

I CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN NACIONAL DE VETERINARIOS DE PORCINO

ZARAGOZA DEL 5 AL 6 DE NOVIEMBRE 2008

PONENCIAS

NUTRICIÓN Y CALIDAD DE LA CANAL EN GANADO PORCINO: APUNTES PRÁCTICOS

JUAN CAPDEVILA PEDROSA



NUTRICIÓN Y CALIDAD DE LA CANAL EN GANADO PORCINO: APUNTES PRÁCTICOS

JUAN CAPDEVILA PADROSA

VETERINARIO ESPECIALISTA EN NUTRICIÓN ANIMAL

CAPDE40 @TERRA.ES

INTRODUCCIÓN

La alimentación es considerada casi siempre como determinante de la calidad de canal en porcino; sin embargo es fundamental reconocer que su papel es de mucha menor importancia que la genética y el tratamiento pre y post-sacrificio que sufren los animales. Es frecuente ver que animales adecuadamente alimentados y con un potencial genético excelente no producen canales acorde a los mismos. A la inversa, animales adecuadamente alimentados y tratados en el pre y post sacrificio, producen menos problemas de los que hace pensar su predisposición genética (gen del Halothano). Estas son las razones por las que la investigación nutricional relacionada con estos temas es tan variable, siendo frecuente ver que los resultados conseguidos en un experimento no pueden ser replicados en un segundo. Seguramente debido a las diferencias genéticas y variabilidad de condiciones en el entorno del sacrificio. Posiblemente que la industria de piensos, las compañías de genética y la propia industria cárnica deberían de aunar más sus esfuerzos, única forma de que los resultados sean más uniformes. Esta es la razón por la que hemos escogido temas puntuales que pueda tener algún valor aplicativo, en lugar de una temática general.

CONCEPTO DE CALIDAD

Este concepto ha sido revisado por multitud de autores, a saber: Hofmann et al. en 1987, Russo et al., en 1988, J. Coma et al., en el 2001, Anderson H.J. et al., en el 2005 y Tikk Kaja en el 2007, entre otros. De todos ellos sacamos la conclusión de que la calidad de carne es una propiedad compleja y multivariable, que está influenciada por gran cantidad de factores que interaccionan entre ellos, incluyendo las condiciones de producción. Estas últimas incluyen los sistemas de manejo, raza, genotipo, alimentación, manejo previo al sacrificio, sistema de aturdimiento, forma de sacrificio, condiciones de enfriamiento, refrigeración y almacenamiento. Las características comunmente consideradas como de más interés son: la seguridad, las cuestiones éticas, el valor nutritivo, aroma, textura, capacidad para retener agua (WHC = water holding capacity), color, cantidad de grasa, composición de la grasa, estabilidad oxidativa y uniformidad.

El consumidor se fija sobre todo en:

- 1) Características visibles (apariencia y color)
- 2) Características no visibles (aroma, textura y terneza)

La apariencia es el factor más importante en el que se fija el consumidor en una situación hipotética de compra, intimamente relacionada con el color y frescura de la carne. Sin embargo, todo lo que se refiere a aroma, textura y terneza son resultantes de características antemortem que pueden interaccionar entre sí (edad, raza, sexo, estado nutricional, nivel de estrés, contenido y composición de la grasa, así como el sistema de sacrificio y tratamiento posterior de la canal). En el cuadro siguiente reflejamos, a título de resumen, todos estos conceptos.

Distintos aspectos a considerar en el concepto de calidad de carne porcina:

- 1) Calidad higiénico-sanitaria (salmonella, residuos, pH, etc.).
- 2) Calidad nutricional (grasa, proteína, etc.).
- 3) Aspectos sociales (bienestar animal, medio ambiente, etc.).
- 4) Calidad sensorial (color, sabor, terneza, olor, textura, grado de infiltración grasa)
- 5) Calidad tecnológica (retención de agua, pH, grasa y consistencia de la misma, estabilidad oxidativa y separación de los tejidos).

FORMULACIÓN

Los parámetros que utiliza la Industria de Piensos para la formulación son preferentemente de tipo económico-comercial. La problemática que normalmente se plantea es la de la optimización del coste alimentario sin tener demasiado en cuenta la calidad de la canal. Cuando el sistema productivo es el de una integración, en ocasiones, se tiene en cuenta la genética con la que se maneja. El sistema de alimentación suele ser ad libitum y la presentación en gránulo. Últimamente los programas de formulación suelen complementarse con el uso de modelos de previsión de resultados que dan al nutricionista una poderosa arma para aproximarse a la finalidad perseguida por la Industria. Para el ejemplo que exponemos a continuación hemos utilizado el Modelo Inra Porc. La razón no es otra que cuando hemos hecho aproximaciones prácticas con la suficiente información de granja, los resultados han sido coincidentes (los reales suministrados por la Industria y los previstos por el Modelo). Los programas nutricionales son los que indicamos a continuación:

<i>Intervalo de peso kg</i>	<i>Crecimiento</i>		<i>Engorde</i>	
	<i>18-65</i>		<i>65-105</i>	
	<i>EN/MJ(1)</i>	<i>Lisina(2)</i>	<i>EN/MJ(1)</i>	<i>Lisina(2)</i>
<i>Programa nº 1</i>	<i>11</i>	<i>0,94</i>	<i>10,75</i>	<i>0,786</i>
<i>Programa nº 2</i>	<i>10,75</i>	<i>0,92</i>	<i>10,50</i>	<i>0,768</i>
<i>Programa nº 3</i>	<i>10,50</i>	<i>0,90</i>	<i>10,25</i>	<i>0,750</i>
<i>Programa nº 4</i>	<i>10,25</i>	<i>0,882</i>	<i>10</i>	<i>0,731</i>
<i>Programa nº 5</i>	<i>10</i>	<i>0,860</i>	<i>9,75</i>	<i>0,713</i>
<i>Programa nº 6</i>	<i>9,75</i>	<i>0,840</i>	<i>9,50</i>	<i>0,695</i>
<i>Programa nº 7</i>	<i>9,50</i>	<i>0,820</i>	<i>9,25</i>	<i>0,677</i>

(1) EN Inra; (2) % Digestibilidad Ileal Estandarizada.

Para el resto de aminoácidos hemos utilizado el perfil de proteína ideal siguiente, a saber:

<i>Lisina</i>	<i>100</i>
<i>Metionina + Cistina</i>	<i>60</i>
<i>Treonina</i>	<i>65</i>
<i>Triptófano</i>	<i>18</i>
<i>Isoleucina</i>	<i>55</i>
<i>Valina</i>	<i>65</i>

Los resultados previstos para estos programas de alimentación en condiciones de alimentación ad libitum y dietas granuladas son las siguientes:

Resultados engorde para una misma genética de diferentes programas nutricionales

<i>programa n°</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
<i>precio kg pienso</i>	<i>0,263</i>	<i>0,257</i>	<i>0,251</i>	<i>0,244</i>	<i>0,238</i>	<i>0,233</i>	<i>0,229</i>
<i>coste kg repuesto</i>	<i>0,631</i>	<i>0,629</i>	<i>0,628</i>	<i>0,622</i>	<i>0,621</i>	<i>0,624</i>	<i>0,629</i>
<i>AMDG</i>	<i>720</i>	<i>720</i>	<i>720</i>	<i>720</i>	<i>720</i>	<i>720</i>	<i>720</i>
<i>consumo día kg</i>	<i>1,728</i>	<i>1,764</i>	<i>1,802</i>	<i>1,850</i>	<i>1,879</i>	<i>1,927</i>	<i>1,978</i>
<i>i. conversión</i>	<i>2,400</i>	<i>2,450</i>	<i>2,500</i>	<i>2,550</i>	<i>2,610</i>	<i>2,680</i>	<i>2,750</i>
<i>dep. prot. g/día</i>	<i>109</i>	<i>109</i>	<i>109</i>	<i>109</i>	<i>109</i>	<i>109</i>	<i>109</i>
<i>dep. grasa g/día</i>	<i>201</i>	<i>201</i>	<i>201</i>	<i>201</i>	<i>201</i>	<i>201</i>	<i>201</i>
<i>% magro</i>	<i>61,1</i>	<i>61,1</i>	<i>61,2</i>	<i>61,2</i>	<i>61,2</i>	<i>61,2</i>	<i>61,2</i>
<i>% músculo</i>	<i>52,9</i>	<i>52,9</i>	<i>52,9</i>	<i>52,9</i>	<i>52,9</i>	<i>52,9</i>	<i>52,9</i>

