

Braun, R.O.¹, S.H. Pattacini², G.E. Scoles² y J.E. Cervellini¹

¹Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de la Pampa. Ruta 35, km 334. 6300 Santa Rosa. La Pampa. Argentina. braun@cpenet.com.ar; cervellini@agro.unlpam.edu.ar

²Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de la Pampa. Ruta 35, km 334. 6300 Santa Rosa. La Pampa. Argentina. spattacini@exactas.unlpam.edu.ar; scolesg@exactas.unlpam.edu.ar

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Grano de sorgo. Grano de maíz. Resultados productivos. Contenido de ácidos grasos.

ADDITIONAL KEYWORDS

Sorghum grain. Corn grains. Productive performance. Fatty acids.

RESUMEN

El mayor desafío con relación a la calidad de la carne y la grasa del ganado porcino es la reducción del contenido de ácidos grasos saturados, principalmente del ácido palmítico, y el incremento de la cantidad de ácidos grasos mono y poliinsaturados.

El objeto de este estudio fue determinar parámetros productivos *in vivo* y *post mortem*, índice de iodo sobre la res en la grasa dorsal cervical, torácica y lumbar y el contenido de ácidos grasos en los tejidos de depósito de cerdos a los 90 kg de peso vivo, alimentados con sorgo y maíz, a partir de muestras obtenidas *in vivo*, de grasa subcutánea mediante una biopsia. Estabilizadas las muestras obtenidas *in vivo*, se utilizó una técnica de acoplamiento cromatógrafo de gases-espectrógrafo de masas (CG-EM) con el fin de identificar el ácido graso más abundante de la muestra y abundancia relativa de otros ácidos grasos.

Se pudo concluir que los cerdos alimentados con sorgo, independientemente de su forma de presentación permite obtener beneficios para la

salud humana por presencia de ácidos mono y poliinsaturados y también para la industrialización de la carne al disminuir la posibilidad de enranciamiento, por relativa presencia de poliinsaturados. Los cerdos alimentados con maíz molido y extruido presentaron ácido linoléico en sus canales. Las dietas compuestas por granos tratados determinan canales con mejor calidad carnicera.

SUMMARY

The greatest challenge related to porcine meat and fat quality, is the reduction of the content of saturated fatty acids, mainly the palmitic acid, and the increase of the quantity of mono and polyunsaturated fatty acids.

The aim of this study was to determine productive performance of pig *in vivo* and *post mortem*, the iodine index on the carcass in samples of the dorsal fat at cervical, thoracic and lumbar regions and the fatty acids content and

composition in the deposit tissue of pigs, at 90 kg of live weight, subjected to different nutritional diets composed by sorghum and corn, from samples of subcutaneous fat obtained *in vivo* by means of a biopsy. Stabilized the *in vivo* samples, gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) was used with the purpose of identifying the most abundant fatty acid in the sample and the percentage of relative abundance of other fatty acids components.

It could be concluded that the pigs fed with sorghum, independently from its presentation, expose carcasses that benefit both human health, due to the presence of mono and polyunsaturated acids, and also, industrialization of the meat when diminishing the possibility to become rancid or stale, due to relative presence of polyunsaturated acids. Those fed with milled and extruded corn presented linolenic acid in their carcasses. The diets composed by sorghum and corn, treated thermally, yielded carcasses with bigger meat quality.

INTRODUCCIÓN

El interés creciente por la calidad implica la necesidad de conocer el contenido y la composición de la grasa de la res porcina.

Campbell y Taverner (1986), señalan que los rendimientos carniceros de los animales están influenciados por aspectos inherentes al animal (peso vivo, sexo, genotipo y estado de salud) y al ambiente (tipo de alimento, densidad energética de la dieta, nivel de nutrientes, composición de ingredientes, método de procesado, aporte de agua, temperatura, tamaño del grupo y diseño de instalaciones). En concordancia, Basso (2000), cita que la composición del tejido graso del cerdo puede ser afectada por la edad y el peso, la adiposidad de la canal, alimentación,

genética, sexo, madurez fisiológica, localización anatómica, factores ambientales y uso de promotores de crecimiento.

