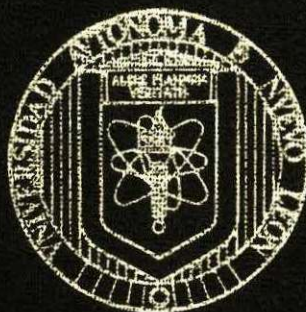


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



EFEECTO DE TRES NIVELES DE LISINA EN LA
DIETA SOBRE LOS INCREMENTOS DE PESO
EN CERDOS EN CRECIMIENTO

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA
MARCELO FUENTES CRUZ

MARIN, N. L.

AGOSTO DE 1993

T

SF396

.M6

F8

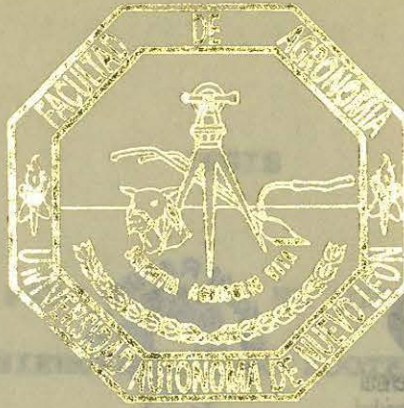
C.1



1080062426

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DE TRES NIVELES DE LISINA EN LA
DIETA SOBRE LOS INCREMENTOS DE PESO
EN CERDOS EN CRECIMIENTO

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

PA.D. ERASMO GUTIERREZ ORNELAS ING. M.C. SERGIO TAPIA V.
MARCELO FUENTES CRUZ

ASESOR AUXILIAR

ING. M.C. FELIPE DE JESUS CASTAÑEDA C.

0116126

MARIN, N. L.

AGOSTO DE 1993

T
SF 396
.M6
F8



040.636
FA9
1993
C.5

**EFFECTO DE TRES NIVELES DE LISINA EN LA DIETA
SOBRE LOS INCREMENTOS DE PESO EN CERDOS
EN CRECIMIENTO**

TESIS

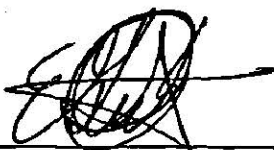
**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA**

PRESENTA

MARCELO FUENTES CRUZ

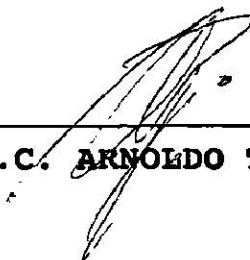
COMISION REVISORA:

ASESOR PRINCIPAL



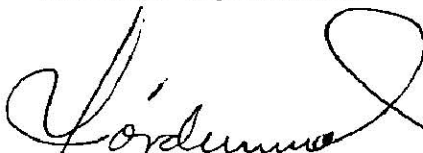
Ph.D. ERASMO GUTIERRÉZ ORNELAS

ASESOR AUXILIAR



ING. M.C. ARNOLDO TAPIA V.

ASESOR AUXILIAR



ING. M.C. FELIPE DE JESUS CARDENAS G.

DEDICATORIAS

A DIOS.

Por permitirme finalizar una meta más en mi vida.

A MIS PADRES:

Sr. Marcelo Fuentes Del Angel.

Sra. Lucia Cruz Del Angel.

Con admiración y respeto por darme todo su apoyo para la culminación de mi preparación profesional y servirme de ejemplo para seguir el camino correcto.

A MIS HERMANOS:

Ing. Manuel

C.P. Lucia

Oscar

Ana M.

Por permitirme seguir adelante.

Con cariño.

AGRADECIMIENTOS

A MIS ASESORES:

Ph.D. Erasmo Gutiérrez Ornelas.

Ing. MC. Arnoldo Tapia Villarreal.

Ing. MC. Felipe de Jesús Cárdenas G.

Por la asesoría, apoyo y consejos, así como por el tiempo brindados durante la realización del presente trabajo.

Al Dr. Mario A. Ramírez De La Garza.

Por su valiosa y desinteresada ayuda en la realización del análisis estadístico.

A mis amigos y compañeros del Equipo Nacional e Internacional de Identificación de Plantas del Pastizal de la Fac. de Agronomía de la U.A.N.L.

Ing. Rodrigo A. Collado Franco.

Ing. Venancio Coutiño Coutiño.

**AL PROYECTO PORCINO DE MEJORAMIENTO GENETICO DEL NORESTE
DE MEXICO.**

Por facilitar las instalaciones y animales para la realización de este experimento, al Ing MsC. Fernando Sánchez Dávila, a la Ing. María Elena Montero y a Isaías Galván Castro.

A MIS AMIGAS DE SIEMPRE:

Cristina B. Leal Castellanos.

Sara M. Ochoa Montiel.

Por los momentos compartidos durante el tiempo que hemos convivido y por su amistad siempre dispuesta.

Al departamento de Informática de la FAUANL en especial a Verónica Belmares Navarro, por la ayuda prestada durante la realización de este escrito.

A Cesar G. T., Gillermo C.P., Juan J. Rodríguez M., Juan A. Benavides R.

**A TODOS LOS MAESTROS, COMPAÑEROS Y AMIGOS DENTRO Y FUERA
DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA U.A.N.L.**

INDICE

Página

I.	INTRODUCCION.....	1
II.	LITERATURA REVISADA.....	3
II.1.	Composición de las proteínas.....	3
II.2.	Necesidades de proteína del cerdo.....	6
II.3.	Absorción de los aminoácidos.....	8
II.3.1.	Forma química de absorción de los aminoácidos.....	9
II.4.	Deficiencias de aminoácidos.....	10
II.5.	Excesos de proteína y aminoácidos.....	10
II.5.1.	Antagonismo, toxicidad y desequilibrio de los aminoácidos...	11
II.6.	Antecedentes de trabajos hechos sobre lisina.....	13
II.7.	Trabajos realizados con otros aminoácidos esenciales.....	30
II.7.1.	Triptófano.....	30
II.7.2.	Treonina.....	33
II.7.3.	Valina.....	37
II.7.4.	Metionina + Cistina.....	37

III.	MATERIALES Y METODOS.....	39
III.1.	Ubicación del experimento.....	39
III.2.	Duración del experimento.....	39
III.3.	Materiales.....	39
III.4.	Tratamientos.....	40
III.5.	Manejo de los animales.....	42
III.6.	VARIABLES ESTUDIADAS.....	43
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	45
IV.1.	Efecto de lisina.....	45
IV.1.1.	Aumento diario de peso (ADP).....	45
IV.1.2.	Consumo diario de alimento (CDA).....	49
IV.1.3.	Eficiencia alimenticia (Ganancia/Alimento; G/A).....	50
IV.1.4.	Conversión alimenticia (alimento/Ganancia; A/G).....	51
IV.2.	Efecto de la raza y el sexo.....	53
IV.2.1.	Aumento diario de peso.....	54
IV.2.2.	Consumo diario de alimento.....	55
IV.2.3.	Eficiencia alimenticia.....	56
IV.2.4.	Conversión alimenticia.....	56

V.	CONCLUSIONES..	58
VI.	RECOMENDACIONES.....	59
VII.	RESUMEN.....	60
VIII.	BIBLIOGRAFIA.....	62
IX.	APENDICE.....	68

INDICE DE TABLAS

Página

TABLA 1.	Clasificación nutricional de los aminoácidos....	4
TABLA 2.	Requerimientos de aminoácidos indispensables (%) para cerdos comerciales alimentados a libre acceso (N.R.C.,1988).....	8
TABLA 3.	Efecto de la lisina dietaria sobre el crecimiento de cerdos de 20 a 35 kgs de peso vivo.....	15
TABLA 4.	Efecto del exceso de L-lisina HCl sobre el desarrollo de cerdos en crecimiento.....	16
TABLA 5.	Efecto de 6 niveles de lisina en la proporción de lisina:ED y dos niveles de ED sobre el desarrollo de cerdos de 20 a 50 kgs PV.....	21
TABLA 6.	Efecto del consumo de alimento, sexo y peso vivo sobre la respuesta a la concentración de lisina	24