Precios formulación junio del 2008

A la vista de estos resultados se puede de una manera sucinta sacar las siguientes conclusiones:

- 1) La práctica diaria y los sistemas comúnmente utilizado por la Industria de Piensos difícilmente van en camino de influir de una forma importante en la calidad de canal (siempre con una genética conocida).
- 2) En la situación predeterminada del ejemplo, las distintas concentraciones de la dieta tampoco van a influir en la calidad de la canal (grasa y músculo).
- 3) Los costos alimentarios no varían mucho a diferentes concentraciones y para la relación energía aminoácidos expuesta en este ejemplo.
- 4) La mayor fuente de variación son las distintas genéticas, tanto de costos alimentarios como de composición de la canal.

Resultados distintas genéticas y mismo programa nutricional (n° 7)

<i>Genética</i>	<i>Crecimiento elevado</i>	<i>Crecimiento estándar precoz</i>	<i>Crecimiento estándar tardío</i>
<i>crecimiento día en g</i>	<i>720</i>	<i>666</i>	<i>765</i>
<i>consumo día en g</i>	<i>2.022</i>	<i>1.787</i>	<i>2.266</i>
<i>i. conversión</i>	<i>2,81</i>	<i>2,68</i>	<i>2,96</i>
<i>dep. prot. g/día</i>	<i>109</i>	<i>103</i>	<i>113</i>
<i>dep. lipidica g/día</i>	<i>201</i>	<i>172</i>	<i>256</i>
<i>% de magro</i>	<i>61,20</i>	<i>62</i>	<i>59,5</i>
<i>% músculo</i>	<i>52,90</i>	<i>54,50</i>	<i>49,70</i>
<i>precio kg pienso</i>	<i>0,229</i>	<i>0,229</i>	<i>0,229</i>
<i>coste kg repuesto</i>	<i>0,643</i>	<i>0,614</i>	<i>0,678</i>

Precio formulación junio 2008

MAGNESIO

Hasta hace poco los estudios sobre magnesio en nutrición animal estaban solamente relacionados con los rumiantes y concretamente en animales de pastoreo (hipomagnesiemia o tetania de la hierba). Para el ganado porcino es difícil que se produzcan déficits nutricionales ya que el contenido en magnesio de los cereales está por el 0,15% y el de las fuentes proteicas en algo más. Por otra parte recordar que la mayor proporción de magnesio (65%) se encuentra en los huesos junto al calcio y el fósforo. Sin embargo, la mejora de la calidad de carne sigue siendo un gran objetivo de la Industria Porcina en cuyo aspecto últimamente se ha encajado al magnesio mediante tratamientos de pocos días inmediatamente anteriores al sacrificio.

El mecanismo de actuación sería el de reducción del efecto estrés, a través de una reducción del nivel de cortisol y catecolaminas en el plasma. El magnesio es un cofactor esencial en muchos mecanismos metabólicos y enzimáticos, a través de los que reduce la estimulación neuromuscular por antagonismo con el calcio, reduciendo la secreción de acetilcolina a través de los impulsos nerviosos motores. Asimismo también reduce la liberación de las catecolaminas, norepinefrina y epinefrina en las terminaciones nerviosas y glándulas adrenales. Las catecolaminas disminuyen la glicólisis muscular a través de una reducción importante del segundo mensajero 3',5'-cíclico-adenosina-monofosfato (cAMP).

En resumen: los cerdos mejoran su habilidad para defenderse del estrés.

Las conclusiones finales suelen ser las siguientes:

- 1) tener un pH último más bajo,
- 2) mejora del color,
- 3) mejora la capacidad de retención del agua (WHC),
- 4) y reduce el potencial glicolítico.

Estos efectos son siempre más evidentes en animales genéticamente sensibles al estrés. Por el contrario cuando no lo son, a veces, es difícil demostrar este efecto

No es infrecuente encontrar en la bibliografía sobre el tema datos como los que daban en el 1999 D' Souza y Mullan, a saber :

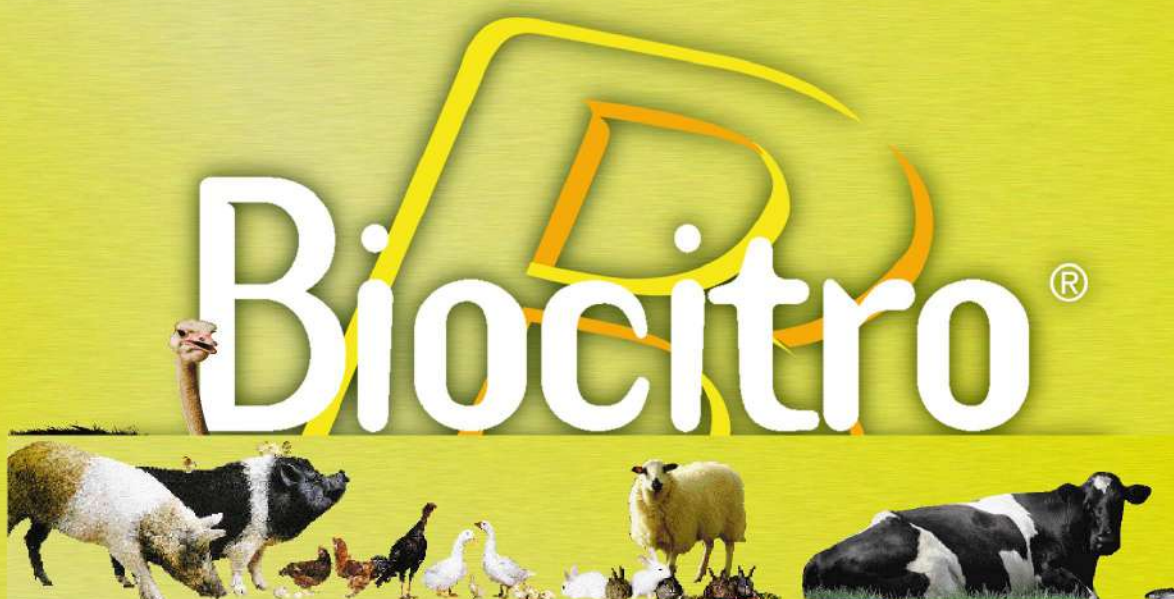
Efecto de la suplementación con magnesio sobre los indicadores de calidad

	Control	Magnesio	Significancia
pH último	5,39	5,90	ns
drip loss(1)	6,50	3,60	ns
superficie de luz L	54,10	52,30	+++++
% de PSE	50	15	++

+++++ P < 0,001; ++ P < 0,05; (1) Pérdidas por goteo.

En el 2007 S.K. Apple realizaba una estupenda revisión sobre el efecto del magnesio sobre la WHC (capacidad de retención de agua) o el DRIP LOSS (pérdidas por goteo), factor que está en el origen de todos los beneficios posibles de este mineral. Esto es lo que intentamos resumir en el cuadro siguiente.

