

Cromo L-metionina en Dietas Basadas en Sorgo y Soya en Cerdas Primerizas

Ramón Florencio García-Castillo*, Héctor Gutiérrez-Bañuelos, Miguel Mellado-Bosque, Regino Morones-Reza

Departamento de Nutrición y Alimentos, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

*Autor responsable, e-mail: cienani@uaaan.mx

Jorge R. Kawas-Garza

Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León

Abstract. *Chromium L – methionine in diets based on sorghum and soybean. for pregnant sows; 2. Birth and 3. Progeny.* An experiment was carried out to evaluate the addition of Cr L–Met on the productive behavior of commercial sows (Hampshire, Duroc and Yorkshire) and their progeny. The possible benefits were observed in sows live weight, pregnancy and lactation; it was also analyzed the litter size in terms of litter weight, number of piglets or kilograms of piglets produce at birth and weaning. The serum metabolites glucose, urea, creathinine, cholesterol, total proteins, and uric acid were measured. The following minerals in blood serum were evaluated: P, Ca, Mg, Cu and Zn. Fifteen sows were fed with a diet based on sorghum and soybean meal (14.8 % CP and 3.1 Mcal ME). Cr L–Met was added at levels of 0, 300, 600 ppb. The results showed no statistical differences ($P>0.05$) among the analyzed groups in terms of live weight of sows, weight at puberty, and weight at the end of lactation. No differences ($P>0.05$) were detected among groups as far as litter size at birth, and weaning. No differences were found ($P>0.05$) in the levels of serum electrolytes and metabolites analyzed in those sows, given different levels of Cr L–Met. It was concluded that the addition of Cr L–Met to reproductive sows did not affect their weight gain at puberty, gestation and lactation and did not improve the number and weight of their piglets at birth, and at weaning. Also, the supplementation of Cr L–Met did not affect serum metabolites and electrolytes in the treated sows.

Key words: Chromium, sows, piglets, electrolytes, metabolites.

Resumen. Se realizó un experimento para evaluar el efecto de la adición de Cr L–metionina sobre el comportamiento productivo de cerdas primerizas cruce comercial (Hampshire, Duroc, Yorkshire) y su progenie, expresado en: peso de las cerdas a la pubertad, gestación y lactancia; también se evaluó el tamaño de la camada, expresado en peso, número y kilogramos de lechón producidos al nacimiento y al destete, también se analizaron los metabolitos glucosa, urea, creatinina, colesterol, proteínas totales y ácido úrico; se evaluaron P, Ca, Mg, Cu, y Zn. Se utilizaron 15 cerdas que fueron alimentadas con una dieta basada en sorgo y soya (14.8 % de PC y 3.1 Mcal EM), a las cuales se les adicionó Cr L–metionina (0, 300 y 600 ppb). Los resultados indicaron que no hubo diferencia estadística ($P>0.05$) en los pesos analizados de las cerdas, peso a la pubertad, gestación y lactación. Tampoco se observó una diferencia estadística ($P>0.05$) en el tamaño de la camada al nacimiento y al destete. No se encontró diferencia estadística ($P>0.05$) con la adición de Cr L–Met entre los tratamientos al analizar los metabolitos y electrolitos. Por lo que la adición de Cr L–metionina no afectó la ganancia de peso de las cerdas en las etapas de pubertad, gestación y lactancia, no mejoró el número y peso de los lechones al nacer, ni al destete, y no afectó el perfil de metabolitos y electrolitos estudiados.

Palabras clave: Cromo, cerdas, lechones, electrolitos, metabolitos.

Introducción

El Cr es un nutrimento esencial que está involucrado con una tendencia anabólica en el metabolismo de los carbohidratos, lípidos, aminoácidos y proteínas. Se le asocia frecuentemente con el metabolismo de los carbohidratos por ser componente activo del Factor de Tolerancia a la Glucosa, el cual potencializa a la insulina, lo que normaliza la utilización de carbohidratos (glucosa) y propicia un mejor comportamiento productivo del animal (Anderson, 1994).