Los principales ácidos grasos saturados de la carne de cerdo son, de mayor a menor concentración, palmítico (C 16:0), esteárico (C 18:0) y mirístico (C 14:0). El ácido oleico (C 18:1), es el monoinsaturado más abundante, seguido del palmitoleico (C 16:1). Los ácidos linoleico (C 18:2), linolénico (C 18:3) y ariquidónico (C 20:4) son los principales ácidos grasos poliinsaturados. Los ácidos grasos saturados y monoinsaturados son los mayoritarios en los triglicéridos de la grasa de la carne (Rhee, 1992).

De acuerdo con Odent (1991), los ácidos grasos esenciales, aquellos que el organismo no puede producir, poseen moléculas con dos enlaces dobles, que los mamíferos no pueden sintetizar y de allí la denominación de esencial. Se trata de los ácidos grasos poliinsaturados. Dependiendo del primer átomo de carbono con enlace doble, pueden ser ácidos grasos omega 3 (linolénico) u omega 6 (linoleico).

Los ácidos linolénico y linoleico son los llamados cabeza de fila de las familias omega 3 y omega 6 respectivamente. A partir de ellos el organismo, y en particular el hígado, es capaz de producir sus derivados, cuyas funciones son variadas y fundamentales en el equilibrio corpóreo.

Es importante conocer el tratamiento que han tenido los ingredientes de la dieta. En general, son harinas vegetales obtenidas del prensado de las semillas para obtener aceite, y quedan con residuos grasos sometidos a altas temperaturas. Asimismo, los granos de

RENDIMIENTO Y CALIDAD EN CERDOS ALIMENTADOS CON GRANOS EXTRUIDOS

cereales tratados por procesos hidrotérmicos para aumentar la solubilidad de los almidones, y por solvatación, para gelatinizar los polímeros del endospermo, poseen aceite en su composición. Frente a esta situación, el dilema está en utilizar granos crudos molidos o granos tratados hidrotérmicamente en la constitución de los balanceados (Hernández, 1999).

La carne del cerdo salvaje es rica en ácidos grasos poliinsaturados, mientras que la carne de animales criados a expensas de balanceados y de manejo sedentario, es probable que posea alto contenido de ácidos grasos saturados y sea muy pobre en insaturados. En el cerdo doméstico las diferencias son muy sensibles: los insaturados están casi ausentes si el animal ha sido criado industrialmente, mientras que son relativamente abundantes si el animal ha sido nutrido con los variados alimentos tradicionales que no son tratados previamente a la inclusión en las dietas (Rhee, 1992).

El mayor desafío es, la reducción del contenido de ácidos grasos saturados en la carne, principalmente del ácido palmítico, y el incremento de la cantidad de ácidos grasos monoinsaturados (oleico-omega 9) y poliinsaturados (linoleico-omega 6 y linolénico-omega 3) que provienen de las dietas y están ligados a beneficios en la salud del hombre (Cobos *et al.*, 1993).

El contenido lipídico del principal componente de la carne: el músculo, es muy variable, aproximadamente del 1,5 al 13 %. Consta fundamentalmente de lípidos de depósito y estructurales. Los lípidos de depósito están constituidos por ésteres del glicerol con ácidos grasos, predominando los triglicéridos,

aunque también pueden contener pequeñas cantidades de monoglicéridos, diglicéridos y ácidos grasos libres. Aunque algunos lípidos neutros están presentes como acúmulos microscópicos en el interior de las células musculares, la mayoría se localizan en los adipocitos del tejido conectivo laxo que se encuentran entre los haces musculares, principalmente en el perimio (Cobos *et al.*, 1993). Este depósito corresponde a la grasa intermuscular conocido también como veteado o marmorización (Allen y Foegeding, 1981; German, 1990).