**Mejorando
rendimientos y calidad...**



**... en armonía
con la naturaleza**

Biocitro®: Extracto de cítricos con Vitamina C y Bioflavonoides

Importado y distribuido en exclusiva para la Unión Europea por:



Productos en Beneficio de la Naturaleza, S.L.
www.probenasl.com

P. Industrial «Los Leones», nave 168. 50298 PINSEQUE (Zaragoza) ESPAÑA
Tel.: 976 651 908/910. Fax: 976 651 909

¡ NUEVO !

Evencit[®] Quality



Extracto de cítricos como fuente de antioxidantes naturales:
Vitamina C, Bioflavonoides y Polifenoles

**Mejora la calidad de las producciones
y optimiza la competitividad...
... en armonía con la naturaleza.**

Comercializado en Exclusiva para la U.E. Por:

Productos en Beneficio de la Naturaleza, S.L.

Pol. Ind. Los Leones, nave 168. 50298-PINSEQUE (Zaragoza)

Tf.: 976 651 910 Fax: 976 651 909. www.probenasl.com. probena@probenasl.com



Efecto de la suplementación de magnesio sobre la WHC en canales de porcino

referencia	dosis	fuelle	control	1-2 días	3-4 días	5-7 días
(1)	40 g/día	MgAsp	4,17	-----	-----	3,64
	20 g/día	MgAsp	5,04	-----	-----	5,01
(2)	40 g/día	MgAsp	6,40	-----	-----	3,50
(3)	40 g/día	MgAsp	-----	-----	-----	3,21
	31,6 g/día	MgSO ₄	5,83	-----	-----	2,84
	38,3 g/día	MgCl	-----	-----	-----	3,05
(4)	40 g/día	MgAsp	4,55	-----	-----	3,76
(5)	40 g/día	MgAsp	-----	4,40	-----	4,60
	20 g/día	MgSO ₄	6,2	4,90	-----	4
	15,8 g/día	MgSO ₄	-----	3,80	-----	5
(6)	7,8 g/día	MgSO ₄	5,64	-----	-----	6,20
(7)	383 g/día	MgSO ₄	8,98	7,29	7,89	7,41
(8)	1,63 g/día	MgPro	-----	6,60	-----	-----
	3,2 g/día	Mgprop	7,5	6,9	-----	-----
		MgSO ₄	-----	6	-----	-----
(9)	900 g/día	MgSO ₄	3,29	2,46	3,16	3,55(a)
(10)	3,6 g/día	MgSO ₄	3,23	2,41	-----	----- (a)
(11)	3,6 g/día	MgO	6,23	-----	5,02	-----
(12)	6,8 g/día	MgAce	6,70	-----	-----	-----
(13)	900 mg/día	MgSO ₄	2,42	2,49	-----	-----
Meta-analisis (p=0,012)(c)				5,41(x)	4,16(y)	4,55(y)
SE			+0,512	+0,586	+0,661	+0,51

(a) tratamiento en agua; (1) Schaefer *et al.* en 1993; (2) D'Souza *et al.* 1998; (3) D'Souza *et al.* 1999; (4) Caine *et al.* en 2000; (5) D'Souza en 2000; (6) O'Quinn *et al.* 2000c; (7) Hamilton *et al.* 2002; (8) Hamilton *et al.* 2003; (9) Frederick *et al.* 2004; (10) Swiigert *et al.* 2004; (11) Lahuy *et al.* 2004; (12) Geesing *et al.* 2004; (13) Frederick *et al.* 2006.

MgAsp = Aspartato de magnesio; MgSo₄ = Sulfato de magnesio; MgCl = Cloruro de magnesio; MgO = Oxido de magnesio; MgPro = Proteinato de magnesio; MgProp = Propionato de Magnesio; MgAce = Acetato de Magnesio

Si bien inicialmente la revisión sobre el uso del magnesio en nutrición porcina y el posible efecto sobre la calidad de las canales lo hemos referido a tratamientos cortos, algunos días, y en el periodo de presacrificio también queremos remarcar el uso de este mineral en fase de crecimiento-acabado, reemplazando el maíz por magnesio-mica y para animales entre 24 y 102,3 kg tal como indicaba J.K Apple en el 2000 y según indicamos en el cuadro siguiente: Sería esta una aplicación más a largo plazo y dosis mucho mas altas.

Efecto del magnesio mica sobre resultados en vivo y calidad de canal

Tipo de dieta	estándar	1,25(*)	2,50(*)
Incremento diario peso en g	900,2	908,6	891,5
Consumo diario pienso en g	2.527	2.749	2.580
Índice de conversión	2.807	2.749	2.665
Espesor tocino 10ª costilla	2,19 cm	2,28 cm	1,90 cm
Color escala americana	1,95	2,14	2,23

Las conclusiones sobre el uso del magnesio podrían ser las siguientes:

- (1) Se está de acuerdo en que mejora la respuesta al estrés.
- (2) Produce animales visiblemente más tranquilos tanto en cuanto sean suplementaciones de pocos días o a largo plazo.
- (3) Es muy importante decir que regularmente se demuestra un efecto en mejora de la WHC en tratamientos de pocos días.
- (4) Que este se consigue independientemente del tipo de sal utilizada.
- (5) Que el meta-análisis de la información existente (Apple, 2000) muestra que la suplementación de pocos días efectivamente mejora la WHC ($p=0,002$), reduciendo ($p<0,05$) las pérdidas por goteo en un 23,1%.
- (6) Que todos estos resultados están en dependencia con que la genética este libre o no del factor estrés.

ÁCIDO LINOLEICO CONJUGADO

La impresionante cantidad de información existente sobre el CLA y su uso ya regular en humana, hace que, a pesar de que es difícil vislumbrar a corto plazo utilizarlo en alimentación porcina (precio), revisaremos sus efectos en el engorde del mismo. En humana se le atribuyen los siguientes efectos:

- (1) Mejora la osificación.
- (2) Inhibe la síntesis de grasa.
- (3) Mejora el desarrollo muscular.
- (4) Mejora el estatus inmunitario.
- (5) Reduce el colesterol.
- (6) Mejora la sensibilidad a la insulina.
- (7) Tiene efecto sobre cáncer de próstata y mama.

Este tema ha sido revisado recientemente por Dugan M. et al. en 2004; J. Ruiz y C.J. Lopez Bote en 2005; Wiegand B.R. et al. en 2001; Thiel-Cooper R.L. et al. en 2001 y Corino C. et al. en 2005, donde se puede encontrar una muy completa información sobre el tema.

El CLA es el término genérico que representa una mezcla compleja de isómeros geométricos y de posición del ácido linoleico. Tienen dobles enlaces de configuración cis-trans; trans-cis; trans-trans o cis-cis, que pueden situarse en diferentes posiciones de la cadena carbonada.

La mayor parte de los trabajos realizados lo han sido con mezclas sintéticas que contenían el isómero cis9-trans11 CLA y el trans 10-cis 12 CLA. Menos frecuentes son los productos comerciales con isómeros 8,10 y 11,13. La riqueza de estos productos comerciales en isómeros está entre 65-75%, o quizás, en ocasiones, un poco más. La relación t10,c12 CLA/c9t11 CLA suele ser del 1,04 y en ocasiones mas (1,44).