TABLA 7.	Efecto del consumo de alimento, sexo y peso vivo sobre la respuesta a diferentes niveles de lisina.....	25
TABLA 8.	Efecto de la lisina y grasa agregada sobre el desarrollo de cerdos machos y hembras.....	26
TABLA 9.	Efectos de la frecuencia de la alimentación sobre la utilización de lisina libre por cerdos en crecimiento.....	29
TABLA 10.	Efecto del incremento de L-Triptófano en la dieta de cerdos en crecimiento.....	32
TABLA 11.	Estimaciones de los requerimientos de L-treonina para cerdos en crecimiento.....	34
TABLA 12.	Estimaciones de los requerimientos de metionina + cistina.....	37
TABLA 13.	Componentes de la ración alimenticia para cerdos en crecimiento utilizada durante la prueba experimental.....	41
TABLA 14.	Estimación de los nutrientes contenidos en la ración tal como ofrecida y aquellos	

recomendados para animales de reemplazo alimentados a libre acceso utilizando las tablas del N.R.C., (1988).....44

TABLA 15. Efecto de tres niveles de lisina en la dieta sobre los incrementos de peso en cerdos en crecimiento.....53

TABLA 16. Efecto de la raza y sexo sobre la respuesta del crecimiento de cerdos54

APENDICE

TABLA 1A. Respuesta de las variables estudiadas a la adición de tres niveles de L-lisina HCL a la dieta de cerdos en crecimiento.....69

TABLA 2A. Respuesta a la adición de tres niveles de L-lisina HCl a la dieta de cerdos en crecimiento.....70

TABLA 3A. Análisis de varianza para el aumento diario de peso de acuerdo a Harvey, (1990).....71

TABLA 4A. Comparación de medias mediante contrastes para la variable aumento de peso diario de

acuerdo a Harvey, (1990).....	71
TABLA 5A. Análisis de varianza para el consumo diario de de alimento de acuerdo a Harvey, (1990).....	72
TABLA 6A. Comparación de medias mediante contrastes para la variable consumo diario de alimento de acuerdo a Harvey, (1990).....	72
TABLA 7A. Análisis de varianza para la eficiencia alimenticia de acuerdo a Harvey, (1990).....	73
TABLA 8A. Comparación de medias mediante contrastes para la variable eficiencia alimenticia de acuerdo a Harvey, (1990).....	73
TABLA 9A. Análisis de varianza para la conversión alimenticia de acuerdo a Harvey, (1990).....	74
TABLA 10A. Comparación de medias mediante contrastes para la variable conversión alimenticia de acuerdo a Harvey, (1990).....	74
TABLA 11A. Análisis de varianza para la interacción tratamiento X raza X sexo, de acuerdo a Harvey, (1990).....	75

INDICE DE FIGURAS

Página

- FIGURA 1.** Aumento de peso promedio en cerdos alimentados bajo 3 niveles de lisina HCl.....47
- FIGURA 2.** Comportamiento del crecimiento durante la prueba.....48
- FIGURA 3.** Efecto de la lisina sobre la ganancia diaria de peso en las razas y sexos utilizados.....57

I. INTRODUCCION

Dentro de cualquier explotación pecuaria el factor más importante es el correspondiente a la alimentación, esto se debe a que constituye la mayor parte de los costos de producción y además se considera el principal limitante en la productividad de los animales, por lo que es necesario hacer un uso adecuado de los conocimientos existentes de la misma, por consiguiente, cualquier mejora que se realice al respecto proporcionará un beneficio al sistema de producción.

Para lograr una nutrición adecuada es indispensable proporcionar los nutrientes necesarios y las cantidades adecuadas de éstos para permitir la máxima expresión del potencial genético de los animales.

Actualmente el costo de los aminoácidos cristalinos ha disminuido sustancialmente por lo que es una práctica común usar metionina, lisina, triptófano y treonina como suplementos en las dietas de cerdos y aves. Sin embargo se requiere de una mayor precisión en el conocimiento de las cantidades requeridas de los nutrientes.

Dentro de las investigaciones hechas para encontrar los requerimientos óptimos de aminoácidos en cerdos en crecimiento,

la lisina es el que ha recibido mayor atención ya que es el aminoácido más limitante en las dietas de porcinos, sin embargo los resultados de dichas investigaciones no han sido completamente concluyentes. Por tal motivo se optó por realizar el presente trabajo cuyo objetivo fue evaluar el efecto de tres niveles de L-lisina HCl agregadas en la ración sobre el comportamiento de cerdos en crecimiento.

II. LITERATURA REVISADA

El cerdo tiene una gran capacidad digestiva y de asimilación que le permite obtener en un período corto de tiempo altos aumentos de peso con una buena conversión alimenticia. El alimento es uno de los factores más costosos en la producción de cerdos, y el costo de alimentación representa aproximadamente el 80% del costo total de producción. Cuando el alimento se desperdicia o se proporciona con una ración mal equilibrada, el costo del mismo hace que muchas veces el negocio no sea provechoso. Una ración que no ha sido equilibrada, determina menos aumentos de peso, lo cual se refleja en beneficios menores. Esto explica la necesidad de un buen programa de alimentación para obtener mayores ingresos (Scarborough, 1980; citado por González, 1989).

El cerdo necesita de varios nutrientes para obtener un óptimo crecimiento, estos nutrientes son: Proteína, energía, vitaminas, minerales y agua, siendo la proteína uno de los principales nutrientes limitantes.

II.1. Composición de las proteínas.

Las proteínas presentan una gran diversidad en su composición química, propiedades físicas, tamaño, forma,

solubilidad y funciones biológicas. Todas las proteínas están formadas por unidades simples que son los aminoácidos. Aunque existen más de 200 aminoácidos en la naturaleza, sólo se encuentran aproximadamente 20 en la mayoría de las proteínas y se necesitan sólo alrededor de 10 en la dieta de los animales debido a que la síntesis tisular no es adecuada para llenar las necesidades metabólicas (Church y Pond, 1988).

Harms (1991), menciona que al menos 40 aminoácidos han sido descritos que ocurren en la naturaleza, y más han sido sintetizados artificialmente sin embargo los animales sólo necesitan 22 aminoácidos, y sólo es necesario que el alimento contenga 10 (tabla 1).

TABLA 1. Clasificación nutricional de los aminoácidos (Harms, 1991).

Esenciales	No esenciales	
Arginina	Tirosina	Acido aspártico
Lisina	Cistina	
Histidina	Hidroxiprolina	
Leucina	Acido glutámico	
Isoleucina	Glutamina	
Valina	Glicina	
Metionina	Serina	
Treonina	Prolina	
Triptófano	Aspargina	
Fenilalanina	Alanina	

Los aminoácidos que no se sintetizan en los tejidos

animales de la mayoría de las especies en cantidades suficientes para llenar las necesidades metabólicas se denominan esenciales o indispensables, mientras que aquellos que no se necesitan en la dieta debido a que tienen una síntesis tisular apropiada, se denominan no esenciales o dispensables (Church y Pond, 1988).

En aquellos animales donde la microflora gastrointestinal sintetiza proteínas a partir de fuentes de nitrógeno (N) no proteico (rumiantes y otros herbívoros), el equilibrio de los aminoácidos de la dieta tiene poca importancia nutricional, con excepción de aquellos animales de alta productividad (Church y Pond, 1988).

La estructura básica de los aminoácidos se presenta en la glicina que es el aminoácido más sencillo. Los componentes fundamentales son un grupo carboxilo y un grupo amino (-NH₂) en el átomo de carbono que se encuentra junto al grupo carboxilo. Este grupo -NH₂ se denomina el grupo alfa amino. La estructura general que representa todos los aminoácidos se puede diseñar de la siguiente manera:
$$R-C \begin{array}{l} /NH_2 \\ \backslash H \end{array} -C \begin{array}{l} /O \\ \backslash OH \end{array}$$
 donde R es el resto de la molécula que se adhiere al átomo de carbono que se asocia con el grupo alfa-amino del aminoácido (Church y Pond, 1988).

II.2. Necesidades de proteína del cerdo.

Las proteínas son los constituyentes orgánicos indispensables de los organismos vivos y conforman la clase de nutrimentos que se encuentran en la concentración más elevada en los tejidos musculares de los animales. Con la excepción de aquellos animales cuya flora microscópica intestinal puede sintetizar proteínas a partir de fuentes de nitrógeno no proteicas, las proteínas o los aminoácidos que las conforman se deben de administrar en la dieta para que se lleve a cabo un crecimiento normal, lo mismo que otras funciones productivas.

