

MELJORADORES DE LA CALIDAD
DE LA CANAL
Y DE LA CARNE DE CERDO

ALBERTO ROJAS



PONENCIAS MAGISTRALES



XXX AMVEC

MEJORADORES DE LA CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE DE CERDO

ALBERTO ROBLES

INTRODUCCION

De los aspectos de más interés en la producción de cerdos está el de producir cerdos que a la matanza tengan un buen rendimiento de carne magra y que esta carne sea de calidad y que ésta calidad llegue al consumidor final. Este tema es de interés porque el consumidor de carne va a realizar la compra después de hacer un juicio sobre la cantidad y calidad que esta recibiendo.

Para satisfacer las demandas de los consumidores, los investigadores han desarrollado tecnologías que no sólo mejoran la productividad del cerdo, sino que también producen canales más magras y que además mejoran para los productores, el rendimiento de su inversión. Estos avances tecnológicos han disminuido la cantidad de grasa en la carne y también han contribuido a mejorar la calidad de los productos animales.

La producción de canales magras y la calidad de la carne, son dos criterios bien diferentes como lo son las prácticas de manejo para lograr cualquiera de ellos. Por esta razón serán presentados por separado.

CALIDAD DE LA CANAL

La producción de cerdos magros es influenciada por muchos factores y una discusión completa llenaría varios libros de la información acumulada. En esta ocasión se presentarán algunos de los desarrollos recientes que además de mejorar los atributos nutricionales de los productos animales también han mejorado la eficiencia de producción. Entre estos desarrollos tecnológicos, está un grupo de compuestos que modifican el metabolismo animal y a los cuales nos referiremos como "modificadores del metabolismo". Los modificadores del metabolismo que aquí se discutirán son la somatotropina porcina (STP), los beta-agonistas (b-agonistas), el cromo, la carnitina, y la betaína. Estos modificadores del metabolismo van a influenciar cómo es que los nutrimentos absorbidos son utilizados por el animal.

SOMATOTROPINA PORCINA

La STP, es sintetizada en la glándula pituitaria. Esta hormona es regulada por dos péptidos que estimulan (factor liberador de la hormona del crecimiento) o inhiben (somatostatina) su liberación de la glándula pituitaria⁽¹⁾. La administración de STP a cerdos en desarrollo resulta en más nutrimentos dirigidos hacia el desarrollo de tejido magro (mayor deposición de proteína) y menor deposición de grasa en el tejido adiposo (Figura 1; Boyd y Bauman, 1989¹²). Esta redistribución de los nutrimentos resulta también en una mejora sustancial en la eficiencia de producción.

1) Productos Roche, S.A. de C.V. (Nutrición y Salud Animal).

A%,. Universidad 902. México, D.F. CP 03310.

Los efectos de la STP, han sido bien documentados (Cuadro I). La variación en la magnitud de la respuesta se debe principalmente a las condiciones experimentales. Esto es; peso inicial, duración del estudio, raza, sexo, dosis de STP y la composición de la dieta. A pesar de esta variación en la respuesta, se ha reportado que la administración de STP aumenta la ganancia diaria de peso (10-20%), mejora la eficiencia alimenticia (15-30%), reduce la deposición de grasa (hasta un 70%) y aumenta (50%) la deposición de proteína⁽¹⁾.

Ahora bien, la mayor tasa de deposición de proteína por la acción de la STP requiere de un aumento en el nivel de lisina en la dieta (Cuadro 2). La administración de STP exógena aumentó la deposición de proteína en un 81% (de 118 a 215 g/día).⁽¹⁾ Pero, la magnitud de la mejora inducida por la STP estuvo directamente relacionada al contenido de la lisina en la dieta. En los dos niveles más bajos de lisina en la dieta la administración de STP no tuvo ningún efecto en la deposición de proteína o en la ganancia de peso.

También se ha estudiado la relación (6), entre dosis de STP y respuesta productiva. Estos estudios han establecido que la relación es variable dependiendo del parámetro utilizado para definir comportamiento productivo (Figura 2). Así, la máxima respuesta en cuanto a ganancia diaria de peso y deposición de proteína se logra con dosis de STP de 100 ug/kg de peso corporal. Mientras que deposición de lípidos y conversión alimenticia (consumo/ganancia) disminuyen de manera lineal hasta una dosis de 200ug/kg de peso corporal. Las diferencias en la forma de estas curvas (dosis :respuesta) implica de que la STP no sólo afecta el crecimiento y el metabolismo de estos tejidos por mecanismos diferentes sino que también esto tiene aplicaciones desde el punto de vista de la nutrición. El cambio tan acentuado en la tasa de ganancia de peso y en la composición de esta ganancia indica que es necesario hacer cambios no tan sólo en los niveles de amino ácidos sino que también en la relación nutrimentos energía para apoyar las tasas de deposición de proteína para una dosis específica de STP. Esto es particularmente importante en vista de la disminución en el consumo de alimento en cerdos a los que se les administra STP.

En la actualidad, los avances en la biotecnología hacen posible obtener cantidad de STP suficiente para ser utilizada a escala comercial. Sin embargo, la STP debe ser administrada diariamente por inyección lo que limita la factibilidad de tratar un gran número de cerdos. Para que el producto pueda ser comercialmente aceptado, deben desarrollarse formulaciones de liberación lenta de la STP.

BETA-AGONISTAS

Análogos de las catecolaminas han demostrado tener la habilidad de promover el crecimiento del musculo esquelético y de reducir el contenido de grasa en las canales. A estos compuestos se les ha llamado b-agonistas, ya que se ligan de manera predominante a los



beta-receptores de las membranas celulares.

Compuestos sintéticos llamados agonistas b-adrenérgicos (b-agonistas), tienen efecto sobre el crecimiento y el metabolismo del músculo esquelético y del tejido adiposo. Estos compuestos tienen cierta similitud en estructura y función con las catecolaminas endógenas producidas por la médula adrenal. Las catecolaminas circulantes pueden ejercer su acción en sitios fuera de su lugar de origen (como lo hacen las hormonas) y regulan una serie de respuestas fisiológicas en varios tejidos. Por ejemplo, las catecolaminas estimulan la glucogeno fosforilasa e inhiben la glucógeno sintetasa (1), lo que estimula la producción de glucosa a partir de las reservas de glucógeno. Las catecolaminas también estimulan la lipólisis causando la liberación de ácidos grasos del tejido

adiposo. Por lo que las catecolaminas tienen su función en el control de la concentración en plasma de los principales sustratos oxidativos (glucosa y ácidos grasos).