No es infrecuente cuando revisamos la información sobre CLA encontrar datos como los siguientes :

Efecto del CLA sobre eficacia en cerdos acabado(*)

Tipo de dieta	CLA	A.GIRASOL	% cambio
Ganancia media diaria en kg	1,010	1,010	-----
Consumo diario pienso en kg	2,920	3,080	- 5,19
Índice de conversión	2,890	3,070	- 5,86
% de magro	61,80	60,40	+2,30
% grasa subcutánea	20,60	22,10	- 7,28

O como los que daba Thiel-Cooper R.L. *et al.* en el 2001.

Efecto del CLA sobre resultados productivos de distintos niveles de añadido en cerdos en crecimiento acabado

	%CLA añadido				
	0	0,12	0,25	0,50	1
Crecimiento diario en g	942	930	953	974	1019
Consumo diario en g	2.683	2.538	2.556	2.633	2.634
Índice de conversión	2,848	2,729	2,682	2,703	2,588

Ambos nos llevan de la mano a un revisión más genérica sobre los efecto productivos y calidad de canal en el porcino de engorde:

(1) Sobre parámetros productivos: parece que existe bastante acuerdo en el sentido de que en condiciones de alimentación ad libitum no modifica el crecimiento medio diario, reduce el consumo medio y por tanto mejora el índice conversión. Esta mejora se puede estimar del orden 5-6%. No está clara la relación dosis y tiempo utilizado con la respuesta conseguida. Ostrowska et al. en 1999 a 1,25 g/kg de pienso mejoraba el índice de conversión un 5,5%; Bee et al. en el 2001 y con 20 g/kg de pienso, durante 35 días mejoraba el 4,7 % y Tischendorf et al. en 2002 y en cerdo pesado durante 101 días y con un 0,3 % mejoraba el índice un 12,5%.

(2) Efecto sobre la adiposidad: ésta se reduce entre 10-12% y este efecto se debe sobre todo al isómero t10,c12-CLA, siendo probablemente consecuencia de una reducción de la lipogénesis y de la oxidación de los ácidos grasos. También se produce una disminución en la diferenciación de los adipocitos.

(3) Efecto sobre la composición de la grasa: se produce un aumento importante de los acidos grasos saturados (del orden del 20%) y una reducción de los mono-insaturados (algo menos 15-20%). Corino et al. en el 2005 estimaba un reducción del índice del iodo del 7-9% y en canales pesadas del orden del 14%, siendo por tanto importante la reducción de la problemática debida a las grasas blandas.

(4) Efecto sobre la calidad de carne: no parece que tenga efecto sobre el color de la carne y sobre el pH post-mórtem del longissimus. Tampoco parece que tenga efecto sobre el drip loss o pérdida por goteo. No se modifica de forma importante el contenido en grasa del músculo o en todo

caso aumenta un poco y ello se debería a un ligero aumento de la grasa intramuscular, detalle de importancia para la terneza de la carne (D'Souza y Mullan en 2002). También parece que apenas tiene efecto sobre el TBA, salvo en condiciones de alta dosis de CLA y con tiempo de oxidación muy elevado (Corino en 2003).

Finalmente comentar que teniendo en cuenta la facilidad que tiene el cerdo de acumular cantidades elevadas de CLA en sus tejidos, la carne de porcino puede convertirse en un importante vehículo para ofrecer al consumidor un producto que permita colaborar de forma importante en su salud.

OMEGA-3 Y OMEGA-6

La enorme importancia que se le da a estos ácidos en la mejora del estatus sanitario (Libro Blanco de los Omega-3) en los humanos, hace que dediquemos un aparte en este trabajo a como conseguirlo a través de la carne de porcino.

Los principales efectos en las personas son los siguientes :

- (1) Gran influencia en el desarrollo cerebral neuronal (mejora del ánimo y la concentración).
- (2) Imprescindible en la gestación y lactancia (desarrollo visual durante la gestación y en la primera infancia).
- (3) Mejora de los procesos de piel (eczema y psoriasis).
- (4) Precursores de las prostaglandinas.
- (5) Efecto anti-inflamatorio.
- (6) Favorecen la funcionalidad del sistema nervioso y ayudan fortalecer las defensas.
- (7) Disminuyen el riesgo de enfermedades cardio-vasculares (colesterol, triglicéridos, placa de ateroma, hipertensión y arritmias).

Son ácidos grasos poliinsaturados, con dos o más enlaces dobles, a saber:

- Familia omega 6:

LA = ácido linoleico (C18:2, aceite de soja)

ARA = ácido araquidónico (C20:4, grasa animal y algún aceite pescado)

- Familia omega 3:

ALA = ácido linoleico (C18:3, aceite de linaza, aceite de colza y aceite de soja)

EPA = ácido eicosapentanoico (C20:5, aceites de pescados marinos)

DHA = ácido docosahexanoico (C22:6, aceites de pescados marinos y algas marinas)

Los ácidos de cadena larga como el EPA y DHA pueden ser sintetizados por el cerdo a partir del linoleico sólo de una forma muy limitada. Las enzimas que se encuentran en la ruta metabólica son las mismas que utilizan los ácidos de cadena larga omega-6. Realmente se trata pues de una competición en el uso de las enzimas desaturasa y elongasa, proceso comprobado muchas veces en condiciones prácticas. La mejor estrategia es pues añadirlos directamente al pienso. La cantidad de información sobre estos temas es impresionante de aquí que recomendemos las revisiones realizadas por Vorin V. et al. en 2003; Wilfart A. et al. en el 2004; Mathews K.R. et al. en el 2000; Riley P.A. et al. en el 2000 y Corino C. et al. en el 2007.

Los ácidos omega-3 tienen también influencia sobre la productividad de las cerdas. Reese D.E. en 2004 indicaba que suplementando la dieta de las cerdas con omega-3 se mejoraba entre 0,2 y 0,7 el número de lechones nacido vivos y entre 0,3-1,3 los lechones vivos destetados por camada. La variabilidad de estos resultados está relacionada con la fuente, dosis y tiempo de suministro. También en el 2004 Edwards et al. concluían de forma parecida ya que la suplementación al final de la gestación mejoraba la viabilidad de los lechones. No afectaba al peso del lechón al destete pero sí mejoraba el crecimiento post-destete suplementando DHA durante la lactación

En el 2003 Vorin V. et al. en el engorde de cerdos y en dietas isoenergéticas e isoproteicas comparaba a distintas fuentes de omegas (aceite de soja, aceite de lino y linaza extrusionada). La linaza extrusionada se mostraba como la más efectiva ya que mejoraba el índice de conversión, el crecimiento medio diario, el % de músculo, las pérdidas por goteo y el contenido en lípidos totales del tejido graso subcutáneo. Los contenidos en EPA y DHA en la canal son los que se indican a continuación:

Efecto del tipo de dieta sobre el contenido en ácidos grasos del tejido adiposo (TA) del *Longissimus dorsi*(LD) mg/100 g de tejido

tipo de dieta	Aceite de soja		Linaza extrusionada		Aceite de linaza	
	TA	LD	TA	LD	TA	LD
EPA C20:5	20	3,8	32	7,1	37	6,70
DHA C22:6	23	1,6	28	1,8	23	1,80
Relación om3/om6	5,9	6,5	3,5	5,5	2,9	5,5

En el 2004 Wilfart A. et al. en un estudio parecido comparaban aceite de copra, aceite de girasol, aceite de colza y linaza extrusionada con resultados y conclusiones parecidas, comentando que la mejora del contenido en magro era consecuencia de una disminución de la síntesis grasa (por reducción de la actividad de la enzima acetilcoarboxilasa participante en la síntesis de los ácidos grasos, reduciéndose la cantidad de grasa formada y por tanto se formaría un mayor % de carne magra). Asimismo se reduciría la síntesis de novo de la grasa y el tamaño del glóbulo de grasa, aumentándose la cantidad de grasa intramuscular. Seguramente que habría que aquilatar económicamente reduciendo el periodo de suministro con lo que casi con toda seguridad conseguiríamos los mismos resultados. Este último autor plantea la posibilidad de conseguir genéticamente semillas de oleaginosas (colza) enriquecidas con omega-3.