El porcentaje de proteína que se necesita en la dieta es mucho más alto en los animales jóvenes en crecimiento, y disminuye en forma gradual al llegar a la edad adulta, cuando solamente se necesita una cantidad suficiente de proteína para mantener los tejidos corporales. Las funciones productivas, tales como la lactancia y la preñez aumentan las necesidades proteicas, debido al mayor consumo de proteínas durante la gestación y producción de leche, y a un aumento en el índice metabólico (Church y Pond, 1988).

N.R.C. (1988), menciona que los requerimientos de proteína son de gran importancia para el mantenimiento y formación de tejidos corporales. La proteína es con gran frecuencia en

la alimentación de los cerdos el principal factor limitante en la ración, tanto desde el punto de vista de la cantidad como de la calidad.

N.R.C. (1988), señala que los cerdos comerciales en crecimiento alimentados a libre acceso requieren de 15 y 13% de proteína en la dieta y de 0.75% y 0.60% de lisina durante los períodos de crecimiento de 20 a 50 y de 50 a 110 kgs de peso vivo, respectivamente y también señala que requieren de 3260 y 3275 kcal EM/kg de alimento durante los mismos períodos de crecimiento, mientras que para cerdos de alto potencial genético que se usaran como pie de cría las recomendaciones de los 20 a 50 kgs de peso corporal son de 16 a 18% de proteína cruda, de 0.80 a 0.90% para lisina y de 3240 a 3255 kcal de EM/Kg de dieta. Los requerimientos de aminoácidos esenciales para cerdos en crecimiento se muestran en la tabla 2.

A.R.C. (1967), citado por MacDonald et. al. (1981), señala que los requerimientos de proteína cruda para cerdos comerciales de 20 a 50 kgs son de 160 a 170 grs/kg de alimento y los de energía digestible de 12.5 MJ/Kg de alimento.

TABLA 2. Requerimientos de aminoácidos indispensables (%), para cerdos comerciales alimentados a libre acceso (N.R.C., 1988).

Aminoácido indispensable	Peso vivo (kgs)	
	20-50	50-110
Arginina	0.25	0.10
histidina	0.22	0.18
Isoleucina	0.46	0.38
Leucina	0.60	0.50
Lisina	0.75	0.60
Metionina + cistina	0.41	0.34
Fenilalanina + tirosina	0.66	0.55
Treonina	0.48	0.40
Triftófano	0.12	0.10
Valina	0.48	0.40

II.3. Absorción de los aminoácidos.

El epitelio intestinal es una barrera eficaz para la difusión de una variedad de sustancias, existiendo una transferencia muy limitada de proteínas, polipéptidos o aún de dipéptidos a través del epitelio intestinal. La absorción de los aminoácidos se lleva a cabo por medio del transporte activo, la membrana limitante de la mucosa intestinal contiene por lo menos dos sistemas de transporte activo, el aminoácido se mueve a través de la membrana celular en contra de un gradiente de concentración que requiere de la energía suministrada por el metabolismo celular (Church y Pond, 1988).

II.3.1. Forma química de absorción de los aminoácidos.

A.R.C. (1967-1969), menciona que se ha supuesto que los cerdos utilizan solamente el L-isómero y que la presencia del D-isómero no inhibe la utilización de la forma L-, así también señala que los resultados de experimentos hechos por muchos investigadores sobre los efectos de suplementos de lisina agregados a dietas para cerdos en crecimiento, no han sido consistentes.

Todos los aminoácidos que se encuentran en la naturaleza tienen la configuración -L-, que con muy pocas excepciones, es la forma biológicamente más activa. Los aminoácidos sintéticos por lo general se encuentran como la mezcla racémica de los isómeros L- y D- (Church y Pond, 1988).

En todos los casos los requerimientos de aminoácidos corresponden a el isómero natural (forma L), que es la forma en que se encuentran en los alimentos (Cunha, 1977).

Las formas L de los aminoácidos que se encuentran en la naturaleza se absorben con más facilidad que las formas D probablemente como resultado de una especificidad de los sistemas de transporte activo (Church y Pond, 1988).

II.4. Deficiencias de aminoácidos.

Los signos de deficiencia proteica incluyen anorexia, disminución de la tasa de crecimiento, un balance de N reducido o negativo, una disminución de la eficacia para la utilización del alimento, una disminución en la concentración sérica de proteínas, anemia, acumulación de grasa en el hígado, edema (en casos severos), bajo peso de las crías al nacer, disminución en la producción de leche y reducción en la síntesis de algunas enzimas y hormonas (Church y Pond, 1988).

Una deficiencia en lisina resulta en una reducción del apetito, baja de peso, eficiencia alimenticia pobre, pelo seco y áspero y condiciones en general de emaciación (Cunha, 1977).

II.5. Excesos de proteína y aminoácidos.

Es común que ocurran errores de suplementación o mezclado del alimento por lo que se necesita conocer las consecuencias de los excesos de aminoácidos agregados a la dieta.

El exceso de proteína no puede ser almacenado excepto en cantidad limitada. Los excesos de proteína son desaminados (el nitrógeno es removido como amonio y urea). Los residuos de la molécula de proteína sirven como una fuente de energía o son

almacenados como grasa a través de un mecanismo complejo en el cuerpo. De esta manera el exceso de proteína no es completamente desperdiciado (Cunha, 1977).

Los cerdos pueden tolerar altos consumos de proteína sin efectos dañinos, con excepción de diarreas ocasionales. Pero consumos prolongados de aminoácidos individuales pueden provocar una variedad de síndromes negativos que han sido clasificados como una toxicidad, antagonismo o desequilibrio, dependiendo de la naturaleza del efecto.

II.5.1. Antagonismo, Toxicidad y Desequilibrio de aminoácidos.

El antagonismo ocurre comúnmente entre los aminoácidos que están estructuralmente relacionados. Un ejemplo es el antagonismo lisina-arginina en el cual el incremento excesivo de lisina dietaria incrementa los requerimientos de arginina (N.R.C., 1988).

El antagonismo se refiere a una baja en el crecimiento que puede superarse al suministrar como complemento un aminoácido que tenga una estructura similar a la antagonista. (Church y Pond, 1988).

El término toxicidad se utiliza cuando el efecto adverso

de un aminoácido en exceso no puede superarse al suministrar un complemento a base de otro aminoácido. La metionina en exceso no puede superarse con el suministro de otros aminoácidos. El desequilibrio de aminoácidos se define como cualquier cambio que se presente en la proporción de los aminoácidos de la dieta que produzca un efecto adverso que puede evitarse al suministrar una cantidad relativamente pequeña del aminoácido o aminoácidos más limitantes (Church y Pond, 1988).

Baker (1991), menciona que un simple exceso de un aminoácido superior al 1% de la dieta no es probable que resulte en una mortalidad y morbilidad animal, así mismo dice que las dietas prácticas contienen factores que probablemente su función sea la de aminorar los excesos de aminoácidos.

N.R.C. (1988), menciona que las dietas de maíz y soya contienen cantidades de ciertos aminoácidos (arginina, leucina, fenilalanina + tirosina) en exceso de los niveles necesarios para el crecimiento óptimo, pero tales excesos sólo tienen un pequeño efecto sobre el desarrollo de los cerdos, en contraste con las adiciones de suplementos excesivos de aminoácidos cristalinos tales como arginina y leucina que pueden reducir el consumo de alimento y tasa de crecimiento.

Baker (1991), también menciona que el exceso de lisina

podría dañar la utilización de arginina en aves, el exceso de leucina podría dañar la utilización de isoleucina y valina tanto en aves como en cerdos, y que un exceso de metionina probablemente podría ser considerablemente más depresora del crecimiento en aves en niveles de ausencia o exceso de glicina.

Edmonds et.al. (1987) y Edmonds y Baker (1987), citados por Baker (1991), al estudiar la adición de un 4% de varios aminoácidos a dietas de pollos y cerdos encontraron que el exceso de lisina fue más depresor del crecimiento para pollos que para cerdos, mientras que el exceso de arginina fue más depresor del crecimiento para cerdos que para pollos.

II.6. Antecedentes de trabajos hechos sobre lisina.

Cole (1978), menciona que es probable que la mayor diferencia en los requerimientos entre cerdos creciendo en diferentes tasas y entre cerdos de diferentes sexos, razas y pesos esta en la cantidad de proteína que requieren de acuerdo a su diferente potencial para deposición de músculo.