Un buen número de análogos sintéticos de las catecolaminas han sido evaluados en su capacidad de promotores de la síntesis de músculo esquelético y como reductores de la grasa en la canal. Entre otros, tenemos: clenbuterol, clenbuterol, ractopamine y el L-644,969. Estas sustancias ligan de manera predominante a los receptores beta-adrenérgicos. Estos agonistas beta-adrenérgicos son potencialmente modificadores del metabolismo y son todos activos por vía oral. Su efecto de aumentar la síntesis de músculo esquelético y disminuir la masa de tejido adiposo, en ocasiones va acompañado de un aumento en la ganancia de peso y en la eficiencia alimenticia. La respuesta esta relacionada a la dosis, pero su eficacia se reduce cuando se utilizan dosis muy altas. La magnitud de la influencia de los b-agonistas sobre el contenido de tejido adiposo esta relacionado con la tendencia de los animales para deposición de grasa. La respuesta es menor en animales jóvenes en los que la tasa de deposición de grasa es baja y el crecimiento de músculo esquelético es muy activo.

Los efectos de los b-agonistas (Cuadro 3)(1) representan una reducción del 10 al 12% en grasa y un aumento del 10% en el tamaño del músculo. Aunque existen estudios en que se ha observado mayor respuesta.

Aunque la acción de los b-agonistas es clara (más músculo-menos grasa), no existe la información suficiente para determinar si las necesidades de nutrimentos son diferentes. Existe un sin número de diferencias que son ejemplos de los factores que deben de ser considerados cuando se está evaluando el impacto de nuevas tecnologías sobre las necesidades de nutrimentos. Usualmente se refiere uno a los b-agonistas de manera general, pero no hay que olvidarse que estructuralmente difieren. Como resultado, es de esperarse diferencias en su modo de acción. Además, por lo menos un compuesto (Cuadro 4 ha demostrado tener influencia sobre la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia. Esto no se ha documentado de manera consistente con otros b-agonistas, pero es una consideración importante. Los b-agonistas causan un desarrollo diferencial con un aumento en la deposición de proteína en tan solo algunos componentes específicos de la canal. Esto en contraste a la STP que causa de manera generalizada crecimiento del tejido muscular. Esta diferencia tiene su influencia en el perfil de amino ácidos necesarios para el desarrollo de los tejidos. Una caracterización propia de la respuesta de los modificadores del metabolismo incluye la definición clara del patrón de deposición de nutrimentos.

CROMO

En la actualidad; poca atención se le ha dado al cromo en la formulación de dietas para cerdos a pesar de la aceptación generalizada de que es esencial para un metabolismo normal(2). La falta de conocimiento acerca de la función fisiológica de este elemento, información limitada en la nutrición aplicada y el hecho de que en cerdos síntomas de deficiencia no han sido demostrados explica el porqué este mineral no es considerado en la formulación de alimentos balanceados.

La función fisiológica del cromo es como componente integral del factor de tolerancia a la glucosa (FTG). Los detalles de la estructura del FTG no ha sido completamente entendida, pero incluye al ácido nicotínico, ácido glutámico, cistina y glicina en adición al cromo(3). El FTG, facilita la acción de la insulina en los receptores celulares por lo que facilita el paso de la glucosa a los tejidos. En experimentos *in vivo* e *in vitro*, la respuesta a insulina, medida por la disminución

de la glucosa sanguínea, es significativamente inferior en animales que son deficientes en cromo. Existe evidencia en humanos y animales de que hay relación entre un consumo marginal de cromo y elevación de los lípidos en el suero. Sin embargo, el efecto de la suplementación con cromo sobre el FTG y los lípidos plasmáticos no es muy predecible. Mientras que es aparente que el consumo de cromo en el cerdo no es suficiente para mantener un nivel normal de metabolismo de la glucosa, los niveles de FTG en el plasma y la concentración de lípidos están determinados por un gran número de factores. Pero por otra parte si el cromo es un nutrimento, una respuesta a la suplementación en la dieta de este elemento se observará sólo si existe una deficiencia de cromo. Pero como es el caso de muchos otros nutrimentos la deficiencia marginal no causará síntomas característicos de una deficiencia pero sí, un comportamiento productivo por debajo de potencia del cerdo.

Pocos estudios se han realizado en las diferentes especies animales con cromo, pero los estudios realizados con ganado y cerdos(4), indican que el animal tiene un requerimiento de cromo que no necesariamente es satisfecho en las dietas típicas y también se ha demostrado que la adición de cromo a dietas deficientes van a afectar de manera benéfica la salud y la respuesta productiva de los animales. Además, la mayoría de las dietas para cerdos están compuestas de ingredientes de origen vegetal que usualmente son bajas en cromo(5). La absorción y utilización de cromo es dependiente de su asociación con una molécula orgánica(6). La forma biológicamente



MEJORADORES DE LA CALIDAD
DE LA CANAL
Y DE LA CARNE DE CERDO

ALBERTO RUIZ

activa del FTG requiere cromo trivalente. Fuentes inorgánicas de cromo incluyen las sales inorgánicas de cromo y los cromos hexavalentes^(*). Los complejos naturales de cromo son más bio-disponibles que las sales de cromo. Estos complejos incluyen el cromo picolinato y el cromo niacinánuda, algunas levaduras también incorporan cromo. Todos estos complejos tienen un uso potencial en las dietas de animales.

En humanos se ha visto que la ingestión de cromo levadura, reduce los niveles de glucosa en sangre más rápido y a niveles más bajos que en dietas en las que no se proporciona cromo levadura

En estudios realizados con diferentes niveles (0; 25; 50; 100 y 200 ppb) de cromo picofinato para evaluar el comportamiento y la calidad de la canal en cerdos en desarrollo y finalización (Cuadro S), no se encontraron diferencias significativas en las mediciones realizadas en la canal. Resultados similares fueron encontrados en otro estudio realizado en Australia^(*).