También decir que no parece que la cocción afecte mucho al contenido de estos ácidos en contenido. En principio no se han detectado efectos perjudiciales sobre la calidad sensorial de productos transformados, aunque sí hay alguna referencia de que hay una cierta disminución de olores anormales y del olor a escatol. En todo caso queda abierta la posibilidad del estudio de nuevas dosis eficaces de antioxidantes o nuevas fuentes de antioxidantes, aparte de los tradicionales de vitamina E y selenio.

Las conclusiones pueden ser las siguientes:

- 1) El uso de grasas enriquecidas en ácidos omega-3 produce un aumento de los denominados como buenos para la especie humana EPA y DHA en la carne de porcino.
- 2) Lo hacen consiguiendo una relación omega6/omega3 próxima a 5, valor recomendado por nutricionistas de humana.
- 3) De las fuentes utilizadas por los distintos investigadores parece que el turtó de linaza y mejor si es extrusionada es el producto más adecuado para conseguir los efectos indicados (aumentar la cantidad pero con la relación adecuada).
- 4) El tiempo de suministro estará entre 60 y 90 días.

ANTIOXIDANTES Y CALIDAD DE CARNE EN PORCINO

El oxígeno es el combustible preciso para el mantenimiento de la viabilidad celular. En este proce-

Heard the news?



Milkiwean

Pensos de lechones especialmente diseñados para nuestros mercados.

- **excelente palatabilidad**
- **lotes uniformes**
- **rendimientos consistentes**
- **óptima salud intestinal**
- **destete sin problemas**



so se generan una serie de moléculas intermedias que se denominan ROS (especies oxigénicas reactivas), que son unos radicales libres RL o especies moleculares activadas con un electrón desapareado con una muy alta e indiscriminada reactividad.

Existen dos tipos de ROS:

- Radicales: ion superóxido (O_2^-), radical hidroxilo (OH), alcoxilo (RO), peroxilo (ROO) y el óxido de nitrógeno (NO)
- No radicales: peróxido de hidrogeno (H_2O_2), oxígeno singulete (O_2) y el peroxinitrito (ONOO).
- Por su origen o procedencia puede ser de tipo endógeno como:
- La cadena respiratoria encargada de reducir el 95% del oxígeno respiratorio a H_2O , siendo la que mediante un sistema enzimático proporciona la principal fuente de energía (ATP) al organismo.
- Las células fagocitarias (neutrófilos, monolitos o macrófagos).
- La auto-oxidación de compuestos de carbono reducido como los aminoácidos, proteínas, lípidos, glúcidos y ácidos nucleicos da lugar a la formación de estos productos
- La actividad catalítica de diversas enzimas del metabolismo intermediario.
- También pueden ser de origen exógeno como:
- Ambientales (luz solar, radiaciones, etc.).
- Farmacológicos (xenobióticos).
- Nutricionales (contaminantes, micotoxinas, mirominerales, etc.).

Los ROS pueden reaccionar con moléculas alejadas de su lugar de producción produciendo alteraciones sobre:

- (1) Lípidos: sobre todo los poliinsaturados de las membranas celulares.
- (2) Proteínas: produciendo su inactivación y desnaturalización, por tanto pérdida de estructura.
- (3) Glúcidos: de los que alteran sus funciones celulares como las que están ligadas a la actividad de las inter-leuquinas, formación de prostaglandinas, hormonas y neurotransmisores.
- (4) Molécula de colesterol: generando hidroperóxidos del mismo implicados en las arterioesclerosis y enfermedades cardiovasculares.
- (5) Sobre ácidos nucleicos: produciendo mutagénesis y carcinogénesis.

Por otra parte todos los organismos que usan el oxígeno para tener energía desencadenan mecanismos de defensa contra la producción de radicales libres, tanto a nivel fisiológico como bioquímico. En el fisiológico lo que ocurre es que el sistema microvascular mantiene los niveles titulares de O_2 siempre a presiones parciales relativamente bajas.

La bioquímica puede ser enzimática, a saber, la SOD (superóxido dismutasa), CAT (catalasa) y GPx (glutación peroxidasa). La primera es la responsable de la reacción de dismutación del O_2^- a H_2O_2 la que en una reacción posterior será catalizada o por la GPx la detoxificará formando H_2O y O_2 .

La CAT eliminaría el H_2O_2 generado en la beta-oxidación de los ácidos grasos. En cambio la GPx degradará el H_2O_2 citoplasmático. Por su parte el sistema no enzimático hace que las células usen una serie de sustancias antioxidantes como la vitamina E y C, los flavonoides, beta-caroteno, selenio, etc.

Podríamos pues definir el estrés oxidativo como la acumulación de ROS que se implican en el desarrollo de la mayoría de las enfermedades, alteraciones crónicas, degenerativas y algunos desórdenes fisiológicos (como es el caso que nos ocupa). La acumulación de los ROS destruyen macromoléculas celulares, así como pérdida de PUFA y antioxidantes endógenos. En este desequilibrio intervienen procesos como la lipoperoxidación de membranas y peroxidación de ácidos

nucleicos en el animal en vivo. Este mismo proceso también puede darse en la maduración de la carne, siendo especialmente evidente en carnes con alto contenido en grasas insaturadas (PUFAS), que por otra parte aportan enormes ventajas para el consumidor. En la actualidad existe consenso en el sentido de que los antioxidantes o mejor una combinación de varios de ellos pueden jugar un importante papel en la prevención o reducción del estrés oxidativo, efecto que se puede lograr mediante una adecuada suplementación del pienso.

Los principales antioxidantes son: la vitamina C y E, bioflavonoides, carotenoides y selenio

La vitamina C es uno de los más potentes antioxidantes naturales en fase acuosa que existen. Actúa a nivel extracelular. Reacciona con el O_2 , H_2O_2 , $ROO\cdot$, $OH\cdot$ y O_2 , oxidándose a dehidroascorbato, que nuevamente es reducido a ácido ascórbico por la acción de la dehidroascorbato reductasa. Tiene importante papel en la reducción de las nitrosaminas. La dosis de uso está por los 250 g/tm de pienso (Maurot et al., 1992) y de 290 y 715 mg diarios horas antes del sacrificio (Kremer et al., 1999).

El término vitamina E es el genérico que indica actividad biológica de tocoferol para tocoferoles y tocotrienoles. Opera a nivel de la membrana celular, en la parte externa de las lipoproteínas actuando por tanto a nivel de membranas. Es el antioxidante natural más activo en fase lipídica (su forma natural es la d-alfa-tocoferol). La que se utiliza en alimentación animal procede en su mayor parte de diferentes formas sintéticas de tocoferoles. La absorción de la vitamina E está ligada a la de las grasas de la dieta, incorporándose a las membranas junto con el colesterol y fosfolípidos. Reacciona con distintos tipos de ROS, siendo una de sus funciones más interesante la inhibición de la peroxidación lipídica, en la que capta al radical peroxilo y da como producto hidroperóxidos y radical tocoferoxilo. Su forma oxidada se reduce nuevamente en presencia de ácido ascórbico, flavonoides o GSH pudiendo de esta manera actuar de nuevo como antioxidante. La información sobre el uso de la vitamina E es realmente muy abundante. Nosotros nos referimos a los estudios de Guo et al. (2006) que mediante suplementación de la dieta a 40, 200 y 400 UI/kg de pienso y durante 3, 6 y 9 semanas concluía con lo siguiente :

- No se afectaban los parámetros productivos.
- Las pérdidas por goteo se reducían a medida que aumentaba la dosis y el tiempo de uso.
- La oxidación lipídica se reducía con el aumento de la dosis y el tiempo.
- Aumenta la fracción de ácidos grasos monoinsaturados e insaturados de la parte neutra de los lípidos del músculo y del tejido adiposo .