La movilización del Cr de las reservas corporales es importante con dietas energéticamente densas, para animales en estrés. En este caso, las dietas energéticamente densas agotan las reservas corporales de Cr^{+3} , ya que el Factor de Tolerancia a la Glucosa se moviliza cuando se necesita, pero no se reabsorbe y se excreta en la orina (Anderson, 1987).

También el estrés en el animal hace que se remuevan altas cantidades de Cr^{+3} de las reservas corporales, en gran parte debido a las respuestas hormonales que incrementan la glucosa sanguínea. El grado de estrés puede estar relacionado con la cantidad de Cr eliminado en la orina; aunque también los niveles de Cr sérico disminuyen durante infecciones agudas, enfermedades y preñez (Anderson, 1994). El NRC (1988) establece que la absorción promedio de Cr de los ingredientes de una dieta normal, es del orden del 0.5 %; sin embargo, el Cr^{+3} inorgánico se absorbe en niveles muy bajos (0.4–3 %), lo que está inversamente relacionado con el consumo de alimento (Anderson, 1987). Por lo anterior se deduce que es necesaria una suplementación de Cr en la dieta, especialmente en las etapas de gestación (producción) y lactación, en las cuales el estrés y los requerimientos nutrimentales, respectivamente, son preponderantes en el comportamiento y productividad. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la suplementación de Cr orgánico (Cr L-Met) en una dieta formulada con sorgo y soya para cerdas primerizas, a fin de evaluar su comportamiento en peso durante la pregestación, gestación y lactación; el número y peso de los lechones al nacer y al destete, y la concentración de metabolitos y electrolitos en la sangre de las hembras en lactación.

Materiales y Métodos

El trabajo se llevó a cabo en las instalaciones de la Unidad Porcina y el Laboratorio de Nutrición y Alimentos, Reproducción y Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coah., México.

Manejo y alimentación de los animales

Se utilizaron 15 cerdas primerizas, cruza tipo comercial (Hampshire, Duroc, Yorkshire), las cuales fueron sorteadas en tres grupos (uno por cada tratamiento) de cinco animales (repeticiones por tratamiento); cada cerda se consideró una unidad experimental. Los tratamientos consistieron en 0, 300 y 600 ppb de Cr L-Met (Microplex[®], Zinpro Corp[®]). Las hembras comenzaron la prueba al llegar a 86 kg de peso vivo promedio, el cual se consideró como peso inicial; a partir de este peso se les proporcionó 3.6 kg de alimento por día a cada cerda; los ingredientes básicos fueron el sorgo y la soya, minerales, vitaminas y Cr L-Met (Cuadro 1). Este manejo y alimentación se realizó hasta que los animales alcanzaron 125 kg \pm 5 kg de peso vivo, aproximadamente. Luego de este momento, 12 horas después de haberles detectado el celo, se expusieron al empadre controlado, y a otra monta 12 horas después de realizada la primera, para lo cual se utilizaron sementales de las razas Duroc y Hampshire.

Cuadro 1. Composición y contenido nutrimental de la dieta basándose en sorgo y soya adicionada con Cr L-Metionina (0, 300 y 600 ppb) para cerdas en pregestación, gestación y lactación.

| Ingredientes | kg | Nutrimento | % |
|--------------|---------|-----------------------------|-------|
| Sorgo | 670.00 | Materia seca | 87.3 |
| Soya | 160.00 | Proteína | 14.8 |
| Salvado | 110.00 | Ext. Etéreo | 3.6 |
| Vit. Y Min. | 40.00 | Fibra cruda | 3.9 |
| Cebo de res | 20.00 | Ext. Lib. Nit. | 60.3 |
| Total kg | 100.00 | Cenizas | 4.7 |
| | 1000.00 | ED Mcal kg ⁻¹ MS | 3.3 |
| | | EM Mcal kg ⁻¹ MS | 3.167 |

La energía digestible se estimó mediante el procedimiento de Crampton y Harris (1969) y la energía metabolizable según la NRC, (1988).

