

CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL, CALIDAD DE LA CARNE E HISTOLOGÍA DEL GANADO PORCINO QUE CONSUME DIETAS CON GLICEROL

Peter J. Lammers¹, Kristjan Bregendahl¹, Steven M. Lonergan¹, Dong Uk Ahn¹, Mark S. Honeyman¹, Kenneth J. Prusa², Brian J. Kerr³, Thomas E. Webber³ y William C. Stoffregen³. 2011. PV ALBEITAR 01/2011.

¹Departamento de Ciencia Animal. Iowa State University (Estados Unidos).

²Departamento de Ciencia de los Alimentos y Nutrición Humana. Iowa State University (Estados Unidos).

³Servicios de Investigación Agrícola del USDA (Estados Unidos).

Traducido por Saray López.

www.produccion-animal.com.ar

INTRODUCCIÓN

Según los resultados de este estudio, la inclusión en dietas porcinas de hasta un 10% de glicerol, subproducto de la industria de los biocombustibles, no afecta ni a las características de la canal, ni a la calidad de la carne, ni a las posibles lesiones provocadas por el metanol.

La producción de biocombustibles, etanol y biodiesel, se está incrementando considerablemente. Las ventas de biodiesel en Estados Unidos han crecido exponencialmente desde 1999, alcanzando una producción aproximada de 5,3 billones de litros. Un subproducto de la industria del biodiesel es el glicerol, ya que por cada litro de biodiesel producido se generan unos 79 g de este compuesto. Por consiguiente, con la actual capacidad de producción de biodiesel, se podrían generar alrededor de 420 millones de kg de glicerol al año (Albéitar N° 124, 2009). Este trabajo se realizó con el objetivo de evaluar los efectos de la complementación con glicerol sobre la composición de la canal, la calidad de la carne, el perfil de ácidos grasos de los lípidos del músculo longissimus dorsi y los tejidos del ojo, el hígado y los riñones en cerdos de cebo.



Se extrajeron los lomos de las canales para su evaluación sensorial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los autores utilizaron este mismo diseño experimental para determinar el rendimiento de cerdos de cebo alimentados con glicerol (Albéitar N° 124, 2009).

Diseño del ensayo

El glicerol utilizado en este estudio se obtuvo de una planta de producción de biodiesel (AG Processing Inc., Sergeant Bluff, IA) en la que se utiliza aceite de soja como materia prima.

Los animales utilizados en este trabajo (hembras Cambrough 22 X sementales L337) se destetaron a los 21 días de edad y se les administró un pienso comercial de iniciación durante una semana. A los ocho días posdestete, 96 cerdos (48 nulíparas y 48 machos castrados) con una media de peso vivo (PV) de $7,9 \pm 0,4$ kg se

distribuyeron en 24 grupos y se alojaron en 24 boxes (4 cerdos/box); con una distribución equilibrada por sexo y por peso al inicio.

A los lechones de cada box se les asignó al azar uno de los tres tratamientos experimentales que consistieron en una dieta base de harina y soja con una complementación del 0%, 5% ó 10% de glicerol. El ensayo, de 138 días de duración, se dividió en cinco fases, en cada una de las cuales las dietas se ofrecieron ad libitum, en forma de harina y se formularon para presentar la misma energía metabolizable (EM), sodio, cloruro y lisina, junto a otros aminoácidos equilibrados respecto a una base ideal de aminoácidos.

En el transcurso del experimento, se retiraron seis cerdos debido a problemas de salud, sin que el patrón de retirada de los animales estuviera basado en el tratamiento experimental y sin que se tuviera que retirar a más de un cerdo de cada box.

Toma de muestras

El día 138 del periodo experimental, todos los cerdos se pesaron individualmente (133 ± 6 kg de PV) se tomaron muestras de sangre para el análisis de metabolitos y se examinaron mediante ultrasonidos a tiempo real. Los cerdos permanecieron en sus respectivos corrales con acceso al alimento y al agua hasta su transporte al matadero el día 139.

El día 140 se sacrificaron 89 cerdos (previo aturdimiento eléctrico), de los 90 que se llevaron al matadero el día anterior, ya que uno murió durante el transporte. Se recogieron muestras de sangre y de tejidos (del ojo, del hígado y del riñón) para analizarlas.

