

RESPUESTA AL ABUSO DE DL-METIONINA EN LA FORMULACION  
DE RACIONES PARA CERDOS EN FINALIZACION

Ana Patricia Díaz Bustamante\*, Jorge Cervantes López y J.A. Cuarón  
CNID - FyMA, INIFAP. Apdo. postal 29-A, Querétaro, Gro. 76020  
Trabajo financiado en parte por el PAIEPEME, A.C.

**INTRODUCCION.** El principio de eficiencia inducido por el uso de los amino ácidos sintéticos se deriva de varios factores asociados: la posibilidad de mejorar la calidad de la proteína aportada; la racionalización en el uso de ingredientes; las opciones de formulación al ampliar las posibilidades de complementación entre ingredientes y; finalmente, la inducción de una mejor producción animal por el aporte exacto de los requerimientos, que en el caso de los amino ácidos incide además en la inducción de la deposición de tejido magro. La inclusión de amino ácidos cristalinos en una dieta esta dictada por el perfil dado por la dieta misma, en la posibilidad de satisfacción de los requerimientos del animal y por el costo relativo del amino ácido. En nuestro medio hay una buena oferta (en precio y cantidad) de los amino ácidos lisina y metionina y su uso se ha generalizado. En el caso de lisina, como primer amino ácido limitante para cerdos, normalmente los niveles de inclusión son para prevenir deficiencias y se llega a incluir en niveles altos para inducir además la deposición de tejido magro. Con metionina, en cerdos, el cuadro es otro; con la mayoría de las dietas convencionales, el amino ácido (o la suma de los azufrados) es quizá el tercero o cuarto limitante, por lo que, para la obtención de una respuesta positiva a su adición habrá que tener satisfechas las necesidades de los primeros limitantes (típicamente lisina y treonina).

A pesar de lo anterior, cuando el precio de la DL-metionina es relativamente bajo, en algunas formulaciones se incluye como un "factor de seguridad", siendo el origen de esta práctica: la muy limitada capacidad de análisis de amino ácidos y la incertidumbre analítica en la determinación de este amino ácido, así como la evidente necesidad de su adición en la formulación de dietas para aves. Sin embargo, en cerdos, de no haber necesidad de suplementación con el amino ácido, su adición en la dieta puede incurrir en excesos, originando con esto imbalances que demeriten la calidad de la proteína alimentada. De mayor consecuencia sería que el exceso, como en aves, antagonizara con treonina (Davis y Austic, 1982) o más aún, que resultara en toxicidad (Katz y Baker, 1975).

La frecuencia con que se abusa de la adición de metionina en dietas para cerdos originó la realización de estos trabajos, cuyo objetivo fue el de evaluar la conveniencia de la adición de metionina en dietas para cerdos, poniendo especial énfasis en su posible interacción con treonina.

**MATERIAL Y METODOS.** Se usaron 24 cerdos machos castrados con un peso inicial promedio de  $50.9 \pm 4.8$  kg asignándose a los tratamientos bajo un diseño de bloques al azar (siendo el criterio de bloqueo el tiempo de entrada de los animales al experimento), la unidad experimental fué el animal teniendo un total de 3 tratamientos y 8 repeticiones por tratamiento. Las dietas experimentales se formularon para satisfacer las recomendaciones del NRC (1988) para proteína, lisina, treonina, energía, calcio y fósforo. Los niveles de metionina se fijaron para la primera dieta en 0.40% incluyendo DL-metionina en cantidades suficientes para alcanzar 0.60 y 0.80% en la segunda y tercera dietas respectivamente. Los animales estuvieron alojados inicialmente en jaulas individuales por un período de 15 días para adaptarlos al confinamiento, horario de alimentación y tipo de dieta, en estas jaulas se midió el consumo voluntario de alimento para así obtener el consumo promedio mínimo, que fué la cantidad de alimento que se les proporcionó en dos comidas diarias (09:00 y 17:00 h, con acceso al alimento por 1 h) durante el periodo de colección. Posteriormente los animales se alojaron en jaulas metabólicas para estudiar el balance de nitrógeno, durante un periodo compuesto de cuatro días de adaptación a jaulas y cuatro días de colección; la colección de las heces fue total delimitando el período con el uso de un indicador en el alimento (1% de óxido férrico). La colección de orina fue en periodos de 24 horas en recipientes acidificados con 40 ml de HCl 6N, se midió el volumen excretado y se tomó una alícuota del 10% del volumen para su posterior análisis de nitrógeno, como se hizo con las heces (Tejada de Hernández, 1983). El alimento se muestreo regularmente y también se le determinó el contenido de nitrógeno.