Además de los de depósito, en las membranas celulares hay otro tipo de lípidos, los estructurales, entre los que se encuentran los fosfolípidos y el colesterol, esenciales para la función celular (Allen y Foegeding, 1981). En contraste con los lípidos de reserva, los de las membranas celulares presentan una composición similar en todas las especies animales a pesar de las amplias diferencias en la dieta y condiciones medioambientales (German, 1990).

Aunque los lípidos resultan imprescindibles para la aceptabilidad de la carne, porque influyen fuertemente en las propiedades organolépticas tales como textura, sabor, jugosidad, color y aroma; muchas investigaciones han señalado que la grasa de la carne produce efectos negativos en la salud de los consumidores. Pero, no todas las grasas animales son metabólicamente equivalentes, algunos lípidos de origen animal son de hecho potencialmente beneficiosos para la salud (German, 1990).

El índice de iodo de la grasa es un indicador importante para determinar la calidad de las reses porcinas, ya que

permite determinar el valor industrial de la res e indirectamente, la proporción de ácidos grasos saturados e insaturados de la fracción lipídica de la carcasa (Whittemore, 1996).

En otro sentido, Cardén (1998) señala que el tipo de alimentación es trascendente para obtener grasas firmes y con alto grado de saturación, para obtener beneficios en la industrialización, y que una característica de importancia de la res, es el contenido de grasa intramuscular en las proporciones de tejido magro y la resistencia de ésta al enranciamiento. Resistencia que es inversamente proporcional al contenido de ácidos grasos poliinsaturados, en especial linoleico, que puede medirse a través del índice de iodo de la grasa. Menciona este autor, que el reglamento del consorcio de Parma, establece un límite superior de 15% de ácido linoleico, equivalente a un índice de iodo de 70 en el contenido total de lípidos de los jamones frescos.

El objeto de este estudio fue determinar el contenido y la composición de los distintos ácidos grasos en los tejidos de depósito de cerdos a los 90 kg de peso vivo, sometidos a diferentes dietas alimenticias, a partir de muestras obtenidas *in vivo* mediante una biopsia, y el índice de iodo de la grasa sobre la res. Se completó el estudio con los resultados productivos de ganancia de peso en el período de crecimiento y terminación, espesor de grasa dorsal y porcentaje de magro *in vivo* y *post mortem*.

MATERIAL Y MÉTODOS

La experimentación se llevó a cabo

en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa, Argentina. Se emplearon cerdos machos y hembras F2 -madres F1: (Landrace x Yorkshire) x padre terminal: Duroc Jersey-. Cuando arribaron a 30 kg de peso vivo, comenzaron a consumir raciones de crecimiento hasta alcanzar 60 kg. Posteriormente se les suministró dietas de terminación, para llegar al peso de faena, 105 kg.

Se alimentaron *ad libitum* y la forma de presentación de las dietas fue granulada. En el período crecimiento-terminación, se dispusieron 4 grupos de 8 cerdos cada uno, 4 machos y 4 hembras por grupo. Resultaron así, 32 unidades experimentales que recibieron 4 dietas isoproteicas e isoenergéticas (EM: 3265 kcal/kg y PB: 17,42 %), constituidas por maíz, sorgo, expeller de soja, harina de carne, conchilla, premix vitamínico mineral, CINa, lisina y metionina sintética, afrechillo y ceniza de hueso. Las dietas diferían solamente en la forma de presentación del ingrediente energético principal (68 % del total de la dieta). La D1 (dieta 1): sorgo molido; D2: maíz molido; D3: sorgo extruido y D4: maíz extruido.