Cuando los animales estaban en la etapa de lactación (cinco días después del parto), se tomaron muestras de sangre a cada animal por la vena yugular o de la carótida con tubos vacutainer provistos con aguja de 0.8 x 38 mm. Las muestras de sangre (15 ml) se centrifugaron a 2000 r.p.m. durante 15 minutos, se les separó el suero, el cual se refrigeró para su análisis posterior. Para determinar la concentración de glucosa se utilizó el método Trinder (Sigma, 1990). El colesterol se determinó por la prueba enzimático colorímetro (Sigma 1989^a). El contenido de urea se obtuvo por la prueba calorimétrica aplicando el método ortoformaldehído, adaptado de la reacción propuesta por

Jung *et al.* (1975). Por medio de la prueba calorimétrico-cinética, por fotometría descrita por Jaffé (Slot, 1965) se determinó la creatinina. La concentración de proteínas totales en suero se obtuvo por medio de procedimientos espectrofotométricos perfilados en *kits* comercialmente disponibles (Sigma 1989b).

El contenido de los minerales como Ca, se analizó por medio de colorimetría en espectrofotómetro; Mg, Cu, Zn y P se determinaron en un espectrofotómetro Perkin Elmer de absorción atómica.

Diseño experimental

Para el análisis se utilizó un diseño completamente al azar con igual número de repeticiones (Steel y Torrie, 1980). Después del análisis de varianza, para interpretar la significancia del efecto de tratamiento, se realizó la comparación de medias con la regresión de polinomios ortogonales.

Para evaluar el efecto del peso al inicio del tratamiento, sobre la respuesta del Cr L-Met en la variable diferencia de peso al empadre, gestación y lactación, se llevó a cabo el análisis de covarianza, en el cual se observa el efecto de la covariable (peso al inicio del tratamiento) sobre el comportamiento de los pesos. Para realizar el análisis de datos de las cerdas al final de la lactancia y de los lechones al destete, se utilizó un diseño completamente al azar con diferente número de repeticiones.

Resultados y Discusión

Peso de las cerdas en pregestación

La inclusión de Cr L-Met en la dieta basándose en sorgo y soya no tuvo efecto ($P>0.05$) sobre los aumentos de peso en el período inicio de tratamiento hasta antes del empadre (pregestación). Sin embargo, se observó una tendencia lineal relacionada con los niveles de inclusión de Cr en la dieta. Aunque no hubo diferencia estadística significativa ($P>0.05$), con la adición de Cr la ganancia en peso aumentó en un 22.6 % respecto al testigo.

Período de gestación

El Consejo Nacional de Investigación de Estados Unidos (NRC, 1988 y 1998), indica que las cerdas primerizas en gestación ganan, aproximadamente, 25 kg de peso durante este período y cerca de 20 kg por los productos de la concepción (fetos, membranas fetales, líquidos, etc.), lo que representa un aumento de peso

aproximado de 45 kg en el período de gestación. Esta institución recomienda un consumo de 1.96 kg de alimento conteniendo 3.265 Mcal EM kg^{-1} MS y 12.9 % de proteína para cerdas primerizas de similar peso a las utilizadas en este estudio, que esperan un promedio de 11 lechones por camada (NRC, 1998).

En este experimento, las cerdas ganaron un promedio de 30.8 kg de peso durante la gestación y aproximadamente 16.5 kg por los productos de la gestación (Cuadro 2), lo que representa aproximadamente 47.3 kg de ganancia total en peso durante el período de gestación. De acuerdo a estos incrementos, las hembras tendieron a ganar más peso que lo establecido por NRC, (1988 y 1998); sin embargo, el peso de los productos de la concepción fue más bajo que lo esperado.