N.R.C. (1988), indica que los requerimientos de aminoácidos de cerdos en crecimiento y finalización, expresados en términos de concentración dietaria, se incrementan conforme la densidad de energía de las dietas se incrementa. Para muchos

aminoácidos hay grandes discrepancias entre estimaciones de los requerimientos obtenidos de diferentes experimentos. Algunas discrepancias pueden ser atribuidas a diferencias en los tipos de cerdos usados, niveles de proteína dietaria, fuentes de aminoácidos y disponibilidades.

Para estudiar la respuesta a un aminoácido individual Cole (1978), menciona que es importante hacerlo con dietas que no tengan limitaciones originadas de una deficiencia de otros aminoácidos esenciales, no esenciales, y de otros nutrientes o energía.

Chachulowa et. al. (1988), encontraron que en cerdos Polish Large White alimentados con una dieta completa conteniendo lisina a niveles de 6.1 y 7.5 grs/kg de alimento y potasio a niveles de 6.6 y 9.0 grs/kg de alimento, la ganancia diaria de peso fue de 650 a 684 grs, siendo las diferencias no significativas. El consumo de alimento, unidades de alimento y digestibilidad de proteína fueron similares.

Johnston (1990), llevó a cabo un experimento para evaluar el efecto de la lisina dietaria sobre el crecimiento y desarrollo de cerdos en un rango de peso de 20 a 35 kgs. Los cerdos fueron alimentados con maíz y soya conteniendo 0.65, 0.75, 0.85 , 0.95 y 1.05% de lisina. Los análisis estadísticos

indicaron un requerimiento de 0.85 y 0.95% de lisina del día 0 al día 14 y para todo el período un requerimiento entre 0.75 y 0.85. Concluyendo que el nivel de 0.75% de lisina en la dieta estimado por la N.R.C. (1988), puede no ser adecuado para el desarrollo óptimo de cerdos de 20 a 35 kgs de peso. Los resultados encontrados se muestran en la tabla 3.

TABLA 3. Efecto de la lisina dietaria sobre el crecimiento de cerdos de 20 a 35 kgs de peso vivo (Johnston, 1990).

		Nivel de Lisina %				
		0.65	0.75	0.85	0.95	1.05
GDP (grs)	d 0-14 a	527	581	627	645	631
	d 0-28 ab	572	631	663	658	622
C/G	d 0-14 ab	3.20	2.85	2.56	2.50	2.50
	d 0-28 ab	2.82	2.61	2.44	2.43	2.45

GDP= Gñancia diaria de peso

a= Efecto cuadrático (P<.06)

C/G= Conversión alimenticia

b= Efecto lineal (P<.05)

Haydon *et. al.* (1990), al suplementar 8 niveles de lisina (0.05, 0.10, 0.20, 0.40, 0.60, 0.80, y 1.60 % de la dieta), a dietas basadas en maíz con 0.70% de lisina, 0.80% de calcio y 0.70% de fósforo que se proporcionaron a cerdos con un peso inicial de 17.6 kgs durante 35 días, obtuvieron que la eficiencia alimenticia respondió cuadráticamente a la suplementación de lisina HCl suplementaria. El desarrollo pareció ser maximizado con el nivel de 0.20% de lisina suplementaria (0.88% de la lisina total). La suplementación

mayor que 0.80% redujo el consumo de alimento (tabla 4).

TABLA 4. Efecto del exceso de L-lisina HCl sobre el desarrollo de cerdos en crecimiento (Haydon *et. al.*, 1990).

L-lisina HCl	0.00	0.05	0.10	0.20	0.40	0.60	0.80	1.60
GDP Kgs a	0.77	0.74	0.80	0.82	0.80	0.79	0.77	0.73
CDA Kgs a	2.08	1.94	1.98	1.92	2.03	1.89	1.95	1.77
G/C b	0.37	0.38	0.40	0.43	0.40	0.42	0.40	0.41

GDP =Ganancia diaria de peso a: Efecto lineal (P<.07)
 CDA =Consumo diario de alimento b: Efecto cuadrático (P<.05)
 G/C =Eficiencia alimenticia

A.R.C. (1967-1969), basándose en el trabajo de Hogendoor (1960), quien obtuvo tan buena tasa de crecimiento e índice de conversión alimenticia con una dieta que proporcionaba 0.75 a 0.8% de lisina, como con otra que contenía de 0.85 a 0.96% de ella, pero que obtuvo un rendimiento mucho más pobre cuando la ración contenía 0.65% de lisina, concluye que hasta los 41 kgs de peso vivo, se requiere en la dieta entre 0.7 y 0.8% de lisina.

Por su parte Jones y colaboradores (1962), citados por A.R.C. (1967-1969), encontraron ganancias de peso vivo diarias y retención de N significativamente mejores en cerdos que recibían dietas que contenían 0.98% de lisina y 18% de proteína cruda (PC) que en aquellos que recibían 0.66% de lisina y 15% de PC.

Woltmann et. al. (1991), estudiando el efecto del incremento de los niveles dietarios de lisina en tres líneas de cerdos seleccionados para rápido crecimiento con alimento a libre acceso, crecimiento rápido con alimento al 83% del total del de libre acceso y crecimiento lento, así como una línea no seleccionada alimentados con una dieta con el nivel de lisina recomendado por el N.R.C. (1988), y con dietas que contenían el 0.05 y 0.10% de lisina arriba del nivel recomendado, encontraron que el desarrollo se incrementó con el aumento en el nivel de lisina en las dos líneas seleccionadas para crecimiento rápido, no se encontró interacción para el consumo alimenticio, conversión alimenticia y composición de la canal para los animales tratados. Las diferencias en el nivel de lisina fueron significativas para el consumo de alimento y conversión alimenticia en la fase de crecimiento y para conversión alimenticia en la fase de finalización.

Homb y Matre (1989), suplementando aminoácidos sintéticos a dietas basadas en cebada, avena y soya, que se proporcionaron a 192 cerdos Landrace noruegos en crecimiento-finalización con un peso inicial de 23 a 24 kgs, encontraron que al agregar 0.3% de L-lisina a una dieta que contenía 10% de soya, 0.6% de lisina y 13.2% de proteína cruda, se incrementaron las ganancias diarias de 623 a 704 grs y se obtuvo una grasa dorsal más delgada. Por añadir 0.1% de L-treonina y 0.1% de

L-metionina, la ganancia diaria corregida fue de 790 grs y la eficiencia en la utilización del alimento se mejoró. El aumento en la proporción de soya a 16.5% y 23% dio una ganancia diaria de 740 y 812 grs, respectivamente.

Becker et. al. (1954), citados por Cuhna (1977), encontraron que cerdos de 18 a 45 kgs se desarrollaron satisfactoriamente en dietas de maíz y soya conteniendo un 14% de PC y 0.63 % de lisina, sin embargo cerdos de 45 a 90 kgs necesitaron 12% de PC y 0.52% de lisina.

Bell et. al. (1988), analizaron el efecto de 4 niveles de lisina suplementaria (0, 0.10, 0.15, 0.20 y 0.25%) sobre cerdos machos y hembras Lacombe cruzados con (Yorkshire x Landrace), alimentados con dietas basadas en cebada y trigo. Las respuestas en el promedio de ganancia diaria durante el período de crecimiento (23 a 57 kgs), a incrementos de lisina no fue significativa ($P > 0.05$). Pero cuando la ganancia diaria de peso se ajustó mediante regresión para la variación en el consumo de alimento hubo una respuesta lineal significativa ($P < 0.05$) siendo las ganancias 743, 748, 757, 772, grs/d, la proporción alimento:ganancia también mostró una mejora ($P < 0.05$) obteniéndose las siguientes conversiones: 2.45, 2.44, 2.40, 2.35. Tampoco hubo respuesta a la lisina agregada durante el período de 57 a 100 kgs. Se estimó que la adición de 0.25% de

lisina a dietas conteniendo 0.8% de lisina, resultó en un 7% de mejora en la ganancia diaria de peso y eficiencia alimenticia.