Los datos de las variables observadas fueron sometidos a la prueba de Levene (Steel y Torrie, 1986) para comprobar la homogeneidad de varianzas. El esquema experimental fue un factorial doble, circunscrito a un diseño completamente aleatorizado, con cuatro niveles de tratamiento (dietas) y dos de sexo (4x2). Los análisis de los datos se realizaron por ANOVA. Los ANOVA significativos fueron sometidos al Test Tukey HSD (Steel y Torrie 1986).

RENDIMIENTO Y CALIDAD EN CERDOS ALIMENTADOS CON GRANOS EXTRUIDOS

Los granos se molieron con un molino de martillos convencional, provisto de alimentador rotativo, separador de aire para cuerpos extraños pesados, imán permanente, rotor a martillo y placa molidora. Las cribas de molido fueron de 3 mm y la potencia del motor de molienda de 125 HP.

Para el proceso de extrusión se utilizó un equipo de extrusión -expansión modelo IMTEC 2000 EX con posibilidad de inyectar líquidos, ácidos grasos y vapor de agua, con capacidad de 2500 kg/h y de 75 HP de potencia. El producto obtenido luego de someterlo a 140-145°C de temperatura y a 35 atmósferas de presión durante 30 segundos en la cámara de extrusión, fue cocido totalmente; posteriormente en la cámara de descompresión, expandido. Para el granulado se utilizó un equipo convencional, compuesto por un alimentador, una cámara de acondicionamiento, matriz de granulado y corte, un reductor de velocidad y un motor de 100 HP de potencia. La inyección de vapor durante el proceso elevaba la temperatura a 65-70°C durante un lapso no mayor a los 120 segundos.

Las mediciones de espesor de grasa dorsal *in vivo* a los 90 kg de peso vivo se realizaron mediante instrumental de ultrasonido (Pigscan) a la altura de la última costilla flotante y a 5 cm de la línea media a cada lado del animal, a los 90 kg de peso. Este punto de medición denominado P2 coincide con el espacio entre la última y penúltima costilla. Constituye el valor medio del espesor de grasa dorsal subcutánea entre el sector dorsal, lumbar y caudal del animal.

La medición de contenido de magro

(%) a los 90 kg de peso vivo, se realizó mediante un equipo de ultrasonido (Piglog 105), que utiliza una determinada longitud de onda para medir espesor de grasa dorsal y espesor de músculo. Con estos dos cálculos, estima el porcentaje de magro. Los puntos de medición son diferentes a los de los equipos de ultrasonido que sólo miden grasa. En este caso, se realizan las medidas sobre la 3° y 4° vértebra lumbar a 7 cm de la línea media, donde sólo mide grasa, y entre la 3° y 4° últimas costillas a 10 cm y 7 cm de la línea media del animal, donde se mide espesor de grasa y de músculo. Ambas medidas que se realizan en aproximadamente 5 segundos para grasa y 10 segundos para músculo por sitio, se incorporan a un modelo estadístico de regresión lineal múltiple que estima el porcentaje de magro de la res *in vivo*.

El espesor de grasa dorsal y músculo *post mortem* se midió mediante la utilización de un equipo provisto de sonda óptica (Hennesy Grading Probe). Este equipo está compuesto por una pistola formada por una central con un display de cristal líquido, una serie de pulsadores, una sonda de penetración que posee en la punta una lámpara y una célula fotoeléctrica, un plato de medida que facilita la toma de espesor de carne magra y grasa, y un plato direccional que muestra el lugar donde debe insertarse la sonda. Esta determinación se realizó entre la 3° y 4° últimas costillas, donde mide grasa y músculo.

En la etapa de terminación se obtuvieron sobre los cerdos experimentales, muestras de grasa dorsal sobre el animal vivo a la altura de la última costilla flotante y a 5 cm de la línea

media a cada lado del animal, a los 90 kg de peso vivo. Este punto (P2) coincide con el espacio entre la última y penúltima costilla. Constituye el valor medio del espesor de grasa dorsal subcutánea y su composición en ácidos grasos, posee una alta correlación con el resto de la grasa de la carcasa y en especial con el contenido de grasa intramuscular. Las biopsias se practicaron con bisturí y cánulas de 12 mm de diámetro, las muestras se conservaron a -20°C hasta el momento de analizarse.