En estudios realizados en México se comparó la adición de 200 ppb de cromo niacinamida y 200 ppb de picolinato de cromo contra una dieta basal (trigo-soya). No se encontraron diferencias en consumo de alimento, ganancia de peso o en conversión alimenticia. La mayor disminución de gmm dorsal (16%) en machos castrados se observó en las canales de los cerdos que consumieron las dietas suplementadas con cromo niacinamida ($P < .01$). La misma respuesta se observó en las hembras suplementadas con cromo niacinamida aunque la respuesta fue menor: 6% menos de grasa ($P < .01$) que el grupo control y 8% menos grasa ($P < .01$) que el grupo de hembras suplementado con picolinato de cromo (Figura 3). En cuanto a % de músculo, las canales de los machos suplementados con cromo niacinamida tuvieron 3% más músculo que los controles o que el grupo suplementado con picolinato de cromo ($P < .01$). Lo mismo se observó (Figura 4) en hembras aunque en menor magnitud (2%; $P < .01$).

A pesar de que el cromo es considerado un nutrimento esencial, el NRC (19) no da un requerimiento, aún, para este elemento.

CARNITINA

La L-carnitina, posee su función central en el metabolismo intermediario de los ácidos grasos y en el metabolismo energético como un sustrato para la acetilación reversible de la coenzima A. También es esencial para el transporte de los ácidos grasos de cadena larga del citosol hacia la membrana interna de la mitocondria⁽¹⁹⁾. La síntesis endógena de L-carnitina es a partir de sus precursores lisina y metionina.

Entre otros de los beneficios que se le atribuyen a la carnitina en la producción de cerdos está el de que ofrece la posibilidad de mejorar la calidad de la canal. En un estudio que se evaluaron niveles crecientes de inclusión de L-carnitina (0, 25, 50, 75, 100 y 125 ppm^(*), no se observó ningún efecto ni lineal ni cuadrático en cuanto a ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia (Cuadro 6). Sin embargo al comparar exclusivamente durante la etapa de crecimiento a los cerdos que consumieron alimento con 50 ppm contra el control (0 ppm de L-carnitina) se observó que los cerdos consumiendo la dieta con 50 ppm de L-carnitina ganaron peso más rápido y tuvieron mejor conversión alimenticia ($P < .05$). Sin embargo, al analizar todo el ensayo completo (de los 34 a los 103 kg de peso vivo), no se observó ninguna diferencia ($P > .10$) en estos parámetros. En cuanto a las mediciones en canal (Cuadro 7) la grasa dorsal promedio no se vio afectada ($P > .05$) por el nivel de inclusión de L-carnitina. Se observó una tendencia ($P < .10$) a una respuesta cuadrática con el nivel de inclusión de 50 ppm de L-carnitina. En cuanto a tejido magro (%) y músculo (%) se observó un efecto cuadrático ($P < .05$) de la L-carnitina en la dieta con el nivel de inclusión de 50 ppm dando la mejor respuesta. No se observó aumento ($P < .10$) en el área del músculo *longissimus dorsi*.

Aunque ya existe información acerca del efecto de adicionar L-carnitina a la dieta de cerdos, la información disponible hasta hoy es aún conflictiva en cuanto a las condiciones para evaluar su efecto sobre la composición de la canal y la dosis más efectiva.

BETAÍNA

La betaína presente en el organismo funciona como fuente de grupos metilo en reacciones de metilación. La betaína es una molécula bipolar que contiene tres grupos metilo reactivos

En un estudio (22) en que se evaluaron los efectos de adicionar a la dieta de cerdos en desarrollo y finalización (34 a 102 kilos) 50 ppm de carnitina, 1,000 ppm de betaína y 200 ppb de cromo niacinánuda, no se observó ninguna diferencia en cuanto a comportamiento productivo (Cuadro 8). En cuanto a las mediciones de la canal (Cuadro 9) los cerdos recibiendo la dieta suplementada con cromo niacinánuda o con L-carnitina tuvieron mayor arca del ojo de chuleta, mayor porcentaje de músculo y menos grasa dorsal ($P < .05$) en comparación a los cerdos que recibieron la betaína o el grupo control.

CONSIDERACIONES NUTRICIONALES

La eficacia de los modificadores del metabolismo para *redirigir* la proporción de nutrimentos que se van a usar para incrementar la deposición de músculo *versus* deposición de grasa, va a estar influenciada por el genotipo, género, hormonas y etapa de desarrollo, pero en gran medida por el manejo nutricional. Estos factores pueden en gran medida, explicar la falta de consistencia en la literatura de los resultados obtenidos con los modificadores del metabolismo aquí discutidos.

La disponibilidad de modificadores del metabolismo representan un reto muy importante desde el punto de vista nutricional, ya que cada uno de ellos difiere en su modo de acción y estas diferencias pueden resultar en una variación considerable en las tasas de deposición



de tejido magro. Esto sugiere que un método sistemático para determinar las necesidades nutricionales debe desarrollarse para acomodar cada vez una rango más amplio de situaciones biológicas y nutricionales per se. Cualquier experimento realizado para estimar el requerimiento de un nutrimento en particular de contribuir con información cuantitativa y conocimientos de principios biológicos, para que de esta manera se puedan desarrollar relaciones matemáticas que después puedan ser utilizadas en el desarrollo para modelos de computadoras que eventualmente nos permitan predecir las necesidades de nutrimentos para una situación específica.

Estas nuevas tecnologías representan una gran oportunidad para investigar los controles bioquímicos y metabólicos del crecimiento y desde un nivel práctico, estas innovaciones van a permitir poner a los productores de cerdo en una posición más competitiva.

CALIDAD DE LA CARNE

Introducción

En la actualidad, producir una mejor canal (más magra y menos grasa) no es suficiente dentro de un marco de competencia global, la industria porcina en México desde los productores hasta los empaques deben de enfrentarse con países importadores de carne de cerdo que producen carne no solo en base a grado o clasificación de la canal si no también en base a textura, color y jugosidad. Esto porque los consumidores están buscando un producto consistente desde la compra hasta que es cocinado. Ahora, algunos de los países europeos han desarrollado un sistema completo para producir una carne de cerdo magra y apetible al consumidor; este sistema contempla toda la cadena productiva desde la producción de cerdo hasta las especificaciones para el corte y el proceso, pasando por el tipo de alimentación y hasta la forma en transportarlo (cuadro 10).