La inclusión de Cr L-Met no tuvo efecto en la ganancia de peso durante el período de gestación, al no encontrar diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$) del grupo testigo con respecto a los tratamientos con Cr L-Met (Cuadro 2). Es necesario mencionar que en esta etapa se utilizaron dietas que contenían mayor cantidad de proteína cruda y ligeramente menor cantidad de EM que las recomendadas por el NRC (1988 y 1998), lo cual quizás influyó en el comportamiento en peso en esta etapa.

Período de lactación

No se obtuvo diferencia estadística significativa entre los tratamientos ($P>0.05$). La inclusión de Cr L-Met (Cuadro 2) no afectó el comportamiento en peso de los animales en lactación. Las cerdas perdieron 18.77, 19.53 y 15.62 kg en este período para los tratamientos que contenían 0, 300 y 600 ppb de Cr, respectivamente. La mayor pérdida de peso se observa en el tratamiento conteniendo 300 ppb de Cr debido, quizás, a un mayor número (7.8) de lechones destetados (Cuadro 3). Por lo general, las cerdas que ganan más peso durante la gestación son las que pierden más peso en la lactación (Flores y Agraz, 1987); sin embargo, esta condición no se observó en este trabajo.

Sobre la base del nivel de energía y nutrientes necesarios en la dieta, una cerda primeriza en lactación requiere en promedio 5.0 kg de alimento diario, unos 815 g de proteína y 14.060 Mcal EM por día (NRC, 1998). En este caso, considerando la dieta ofrecida, las cerdas en este período consumieron 5 kg de alimento por día, 740 g de PC y 15.5 Mcal EM por día

El contenido de nutrientes en la leche de la cerda durante un período de cinco semanas es mucho mayor que el depósito de nutrientes en los fetos y membranas

placentarias durante un período de gestación de 114 días.

Cuadro 2. Comportamiento de cerdas pregestantes, gestantes y en lactación, alimentadas con dietas suplementadas con Cr L-Met.

| Variables | Tratamientos | | | | EEM ⁺⁺ | P>F |
|-----------------------------------|--------------|-------|-------|------|-------------------|-----|
| | 0 | 300 | 600 | | | |
| <i>Pregestación</i> | | | | | | |
| Ganancia de peso kg | 33.42 | 39.97 | 42.02 | 2.89 | 0.154 | |
| <i>Gestación</i> | | | | | | |
| Ganancia de peso total kg | 49.40 | 46.24 | 46.56 | 5.03 | 0.888 | |
| Tejido maternal kg | 35.00 | 29.80 | 27.80 | 4.38 | 0.512 | |
| Placenta y prod. de concepción kg | 14.40 | 16.44 | 18.76 | 1.53 | 0.175 | |
| <i>Lactación</i> | | | | | | |
| Pérdida de peso kg | 18.77 | 19.53 | 15.62 | 5.15 | 0.975 | |

Ppb⁺= Partes por billón de Cr
EEM⁺⁺= Error experimental de la media

O sea, las necesidades nutricionales de la cerda para la lactación son más altas que para la gestación, debido a que la densidad energética y el contenido proteico de la leche de cerda son muy altos, pues contiene un promedio de 19.4 % de sólidos totales, 7.2 % de grasa y 6.1 % de proteína. Si el consumo de energía de la dieta no es adecuado para mantener las demandas de mantenimiento y producción de leche, la cerda llega a agotar sus reservas corporales; en este caso, el tejido podría movilizarse para proveer los nutrimentos necesarios para producción de leche NRC, (1998). El grado al cual se pueden movilizar las reservas de la madre para la lactación cuando la ingestión alimenticia es insuficiente, se relaciona con el nutriente específico (Church *et al.*, 2002).

Tamaño de la camada al nacimiento

La adición de Cr L-Met no tuvo efecto estadístico significativo (P>0.05) sobre el tamaño de la camada. Dentro del tamaño de la camada se incluyó el número de lechones, el peso al nacimiento y el peso de lechones producidos al destete (Cuadro 3). Sin embargo, se observó que existe diferencia numérica entre tratamientos. Los tratamientos conteniendo Cr L-Met tuvieron en promedio

un lechón más (9.3 – 8.4). También los lechones al nacer fueron 3 % más pesados. De igual manera, el peso total de los lechones por camada fue 2.34 kg mayor en los tratamientos con adición de Cr.