A 12 animales al final del período de colección se les mantuvo un día más para obtener 10 ml de sangre por punción de la vena cava anterior a las 06:00 y 12:00 h posprandium con la finalidad de obtener el suero y medir la concentración de nitrógeno de urea.

Las variables de respuesta analizadas fueron las del balance de nitrógeno y la concentración del nitrógeno de urea en suero, como sensibles indicadores de la respuesta del metabolismo animal a la calidad de la proteína aportada por la dieta.

**RESULTADOS Y DISCUSION.** El Cuadro 1., presenta los resultados del análisis del balance de nitrógeno. No se encontraron diferencias ( $P > 0.10$ ) en ninguno de los criterios evaluados, aún cuando se note un cierto decremento en el nitrógeno retenido (g/día y como porcentaje del N consumido y del digerido) conforme se aumentó el nivel de inclusión de DL-metionina, lo que podría sugerir que el requerimiento de este amino ácido estuvo satisfecho desde el nivel inicial y que los excesos fueron efectivamente catabolizados para ser excretados por vía urinaria.

El cuadro 2, se muestran los valores encontrados en la concentración de nitrógeno de urea, en donde no hubo efecto ( $P > 0.10$ ) del nivel de amino ácidos azufrados en la dieta.

CUADRO 1. BALANCE DE NITROGENO EN CERDOS ALIMENTADOS  
CON DIETAS ALTAS EN DL- METIONINA. a)

CRITERIO	METIONINA + CISTINA, %			EEM b)
	0.40	0.60	0.80	
Peso inicial,kg	51.06	50.66	51.13	0.8756
N consumido, g/día	47.23	48.65	47.75	1.5316
N en heces, g/día	12.84	13.92	13.10	0.8195
N urinario, g/día	15.63	16.47	16.74	0.9197
N retenido, g/día	18.76	18.26	17.92	1.1868
Como % del consumido	39.80	38.12	37.65	2.2292
Como % del digerido	54.74	52.80	51.73	2.7550

a) promedio de 8 animales por tratamiento.

b) Error estándar de la media.

No se encontraron diferencias (P > 0.10)

Recientemente se sugirió (Chung et al., 1989) que la demanda de metionina de cerdos en finalización podría ser mayor al 0.34 % (Met+Cys) que sugiere el NRC (1988). En este trabajo y en anteriores (Díaz et al., 1990a, 1990b), se usaron concentraciones de Metionina (o de Met+Cys) similares a las usadas por los autores citados y en ningún caso se observó respuesta a la adición de amino ácidos azufrados cuando su concentración fué igual o superior al 56.7 % de la de lisina o al 75 a 85 % de la de treonina, por lo que la proporción ideal de estos 3 amino ácidos en dietas basadas en sorgo parece ser 100 de lisina : 67-70 de treonina : 56.7 de metionina+cistina.

Con lo anterior, se corroboran los resultados de trabajos previos (Díaz et al., 1990a, 1990b), en los que excesos de DL-metionina no afectaron la respuesta productiva, ni la composición de la canal, por lo que resulta infructuoso exceder las recomendaciones del NRC (1988) para este aminoácido y mas aún, excesos de metionina resultarán en el encarecimiento innecesario de la dieta.

Los resultados de este trabajo y los previos (Díaz et al., 1990a, 1990b) sugieren que la interacción Metionina - Treonina, si existe en cerdos, no es de consecuencias severas cuando el exceso de amino ácidos azufrados es tan alto como un 235 %. Sin embargo, es recomendable que antes de proceder a la adición de un amino ácido, para el que no hay evidencia objetiva de deficiencia, se consideren las consecuencias y trascendencia que pueda tener sobre la calidad de la proteína en la dieta, considerandolo entonces como uno de los factores involucrados en la eficiencia.