Brendemuhl y Harrison (1990), investigaron el efecto del nivel de proteína dietaria y las adiciones de lisina y/o treonina sobre el crecimiento de cerdos de 20 a 105 kgs. Los tratamientos consistieron en 2 niveles de proteína (16 y 14% en la fase de crecimiento de 20 a 55 kgs y de 14 y 12% en la fase de finalización de 55 a 105 kgs), 4 niveles de lisina suplementaria (0, 0.1, 0.2, y 0.3% como lisina HCl), y 2 niveles de treonina suplementaria (0 y 0.1%), las dietas se ofrecieron a libre acceso, encontrando que el nivel más alto de proteína durante las fases de crecimiento y finalización mejoró la ganancia diaria de peso ($P < 0.04$), pero no tuvo efecto sobre el consumo diario de alimento o eficiencia alimenticia. La lisina suplementada mostró una tendencia a mejorar el aumento diario de peso tanto en la fase de crecimiento como de finalización, la treonina no tuvo efecto sobre alguna de las variables evaluadas para las dos fases.

Yen et. al. (1986a), estudiaron los requerimientos de aminoácidos de cerdos en crecimiento de 25 a 55 kgs de peso, probando 8 concentraciones de lisina dietaria de 7.5 a 14.5 grs/kg de alimento con intervalos de 1 gr/kg y con concentraciones correspondientes de proteína cruda de 114 a 226

grs/kg de dieta. Todas las dietas tuvieron valores similares de energía digestible (13.65 MJ/kg), observaron que no hubo diferencias significativas entre sexos para el consumo de alimento, tasa de crecimiento y conversión alimenticia. La concentración de lisina dietaria fue el factor de mayor influencia para la ganancia diaria ($P < .001$) y conversión alimenticia ($P < .001$). La mayor tasa de crecimiento (798, 742 y 761 grs/d se obtuvieron con concentraciones de PC de 175, 156 y 168 grs/kg de alimento para machos, machos castrados y hembras, respectivamente. La conversión alimenticia fue inversamente proporcional a la respuesta de la ganancia diaria (2.02, 2.20 y 2.11) encontradas con las concentraciones de lisina de 11.0, 10.3 y 10.8 grs/kg de alimento para machos, machos castrados y hembras respectivamente. hubo una respuesta lineal en el crecimiento y características de la canal arriba de las concentraciones de lisina dietaria de 9.1, 7.2 y 8.4 grs/kg de alimento y con consumos de PC de 357, 290 y 331 grs para machos enteros, machos castrados y hembras, respectivamente.

Chiba et. al. (1989), realizaron un experimento donde evaluaron el efecto de 6 niveles en la proporción de lisina:Energía digestible y dos niveles de energía digestible (3.25 y 3.75 Mcal/kg) sobre el desarrollo de cerdos machos enteros y hembras a un peso de 20 a 50 Kgs, encontrando que los

cerdos respondieron linealmente a un incremento en la proporción de lisina:Energía digestible por encima de 3.00 o 3.40 grs/Mcal y mostró un incremento pequeño o bien no mejoró con el incremento más alto. Un resumen de los resultados obtenidos se presentan en la tabla 5.

TABLA 5. Efecto de 6 niveles de lisina en la proporción de lisina:ED y dos niveles de ED sobre el desarrollo de cerdos de 20 a 50 kgs PV (Chiba et. al., 1989).

Lisina/ED (grs/Mcal)	CED		GDP	
	3.25	3.75	3.25	3.75
1.90	6.51	6.60	684	730
2.50	6.28	6.45	756	835
3.00	6.30	6.29	835	855
3.40	6.28	6.75	840	889
3.70	6.47	6.35	848	853
3.90	6.15	6.20	811	850

CED= Consumo de energía diario (Mcal).

GDP= Ganancia diaria de peso (grs).

ED = Energía digestible.

Yen et. al. (1986b), al evaluar la respuesta del suministro de dietas con diferentes concentraciones de lisina: 5.6, 6.2, 7.3, 8.3, 9.3, 10.3, 11.4, y 12.4 grs/kg y diferentes concentraciones correspondientes de proteína de 90 a 186 grs/kg de alimento (todos teniendo 13.38 MJ/kg de energía digestible), que fueron proporcionadas una vez al día a cerdos machos enteros, machos castrados y hembras, a un peso de 50 a 90 kgs. Los cerdos fueron alimentados una vez al día sobre

una escala limitada. El crecimiento y conversión alimenticia fue influenciada significativamente por la concentración de lisina y sexo ($P < 0.001$). Los mayores aumentos (958, 816 y 870 grs/d) se obtuvieron con las concentraciones de lisina de 9.2, 7.5 y 8.3 grs/kg de alimento (143, 120 y 131 grs de PC por kg de alimento) para machos, machos castrados y hembras, respectivamente. La conversión alimenticia mostró una respuesta similar pero inversa. Las mejores conversiones alimenticias fueron de 2.57, 3.15 y 2.92 kgs de alimento por cada kg de peso vivo aumentado y fueron encontradas a niveles de lisina de 9.0, 7.2 y 8.4 grs/kg de alimento (141, 116, y 132 grs de PC por kg de dieta) para machos, machos castrados y hembras, respectivamente.

Giles et. al. (1986), estudiaron el efecto de la concentración de lisina dietaria influenciada por el consumo de alimento, sexo (cerdos machos enteros y hembras) y peso vivo. La dieta base estuvo compuesta de cebada y soya con 14.2 MJ de ED/kg y fue ofrecida a libre acceso o de acuerdo a una escala de alimentación limitada para ambos sexos. Los niveles de lisina dietaria fueron de 8 a 12.2 grs/kg durante la fase de 20 a 50 kgs y de 6.4 a 9.8 grs/kg durante la fase de 50 a 85 kgs de peso. La ganancia diaria de peso en hembras alimentadas a libre acceso fue curvilínea arriba de 0.72 y 0.69 grs de lisina por MJ de ED durante los 20 a 50 kgs y de 50 a 85 kgs en

las fases de crecimiento y finalización, respectivamente. La respuesta fue pequeña para todas las demás combinaciones de sexo y consumo de alimento. La respuesta del músculo de la canal para machos alimentados en el nivel limitado fue lineal arriba de la máxima concentración de lisina dietaria. Para machos alimentados a libre acceso, la respuesta fue curvilínea con el máximo contenido de músculo a un nivel de 0.73 y 0.59 grs de lisina por MJ de ED durante las fases de 20 a 50 y 50 a 85 kgs de peso respectivamente. El contenido de músculo en hembras no fue afectado significativamente por la concentración de lisina (tabla 6).

Giles et. al. (1987), analizaron el efecto del sexo, peso corporal y tipo de cereal, sobre la respuesta a la concentración de lisina dietaria en cerdos alimentados con dietas basadas en trigo o cebada ya sea a libre acceso o con una escala restringida de consumo. Los resultados indicaron que el promedio de ganancia diaria de peso para hembras alimentadas a libre acceso no fue afectado por la concentración de lisina. En machos, la respuesta a la ganancia diaria de peso fue curvilínea incrementada a un máximo de 12 grs de lisina dietaria por kg hasta 40.3 kgs y 7.0 grs/kg a pesos mayores para ambos cereales. Para cerdos alimentados con una escala limitada la ganancia diaria con dietas de cebada se incrementó linealmente hasta el nivel de 14 grs/kg mientras para aquellos

alimentados con dietas de trigo la máxima ganancia ocurrió con una concentración de lisina de 11.2 grs/kg para machos y 13.1 grs/kg de alimento para hembras.

TABLA 6. Efecto del consumo de alimento, sexo y peso vivo sobre la respuesta a la concentración de lisina (Giles et.al., 1986).