Posteriormente se realizó la extracción, purificación y estabilización de lípidos totales a todas las muestras según el método de Jordi Folch (Christie, 2003).

Para el análisis cuantitativo de los componentes de la muestra, se utilizó una técnica de acoplamiento cromatógrafo de gases-espectrógrafo de masa (CG-EM) con el fin de identificar el ácido graso más abundante de la muestra y el porcentaje de abundancia relativa de otros ácidos grasos componentes de las muestras analizadas (Roach *et al.*, 1998). La identificación de los picos en los cromatogramas se basó en los tiempos de retención, y la clasificación fue llevada a cabo con patrones estandarizados.

Por último, con el cálculo de altura de pico, que combina la especificidad y/o reproductividad de los índices de retención (tiempo), con los patrones de fragmentación obtenidos por la espectrometría de masa para el componente correspondiente al tiempo de retención considerado, se establecieron las proporciones de ácidos grasos presentes en las muestras (Ryhage y Stenhagen, 1960).

Para la determinación de iodo (I_2) se empleó el método de Hanus (Litwack, 1967), en muestras de la grasa dorsal de las reses en tres sitios: región cervical, torácica y lumbar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la **tabla I** se señalan los resultados productivos de ganancia de peso durante la prueba. Se puede apreciar que los capones obtienen mayores ganancias que las hembras cuando se alimentan *ad libitum* en grupos mixtos.

En la **tabla II**, se observan diferencias significativas entre sexos y tratamientos sin interacción significativa para el espesor de grasa dorsal *in vivo*. Al realizar la prueba de Tukey sobre las medias de los tratamientos, resultó significativamente diferente D1 con respecto a D3 y D4; y D2 con relación a D4. También, las hembras mostraron diferencias significativas

Tabla I. Ganancia diaria de peso en el período 30-105 kg de peso vivo (kg) \pm error estándar. (Live weight daily gain from 30 to 105 kg live weight \pm standard error).

Dietas (Trat.)	Macho	Hembra	Media
D1	0,98	0,88	0,93 \pm 0,08 ^a
D2	0,94	0,87	0,90 \pm 0,07 ^a
D3	0,97	0,88	0,93 \pm 0,09 ^a
D4	0,99	0,89	0,94 \pm 0,08 ^a
Media	0,97 \pm 0,06 ^A	0,88 \pm 0,08 ^B	

Medias con igual letra (^aen columna, ^{Ab}en fila) no difieren significativamente según test de Tukey HSD ($p < 0,01$).

RENDIMIENTO Y CALIDAD EN CERDOS ALIMENTADOS CON GRANOS EXTRUIDOS

Tabla II. Espesor de grasa dorsal *in vivo* a los 90 kg de peso (mm) \pm error estándar. (Back fat thickness (mm) measured at 90 kg of live weight \pm standard error).

Dietas (Trat.)	Macho	Hembra	Media
D1	25,2	23,3	24,2 \pm 0,47 ^a
D2	23,9	23,0	23,4 \pm 0,39 ^{ab}
D3	22,8	21,8	22,3 \pm 0,27 ^{bc}
D4	21,8	22,1	21,8 \pm 0,21 ^c
Media	23,4 \pm 0,32 ^A	22,5 \pm 0,22 ^B	

Medias con igual letra (^{ab}en columna, ^{AB}en fila) no difieren significativamente según test de Tukey HSD ($p < 0,05$).

frente a los machos en todos los tratamientos. La grasa dorsal *post mortem* (**tabla III**), tuvo igual comportamiento que *in vivo*.