Durante la noche las canales se refrigeraron ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$) y a la mañana siguiente se procedió a la extracción de los lomos del lado izquierdo (de la 10ª costilla al extremo posterior), que se envasaron al vacío y se transportaron en hielo a la Iowa State University, donde se almacenaron a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Debido a un error de un operador del matadero no se recogieron muestras de tejidos ni los lomos de dos de los cerdos. Para el análisis del lomo, las chuletas, la pérdida por goteo, la pérdida por purga, los resultados del color, y el perfil de ácidos grasos se utilizaron técnicas estandarizadas. Dos lomos se seleccionaron al azar procedentes de dos cerdos de boxes diferentes (uno de hembra y otro de macho) para realizar una evaluación sensorial. Después de 12 días de almacenamiento se retiraron dos chuletas de los lomos de 2,54 cm de grosor para su análisis sensorial y de textura.

El día anterior al sacrificio se tomaron muestras de sangre mediante punción en la vena yugular, para el análisis de metabolitos. También se recogieron otras muestras de sangre durante el momento del sangrado, en tubos de centrifuga de 50 ml con heparina sódica (14,3 unidades USP –United States Pharmacopeia– por mililitro). Las muestras de plasma se almacenaron a $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ a la espera del análisis.

La concentración sanguínea de nitrógeno ureico, cortisol, glucosa, glicerol, y creatín fosfoquinasa se analizaron utilizando kits comerciales disponibles y métodos de referencia. Los metabolitos plasmáticos se midieron por duplicado.

Se recogieron muestras de ojo, hígado y riñón de cada cerdo en el momento del sacrificio y se procesaron utilizando técnicas estandarizadas. Una sola persona evaluó todas las muestras de tejidos dos veces para la detección de lesiones.



Análisis de muestras

Las características de la composición de la canal y de la calidad de la carne se evaluaron mediante un modelo de regresión para analizar el efecto del tratamiento dietético, del sexo, y de la interacción entre la dieta y el sexo. Se compararon los metabolitos plasmáticos de las muestras de sangre recogidas antes del transporte y las tomadas durante el momento del sangrado, mediante un modelo de regresión, para analizar el efecto de las dietas experimentales. Las diferencias en la frecuencia de aparición de las lesiones histológicas en los distintos grupos sometidos a los tratamientos experimentales, también se analizaron mediante un modelo de regresión simple. Para el análisis de la composición de la canal, de la calidad de la carne, de los metabolitos plasmáticos y de la información sobre las lesiones se consideró a cada cerdo como una unidad experimental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La influencia de la dieta, el sexo y la interacción entre ambos sobre las características de la canal se describen en la tabla 1. No hubo interacción entre la dieta y el sexo para ninguna de las características examinadas.

	Dieta ²			EEM	Sexo		EEM	Valor - P		
	0	5	10		Machos castrados	Nulíparas		Dieta	Sexo	Dieta x sexo
Nº de cerdos	30	29	31		44	46				
Peso inicial, kg	8,0	8,0	7,9	0,2	7,9	8,0	0,2	0,80	0,78	0,69
Peso final, kg	133	134	133	2,0	137	129	2,0	0,93	< 0,01	0,92
Grasa de la 10ª costilla, mm	18,8	21,0	20,7	0,8	22,0	18,3	0,7	0,14	< 0,01	0,13
área LM, cm ²	48,6	49,0	46,6	0,9	48,0	48,1	0,7	0,12	0,92	0,33
Magro sin grasa, %	52,0	51,8	50,6	0,8	51,9	51,1	0,6	0,37	0,34	0,78
Aumento del magro, g/d	365	363	355	5,0	364	358	4,0	0,37	0,30	0,70

¹Procedentes de los datos de ultrasonidos. ²Los tratamientos experimentales consistieron en una dieta a base de maíz y soja, a la que se le incluyó un 0%, un 5% o un 10% de glicerol. EEM = Error estándar de la media. LM = Músculo Longissimus

El tratamiento dietético no afectó a la grasa de la décima costilla, al peso de la canal caliente, al porcentaje de magro o al porcentaje lipídico de las chuletas. Estas mediciones difirieron entre los machos castrados y las nulíparas. Las nulíparas presentaron canales más pequeñas, con mayor porcentaje de magro y menos tocino y total de lípidos en las chuletas ($P \leq 0,05$).

Los cerdos alimentados con un 10% de glicerol presentaron menores niveles de ácido linoleico que los animales sometidos a otros tratamientos dietéticos ($P < 0,001$). El ácido eicosapentanoico aumentó al incrementar el porcentaje de la complementación con glicerol ($P = 0,02$). Se observó una tendencia al aumento del pH final al incrementar el nivel de glicerol en la dieta ($P = 0,006$). La calidad de la carne y la evaluación sensorial de las chuletas del lomo no se vieron afectadas por la dieta, el sexo o la interacción entre la dieta y el sexo (tabla 2). Tampoco las pérdidas por cocción se vieron afectadas por la complementación con glicerol.