Los bioflavonoides son polifenoles naturales presentes en muchas frutas (se conocen hasta 5.000), que tienen una estructura básica de dos anillos heterocíclicos, que da a la misma una gran facilidad para captar radicales libres. Se sitúan en la interfase lípido-agua, razón por la que son los primeros en reaccionar con los ROS. A diferencia de otros antioxidantes pueden actuar:

(1) Inhibiendo las enzimas que generan radicales libres.

(2) Modulando las enzimas que regulan el pH del músculo en condiciones de anaerobiosis (es lo que ocurre en el momento del sacrificio).

Su capacidad antioxidante se debe a que:

(a) Actúan como captadores de RL y en consecuencia dan compuestos más estables.

(b) Estabilizan compuestos obtenidos a partir de RL.

(c) También pueden ser aditivos a la defensa antioxidante endógena.

(d) También poseen capacidad quelante de iones metálicos como el hierro y el cobre.

(d) Pueden reducir la vitamina E y C, ya oxidadas a nivel hepático, con lo que pueden volverse activas para el metabolismo.

Todas estas razones y alguna más confieren a estos productos un poder antioxidante mucho más

elevado que los tradicionalmente usados hasta el presente, pudiéndose resumir en que inhiben la peroxidación lipídica y secuestran los radicales libres (RL). Su sinergia con la vitamina C aumenta de forma importante su biodisponibilidad y sus efectos. Sus acciones fundamentales serían

- (1º) Reducir la oxidación de las grasas.
- (2º) Mejorar la WHC=Capacidad de retención de agua.
- (3º) Mantener o mejorar la pigmentación de la carne.
- (4º) Controlar el valor del pH.

Los carotenoides, conocidos en número de más de 600, son precursores de la vitamina A, siendo el más utilizado en alimentación el beta-caroteno. Basa su efecto antioxidante en su reacción con O₂ y ROO⁻, para destruirse posteriormente. El selenio por su relación con los aminoácidos forma parte de glutatión-peroxidasa (entre otras enzimas), que protege la membrana celular frente a las agresiones de los peróxidos lipídicos generados en la oxidación de los mismos.

CONCLUSIONES FINALES:

- 1ª) A la alimentación se le concede un papel determinante en la calidad de la carne porcino que no coincide con la realidad.
- 2ª) La genética y condiciones de pre y post-sacrificio sí que son determinantes.
- 3ª) Con el uso de del ALC y los omegas 3 y 6 se abren unas nuevas expectativas y oportunidades.
- 4ª) Los antioxidantes están jugando un importante papel en la conservación y mantenimiento de las características cualitativas de la carne en porcino. Los más recientemente llegados bioflavonoides parecen estar llamados a ocupar un importante sitio entre aquéllos.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) AALHUS JENIFER L. ET AL., 2001. ADVANCES IN PORK PRODUCTION. VOLUMEN 12, PP. 145
- 2) ALLISON C.P. ET AL., 2005. J. ANIM. SCI. 83:671-678
- 3) ANDERSON H.J. ET AL., 2005. MEAT SCIENCE 70:543-554
- 4) APPLE J.K. ET AL., 2000. J. ANIM. SCI. 78:2135-2143
- 5) APPLE J.K. ET AL., 2007. J. ANIM. SCI. 85:737-745
- 6) APPLE J.K. ET AL., 2007. MEAT SCIENCE 75:640-647
- 7) BASSAGAANYA J. ET AL., 2001. 79:714-721
- 8) BENZ J.M. ET AL., 2007. KANSAS SWINE DAY PP. 99-104
- 9) BOWKER B.C. ET AL., 2000. J. ANIM. SCI. 79:1-8
- 10) BYREM TODD M. ET AL., 1999. J. ANIM. SCI. 77:166-172
- 11) CARROL J.M. ET AL., 1999. PURDUE SWINE DAY PP. 34-40
- 12) CANNON J.E., 1996. J. ANIM. SCI. 74:98-10
- 13) CAMOES ET AL., 1995. JOURNÉES DE LA RECHERCHE PORCINE 27, PP. 291-296
- 14) COMA ET AL., 1999. XV CURSO DE ESPECIALIZACIÓN FEDNA, PP. 197-222
- 15) COOPER T. ET AL., 2001. J. ANIM. SCI.79(7):1821-1828
- 16) CORINO C ET AL., 2005.JOURNEES DE LA RECHERCHE PORCINE, 37, 119-128
- 17) COURBOULAY ET AL., 1996. JOURNEES DE LA RECHERCHE PORCINE, 28, 157-162
- 18) DEGROOT J,1998 HTTP://WWW.SERVE.COM/BATON ROUGE/N3FAVET.HTM
- 19) DE SOUSA-R.,2003.CIENC.AGROTEC-,LAVRAS-EDIÇÃO
- 20) DIRINCK P. ET AL., 1995. JURNEES DE LA RECHERCHE PORCINE, 27, 323-328
- 21) DON YAN S ET AL., 2004, ARCHIVES ANIMAL NUTRITION. VOL 58 (Nº4) 277-286
- 22) DUGAN M.E.R ET COL., 2001. CAN.J.ANIM.SCI. 81: 505-510

I +D+I: La apuesta de futuro de MAGAPOR

Desde la creación del grupo de empresas MAGAPOR, hace 20 años, la Investigación, innovación y desarrollo de nuevos productos y servicios se ha convertido en uno de los principales objetivos de nuestra empresa. No solo para satisfacer las necesidades de nuestros clientes, sino también para ser partícipes en el crecimiento y desarrollo de nuestro sector.

Para nosotros I+D+I significa mejorar, no conformarse, ir más allá, inquietud, conocimiento y superación. En este empeño trabajan día a día el equipo de profesionales técnicos de la empresa.

Acuerdos de colaboración y proyectos autofinanciados, se han materializado en la introducción de mejoras técnicas y nuevos productos en el mercado, como:



Catéter MAGAPLUS



Equipos preparación de dosis

- **MAGAPLUS:** Sistema de inseminación artificial con catéter simple
- Diseño de un sistema anti-reflujo, **CATETER PROFER** para inseminación artificial
- Equipos automáticos para preparación y para envasado de dosis (sistemas Gesipor)
- Desarrollo y mejora continua de la gama de **DILUYENTES** para semen.