En la **tabla IV**, se observa el comportamiento del contenido de magro *in vivo*. Los datos afirman diferencias entre sexos y tratamientos sin interacción. Después de realizar el Test de Tukey sobre las medias de los trata-

Tabla III. Espesor de grasa dorsal *post mortem* (mm) \pm error estándar. (Post mortem back fat thickness (mm) \pm standard error).

Dietas (Trat.)	Macho	Hembra	Media
D1	26,6	24,8	25,6 \pm 0,48 ^a
D2	25,8	24,6	25,3 \pm 0,52 ^{ab}
D3	24,8	23,5	24,1 \pm 0,30 ^{bc}
D4	23,7	23,3	23,5 \pm 0,26 ^c
Media	25,2 \pm 0,32 ^A	24,1 \pm 0,29 ^B	

Medias con igual letra (^{ab}en columna, ^{AB}en fila) no difieren significativamente según test de Tukey HSD ($p < 0,05$).

Tabla IV. Contenido de magro *in vivo* (en %, a los 90 kg de peso vivo) \pm error estándar. (Lean tissue (%) content at 90 kg of live weight \pm standard error).

Dietas (Trat.)	Macho	Hembra	Media
D1	40,5	40,9	40,74 \pm 0,23 ^c
D2	41,3	42,5	41,81 \pm 0,39 ^b
D3	41,6	42,8	42,21 \pm 0,27 ^b
D4	42,7	44,2	43,47 \pm 0,25 ^a
Media	41,54 \pm 0,19 ^A	42,58 \pm 0,30 ^B	

Medias con igual letra (^{ab}en columna, ^{AB}en fila) no difieren significativamente según test de Tukey HSD ($p < 0,05$).

mientos, resultaron sin diferencias significativas D2 y D3. La D1 fue significativamente diferente a D2, D3 y D4 y, finalmente, D4 desigual a los restantes. Asimismo los valores medidos en las hembras alcanzaron diferencias significativas frente a los machos. El contenido de magro *post mortem* (**tabla V**) resultó semejante a la medición *in vivo*, aunque las dietas

Tabla V. Contenido de magro *post mortem* (%) \pm 1 error estándar. (Post mortem lean tissue (%) content \pm standard error).

Dietas (Trat.)	Macho	Hembra	Media
D1	42,6	42,6	42,61 \pm 0,51 ^a
D2	43,9	44,3	44,05 \pm 0,28 ^b
D3	43,3	44,5	43,89 \pm 0,35 ^{ab}
D4	43,8	45,0	44,44 \pm 0,28 ^b
Media	43,44 \pm 0,28 ^A	44,28 \pm 0,27 ^B	

Medias con igual letra (^{ab}en columna, ^{AB}en fila) no difieren significativamente según test de Tukey HSD ($p < 0,05$).

D2 y D4 desarrollaron mejor canal. En consecuencia se podría afirmar que una res más magra, incrementa su valor. También las hembras en promedio fueron más magras que los machos castrados.

En la **tabla VI** se observa la presencia y abundancia relativa de los

ácidos grasos, de las muestras de lípidos totales obtenidas de la grasa subcutánea de los animales experimentales y el II_2 de la grasa subcutánea de la res.

El ácido graso que se encuentra en mayor proporción en los cerdos alimentados con las dietas experimentales es el palmítico en concordancia con

Tabla VI. Presencia de ácidos grasos, abundancia relativa e II_2 . (Fatty acids presence, relative abundance, and iodine index).