Destete

Dentro del tamaño de la camada al destete se consideró el número de lechones destetados, peso al destete y el peso de lechones destetados. Al analizar estadísticamente estos parámetros, no se encontró diferencia estadística significativa (P>0.05), por lo tanto no se observó un efecto del Cr L-Met.

Se observa una diferencia numérica entre los tratamientos como resultado de la adición de Cr L-Met (300 y 600 ppb), pues éstos tuvieron un mejor comportamiento productivo que el tratamiento testigo (0 ppb). El Tratamiento 2 (300 ppb de Cr L-Met) tuvo un 84.8 % de lechones destetados, seguido del Tratamiento 3 con 74.5 % y el Tratamiento 1 con 73.8%; además, se obtuvieron 1.2 lechones destetados más en los suplementados, en comparación con el Tratamiento testigo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Número y peso de lechones al nacer, y al destete, de cerdas alimentadas con dietas basadas en sorgo y soya, adicionadas con Cr L-Met.

| Variables | Tratamientos | | | | | |
|---------------------------|------------------------------|--------|--------|--------|-------------------|-------|
| | Cr L-Met (ppb ⁺) | 0 | 300 | 600 | EEM ⁺⁺ | P>F |
| No. lechones al nacer | | 8.4 | 9.2 | 9.4 | 1.070 | 0.790 |
| Peso lechón al nacer (kg) | | 1.391 | 1.447 | 1.414 | 0.078 | 0.879 |
| Peso por camada al nacer | | 11.684 | 13.312 | 13.292 | 1.280 | 0.362 |
| No. lechones al destete | | 6.2 | 7.8 | 7.0 | 0.840 | 0.558 |
| Peso lechón al destete | | 5.470 | 5.270 | 5.110 | 0.610 | 0.923 |
| Peso de lechón destetado | | 33.914 | 41.106 | 35.770 | 7.080 | 0.698 |

Ppb⁺ = Partes por billón de Cr
EEM⁺⁺ = Error experimental de la media

Metabolitos

Al analizar los resultados obtenidos en la evaluación de los metabolitos, no se encontraron diferencias estadísticas significativas (P>0.05), por lo tanto, no se vieron afectados por la adición del Cr L-Met (Cuadro 4).

Estos resultados concuerdan con los datos de

(Matthews *et al.*, 2001), los que señalan que se trataron cerdos en crecimiento con picolinato de Cr y propionato de Cr para analizar glucosa, urea, colesterol y proteínas totales, y no fueron afectados ($P>0.10$) por ninguna de las fuentes. También, en cerdos suplementados con picolinato de Cr se analizaron los metabolitos sanguíneos (Mooney y Cromwell, 1997) y no se encontraron diferencias estadísticas, al igual que con Ward *et al.* (1997), quienes suplieron el picolinato de Cr y tampoco encontraron efecto sobre urea, colesterol, glucosa, insulina y hormona del crecimiento.

Cuadro 4. Concentración de metabolitos de cerdas en lactación alimentadas con diferentes niveles de Cr L-Met.

| Variables | Tratamientos | | | | | |
|--------------------|-----------------|--------|--------|--------|------------------|--|
| | Cr-L-Met (ppb+) | 0 | 300 | 600 | EEM ^a | P>F CN (mg dl ⁻¹) ^b |
| Metabolitos | | | | | | |
| Glucosa | | 56.305 | 72.463 | 59.315 | 7.43 | 0.31 66.4-116.1 |
| Urea | | 6.83 | 7.68 | 9.33 | 9 | 0.19 8.2-24.6 |
| Creatinina | | 1.5 | 1.3 | 1.9 | 0.24 | 0.26 0.8-2.3 |
| Colesterol | | 67.985 | 59.673 | 62.688 | 6.04 | 0.63 81.4-134.1 |
| Proteínas totales | | 5.155 | 4.828 | 5.338 | 0.23 | 0.33 5.8-8.3 ^c |

^a Partes por billón de Cr

^a Error experimental de la media

^b Concentración normal (miligramos por decilitro)

^c Gramos por decilitro

Electrolitos

Al hacer el análisis de electrolitos, no se observaron diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$), por lo tanto la adición de Cr L-Met, no afectó la concentración de metabolitos en sangre de cerdas en lactación (Cuadro 5).