Lisina dietaria (grs/kg)	Ganancia Diaria				Alimento/Ganancia			
	A libre Acceso		Restringida		A libre Acceso		Restringida	
	Macho	hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra
20-50 kgs								
8.0	793	721	499	496	2.27	2.58	2.36	2.44
8.6	747	709	514	493	2.24	2.57	2.23	2.46
9.2	731	665	536	508	2.33	2.56	2.19	2.41
9.8	760	705	557	488	2.34	2.44	2.14	2.43
10.4	770	734	575	521	2.22	2.55	2.10	2.33
11	712	758	580	502	2.44	2.47	2.10	2.42
11.6	773	726	614	561	2.24	2.46	1.99	2.17
12.2	809	658	602	561	2.16	2.46	2.01	2.17
50-85 kgs								
6.4	779	660	653	620	3.00	3.70	2.91	3.09
6.9	780	668	687	643	3.00	3.46	2.77	3.00
7.4	788	663	704	648	2.89	3.31	2.70	2.94
7.8	812	775	707	632	3.07	3.09	2.70	3.03
8.3	769	774	723	644	2.92	3.49	2.63	2.97
8.8	759	719	683	639	3.16	3.30	2.80	2.97
9.3	756	745	730	652	3.08	3.16	2.58	2.96
9.8	832	694	718	646	2.85	3.14	2.65	2.95

Batterham et. al. (1985), realizó un experimento donde investigó la influencia del consumo de alimento, sexo (machos enteros y hembras) y peso vivo sobre los requerimientos de lisina dietaria de cerdos Large White. Las concentraciones de lisina fueron 7, 8, 9 y 10 grs/kg de alimento. Las dietas

estuvieron basadas en trigo y soya, y fueron ofrecidas a libre acceso o sobre una escala limitada durante el período de 20 a 85 kgs de peso vivo. Los resultados indicaron que para machos y hembras con alimentación restringida y machos alimentados a libre acceso, la máxima ganancia diaria fue producida a un nivel menor de 10 grs de lisina/kg de alimento, declinando a 8 grs/kg a los 80 kgs. En las hembras alimentadas a libre acceso, la máxima ganancia diaria fue obtenida a un nivel de lisina de 9.9 grs/kg a los 20 kgs de peso, declinando a 5.6 grs/kg a los 75 kgs de peso vivo (tabla 7).

TABLA 7. Efecto del consumo de alimento, sexo y peso vivo sobre la respuesta a diferentes niveles de lisina (Batterham *et. al.*, 1985).

Lisina dietaria (grs/kg)	Ganancia Diaria				Alimento/Ganancia			
	A libre Acceso		Restringida		A libre Acceso		Restringida	
	Macho	hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra
20-50 kgs								
7.0	679	738	512	495	2.40	2.44	2.32	2.37
8.0	699	727	545	520	2.25	2.40	2.18	2.28
9.0	736	777	556	514	2.20	2.34	2.11	2.31
10.0	761	721	591	553	2.27	2.33	2.02	2.13
50-85 kgs								
7.0	841	856	674	648	2.71	2.96	2.72	2.85
8.0	947	799	714	666	2.56	2.89	2.59	2.78
9.0	729	771	678	635	2.78	3.05	2.70	2.90
10.0	824	725	705	646	2.78	3.09	2.62	2.82

Cromwell *et. al.* (1991), al estudiar el efecto de la lisina a niveles de 0.60, 0.75 o 0.90% y grasa agregada a

nivel de 0 y 5% en cerdos machos castrados y hembras alimentados a libre acceso de 51 a 105 kgs de peso, encontraron que la tasa de ganancia y eficiencia mejoró linealmente ($P < 0.001$) con el aumento de la lisina en la dieta en las hembras, pero no en los machos castrados excepto para la conversión alimenticia ($P < 0.05$). El agregar grasa mejoró la ganancia y conversión alimenticia. En base a estos resultados concluyen que las hembras requieren más lisina en la dieta que los machos castrados (tabla 8).

TABLA 8. Efecto de la lisina y grasa agregada sobre el desarrollo de cerdos machos y hembras (Cromwel *et. al.*, 1991).

	Machos						Hembras					
	.60	.75	.90	.60	.75	.90	.60	.75	.90	.60	.75	.90
Lisina%	.60	.75	.90	.60	.75	.90	.60	.75	.90	.60	.75	.90
Grasa %	0	0	0	5	5	5	0	0	0	5	5	5
Ganancia Diaria grs	883	928	905	936	949	946	786	812	846	776	814	897
Alimento/Ganancia	3.44	3.38	3.36	3.16	3.03	3.02	3.37	3.32	3.23	3.21	3.04	2.86

Costain y Morgan (1961), citados por A.R.C. (1967-1969), en su trabajo sobre proteína y energía, informan que aunque la relación NDT:PC tenía algún efecto, la concentración de lisina dietaria parecía ser más importante. Entre los 22 y 45 kgs de peso vivo, un 1% de lisina en la ración pareció dar una mejor

proporción de crecimiento más rápido y una mejor conversión alimenticia que el 0.75% de ella, en raciones que suministraban la misma cantidad de energía, después de los 45 kgs el 0.51% de lisina proporcionó un crecimiento mayor que el 0.41%, por lo que sugiere que después de los 45 kgs de peso vivo la necesidad en lisina está entre 0.5 y 0.6% de la dieta.

Clawson et. al. (1963), citados por A.R.C. (1967-1969), usaron dietas que proporcionaban 10% de PC en las que el 12.5, 25 ó 50% de ésta provenía de harina de soya de modo que las dietas contenían 0.26, 0.31, 0.4% de lisina respectivamente. Un suplemento de 0.4 % de lisina mejoró el rendimiento de las dietas con 0.26 y 0.31 % de lisina, pero no de la dieta que contenía 0.4 % de lisina.

Batterham (1974), señala que investigaciones recientes indican que los suplementos de lisina libre son utilizados ineficientemente por cerdos en crecimiento alimentados con un régimen de una vez por día.

Batterham et. al. (1990), al proporcionar lisina a niveles de 0.1 a 0.8 grs/MJ ED en dietas ofrecidas tres veces al día a cerdos machos y hembras de 20 a 45 kgs de peso, observaron que al incrementar el nivel de lisina en la dieta resultó un incremento lineal y curvilíneo en la tasa de crecimiento y un

decremento en el promedio de la conversión alimenticia. No hubo diferencias en la eficiencia de la deposición de proteína entre machos y hembras pero los machos respondieron más a las concentraciones altas de proteína que las hembras (la lisina estimada fue de 0.93 y 0.74 grs/MJ ED para machos y hembras, respectivamente).

Batterham (1974), para estimar la utilización de lisina libre, alimentó cerdos con una dieta deficiente en lisina proporcionada una sola vez al día o en 6 proporciones iguales a intervalos de 6 horas. La dieta fue suplementada con 0.2 o 0.4% de lisina libre. el nivel de 0.4% fue incluido para demostrar que las dietas con 0.2% de lisina libre fueron de hecho deficientes en lisina. Los resultados son presentados en la tabla 9.

Partridge et. al. (1985), estudiando el efecto de la frecuencia de alimentación sobre la eficiencia del uso de L-lisina suplementaria en cerdos de 30 a 60 kgs, con regímenes de alimentación de: a) una vez por día , b) dos veces por día y c) cuatro veces por día, observó aumentos lineales en la utilización de N como respuesta a la suplementación de lisina, los tratamientos fueron: a) Tratamiento 1 de una dieta de cebada mineralizada (4 grs de lisina por kg hasta niveles de 5 y 6 grs/kg) y b) Tratamiento 2 de una dieta de soya y cebada

(5.5 grs de lisina/kg hasta niveles de 6.8 a 8.1 grs/kg). En ambos tratamientos la eficiencia del uso de N promedio de las 3 dietas fue significativamente más pobre con la alimentación de una vez por día que con los otros tres tratamientos los cuales no difirieron significativamente entre ellos.

TABLA 9. Efectos de la frecuencia de la alimentación sobre la utilización de lisina libre por cerdos en crecimiento (Batterham, 1974).

Dietas	Una vez/día	Seis veces/día
	ganancia/día (grs)	
Control	451	438
Control+0.2% lisina	483	513
Control+0.4% lisina	526	546
Análisis estadístico		
Frecuencia de alimentación		NS
Control vs lisina		P<0.001
Interacción con la frec. de alimentación		P<0.05
0.2% vs 0.4% de lisina		P<0.001
Interacción con la frec. de alimentación		NS
Utilización de lisina = $\frac{483-451}{513-438} \times \frac{100}{1} = 43 \%$		

N. S. = No significativo.

A.R.C. (1967-1969), menciona que debido a los resultados tan variados que se han encontrado, no puede darse con certeza una valoración firme de las necesidades del cerdo en lisina. Parece ser que la concentración de lisina que tiende a un rendimiento óptimo, dependería de la concentración y calidad de

la proteína cruda en la ración, de la concentración energética y posiblemente de la concentración de otros nutrientes.

II.7. Trabajos realizados con otros aminoácidos esenciales.

II.7.1. Triptófano.

Baker *et. al.* (1971), citado por Cole (1978), menciona que solo el 60% del D isómero es utilizado por los cerdos.