Presencia	Abundancia relativa	II_2 (milieq. I_2/g) \pm ES
D1		
Ácido láurico $C_{12}H_{24}O_2$ (PM: 200)	$C_{16}H_{32}O_2$ +++	55,74 \pm 1,2632 ^a
Ácido mirístico $C_{14}H_{28}O_2$ (PM: 228)	$C_{18}H_{34}O_2$ (ω 9) ++	
Ácido palmítico $C_{16}H_{32}O_2$ (PM: 256)		
Ácido oleico $C_{18}H_{34}O_2$ (ω 9) (PM: 282)		
D2		
Ácido láurico $C_{12}H_{24}O_2$ (PM: 200)	$C_{16}H_{32}O_2$ +++	55,68 \pm 2,3359 ^a
Ácido palmítico $C_{16}H_{32}O_2$ (PM: 256)	$C_{18}H_{30}O_2$ (ω 9-12-15) ++	
Ácido esteárico $C_{18}H_{36}O_2$ (PM: 284)		
Ácido linolénico $C_{18}H_{30}O_2$ (ω 9-12-15) (PM: 278)		
D3		
Ácido láurico $C_{12}H_{24}O_2$ (PM: 200)	$C_{16}H_{32}O_2$ +++	57,22 \pm 1,7471 ^a
Ácido mirístico $C_{14}H_{28}O_2$ (PM: 228)	$C_{18}H_{34}O_2$ (ω 9) ++	
Ácido palmítico $C_{16}H_{32}O_2$ (PM: 256)	$C_{18}H_{32}O_2$ (ω 9-12) +	
Ácido oleico $C_{18}H_{34}O_2$ (ω 9) (PM: 282)		
Ácido linoleico $C_{18}H_{32}O_2$ (ω 9-12) (PM: 280)		
D4		
Ácido láurico $C_{12}H_{24}O_2$ (PM: 200)	$C_{16}H_{32}O_2$ +++	53,81 \pm 2,1896 ^a
Ácido palmítico $C_{16}H_{32}O_2$ (PM: 256)	$C_{18}H_{32}O_2$ (ω 9-12) ++	
Ácido oleico $C_{18}H_{34}O_2$ (ω 9) (PM: 282)	$C_{18}H_{30}O_2$ (ω 9-12-15) +	
Ácido linoleico $C_{18}H_{32}O_2$ (ω 9-12) (PM: 280)		
Ácido linolénico $C_{18}H_{30}O_2$ (ω 9-12-15) (PM: 278)		

+++ 100%; ++ 50-99 %; + hasta 49%.

Medias con igual letra no difieren significativamente según test de Tukey HSD ($p < 0,05$).

lo observado por Cobos *et al.* (1993). Los cerdos alimentados con D1 y D2 presentan en su estructura lipídica, ácido oleico en menor abundancia. Los cerdos alimentados con D2 y D3 exhiben carcasas con abundante contenido de ácidos grasos poliinsaturados. El contenido de poliinsaturados puede exponer a la industrialización una canal susceptible al enranciamiento. En términos de carne fresca, las dietas constituidas por maíz, presentan niveles significativos de ácido linolénico, que en cierta forma es un constituyente de las grasas buenas para la salud, juntamente con el ácido linoleico y oleico. Estos dos últimos asociados a dietas cuyo ingrediente fundamental fue el sorgo.

No existieron diferencias significativas entre tratamientos y entre sexos (machos: $55,82 \pm 8,07$ y hembras: $55,33 \pm 5,68$) para II_2 de la grasa subcutánea. De acuerdo con Cardén (1998), el reglamento del Consorcio de Parma establece que un índice de iodo de 70 en el contenido total de lípidos de la canal equivale a un 15% de ácido linoleico, límite aceptable para la industrialización que evita el enranciado por oxidación.

CONCLUSIONES

La calidad para la industrialización de la carne porcina es inversamente proporcional al contenido de ácidos grasos poliinsaturados. Los valores de II_2 obtenidos en esta experiencia, sugieren reses de calidad para la industria. La abundancia relativa de ácidos grasos mono y poliinsaturados, son propios de buenas carnes para el consumo

fresco en cuanto a beneficios de salud.