DEFINICIÓN DE "CALIDAD" DE LA CARNE DE CERDO.

La "calidad" de la carne de cerdo no es, en la actualidad, una medición objetiva como es el caso de la calidad de la canal. La calidad de la carne de cerdo puede ser definida como una serie de características que incluyen: valor nutricional, palatabilidad, apetible, de buena apariencia y que sea en general un producto atractivo para el consumidor. Además de que conserve estas características después del procesamiento y que la merma durante y después del almacenamiento sea minimizada. Estas características deben de ser optimizadas y lo que es aún más importante deben de ser ofrecidas de manera consistente al consumidor y al empaque de carnes frías.

La calidad de la carne de cerdo puede ser predecida por la apariencia y por la palatabilidad (cuadro 11). Después de ser cocinada la carne de cerdo debe tener buen aroma, consistencia y sabor, si esto no se logra la repetibilidad de las compras va a declinar.

FACTORES QUE DETERMINAN LA CALIDAD DE LA CARNE DE CERDO

Un buen número de factores están relacionados con la calidad de la carne de cerdo. Variaciones en el color, la firmeza y la cantidad de exudado están influenciados por: 1. La genética, la nutrición y la época del año (temperatura, humedad y sus fluctuaciones), 2. Manejo en la granja y durante el transporte al frigorífico; 3. Cuidado de los cerdos en el frigorífico, método de sacrificio y método de enfriamiento después de la matanza.

El tipo de respuesta fisiológica de los cerdos a la agresión del medio ambiente (calor, ruido, mezclado, demanda física, etc.), es en gran medida influenciada por el genotipo del cerdo. Condiciones idénticas de manejo durante la matanza dan resultados muy diferentes en términos de calidad de la carne para los diferentes genotipos.

Pálido, blanco, exudativo (PSE) es un síndrome que repercute en un problema de la calidad de la carne que ha afectado a la industria porcina por muchos años. Esta condición está relacionada, en gran medida, a la tasa de disminución del pH después de la matanza. Si la disminución en el pH es rápida, el pH llega a su valor bajo (pH 5 - 5.5) cuando la temperatura de la carne es todavía alta, la carne va a estar pálida y con exudado a consecuencia de la desnaturalización de las proteínas. La tasa de acidificación después de la matanza está determinada, en gran medida, por el grado de estimulación del músculo inmediatamente antes y durante la matanza. En particular, si los cerdos están bajo condiciones de estrés antes de la matanza es más factible que se produzcan canales con el síndrome PSE.

Obscuro, firme y seco (OFS) es otro síndrome que se puede presentar después de la matanza. En este caso lo que sucede es que después de la matanza, el glucógeno muscular produce ácido láctico durante el establecimiento del *rigor mortis* y el pH baja (5.5). Ahora bien, si el glucógeno muscular ha sido utilizado antes de la matanza, la acidificación *post mortem* es limitada y el pH muscular va a bajar solo a 6.0 (o aún más alto). Esto va a producir OFS y además si el pH de la carne no baja más del 5.8, la vida de anaquel de la carne de cerdo en refrigeración va a ser muy reducida.

El marmoleado se define como la cantidad de grasa intramuscular en la carne, éste va a influenciar a ambos, la consistencia y la jugosidad. El marmoleado va a aumentar a medida que aumenta la cantidad de grasa total en la canal. Sin embargo, en algunas razas se observa un mayor marmoleado al compararse con la cantidad de grasa dorsal.

En México se han hecho esfuerzos para mejorar las condiciones de la matanza y en un estudio (26) realizado en el noroeste se encontró que PSE se redujo del 18.6% al 12.4% después de mejorar las condiciones en un rastro. Por otro lado, OFS se redujo del 22% al 16%. Estos porcentajes son muy altos y la industria porcina debe resolver este problema ya que el consumidor tanto local como el de exportación, caso concreto el Japonés, rechazan cualquier canal PSE.

Es aparente que se observa en el mercado una mayor variabilidad en la calidad de la carne de puerco. La textura es más suave y presenta más escurrimiento. Si la calidad de la carne de cerdo sigue deteriorándose va a llegar al extremo de que el consumidor va a pensar dos veces antes de comprar carne de cerdo y el productor de carnes frías se va a encontrar con canales imposibles de trabajar.

XXX AMVEC

VITAMINA E Y CALIDAD DE LA CARNE

La oxidación de los lípidos es la causa de] enrancianimiento de la carne de cerdo, los cambios oxidativos se inician en la fracción fosfolípida intracelular. La oxidación de los lípidos de las membranas son los responsables de] desarrollo de rancidez que va a afectar las características de calidad de la carne de cerdo, como son: color, sabor, textura, escurrimiento y el valor nutritivo. La vitamina E protege las membranas contra la oxidación *in vivo* 1271.

En un estudio (29) 1 en que se evaluó el efecto de suplementar dietas para cerdos durante los 32 días de la engorda (de los 70 a los 103 kilos de peso) con 50 (E50) o 200 (E200) UI de vitamina E por Kg de alimento se encontró que la concentración de vitamina E en músculo fue mayor ($P < .01$) en cerdos recibiendo la dicta E200 vs los cerdos recibiendo E50 (15.2 vs 8.2 ug/g de tejido). Las chuletas provenientes de cerdos consumiendo la dicta E200 mantuvieron mejor su color a través del tiempo (Figura 5). La pérdida por escurrimiento fue menor ($P < .05$) en la carne refrigerada o congelada en las chuletas de cerdos consumiendo E200 (Figura 6).

La suplementación diaria de 500UI de vitamina E por kg de alimento por 46 días en cerdos Británicos Landrace y Landrace x Large White redujo la pérdida por escurrimiento del lomo en un 45 y 54% respectivamente. (Cuadro 12)(¹). En este mismo estudio, se evaluó el efecto de suplementar 1000 UI de vitamina E por kilo de alimento en cerdos susceptibles al síndrome pálido, blanco y exudativo (PSE), encontrándose que se reduce la liberación de exceso de calcio ($P < .001$) y que es posible evitar la formación de canales PSE.