**MATERIAL Y METODOS.** Se usaron 24 cerdos machos castrados con un peso inicial promedio de  $50.9 \pm 4.8$  kg asignándose a los tratamientos bajo un diseño de bloques al azar (siendo el criterio de bloqueo el tiempo de entrada de los animales al experimento), la unidad experimental fué el animal teniendo un total de 3 tratamientos y 8 repeticiones por tratamiento. Las dietas experimentales se formularon para satisfacer las recomendaciones del NRC (1988) para proteína, lisina, treonina, energía, calcio y fósforo. Los niveles de metionina se fijaron para la primera dieta en 0.40% incluyendo DL-metionina en cantidades suficientes para alcanzar 0.60 y 0.80% en la segunda y tercera dietas respectivamente. Los animales estuvieron alojados inicialmente en jaulas individuales por un período de 15 días para adaptarlos al confinamiento, horario de alimentación y tipo de dieta, en estas jaulas se midió el consumo voluntario de alimento para así obtener el consumo promedio mínimo, que fué la cantidad de alimento que se les proporcionó en dos comidas diarias (09:00 y 17:00 h, con acceso al alimento por 1 h) durante el periodo de colección. Posteriormente los animales se alojaron en jaulas metabólicas para estudiar el balance de nitrógeno, durante un periodo compuesto de cuatro días de adaptación a jaulas y cuatro días de colección; la colección de las heces fue total delimitando el período con el uso de un indicador en el alimento (1% de óxido férrico). La colección de orina fue en periodos de 24 horas en recipientes acidificados con 40 ml de HCl 6N, se midió el volumen excretado y se tomó una alícuota del 10% del volumen para su posterior análisis de nitrógeno, como se hizo con las heces (Tejada de Hernández, 1983). El alimento se muestreo regularmente y también se le determinó el contenido de nitrógeno.

A 12 animales al final del período de colección se les mantuvo un día más para obtener 10 ml de sangre por punción de la vena cava anterior a las 06:00 y 12:00 h posprandium con la finalidad de obtener el suero y medir la concentración de nitrógeno de urea.

Las variables de respuesta analizadas fueron las del balance de nitrógeno y la concentración del nitrógeno de urea en suero, como sensibles indicadores de la respuesta del metabolismo animal a la calidad de la proteína aportada por la dieta.

**RESULTADOS Y DISCUSION.** El Cuadro 1., presenta los resultados del análisis del balance de nitrógeno. No se encontraron diferencias ( $P > 0.10$ ) en ninguno de los criterios evaluados, aún cuando se note un cierto decremento en el nitrógeno retenido (g/día y como porcentaje del N consumido y del digerido) conforme se aumentó el nivel de inclusión de DL-metionina, lo que podría sugerir que el requerimiento de este amino ácido estuvo satisfecho desde el nivel inicial y que los excesos fueron efectivamente catabolizados para ser excretados por vía urinaria.

El cuadro 2, se muestran los valores encontrados en la concentración de nitrógeno de urea, en donde no hubo efecto ( $P > 0.10$ ) del nivel de amino ácidos azufrados en la dieta.

CUADRO 1. BALANCE DE NITROGENO EN CERDOS ALIMENTADOS  
CON DIETAS ALTAS EN DL- METIONINA. a)

CRITERIO	METIONINA + CISTINA, %			EEM b)
	0.40	0.60	0.80	
Peso inicial,kg	51.06	50.66	51.13	0.8756
N consumido, g/día	47.23	48.65	47.75	1.5316
N en heces, g/día	12.84	13.92	13.10	0.8195
N urinario, g/día	15.63	16.47	16.74	0.9197
N retenido, g/día	18.76	18.26	17.92	1.1868
Como % del consumido	39.80	38.12	37.65	2.2292
Como % del digerido	54.74	52.80	51.73	2.7550

a) promedio de 8 animales por tratamiento.

b) Error estándar de la media.

No se encontraron diferencias (P > 0.10)

Recientemente se sugirió (Chung et al., 1989) que la demanda de metionina de cerdos en finalización podría ser mayor al 0.34 % (Met+Cys) que sugiere el NRC (1988). En este trabajo y en anteriores (Díaz et al., 1990a, 1990b), se usaron concentraciones de Metionina (o de Met+Cys) similares a las usadas por los autores citados y en ningún caso se observó respuesta a la adición de amino ácidos azufrados cuando su concentración fue igual o superior al 56.7 % de la de lisina o al 75 a 85 % de la de treonina, por lo que la proporción ideal de estos 3 amino ácidos en dietas basadas en sorgo parece ser 100 de lisina : 67-70 de treonina : 56.7 de metionina+cistina.

Con lo anterior, se corroboran los resultados de trabajos previos (Díaz et al., 1990a, 1990b), en los que excesos de DL-metionina no afectaron la respuesta productiva, ni la composición de la canal, por lo que resulta infructuoso exceder las recomendaciones del NRC (1988) para este aminoácido y mas aún, excesos de metionina resultarán en el encarecimiento innecesario de la dieta.

Los resultados de este trabajo y los previos (Díaz et al., 1990a, 1990b) sugieren que la interacción Metionina - Treonina, si existe en cerdos, no es de consecuencias severas cuando el exceso de amino ácidos azufrados es tan alto como un 235 %. Sin embargo, es recomendable que antes de proceder a la adición de un amino ácido, para el que no hay evidencia objetiva de deficiencia, se consideren las consecuencias y trascendencia que pueda tener sobre la calidad de la proteína en la dieta, considerandolo entonces como uno de los factores involucrados en la eficiencia.