Fremaut (1990), estudió el efecto de la suplementación de triptófano en cerdos machos y hembras Pietrain x Landrace que fueron alimentados a libre acceso. Hasta los 50 kgs de peso vivo recibieron una dieta con 18% de PC y 1% de lisina, en la dieta de finalización la proteína y lisina fueron de 16.3 y 0.87%, respectivamente. Los cerdos fueron alimentados con la dieta de crecimiento suplementada con 0, 0.2, 0.4 y 0.6 grs de triptófano por kg de dieta seguida por la dieta de finalización suplementada con 0, 0.17, 0.35 y 0.52% de triptófano por kg de alimento. La proporción de triptófano total a lisina fue de 0.18, 0.20, 0.22 y 0.24, respectivamente en ambas dietas. Durante la fase de crecimiento (25 a 50 kgs), los cerdos alimentados con la mayor proporción de lisina:triptófano crecieron más rápido que aquellos no suplementados ($P < 0.05$). La suplementación de triptófano no tuvo efecto sobre el consumo

de alimento o conversión alimenticia. Mediante regresión exponencial se calculó un requerimiento de triptófano de 0.23% de la dieta (0.23% de la lisina dietaria). En la fase de finalización no hubo diferencias significativas en la tasa de crecimiento, pero el consumo de alimento y conversión alimenticia fue menor en la dieta no suplementada que en los demás grupos. Se estimó un requerimiento de triptófano de 0.15% de la dieta, correspondiente a un 18% de la lisina dietaria.

Weaver (1991), realizó un experimento donde evaluó el efecto de agregar L-triptófano (0, 0.25, 0.50, o 0.75%) a una dieta base compuesta de gluten de maíz para cerdos en crecimiento-finalización. La dieta base se formuló para contener 0.12 y 0.10% de triptófano para las fases de crecimiento (a 50 kgs) y finalización (50 a 100 kgs), respectivamente. En las dietas testigo se utilizó harina de soya conteniendo 0.19 y 0.16% de triptófano para las fases de crecimiento y finalización, respectivamente. En la fase de crecimiento el agregar L-triptófano incrementó la ganancia diaria de peso y eficiencia alimenticia, y disminuyó el consumo de alimento en dietas con harina de gluten de maíz ($P > 0.05$). Los cerdos alimentados con dietas de harina de soya aumentaron más rápidamente de peso.

Page et. al. (1991), estudió el efecto del exceso de triptófano sobre el crecimiento de cerdos en finalización (peso inicial de 55.1 kgs) Las dietas bases de harina de maíz y soya proporcionaban 0.72% de lisina y 0.12% de triptófano y fue suplementada con 0, 0.5, 0.10 y 0.20% de L-triptófano resultando en niveles de 0.12, 0.17, 0.22 y 0.32% de triptófano total. Encontrando que la ganancia diaria de peso no fue afectada ($P > 0.10$) por el nivel de triptófano, sin embargo el consumo diario de alimento se incrementó linealmente con el incremento de triptófano resultando en una disminución de la eficiencia alimenticia. Los resultados se presentan en la tabla 10.

TABLA 10. Efecto del incremento de L-triptófano en la dieta de cerdos en crecimiento (Page et. al., 1991).

Triptófano %	GDP (kgs)	Consumo de alim./día (kgs)	Ganancia/consumo
0.12	0.927	2.94	0.316
0.17	0.951	3.15	0.302
0.22	0.949	3.19	0.297
0.32	0.938	3.28	0.286

Schoenherr (1991), suplementó L-triptófano a dietas de harina de maíz y soya, harina de carne y hueso reforzadas en L-lisina para cerdos en crecimiento-finalización. Los cerdos

fueron alimentados inicialmente con dietas de harina de maíz y soya con 0.80% de lisina o con dietas de harina de maíz, soya y harina de carne y hueso suplementadas con 0, 0.03, 0.04, o 0.05% de L-triptófano. Todas las dietas fueron formuladas para tener la misma cantidad base de lisina (0.80% de lisina reducida a 0.65% a los 55 kgs de peso vivo). Los resultados indicaron que altos niveles de harina de carne y hueso disminuyeron el crecimiento ($P < 0.05$) comparado con el testigo de harina de maíz y soya y la suplementación con L-triptófano mejoró ($P < 0.05$) el crecimiento sobre el testigo no suplementado.

II.7.2. Treonina.

Cole (1978), menciona que se asume que los cerdos solo utilizan la L-treonina así también dice que hay variación en las estimaciones de los requerimientos de L-treonina de cerdos en crecimiento (tabla 11). Sin embargo cuando el requerimiento de treonina es expresado como un porcentaje del nivel de lisina dietaria, hay relativamente un buen acuerdo (56-59%), por lo que es posible sugerir que el requerimiento para treonina es 60% del nivel de lisina dietaria.

TABLA 11. Estimaciones de los requerimientos de L-treonina para cerdos en crecimiento (Cole, 1978).

Fuente	Peso vivo (kgs)	Rango de niveles usados (% dieta)	Req. sugerido (% dieta)	Req. como % de lisina suplementada
Henry y Rerat (1970)	21-50	0.44-0.60	0.48	56
Braude y Esnaola (1973)	17-45	0.42-0.62	0.52	57
Taylor, Cole y Lewis (1975b)	25-55	0.48-0.66	0.56	59

Hansen y Knabe (1989), evaluaron la adición de treonina, triptófano, metionina e isoleucina en dietas de sorgo y harina de soya de baja proteína reforzadas con lisina para cerdos en crecimiento. Se incluyó un 16% de proteína en todos los experimentos, las dietas bases contuvieron 12, 13 y 14 % de proteína, y 0.62% de lisina al agregar 0.24, 0.17, 0.11% de lisina, respectivamente. En el experimento 1, treonina (0.12%), triptófano (0.05%) y metionina (0.10%), fueron agregados a la dieta que contenía 12% de proteína. Hansen encontró que la adición de treonina mejoró el promedio de ganancia diaria y conversión alimenticia, pero las adiciones de triptófano y metionina no tuvieron efecto. En el experimento 2 las dietas con 12% de proteína fueron reforzadas con lisina (0.24 o 0.39%) y treonina (0.12 o 0.22%). El incremento de lisina o treonina mejoró la conversión alimenticia pero no tuvo efecto sobre la

ganancia diaria de peso y el incremento tanto de lisina como de treonina no mejoró el desarrollo. En el experimento 3 evaluó la adición de 0.05% de isoleucina a una dieta conteniendo 12% de proteína, 0.24% de lisina y 0.12% de treonina. La adición de isoleucina tendió a mejorar la ganancia diaria de peso y conversión alimenticia. Todas las dietas con 12% de proteína en los experimentos 1, 2 y 3 causaron un desarrollo abajo que lo obtenido con las dietas de 16% de proteína. La adición de 0.08% de treonina a las dietas con 13 % de proteína en el experimento 4 tendieron a mejorar la conversión alimenticia pero la ganancia diaria de peso y eficiencia alimenticia fue inferior que la obtenida con las dietas de 16% de proteína. Estos datos indican que la treonina es limitante en dietas de sorgo y soya con 12, 13 y 14% de proteína fortificadas con lisina. Para maximizar el desarrollo es necesario un mínimo de 14% de PC en las dietas de sorgo y soya suplementadas con lisina y treonina.

Page et. al. (1989), realizó una investigación para determinar si las dietas de sorgo-harina de soya bajas en proteína suplementadas con lisina para cerdos en crecimiento-finalización son deficientes en treonina. Los tratamientos fueron los siguientes: 1) Sorgo-harina de soya, 2) Sorgo-harina de soya más 0.1% de treonina, 3) Baja proteína, sorgo-harina de soya más 0.13% de L-lisina HCl (0.1% lisina),

4) Baja proteína, sorgo-H. de soya más 0.1% de lisina más 0.1% de treonina. Observó que la eficiencia alimenticia fue menor en los cerdos alimentados con los tratamientos 3 y 4 comparados con las dietas 1 y 2. La dieta 3 redujo la ganancia diaria de peso comparada con las dietas 1, 2 y 4. De acuerdo con los resultados se encontró que las dietas bajas en proteína suplementadas con lisina pueden ser deficientes en treonina.