BIBLIOGRAFIA

- NRC, 1994. *Metabolic Modifiers. Effect on the Nutrient requirements of Food-Producing Animals*. National Research Council. National Academy Press. Washington, D.C.
- (2) Boyd, R. D., y D. E. Bauman. 1989. Mechanism of action for somatotropin in growth. In *Current Concepts of Animal Growth Regulation*, D.R. Campior4 G.J. Hausman y R.J. Martin, eds: New York (3) Campbell, R.G., N.C. Steele, T.J. Capema, J.P. McMuntry, M.B. Solomnon y A.D. Nftchell. 1989. Interrelationships between sex and exogenous growth hormone administration on performance, body composition and protein and fat accretion of growing pigs. *J. Anim. Sci.* 67:177.
- Evock. C.M., T.D. Etherton, C.S. Chung y R.E. Ivy. 1988, Pituitary porcine growth hormone (pGH) analog stimulate pig growth pedormance in a similar manner. *J. Anim. Sci.* 66:1928.
- 15) Cainpbell, R.G. (1995). Nutritional Strategies to maximize the biological performance of high lean gain pigs. EN. *Proceedings American Association of Swine Practitioners. 26th Annual Meeting. Oni* Nebraska.
- Krick, B.J. 1993. *Metabolic and Nutritional Influences on Protein Deposition in Growing Pigs*. Ph. D. dissertation. Cornell University, Ithaca, N.Y.
- Mersnim H.J., C.Y. Hu, W.G. Pond, D.C. Ruie, J.E. Novakofski y S.B. Sniith. 1987. Growth and adipose tissue metabolism in young pigs fed cimaterol with adequate or low dietary protein intake. *J. Anim. Sci.* 64:13-1394.
- (81) Easter, R.A. 1988. Nutritional Implications of PST and repartitioning agents in swine production. 1988. AFIA Nutrition Symposium "Profitable Animal Nutrition for the Future". AFIA Aragon, Virginia.
- 191 Verhuizen, E. L. y D. B. Anderson. 1990. Emerging agricultural technology: Issues for the 90s. *Ipr An Assessment of the Effects of Beta-Agonist on the Food Industry*. Washington, D.C.
- (01) Anderson, R. A. 1987. Chromium. I.-i Trace Elements in Human and Animal Nutrition. W. Mertz ed. Academic Press, Inc., New York.
- Jacques, K. y S. Stewart. 1993. Chromium. Essential roles in metabolism. Responses in practical diets. *Feed Compounder*- January 1993.
- Chanp, X y D.N. Mowatt. 1992. Supplemental chromium for stressed and growing feeder calves. *J. Anim. Sci.* 70:559-565.
- Page, T.G., L.L. Southern, T.L. Ward y D.L. Thompson. 1993- Effect of chromium picolinate on growth and carcass traits of growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 71:656-662.
- ll4lGiri, J., K. Usha y T. Sunitha, 1990. Evaluation of the selenium and chromium content of plant foods. *Plant Foods Hum. Nutr.* 40:49.
- Votava, H.J., C.J. Hahn y G.W. Evans. 1973. Isolation and partial characterization of a "Cr complex from brewersyeast. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 55:312.
- Vinson, J.A. y K.H. Hsiao. 1985. Comparative effects of chromium on serum glucose: an assay for biologically active chromium-
- Campbell, R.G. 1993. Effects of chromium picolinate on the performance, carcass characteristics and some measures of meat quality of females pigs. *Rpt. Bunge Meat Inds.*
- Ayala, A., A. De La Llata y A. Robles. 1994. Effect of two sources of chromium on some Carcass traits of growing-finishing pigs. *Tech. Bul. Nutribasics. Ifighland, Iffinois.*
- Gropp, M.J., A. Schuimacher y F.J. Schweigert. 1994. Re=t rewuch in vitamin nutrition especial emphasis to vitaniin A, Bcaroteno y tina. *Proc. Arkansas Nutrition Conference. University of Arkansas.*
- (20) Smith, J.W., 11, K.Q. Owen, K.G. Friesen, LL. Nelssen, R.D. Goodband, M.D. Tokash, T.T.
- (22) Smith, J.W., 11, K.Q. Owen, J.L. Nelssen, K.G., R.D. Go<->dband, M.D. Tokash, K.G. Friesen T.L. Lohrmann y S.A. Blum. 1994. The effects of dietary camitine, betaine, and chromium mcostrme suppienientation on growth and carwu characteristics in growing-fliushing pigs. *J. Anim. Sci.* 72 Suppi, Abst. 1054.
- '23MLC, 1992. Meat Quality Unit, Technical Division, Meat and Livestock Commission. Reino Unido.
- 24 Warner, R. D., y R.G. Kauffrrian.-1993. Pork Quality. I. Biological properties that detemine pork quality. *American Soybean Assoc. Conf. Navojoa, Mexico.*
- 25 Warner, R. D., y R. G. Kauffman. 1993. Pork Quality. 1 I. Subjective and objective procedures to determine pork quality. *American Soybean Assoc. Conf. Navojoa, Mexico.*
- Camou, J.P., J.O. Reyes, G. Gornez, N-F. Gonzales y M.I. Silveira. 1993, Diagnosis of PSE incidence on a slaughter facility in northwest Mexico. *Proc- 39th Inti. Congr. Meat Sej. & Technol., Calgary, Canada.*
- Monahan, F.J., P.B. Lynch y J.j. gray. 1992. Influence od dictaiy fat and alfa-tocopherol supplementation en lipid oxidation in pork. *Meat Sej.* 3 1:229-24 I.
- (28)Ayala, A., A. De La LLata y A. Robles. 1994. Vitamin E for pigs and meat Quality. *FN.-Proceedings. The I3th Internacional Pig Veterinary Society Congress. Bangkok, Thailand.*
- (29)Cheah K.S., A.M. Cheah y D.I. Krausgnill. 1995. Effect of dietary supplementation of vitamin E en Pig Quality. *Meat Sci.* 39:255.

CUADRO 8.
EVALUACION DE DIFERENTES MODIFICADORES DEL METABOLISMO. EN EL
COMPORTAMIENTO DE CERDOS[^].