I +D+i Diluyentes

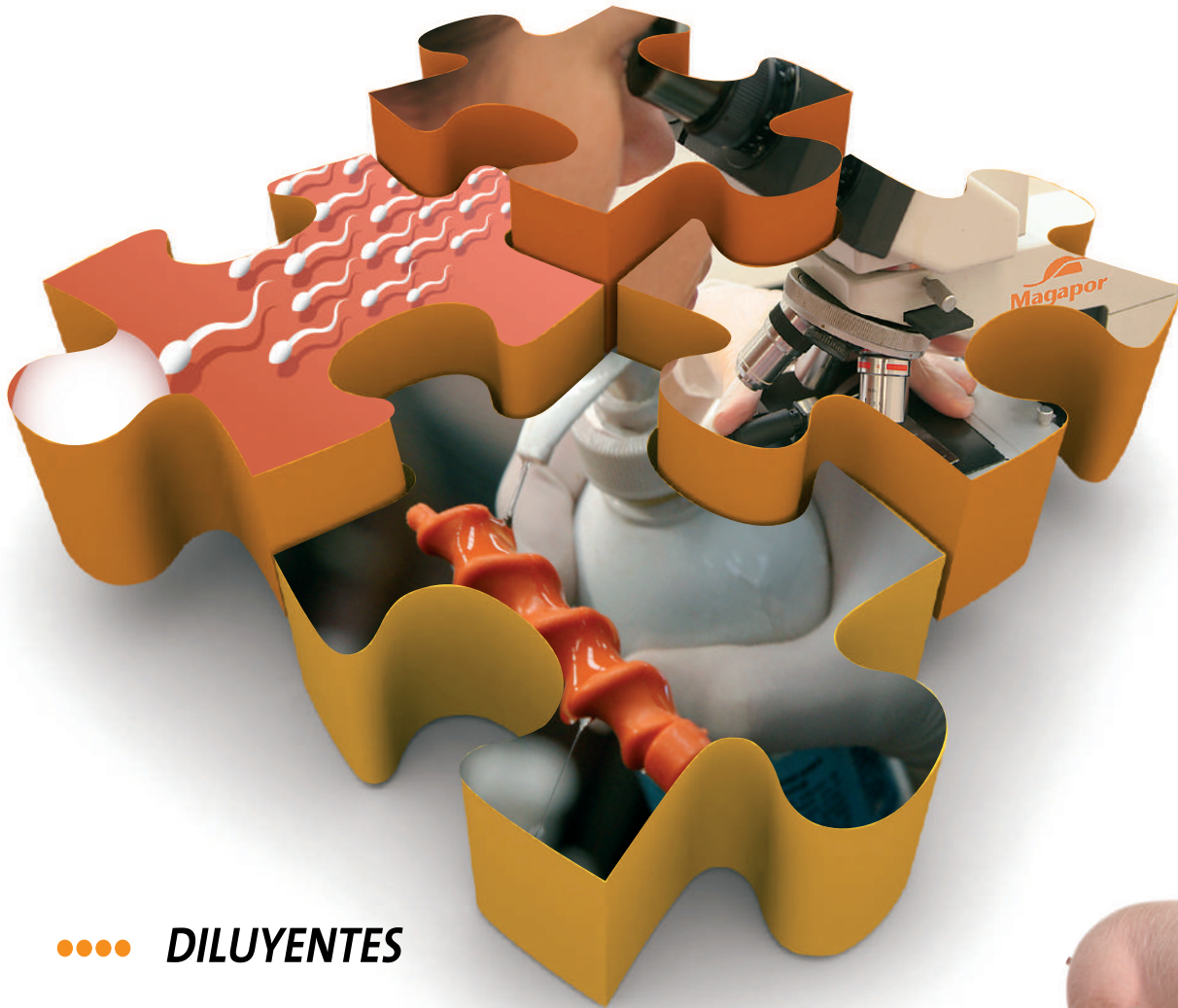
Uno de los objetivos prioritarios de MAGAPOR es la innovación y mejora continua de nuestra gama de diluyentes. En este sentido, nuestro Departamento de biotecnología mantiene una línea constante de investigación y desarrollo de este producto.

Conviene reseñar que los diluyentes que suministramos no contienen proteínas de origen animal (libres de Sero Albúmina Bovina) para prevenir la transmisión de potenciales patógenos.

El último diluyente creado por nuestro departamento de I+D es **DURAGEN**, un producto único en el mercado. Hasta el momento ninguna empresa del sector es capaz de suministrar un diluyente que conserve el semen en las mejores condiciones hasta 12 días después de su extracción.

DURAGEN nace tras cuatro años de experimentación y uno de validación, este diluyente da respuesta a las necesidades más exigentes de conservación.

Ganadores premio PILOT 2008 a la excelencia logística



- **DILUYENTES**
- **CATÉTERES**
- **MATERIALES PARA LA EVALUACIÓN Y EL PROCESADO**
- **TECNOLOGÍA PARA LA INSEMINACION...**



Con nosotros todo encaja

MAGAPOR S.L
Martín Blesa, 37
50600 Ejea de los Caballeros
976 662 914 magapor@magapor.com



- 23) DUGAN M.E.R. ET AL., 2004. ADVANCES IN PORK PRODUCTION, VOL 15, ABSTRACT #
- 24) DUGAN M.E.R. ET AL., 2004. AM J CLIN NUTR ;79(SUPPL) 1212S-6S
- 25) DUGAN M.E.R. ET AL., 2004. ADVANCES IN PORK PRODUCTION. VOL 15, PG. 237
- 26) DUGAN M.E.R. ET AL., 2005.CANADA-ALBERTA HOG INDUSTRY DEVELOPMENT FUND. PORK RESEARCH & DEVELOPMENT REPORT JANUARY 2005. CAHDIF PROPECT-38
- 27) EDWARDS S.A. ET AL., 2004. THE APPLIANCE OF PIG SCIENCE.NOTTINGHAM UNIVERSITY PRESS 2004 P. 182-184
- 28) EGGERT J.M. ET AL., 1998. PURDUE SWINE DAY, 21-25
- 29) ELLIS,M ET AL.,1999,NUTRITIONAL INFLUENCES ON PORK QUALITY,NATIONAL PORK PRODUCERS COUNCIL
- 30) EENGEL J.J ET AL., 2001. J.ANIM.SCI. 79:1491:1501
- 31) FRANK.JAN ET AL., 2006.JOURNAL OF LIPID RESEARCH.VOL 47:2718-2715
- 32) FREDERICK B. E COLL, 2003NC STATE UNIVERSITY EXTENSION SWINE HUSBANDRY,ANNUAL REPORT 2003
- 33) FREDERICK B.R. ET AL., 2006. J.ANIM. SCI. 84 : 1512-1519
- 34) FREDERICK B.R. ET AL., 2006. J.ANIM.SCI. 84 : 185-190
- 35) FULGHUM J.G. ET AL., 1998. IOWA SWINE RESEARCH REPOR ASL-R1617
- 36) GATLINL.A. ET AL. 2002.JOURNAL OF NUTRITION.PP 3105-3112
- 37) GATLIN A ET AL., 2006. J.ANIM.SCI. 84 : 3381-3386
- 38) GATLIN A ET AL., 2002 NC STATE UNIVERSITY, ANNUAL SWINE REPORT
- 39) GEBAUER S.K ET AL., 2006;AM.J.CLIN NUTR;83(SUPPL) :1526S-1535S
- 40) GUILLEVIC M. ET AL., 2007. JOURNEES RECHERCHE PORCINE. 39 : 223-230
- 41) GOODBAND B. ET AL., 2006. LONDON SWINE CONFERENCE
- 42) GUO, B.T.ET AL., 2006. J.ANIM.SCI. 84 : 3071-3078
- 43) GUO. B.T. ET AL., 2006. J.ANIM.SCI. 84 : 3089-3099
- 44) HAAK. L ET AL., 2008. J.ANIM.SCI.86:1418-1425
- 45) HAMILTON,D.N., ET AL., 2002. J.ANM.SCI. 80 :1586-1592
- 46) HAMILTON. D.N., ET AL., 2002. ILLINOIS PORK NET ;PAPERS
- 47) HARGRAVE K. ET AL., 2002. NEBRASKA SWINE REPORT. PAG 32-34
- 48) HASTY J.L. ET AL., 2002. J.ANIM.SCI. 80 : 3230-3237
- 49) HEKART, J.M. ET COL., 2000. PURDUE SWINE DAY. 54-59
- 50) HEYER A. ET AL., 2007. J.ANIM.SCI. 85 :769-77
- 51) HOUSE D.JAMES, 2007, [HTTP://GOV.MB.CA/AGRICULTURE/LIVESTOCK/PORK/SWINE/BAB11S13.HTML](http://gov.mb.ca/agriculture/livestock/pork/swine/bab11s13.html)
- 52) HOFMANN ET AL.,1987,FLEISCHWIRTSCHAFT.,67:44-49
- 53) HUMPHREYS,J.,2007.,TESIS DOCTORAL.UNIVERSIDAD DE MISSOURI(COLUMBIA)
- 54) KAJA, T.,2007,INFLUENCE OF FEEDING AND AGING ON PORK QUALITY.DOCTORAL THESIS.SWEDISH UNIVERSITY OF AGRICULTURAL SCIENCE.UPPSALA
- 55) KIES A.1991.,JOURNEES RECHERCHE PORCINE,23:349-356
- 56) KOUBA M ET AL., 2003. J.ANIM.SCI. 81:1967:1979
- 57) KOUBA M ET AL., 1998, JOURNEES RECHERCHE PORCINE, 30, 297-301
- 58) KREMER B.T ET AL., 1998,IOWA SWINE RESEARCH REPORT ASL-162
- 59) KREMER B.T ET AL., 1999. J.ANIM SCI : 77(SUPPL,1) :47
- 60) KUN. GERDA. 2004, ARCHIVES OF ANUMLA NUTRITION, VOL 58, N° 4, 265-276
- 61) LARSEN.S.T ET AL., 1998,IOWA SWINE RESEARCH REPORT ASL-R1618
- 62) LARSEN. S.T ET AL., 1998,IOWA SWINE RESEARCH REPORT ASL-R1619
- 63) LARSEN S.T ET AL., 2000,IOWA SWINE RESEARCH REPORT ASL-R697
- 64) LATOUR M.A. ET AL., 2003.PURDUE SWINE RESEARCH REPORT
- 65) LAWRENS T.E. ET AL., 2001. KANSAS SWINE DAY 131-134
- 66) LEAFLET A.S ET AL., 2008, IOWA STATE UNIVERSITY ANIMAL INDUSTRY ON FRESH PORK QUALITY. R2260
- 67) LEAFLET A.S. ET AL., 2008, IOWA STATE UNIVERSITY ANIMAL INDUSTRY ON FRESH PORK QUALITY. R2257