Sólo pequeñas fracciones de Ca, Mg y P, y la mayor parte de Na, K y Cl se encuentran como electrolitos en los líquidos orgánicos y en los tejidos blandos (Bondi, 1988). Sin embargo, es necesario comentar que el nivel de Cr en la dieta produjo una mayor concentración de P en la sangre, pero estos niveles están dentro de la concentración normal. Con relación a otro mineral de importancia, como el Ca por ejemplo, el 50 % de Ca plasmático está en forma ionizada soluble, mientras que del 40 a 45 % está unido a proteínas, principalmente a albúminas y otras proteínas plasmáticas. El 5 % restante está en forma de complejo

con elementos inorgánicos no ionizados que dependen del pH de la sangre (Hays y Swenson, 1999).

Cuadro 5. Concentración de electrolitos (mg dl⁻¹) de cerdas en lactación alimentadas con diferentes niveles de Cr L-Met.

| Variables | Tratamientos | | | | | |
|---------------------|--------------------|-------|-------|-------|------------------|---|
| | Cr-L-lisina (ppb+) | 0 | 300 | 600 | EEM ^a | P>F ^b CN (mg dl ⁻¹) ^c |
| Electrolitos | | | | | | |
| P | | 5.46 | 5.93 | 6.34 | 0.368 | 0.295 5.3-9.3 |
| Ca | | 11.53 | 12.24 | 12.45 | 16.07 | 0.955 9.3-11.9 |
| Mg | | 4.59 | 4.90 | 4.62 | 7.11 | 0.952 2.3-3.5 |
| Cu | | 1.63 | 1.13 | 1.75 | 0.5 | 0.666 0.7-1.4 ^d |
| Zn | | 1.38 | 1.88 | 1.25 | 0.44 | 0.598 0.5-1.2 ^d |

^a Partes por billón de Cr

^a Error Experimental de la media

^b Probabilidad

^c Concentración normal (miligramos por decilitro)

^d Gramos por decilitro

El Ca es necesario para la permeabilidad de la membrana, lo cual podría explicar su ligero aumento con la suplementación de Cr, debido a que la insulina aumenta la permeabilidad de la membrana celular hacia la glucosa, aunque también podría ser afectado por la dieta y la etapa de muestreo. El Mg, es básicamente necesario para la fosforilación oxidativa y conduce a la formación de ATP. Además, participa en el metabolismo de los carbohidratos y lípidos y en la síntesis de proteínas (Bondi, 1988). Quizás, aunque no se determinó, se requeriría más Mg en la dieta para aprovechar los niveles de proteína utilizados (NRC, 1998), que también pudieron verse afectados por el muestreo de sangre en lactación, pues esta etapa implica mayor demanda de nutrimentos para la producción de leche. El Cu forma parte de diversas enzimas con función oxidasa, citocromo oxidasa y tirosinasa (Bondi, 1988). Se observó un incremento en el tratamiento conteniendo 0 y 600 ppb, esto fisiológicamente no se podría explicar por la suplementación de Cr. El Zn, que es componente integral de varias enzimas y de los ARN y ADN polimerasas, interviene en la síntesis de proteínas; el Zn se ha ligado a la insulina (Bondi, 1988). Esto puede explicar las concentraciones ligeramente elevadas respecto a las concentraciones normales, asociadas con una dieta alta en proteína en un periodo de lactación, en el cual los requerimientos de nutrientes son elevados.