En las etapas de desarrollo y terminación, alimentar cerdos con granos tratados térmicamente, no implica una ventaja biológica significativa en los resultados de ganancia de peso diaria entre tratamientos, tampoco del índice de iodo y su correspondencia con la presencia de ácidos grasos poliinsaturados. Representaría costos operativos adicionales el tratar granos térmicamente en el rubro alimentación. Sí se justifica, el molido frente a la extrusión de los granos, porque disminuiría costos de producción. Las canales provenientes de cerdos alimentados con granos tratados presentan mayor porcentaje de magro y menor espesor de grasa dorsal, aspecto que puede incrementar los ingresos si éstas se comercializan por contenido de magro. Las hembras resultaron más magras independientemente al tratamiento alimentario al que fueron sometidas, cuestión que abre una posibilidad para venta por sexo.

Se puede concluir que los cerdos alimentados con sorgo y maíz, independientemente de la forma de presentación de los mismos, son beneficiosos para la salud humana en el consumo fresco de carne por contener en sus grasas ácidos mono y poliinsaturados y para la industrialización de la carne al disminuir la posibilidad de enranciamiento, por relativa presencia de poliinsaturados. Sería importante estudiar la composición de los ingredientes de balanceados que se someten a temperaturas mayores a los 110°C , en donde los ácidos grasos comienzan a alterarse y a configurarse químicamente como dañinos para la salud humana.

BIBLIOGRAFÍA

- Allen, C.E. and E.A. Foegeding. 1981. Some lipid characteristics and interactions in muscle foods, A review. *Food Technol.*, 35: 253-257.
- Basso, L. 2000. Calidad de la canal y de la carne porcina. Memorias 1º curso de aspectos productivos y de comercialización en el sector porcino. UCA, Buenos Aires, Argentina. 1: 155-170.
- Campbell, R.G. and M.R. Taverner. 1986. The effects of dietary fibre, source of fat and dietary energy concentration on the voluntary food intake and performance of growing pigs. *Anim. Prod.*, 43: 327-333.
- Cardén, A. 1998. Factores genéticos que afectan la calidad de la carne. *Rev. de Tecnología Agropecuaria*. EEA, Pergamino INTA. 4: 1-9.
- Christie, W.W. 2003. Lipid analysis; Isolation, separation, identification and structural analysis of lipids. 3rd Edition. Oily Press, Bridgwater. p. 121.
- Cobos, A., L. de la Hoz, M.I. Cambero y J.A. Ordóñez. 1993. Revisión: Influencia de la dieta animal en los ácidos grasos de los lípidos de la carne. *Rev. Esp. Ciencia, Tecnología Alimentaria*, 34: 35-51.
- German, J.B. 1990. Muscle lipids. *J. Muscle Foods*, 1: 339-361.
- Hernández, E. 1999. Aspectos nutricionales y funcionales de los Ácidos grasos trans. Ed. Urano, Santiago de Chile. 107 pp.
- Litwack, G. 1967. Bioquímica experimental. Un manual de laboratorio. Ed. Omega, Barcelona. 343 pp.
- Odent, M. 1991. La salud y los ácidos grasos esenciales. Ed. Urano, Santiago de Chile. 114 pp.
- Rhee, K.S. 1992. Fatty acids in meats and meat products. *Meat Sci.*, 23: 293-301.
- Roach, J.A.G., M.P. Yurawecz, M.M. Mossoba and K. Eulitz. 1998. Gas chromatography-mass spectrometry of lipids. In *Spectral Properties of Lipids*, pp. 191-234.
- Ryhage, R.M. and E. Stenhagen. 1960. Mass Spectrometry in lipid research. *J. Lipid Res.*, 1: 361-390.
- Steel, R.G.D. y J.H. Torrie. 1986. Bioestadística: Principios y Procedimientos. Ed. Mc Graw Hill, 2º. New York. 623 pp.
- Whittemore, C. 1996. Ciencia y práctica de la producción porcina. Ed. Acribia, S.A, 647 pp.

Recibido: 18-10-06. Aceptado: 2-11-06.

Archivos de zootecnia vol. 56, núm. 215, p. 308.