- 68) LEBRET B ET AL., 1996. JOURNEES DE LA RECHERCHE PORCINE. 28,137-156
- 69) LESKANICH C.O ET AL., 1997.J.ANIM.SCI 75:673-683
- 70) LINDEMANN M.D.1999.JOURNAL OF TRACE ELEMENTS IN EXPERIMENTAL MEDICINE. VOL 12, ISSUE 2 :PP 149-161
- 71) LONERGAN S.M ET AL., 2007.J.ANIM.SCI.85:1074-1079.54
- 72) LOPEZ BOTE C. 2003.,VIV EUROPA 2003.UTRECH(HOLANDA) JORNADA TECNICA SOBRE ANTIOXIDANTES BIOMOLECULARES.
- 73) LUTZ.T.L ET AL., 1997.,ISU SWINE RESEARCH REPORT ASL-1478
- 74) MAGRAS.C. ET AL.. 2000.,JOURNEES RECHERCHE PORCINE 32:351-356
- 75) MARCHELLO M.J ET AL. 1983.JOURNAL OF FOOD SCIENCE. VOL 48 (4), 1331-1334
- 76) MARTIN D ET AL., 2007.J.AGRIC.FOOD CHEM, 55 (26), 10820-10826
- 77) MATTHEWS K.R ET AL. 2000., BRITISH JOURNAL OF NUTRITION, 83, 637-643
- 78) MEISINGER., D.2002.,NATIONAL PORK BOARD. A SYSTEM FOR ASSURING PORK QUALITY
- 79) MERSMANN H.J ET AL., 2002.J.ANIM.SCI. 80:E126-E134
- 80) MINER. J ET AL., 2001.NEBRASKA SWINE REPORT P27-28
- 81) MITCHEL. ALVA.D ET AL., 2005.ANIM.RES.54:395-411
- 82) MOORGAN MORROW. W.E ET AL. 1999.,PROCEEDINGS OF THE NORTH CAROLINA HEALTHY HOGS SEMINAR. SWINE VETERINARY GROUP
- 83) MOUROT. J.,2001.INRA PRODUCTION ANIMAL,14.355-363
- 84) MOUROT. J ET AL., 1991.JOURNEES RECHERCHE PORCINE, 23:357-364
- 85) MOUROT J ET AL., 1992. ASCORBIC ACID IN DOMESTIC ANIMALS(EDS.WENK.FENS,VOLKER). BASILEA.SUIZA
- 86) MULLAN B., 2007.PIG PROGRESS. VOLUMEN 23, N° 2, 30-31
- 87) MURPHY.J., 2000.
[HTTP://WWW.OMAFRA.GOV.ON.CA/ENGLISH/LIVESTOCK/SWINE/FACTS/INF_N CONJUGATED.HTM](http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/swine/facts/inf_n_conjugated.htm)
- 88) OSTROWSKA. E., 2003. BRITISH JOURNAL OF NUTRITION., 90(5) 915-928
- 89) OSTROWSKA. E.,1999. THE JOURNAL OF NUTRITION 2037-204
- 90) O'QUINN P.R ET COL., 1998. KANSAS SWINE DAY 157-165
- 91) O'QUINN P.R ET AL., 2000. J.ANIM.SCI. 78 : 2359-2368
- 92) PARRISH F.C ET AL., 1997. IOWA SWINE RESEARCH REPORT.ASL-1528
- 93) PARRISH F.C., 1999,RESEARCH REPORT. PORK QUALITY. PORK CHECKOFF- NATIONAL PORK BOARD. NPC # 98-136
- 94) PAYNE R.L ET COL., 2000. J.ANIM.SCI 79:1230-1238
- 95) PEETERS E ET AL., 2006.J.ANIM.SCI. 84(7) :1827:1838
- 96) PION S.J ET AL.,2002,
[HTTP://MARK.ASCI.NCSU.EDU/SWINEREPORT/2002/PION.HTM](http://mark.asci.ncsu.edu/swinereport/2002/pion.htm)
- 97) PETTIGREW J.E ET AL., 2001.J.ANIM.SCI.79(E.SUPPL.):E316-E342
- 98) RADCLIFFE.J.S ET AL., 2003.PURDUE SWINE RESEARCH REPORT.108-114
- 99) RAINES C.R ET AL. 2004.KANSAS SWINE DAY. 182-186
- 100) RAMSAY T.G ET AL., 2001.J.ANIM.SCI. 79:2152-2161
- 101) REAL D.E ET AL. 2000.KANSAS SWINE DAY.92-97
- 102) REAL D.E ET AL., 2002.J.ANIM.SCI. 80:3203-321
- 103) REESE D.E, 2004.,NEBRASKA SWINE REPORT
- 104) RINCKER P.J. ET AL. 2008.J.ANIM.SCI.86:730-737
- 105) ROJAS M.C ET AL. 2007.J.FOOD.SCI.72(4) :S:282-S286
- 106) ROSENVOLD K ET AL., 2001. J.ANIM.SCI. J.ANIM.SCI. 79:382-391
- 107) ROSSI R ET AL., 2005. ITAL.J.ANIM.SCI. VOL 4 -(SUPPL.2) 464-466
- 108) RUIZJORGE Y C. LOPEZ BOTE.,2005.XX1 CURSO ESPECIALIZACION FEDNA. 53-80
- 109) RUIZ J ET AL., 2005. AV.TECNOL.PORC, 2(2) :4-21