	Dieta ¹			EEM	Sexo		EEM	Valor - P		
	0	5	10		Machos castrados	Nulíparas		Dieta	Sexo	Dieta x Sexo
Nº de lomos	16	16	16		24	24				
Puntuación de los lomos con veta ²	2,0	2,1	2,1	0,1	2,1	2,0	0,1	0,8	0,6	0,6
Pérdida por cocción, %	18,3	17,9	18,6	0,9	18,7	17,9	0,7	0,9	0,5	0,8
Puntuación japonesa del color ³	2,6	2,7	2,8	0,8	2,7	2,7	0,1	0,8	0,8	0,5
Hunter L ^{4,5}	53,4	53,0	53,4	0,9	53,7	52,9	0,8	0,9	0,5	0,4
Minolta L ^{4,5}	55,6	55,3	55,6	0,8	55,8	55,1	0,7	0,9	0,5	0,4
Minolta a ^{4,5}	17,5	17,4	17,4	0,2	17,3	17,6	0,1	0,9	0,2	0,1
Minolta b ^{4,5}	4,9	5,1	4,6	0,4	4,9	4,9	0,3	0,7	0,9	0,1
Fuerza, kg ⁶	2,0	2,1	2,1	0,1	2,1	2,0	0,1	0,8	0,6	0,6
Puntuación de jugosidad ⁷	5,5	5,7	5,5	0,4	5,4	5,7	0,3	0,9	0,5	0,4
Puntuación de ternura ⁸	6,1	6,1	5,9	0,4	5,8	6,3	0,3	0,9	0,2	0,3
Puntuación de masticabilidad ⁹	3,6	3,4	3,3	0,3	3,5	3,3	0,2	0,7	0,4	0,3
Puntuación de sabor a carne de cerdo ⁹	2,2	2,2	2,2	0,1	2,2	2,2	0,1	0,9	0,6	0,1
Fuera de la puntuación del sabor ⁹	3,5	3,4	3,1	0,3	3,2	3,5	0,3	0,7	0,4	0,2

¹Los tratamientos experimentales consistieron en una dieta a base de maíz y soja, a la que se incluyó un 0%, un 5%, y un 10% de glicerol. ²Evaluado a los 12 días postmórtem de acuerdo con Normas de la Comisión Nacional del Cerdo (Berg, 2000). La veta estándar corresponde a un determinado porcentaje lipídico intramuscular. ³Barómetro de color japonés con escala 1-6, 1=muy claro, 6=muy oscuro. ⁴El mayor valor de L* indica el color más claro, el mayor valor de a* indica un color más rojo, y el mayor valor de b* indica un mayor color amarillo. ⁵Con un máximo de media de tres picos de fuerza. ⁶Puntuación en una escala de 1-10. Las menores puntuaciones representan los grados más bajos de las características en cuestión y las mayores puntuaciones representan grados más altos de las características en cuestión.

Ni la dieta ni la interacción entre la dieta y el tiempo ejercieron ningún efecto sobre los metabolitos plasmáticos analizados (tabla 3). Los niveles de la mayoría de los metabolitos plasmáticos analizados difirieron entre las muestras de sangre tomadas previas al transporte y las recogidas en el momento del sangrado ($P < 0,01$), lo que indicó que los cerdos estaban menos tranquilos después del transporte al matadero. El nitrógeno ureico sanguíneo no se vio afectado por el momento de la toma de la muestra o por la dieta, lo que apoya la conclusión de que ni la función renal ni el crecimiento del tejido magro se vieron alterados por la alimentación con hasta un 10% de glicerol. La ausencia de efectos debidos a las dietas experimentales sobre los niveles de glicerol en sangre indicaron que el metabolismo del glicerol alimenticio no se vio afectado a niveles menores o iguales a un 10% de glicerol en la dieta.

Tabla 3. Efectos del glicerol en los metabolitos plasmáticos recogidos en el momento previo al transporte y en el momento del sangrado.

Dieta ²	Previo al transporte ¹			Momento del sangrado			EEM	Valor - P		
	0	5	10	0	5	10		Dieta	Tiempo	Dieta x Tiempo
BUN, mg/dl ³	14,7	14,5	13,6	14,0	14,6	13,8	0,5	0,24	0,67	0,59
Cortisol, µg/dl	6,7	6,6	6,1	15,1	11,8	13,6	1,6	0,56	< 0,01	0,59
Glucosa, mg/dL	101,8	99,0	98,0	138,6	143,4	140,3	4,6	0,91	< 0,01	0,70
Glicerol, µM	0,04	0,04	0,04	417,5	410,3	444,8	34,7	0,87	< 0,01	0,87
Lactato, mM	4,0	4,7	4,1	12,4	12,3	12,2	0,6	0,86	< 0,01	0,83
CPK, U/l ⁴	720,2	683,3	678,0	1844,2	2212,7	1954,8	110,3	0,29	< 0,01	0,19