	L-CARNITINA		CROMO*	BETAINA
	CONTROL	50 ppm	200 ppb	1000 ppm
GDP, kg	0,92	0,94	0,94	0,96
CONSUMO, kg	2,83	2,77	2,83	2,83
EFICIENCIA	0,33	0,34	0,33	0,34

[^]ADAPTADO DE SMITH, et al (22)

CUADRO 7.
CARACTERISTICAS DE LA CANAL DE CERDOS RECIBIENDO NIVELES
CRECIENTES DE L-CARNITINA [^].

L-CARNITINA ppm

	GRASA* DORSAL, cm	MUSCULO** LUMBAR, pg	TEJIDO*** MAGRO, %
0	1,25	4,9	46,0
25	1,26	4,6	44,9
50	1,14	5,5	49,5
75	1,19	4,8	45,9
100	1,22	4,8	45,9
125	1,28	4,9	45,6

*NO SON DIFERENTES (< 05)
**NO SON DIFERENTES (< 10)
***EFECTO CUADRATICO (< 05)

[^]ADAPTADO DE SMITH, et al (20)

CUADRO 10.
GUIA PARA LA PRODUCCION DE CARNE DE CERDO DE BUENA CALIDAD[^]

- PRODUCCION DE CERDOS.
 - PROPORCIONAR AL CERDO CON UNA BUENA CALIDAD CONSISTENTEMENTE, BUEN SABOR, BUENA CONSISTENCIA.
- TRANSPORTE.
 - REDUCIR EL STRESS, RIESGO DE LESIONES Y PROBLEMAS RELACIONADOS.
- RASTROS.
 - REDUCIR STRESS, RIESGO DE DAÑO A LOS ANIMALES/CANAL REDUCIR RIESGO DE CONTAMINACION.
- ESPECIFICACIONES PARA LAS CANALES.
 - PROVEER UNA CANAL QUE CONSISTENTEMENTE SEA ATRACTIVA A LA VISTA Y QUE MANTENGA SUS CUALIDADES NUTRICIONALES.
- TIPO DE DIETA.
 - LOS LIMITES MARCADOS SE REQUIEREN PARA PRODUCIR UNA CARNE DE CERDO CON BUEN SABOR Y PARA REDUCIR EXCESO DE EXUDADO.
 - H. PESCADO 2.5% MAXIMO.
 - GIRASOL 5% MAXIMO.
 - SOYA INTEGRAL 17.5% MAXIMO.
 - HARINA DE CARNE Y HUESO 5% MAXIMO
 - ACEITE 3.5% MAXIMO.
 - VITAMINA E 100UI/KG DE ALIMENTO

[^] ADAPTADO DE MLC (23).

CUADRO 9.
EVALUACION DE DIFERENTES MODIFICADORES DEL METABOLISMO. EN LA
CALIDAD DE LA CANAL DE CERDOS[^].

	L-CARNITINA		CROMO*	BETAINA
	CONTROL	50 ppm	200 ppb	1000 ppm
OJO DE CHULETA, cm2	31,40	35,00	32,40	30,90
GRASA DORSAL, cm	3,18	2,89	2,90	3,07
MUSCULO, %	51,56	53,94	52,96	51,81

[^]COMO Cr NIACINAMIDA.

[^]ADAPTADO DE SMITH, et al (22)

CANALES DE CERDOS DEL GRUPO DE L-CARNITINA Y DEL GRUPO Cr NIACINAMIDA TUVIERON MAYOR AREA DEL OJO DE CHULETA, MAYOR % DE MUSCULO Y MENOS GRASA DORSAL vs LOS OTROS DOS GRUPO (p<.05)..

CUADRO 2.
RESPUESTA PRODUCTIVA DE CERDOS ADMINISTRADOS CON DOSIS DIARIAS DE SOMATOTROPINA PORCINA Y DIFERENTES NIVELES DE LISINA EN LA DIETA (5).

mg/kg/día, STP	LISINA %	GANANCIA DIARIA g	GANANCIA: CONSUMO	GRASA DORSAL cm
0	.45	628	3.71	2.05
0	1.09	823	2.78	2.02
0	1.53	860	2.71	1.84
0.09	.45	588	3.87	1.7
0.09	1.09	1108	2.07	1.24
0.09	1.53	1338	1.69	1.31

CUADRO 4.
RESPUESTA A SOMATOTROPINA Y A RACTOPAMINA DE CERDOS EN DESARROLLO-FINALIZACION (%)*.

	SOMATOTROPINA	RACTOPAMINA
GANANCIA DE PESO	12	9
CONSUMO:GANANCIA	-25	-12
CONSUMO	-16	-4
GRASA DORSAL	-35	-14
OJO DE CHULETA	28	15
MUSCULO	25	12
TEJ ADIPOSEO	-30	-14

*ADAPTADO DE VEENHUIZEN Y ANDERSON (9)

CUADRO 1.
EFFECTO DE LA ADMINISTRACION DE SOMATOTROPINA PORCINA.

COMO PORCENTAJE DEL CONTROL

	GANANCIA DIARIA	CONSUMO/ GANANCIA	GRASA EN CANAL	PROTEINA EN CANAL
22*	10	-4		6
30	10	-19	-18	36
70	14	-17	-25	19
100	16	-24	-32	37
100	36	-28	-63	-46
140	19	-25	-68	28

ADAPTADO DE METABOLIC MODIFIERS. (1)
* ug/día DE SOMATOTROPINA PORCINA.

CUADRO 3.
EFFECTO DEL CIMATEROL SOBRE LA COMPOSICION DE LA CANAL EN CERDOS (8)*.

CONCEPTO	CONTROL	CIMATEROL
GRASA DORSAL PROM. cm**	3.12	2.48
OJO DE CHULETA cm2**	29.85	33.11

* PROMEDIO DE .25 .5 Y 1 ppm
** (p<.01).

CUADRO 5.
EFFECTO DEL CROMO PICOLINATO SOBRE LA CANAL DE CERDOS EN
DESARROLLO-FINALIZACION.*

CONCEPTO	BASAL	BASAL + 25 ppb Cr	BASAL + 50 ppb Cr	BASAL + 100 ppb Cr	BASAL + 100 ppb Cr.
GRASA DORSAL, cm	2.83	2.42	2.33	2.66	2.44
OJO DE CHULETA cm2	34.9	35.9	35.3	34.2	37.2
% DE MUSCULO	52.9	54.7	54.5	53.9	54.3

* ADAPTADO DE PAGE et al. (13).