Conclusiones

La adición de Cr L-Met a razón de 300 y 600 ppb no mejoró el comportamiento en peso de las cerdas, en las etapas de pubertad, gestación y lactancia. El tamaño de la camada al nacimiento y al destete (número y peso de los lechones), no se afectaron con la adición de Cr L-Met. Los metabolitos y electrolitos no fueron afectados por la adición de Cr L-Met.

Es necesario comentar que se obtuvo un lechón más y mayor peso por camada al nacer, mayor porcentaje y peso de lechones destetados por camada, en comparación con el Tratamiento testigo.

De acuerdo a las conclusiones obtenidas, es necesario continuar investigando sobre la suplementación de Cr L-Met y el comportamiento productivo de las cerdas.

Literatura Citada

- Anderson, R.A. 1987. Chromium. In: W. Mertz. Trace elements in human and animal nutrition. 5th Ed. Academic Press, Inc. San Diego, CA. pp 225-244.
- Anderson, R.A. 1994. Stress effects on chromium nutrition of humans and farm animals. In: Proc. Alltech's Tenth Ann. Symp. T. P. Lynons and K.A. Jaques (Eds). Nottingham University Press, Loughborough, Inglaterra pp 267-274.
- Bondi, A. A. 1988. Nutrición animal. Ed. Acribia, Zaragoza, España. pp.187-89.
- Church D. C., W. G. Pond and K. R. Pond. 2002. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. 2^a ed. Edit. UTEHA WILEY. 93-94; 496-500.
- Crampton E. W. and L. E. Harris. 1969. Nutrición animal aplicada. 2^a ed. Edit. Acribia. Zaragoza, España. pp 17-25.
- Hays V. W. and M. J. Swenson. 1999. Minerales. En: Fisiología de los animales domésticos por Dukes. Ed. Uteha. México. pp 517-519.
- Matthews J.O., L. L. Southern, J. M. Fernández, J. E. Pontif, T. D. Bidner, R. L. Odgaard. 2001. Effect of chromium picolinate and chromium propionate on glucose and insulin kinetics of growing barrows and on growth and carcass traits of growing-finishing barrows. J. Anim. Sci. 79 (8) 2172-2178.
- Mooney K. W. and G. L. Cromwell. 1997. Efficacy of chromium picolinate and chromium chloride as potential carcass modifiers in swine. J. Anim. Sci. 75 (10) 2661-2671.
- NRC, 1998. Nutrient requirements of swine. 10th Ed. National Academy Press, Washington, D.C.
- NRC, 1988. Nutrient requirements of swine. 9th Ed. National Academy Press, Washington, D.C.
- Sigma, 1989a. Cholesterol. Quantitative, enzymatic, determination of total cholesterol in serum or plasma at 500 nm. Tech. Bull. No. 352. Sigma Chemical Co., St. Louis, MO.
- Sigma, 1989b. Total protein. Quantitative, colorimetric determination in serum or plasma at 500 nm. Tech. Bull. No. 541. Sigma Chemical Co., St. Louis, MO.
- Sigma, 1990. Glucose (Trinder) Quantitative, enzymatic determination of glucose in serum or plasma at 505 nm. Tech. Bull. No. 315 Sigma Chemical Co., St. Louis, MO.
- Slot, C. 1965. Plasma creatinine determination. Scand. J. Clin. Lab. Invest. 17, 381.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics. A. Biometrical Approach. 2a. Ed. McGraw-Hill Book Co., New York.
- Ward T.L., L. L. Sourthern, T. D. Bidner. 1997. Interactive effects of dietary chromium tripicolinate and crude protein level in growing-finishing pigs provided inadequate and adequate pen space. J. Anim. Sci. 75 (4) 1001-1008.

22 Ceremonia de Premiación
Consejo Cultural Mundial
www.consejoculturalmundial.org

Teatro de la Ciudad "Fernando Soler", 18:00 hrs.
Saltillo, Coahuila, México.

12 de Noviembre de 2005

Universidad Autónoma
Agraria Antonio Narro
ALMATERRAMATER