CUADRO 2. EFECTO DE NIVELES ALTOS DE DL-METIONINA SOBRE LA CONCENTRACION DE NITROGENO DE UREA EN SUERO. a)

CRITERIO	METIONINA + CISTINA, %			$\bar{X}$	EEM b)
	0.40	0.60	0.80		
UREA 6 h, mg/dl	27.76	27.50	28.41	27.89	2.20
UREA 12 h, mg/dl	25.37	26.12	26.89	26.13	2.20
$\bar{X}$ UREA, mg/dl	26.57	26.81	27.65	27.01	1.56

a) Promedio de 4 animales por tratamiento

b) Error estándar de la media

No se encontraron diferencias ( $P > 0.10$ )

#### LITERATURA CITADA.

✓ Chung, T.K., O.A. Izquierdo, K. Hashimoto y D.H. Baker. 1989. Methionine requirement of the finishing pig. J. Anim. Sci. 63:2677

✓ Davis, A.T. y R.E. Austic. 1982. Threonine degrading enzymes in the chicken. Poult. Sci. 61:2107.

✓ Díaz B., A.P., J. Cervantes L. y J.A. Cuarón I. 1990. Efecto de excesos de metionina en la dieta de cerdos en finalización sobre la respuesta productiva y la composición de la canal. Memorias de la R. de Invest. Pec. en Mex., Villahermosa, Tab. p.335-337.

✓ Díaz B., A.P., Fernández, T.S. y J.A. Cuarón I. 1990. Treonina y Metionina en la dieta de cerdos en finalización. Memorias de la R. de Invest. Pec. en Mex., Villahermosa, Tab. p. 338-340.

✓ Katz, R.S. y D.H. Baker. 1975. Toxicity of various organic sulfur compounds for chicks fed crystalline amino acid diets containing threonine and glycine at their minimal dietary requirement for maximal growth. J. Anim. Sci. 41:1355.

✓ Tejada de Hernández, I. 1983. Manual de Laboratorio para análisis de los ingredientes utilizados en la alimentación animal. PAIEPEME INIP México, D.F.

## RESPUESTA A LA RESTRICCIÓN ALIMENTICIA DURANTE LA ETAPA DE DESARROLLO

Enzo Millán Cortés. Pablo A. Velázquez Madrazo.

I.N.I.F.A.P. S.A.R.H. C.I.F.A.P. Yucatán

### INTRODUCCION:

Considerando que el 75% de los costos de producción del cerdo corresponden a la alimentación, las estrategias de alimentación tendientes a hacer más eficiente el uso del alimento son atractivas y de gran interés para los productores. Entre estas prácticas encontramos la restricción alimenticia, que busca inducir en el cerdo el fenómeno de crecimiento compensatorio.

Se ha hablado de respuesta compensatoria a la restricción alimenticia en cerdos por periodos no mayores de 4 semanas en cuanto a cantidad de alimento (Prince et. al., 1983); o en cuanto a calidad, ofreciendo un alimento más pobre en proteína (Zimmerman y Khajarena, 1973), ya que durante los periodos de restricción los animales no crecían de la misma manera que los testigos, pero en el periodo total (restricción más alimentación a libertad) no se encontraron diferencias en cuanto a crecimiento, pero sí se encontraron para conversión alimenticia.

### OBJETIVOS:

Evaluar el efecto de la restricción alimenticia sobre G.D.P.; edad al sacrificio; consumo de alimento; y eficiencia alimenticia.

### MATERIAL Y METODOS:

El trabajo se llevó a cabo en la granja del Campo Experimental Tizimín (I.N.I.F.A.P. S.A.R.H.), localizada en el Oriente del estado de Yucatán, con clima tropical subhúmedo  $AW_0$  (García, 1973). Los animales consumieron una dieta convencional sorgo-soya que cubrió los requerimientos para la etapa según el NRC (1988). Se utilizaron 20 cerdos machos castrados con un peso inicial promedio de 34.6 Kg bajo un diseño completamente al azar con una vía de clasificación con cinco tratamientos, mismos que se describen a continuación:

T1	Testigo
T2	Restricción del 10% durante 15 días
T3	Restricción del 10% durante 30 días
T4	Restricción del 20% durante 15 días
T5	Restricción del 20% durante 30 días

Los datos fueron sometidos a un análisis de covarianza (Snedecor y Cochran, 1980), en donde el efecto principal fue el tratamiento y la covariable fue el peso inicial.