CUADRO 6.
COMPORTAMIENTO DE CERDOS CONSUMIENDO NIVELES CRECIENTES DE L-CARNITINA*.

GENERAL (34-103 kg)

CRECIMIENTO (24 A 57 kg)

ppm L-CARNITINA

	GDP, g	CONS, g
0	920	2.830
25	950	2.870
50	940	2.750
75	950	2.790
100	970	2.850
125	940	2.810

	GDP, g	CAD, g
0	860	2.180
25	920	2.340
50	950	2.230
75	910	2.250
100	930	2.260
125	920	2.270

CERDOS QUE CONSUMIERON 50 ppm L-CARNITINA vs CONTROL

* SIN EFECTO DE TRATAMIENTO (P>.10)

ADAPTADO DE SMITH, et al. (20)

FIGURA 2.
RELACION DOSIS:RESPUESTA ENTRE STP Y ALGUNAS RESPUESTAS PRODUCTIVAS EN CERDOS (6).

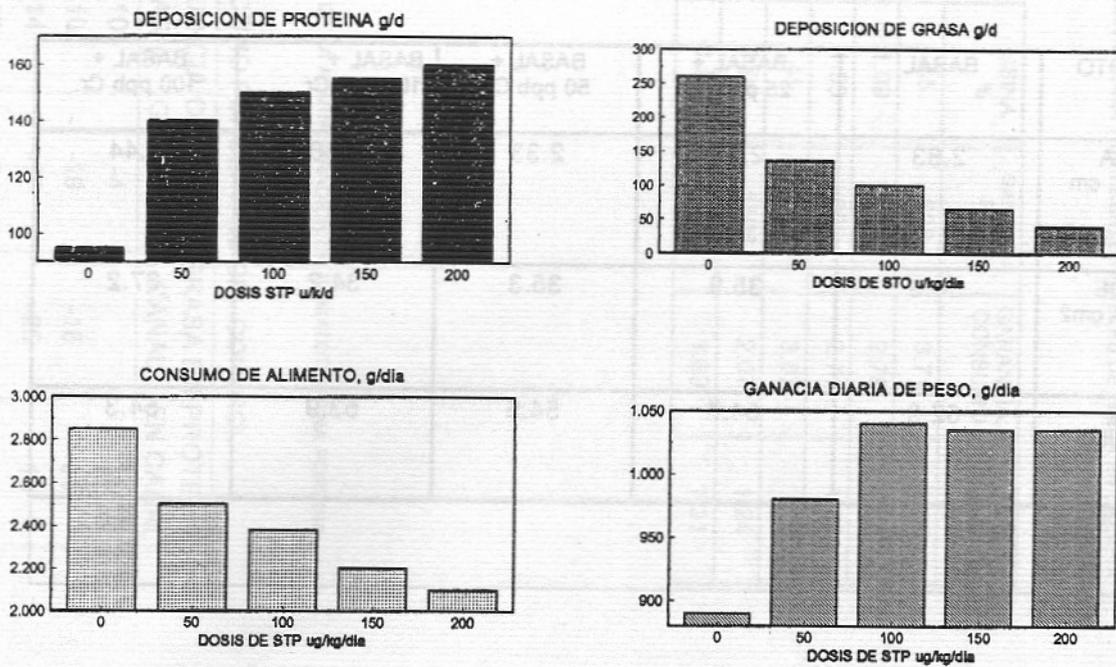
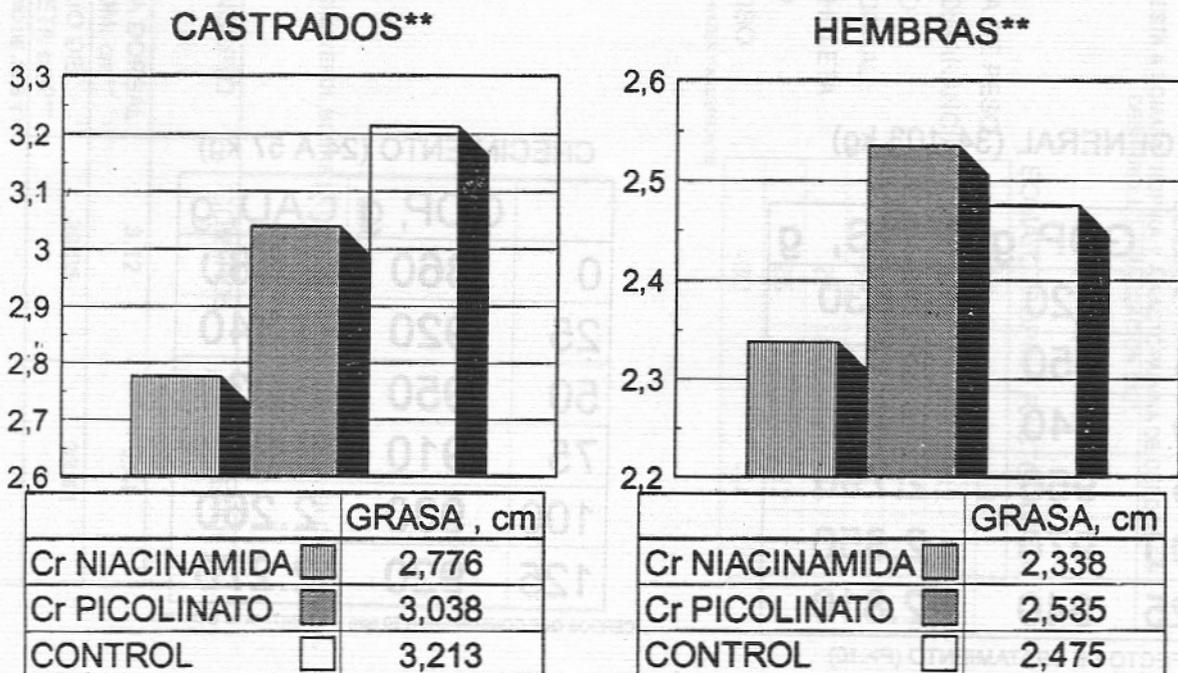