¹Las muestras de sangre para el análisis se recogieron antes del transporte al matadero y en el momento del sangrado tras el aturdimiento eléctrico. ²Los tratamientos experimentales consistieron en una dieta a base de maíz y soja, a la que se incluyó un 0%, un 5%, y un 10% de glicerol. ³BUN=nitrogeno ureico sanguíneo. ⁴CPK=creatin fosfoquinasa

INTOXICACIÓN POR METANOL

Las técnicas actuales para la obtención del biodiesel utilizan metanol, el cual no se recupera por completo, por lo que se encuentra metanol a niveles muy bajos en el glicerol. Tanto el formaldehído como el formiato son metabolitos intermediarios en el paso del metanol a dióxido de carbono y agua. La transformación del formiato en dióxido de carbono y agua es lenta en algunas especies animales, lo que supone la acumulación del formiato, producto metabólico responsable de los efectos tóxicos del metanol. Las consecuencias clínicas de la intoxicación por metanol son la depresión del sistema nervioso central, vómitos, acidosis metabólica grave, ceguera y enfermedades motoras.

Durante el curso del estudio, ningún cerdo mostró síntomas clínicos de intoxicación por metanol. Los seis animales que se retiraron de la prueba, se eliminaron por problemas respiratorios o por cojeras, sin poderse atribuir la causa a ningún tratamiento dietético. No se observaron lesiones graves en los 87 cerdos de los que se tomaron muestras. Además, la frecuencia de las lesiones histológicas en el riñón, el hígado y el ojo (órganos diana de la toxicidad del metanol), no se vieron afectados por el tratamiento dietético (tabla 4).

Tabla 4. La frecuencia de las lesiones histológicas de los tejidos retirados de cerdos alimentados con glicerol¹.

Lesión, % de tejidos con lesión	Dieta ²			EEM	Valor P
	0	5	10		
Pleomorfismo hepatocelular	93,1	96,6	96,8	4,0	0,75
Hepatitis portal	41,3	34,5	45,1	9,2	0,70
Fibrosis periportal	27,6	17,2	12,9	7,3	0,34
Nefritis intersticial linfoplasmática	41,4	41,4	48,4	9,4	0,82
Hepatitis linfoplasmática	3,4	3,4	3,2	3,4	0,99
Perineuritis linfohistiocítica	0,0	3,4	0,0	2,0	0,36
Lipidosis hepática	3,4	0,0	0,0	2,0	0,35

¹No se observaron graves lesiones en los tejidos recopilados. Las muestras recogidas fueron un ojo, el hígado y un riñón procedentes de 29 cerdos del grupo de la dieta del 0%, otros 29 cerdos del grupo de la dieta del 5% y finalmente 31 cerdos del grupo de la dieta del 10%.

²Los tratamientos experimentales consistieron en una dieta a base de maíz y soja, a la que se incluyó un 0%, un 5%, y un 10% de glicerol.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio demuestran que los cerdos pueden ser alimentados con hasta un 10% de glicerol, sin apenas efectos en la composición de la canal, la calidad de la carne o la aparición de lesiones típicas del metanol en los tejidos analizados (ojo, hígado y riñón). Una alimentación con dicha proporción de glicerol no parece tener ningún efecto sobre el crecimiento del tejido magro ni sobre el balance energético, siempre que las dietas sean iguales en densidad de nutrientes. A pesar de que este estudio no ha sido diseñado para evaluar la toxicidad del metanol en los cerdos, los resultados indican que el rendimiento y la salud de los animales no se ven afectados negativamente por los niveles de metanol en la dieta. Se observaron marcados efectos sobre el pH y el perfil de ácidos grasos, sin embargo, el efecto del glicerol en la calidad de la carne debe estudiarse en más profundidad, mediante trabajos con otra duración y con otros métodos de análisis. El glicerol es una fuente viable de energía que los cerdos utilizan bien. La inclusión de glicerol en las dietas del ganado porcino puede considerarse por su relativa disponibilidad y por el precio de otras fuentes de energía.

AGRADECIMIENTOS

Las empresas e instituciones implicadas fueron: Hatch Act., Estado de Iowa, USDA, Servicio de Integración Agrícola, Centro “Leopold” de agricultura sostenible, DSM.

El autor agradece especialmente al equipo de la granja ISU de estudios nutricionales porcinos por la recopilación de datos, y a la consultora ISU de experimentación agrícola por el apoyo estadístico.