### RESULTADOS Y DISCUSION:

Los pesos al final del periodo de restricción se presentan en el cuadro 1. En general, los mejores pesos fueron para los animales del

grupo testigo. Sin embargo, los animales del T4 fueron similares testigo a pesar de la restricción.

CUADRO 1  
EFECTO DE LA RESTRICCIÓN ALIMENTICIA SOBRE EL PESO (Kg) DE LOS ANIMALES DURANTE Y AL FINAL DE LA RESTRICCIÓN

TRATAMIENTO	PESO 15 DIAS DESPUES INICIO	PESO 30 DIAS DESPUES INICIO
T1	48.697 <sup>a</sup>	65.279 <sup>a</sup>
T2	46.659 <sup>b</sup>	59.887 <sup>b</sup>
T3		59.774 <sup>b</sup>
T4	47.544 <sup>ab</sup>	63.326 <sup>a</sup>
T5		58.749 <sup>b</sup>

Medias Mínimo-Cuadráticas

a,b Literales distintas en la misma columna indican diferencias (P<0.05)

Los consumos de alimento durante la restricción y durante el período experimental se presentan en el cuadro 2. Durante el período de restricción los animales del lote testigo consumieron más alimento que los experimentales dado que la restricción fue controlada, sin embargo, al terminar el período de restricción los animales restringidos consumieron más alimento, de manera que no se encontraron diferencias significativas a partir del día 31 y en el consumo total de alimento.

CUADRO 2  
EFECTO DEL NIVEL Y DURACION DE LA RESTRICCIÓN SOBRE EL CONSUMO DE ALIMENTO (Kg) DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL

TRATAMIENTO	PRIMEROS 15 DIAS	DEL DIA 16 AL 30	DEL DIA 31 AL 45	T O T A L
T1	55.423 <sup>a</sup>	60.535 <sup>a</sup>	62.285	242.201
T2	46.459 <sup>bc</sup>	60.359 <sup>a</sup>	55.459	260.189
T3	50.295 <sup>ab</sup>	52.276 <sup>ab</sup>	62.701	264.736
T4	46.310 <sup>bc</sup>	60.464 <sup>a</sup>	59.145	230.151
T5	43.488 <sup>c</sup>	47.791 <sup>b</sup>	55.266	235.773

Medias Mínimo-Cuadráticas

a,b,c Literales distintas en la misma columna indican diferencias (P<0.05)

En el cuadro 3 se presentan los resultados de ganancia diaria promedio; eficiencia alimenticia; y días transcurridos desde el inicio del experimento hasta que los animales alcanzaron 90 Kg de peso. Ni el nivel de restricción ni la duración de la misma afectaron la ganancia de peso de los animales; la eficiencia alimenticia; o los días a peso de mercado.

## CONCLUSIONES:

Bajo las condiciones en las que se llevó a cabo el estudio la restricción alimenticia no es una estrategia viable, ya que los consumos de alimento durante la etapa de finalización nivelaron las diferencias dadas por la restricción, sin alterar la ganancia diaria, la eficiencia alimenticia o los días a peso de mercado.

CUADRO 3

EFFECTO DEL NIVEL Y DURACION DE LA RESTRICCIÓN SOBRE G.D.P.;  
EFICIENCIA ALIMENTICIA Y DIAS A PESO DE MERCADO.

TRATAMIENTO	G.D.P. (Kg)	EFICIENCIA ALIMENTICIA	DIAS A PESO DE MERCADO
T1	0.965	0.239	60.57
T2	0.821	0.221	70.83
T3	0.863	0.219	67.02
T4	0.982	0.251	59.31
T5	0.869	0.240	66.27

Medias Mínimo-Cuadráticas

No se detectaron diferencias ( $P > 0.05$ )

## LITERATURA CITADA

García, E. 1973. Modificaciones al sistema climático de Köepen. Instituto de Geografía. U.N.A.M. México, D.F.

National Research Council. 1988. Nutrient requirements of swine. Fifth Revised Edition. National Academy Press. Washington, D.C.

Prince, T.J.; S.B. Jungst; & D.L. Kuhlert. 1983. Compensatory responses to short term feed restriction during the growing period in swine. J. Anim. Sci. 56:846-852.

Snedecor, G.W. & W.G. Cochran. 1980. Statistical Methods. Seventh Edition. Iowa State University Press. Ames, Iowa.

Zimmerman, D.R.; and Sarote Khajarena. 1973. Starter protein nutrition and compensatory responses in swine. J. Anim. Sci. 36:189-194.

Este trabajo fue financiado parcialmente por el Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria en México, A.C.