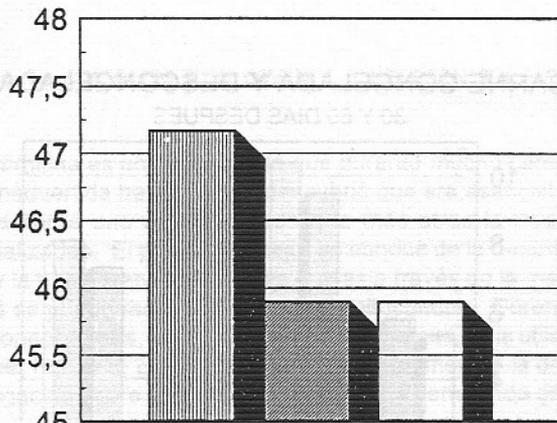
FIGURA 3.
EFFECTO DE DOS FUENTES DE CROMO SOBRE LA GRASA DORSAL EN CERDOS*



*EFFECTO DE TRATAMIENTO (P<.01).

**EFFECTO DE TRATAMIENTO (P<.01)

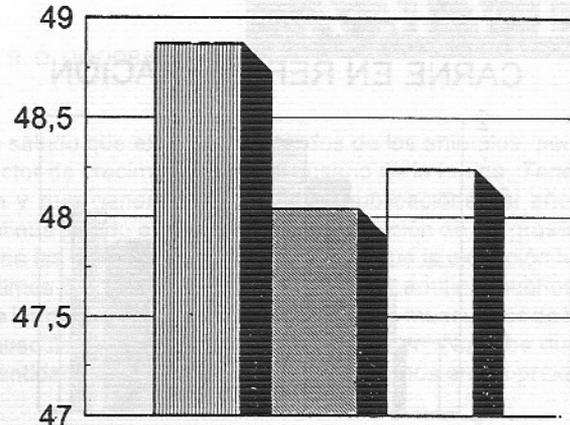
CASTRADOS**



	MUSCULO %
Cr NIACINAMIDA	47,167
Cr PICOLINATO	45,897
CONTROL	45,897

* **EFECTO DE TRATAMIENTO (P<.01).

HEMBRAS**



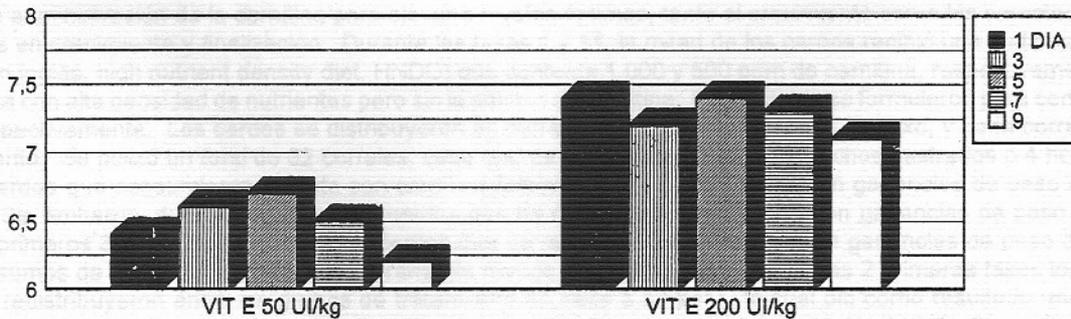
	% DE MUSCULO
Cr NIACINAMIDA	48,870
Cr PICOLINATO	48,039
CONTROL	48,242

** EFECTO DE TRATAMIENTO (P<.01)

*ADAPTADO DE AYALA et al. (18)

FIGURA 5. VITAMINA E Y EVALUACION DEL COLOR DE CHULETAS DE CERDO REFRIGERADAS*.

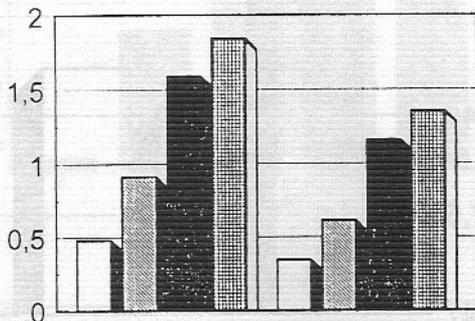
VALORES a' DEL COLORIMETRO DE MINOLTA.



*ADAPTADO DE AYALA, et al. (27).
* EFECTO DE NIVEL DE VITAMINA E (P<.05)

FIGURA 6.
VITAMINA E Y PERDIDA POR ESCURRIMIENTO, %^

CARNE EN REFRIGERACION

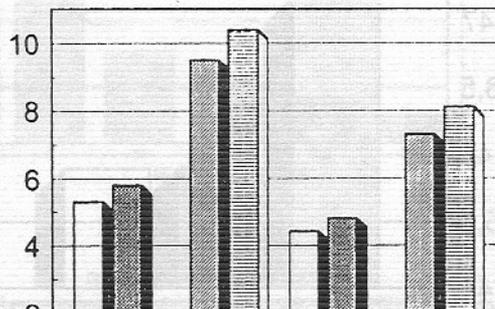


	50 UI VIT E/kg	200 UI VIT E/kg
DIA 3	0,48	0,34
DIA 5	0,91	0,61
DIA 7	1,59	1,16
DIA 9	1,84	1,35

*EFECTO DE NIVEL DE VITAMINA E (P<.05)

* ADAPTADO DE AYALA, et al. (27)

CARNE CONGELADA Y DESCONGELADA
30 Y 60 DIAS DESPUES



	VIT E 50UI/kg	VIT E 200UI/kg
DIA 34	5,3	4,4
DIA 37	5,8	4,8
DIA 64	9,5	7,3
DIA 67	10,4	8,1

*EFECTO DEL NIVEL DE VITAMINA E (P<.05).

CASTRADOS



	GRASA, g/100
Cr NIACINAMIDA	2,776
Cr PICOLINATO	3,038
CONTROL	3,213

*EFECTO DE TRATAMIENTO (P<.01).

HEMBRAS



	GRASA, g/100
Cr NIACINAMIDA	2,358
Cr PICOLINATO	2,535
CONTROL	2,475

*EFECTO DE TRATAMIENTO (P<.01).