Fernández y Cuarón (1990), para determinar los requerimientos de treonina para cerdos en crecimiento realizó dos experimentos. En el experimento 1, a 25 cerdos (peso inicial de 19.5 kgs), se les proporcionaron dietas donde los niveles de lisina dietaria estuvieron en un rango de 0.375 a 0.675%. Todas las dietas contenían 15% de PC. Los resultados obtenidos muestran que la ganancia diaria de peso fue similar en cualquiera de los niveles de treonina (486 grs/d), en el segundo experimento, fueron alimentados 20 cerdos machos con dietas con 2 niveles de proteína (12 y 13% PC) y 2 niveles de treonina (2.82 y 3.27 grs de treonina/100 grs de PC). Se observó un efecto significativo del nivel de treonina para la ganancia diaria de peso (540 grs y 650 grs/d, respectivamente), no hubo efecto significativo del nivel de PC. Los autores estiman que el requerimiento de treonina para cerdos de 20 a 50 kgs es de 0.49% cuando las dietas contienen 15% de PC.

II.7.3. Valina

Valina puede ser el tercer, cuarto o quinto aminoácido limitante en algunas dietas para cerdos. La deficiencia de valina en la dieta disminuye el consumo de alimento, la tasa de ganancia y la eficiencia alimenticia (Cunha, 1977).

II.7.4. Metionina + Cistina.

Los requerimientos para los aminoácidos azufrados son normalmente considerados juntos, una deficiencia de cistina puede resultar en su síntesis de metionina (Cole, 1978). El mismo autor en la tabla 12, cita algunas estimaciones de los requerimientos de metionina + cistina.

TABLA 12. Estimaciones de los requerimientos de metionina + cistina (Cole, 1978).

Fuente	peso vivo (kgs)	Rango de niveles (% de la dieta) usados	Requerimiento sugerido (% de la dieta)
Rerat y Henry (1970)	20-60	0.47-0.67	0.52 Hembras 0.47 Machos castrados
Braude y Esnaola (1973)	20-60	0.27-0.60	0.40-0.45
Taylor, Cole y Lewis (1975)	25-55	0.34-0.56	0.44-0.47

La metionina es otro de los aminoácidos esenciales que ocasionalmente llegan a ser limitantes en ciertas dietas de cerdos. La metionina puede ser convertida a cistina pero la cistina no puede ser convertida a metionina. La cistina puede satisfacer del 50 a 70% de los requerimientos necesarios para metionina + cistina. La metionina puede satisfacer el total de aminoácidos sulfurados en ausencia de cistina. Cuando una cantidad adecuada de cistina es incluida en la dieta la metionina no es tan necesaria para la síntesis de cistina. En cambio es usada para formar nuevos tejidos y llevar a cabo las funciones para las cuales la metionina es requerida. Es posible que la suplementación de metionina puede ser benéfica con soya procesada impropiaamente pero no es de ayuda con harinas preparadas adecuadamente (Cunha, 1977).

III. MATERIALES Y METODOS

III.1. Ubicación del experimento.

El presente trabajo se realizó en las instalaciones del Proyecto Porcino de Mejoramiento Genético del Noreste de México perteneciente a la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. ubicado en la carretera Zuazua-Marín km. 17.5 municipio de Marín, Nuevo León, la ubicación geográfica corresponde a 25° 53' latitud norte y 100° 03' oeste del Meridiano de Greenwich, y con 367 m.s.n.m. La temperatura media anual fluctúa entre 20 y 25°C, con una precipitación de 250 a 500 mm., el clima es de tipo II según la clasificación de Koppen modificado por García (1973).

III.2. Duración del experimento.

El experimento tuvo una duración de 75 días desarrollándose del 29 de septiembre al 12 de diciembre de 1992, durando cada animal aproximadamente 50 días dentro de la prueba.

III.3. Materiales.

Para evaluar la respuesta del aumento de peso de cerdos bajo el incremento en el nivel de lisina durante la fase de crecimiento de 20 a 50 kgs se utilizaron 17 cerdos machos

enteros y 19 hembras de 4 razas: 6 Landrace, 6 Yorkshire, 18 Hampshire, y 6 híbridos de Landrace X Yorkshire, con un rango de peso inicial de 24 a 48 kgs y de un peso final de 53 a 88 kgs.

Los cerdos fueron distribuidos individualmente en corraletas de las siguientes medidas: 2.2 mts de largo, 1.5 mts de ancho y 1.3 mts de altura, contando además con un bebedero de chupón y un comedero individual, las corraletas eran lavadas diariamente.

Se utilizó una sola ración durante toda la prueba (tabla 13), cuyo contenido de nutrientes se muestra en la tabla 14. La ración estuvo basada en harina de soya y grano de sorgo, variando únicamente el contenido de L-lisina HCl suplementada. El alimento utilizado se preparó en la planta de alimentos "Marín" de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L.

III.4. Tratamientos.

Se evaluaron tres tratamientos, los cuales fueron asignados aleatoriamente a cada animal bajo el diseño de bloques al azar distribuidos por peso, sexo y raza, teniendo 12 repeticiones por tratamiento lo que resultó en 36 unidades experimentales, usando como covariable los pesos iniciales.

Los tratamientos fueron los siguientes:

T1 : 0 grs de L-lisina HCl suplementada por kg de alimento. El contenido de lisina total en la dieta fue de 0.71% o 7.1 grs de lisina/kg de alimento.

T2 : 2 grs de L-lisina HCl suplementada por kg de alimento. El contenido de lisina total en la dieta fue de 0.86% o 8.6 grs de lisina/kg de alimento.

T3 : 4 grs de L-lisina HCl suplementada por kg de alimento. El contenido de lisina total en la dieta fue de 1.01% o 10.1 grs de lisina/kg de alimento.

TABLA 13. Componentes de la ración alimenticia para cerdos en crecimiento utilizada durante la prueba experimental.

Ingrediente	Cantidad en la ración (kg)
Grano de sorgo molido	742.400
Harina de soya	170.000
Melaza	40.000
Roca fosfórica	36.000
Sal	5.000
Premezcla de vitaminas y minerales*	5.000
Lisina	0.600
Carbadox (antibiótico)	1.000
Total	1000.000

*El contenido de la premezcla vitamínica por kilogramo de

alimento fue de: 12000 U.I. de vitamina A; 3000 U.I. de vitamina D3; 20 U.I. de vitamina E; 0.003 grs de vitamina K3; 0.008 grs de riboflavina; 0.002 mgs de vitamina B12; 0.03 grs de niacina; 0.03 grs de DL-Pantotenato de Ca; 0.4 grs de cloruro de colina; 0.08 grs de antioxidante; 0.1 grs de manganeso; 0.1 grs de zinc; 0.09 grs de hierro; 0.016 grs de cobre; 0.001 grs de yodo; 0.0002 grs de selenio; 0.0002 grs de cobalto.

III.5. Manejo de los animales.

Los animales utilizados provenían del área de destete y antes de entrar a la prueba los cerdos fueron desparasitados, los animales se pesaron al inicio del experimento, después durante el experimento a intervalos de 15 días y al final del mismo, todas las mediciones de pesos se realizaban antes de que los animales consumieran alimento durante la mañana. El alimento se proporcionó dándose dos veces al día, por la mañana de 8:00 a 9:00 AM y en la tarde de 2:00 a 3:00 PM, llevándose un control del consumo diario. El consumo de alimento era diferente para cada bloque debido a los diferentes pesos corporales de los cerdos, para determinar cuando se debía aumentar la cantidad de alimento que se proporcionaba se observaba diariamente el alimento rechazado, de esta manera se trataba de que los cerdos siempre tuvieran alimento para que

cuando este rechazo no se presentara, entonces se aumentaba la cantidad de alimento proporcionado y con esto los cerdos siempre tenían alimento disponible.

La lisina monoclorhidrato suplementaria se pesaba en una balanza analítica y se colocaba dentro de pequeñas bolsas de polietileno para posteriormente agregarla a la ración al momento de dar de comer.

La lisina suplementada se proporcionaba una vez al día en el consumo matutino y para calcular la cantidad de lisina que se debía proporcionar se tomaba en cuenta el consumo vespertino anterior y el consumo matutino del siguiente día, sumándose éstos y multiplicando el consumo total por 1, 2 o 4 de acuerdo a el tratamiento asignado. La lisina se proporcionaba como L-lisina HCl (monoclorhidrato) en bolsitas de diferentes pesos según se requería.

III.6. Variables estudiadas.

Las variables que se estudiaron para evaluar la respuesta a la suplementación de L-lisina HCl fueron las siguientes:

- Ganancia diaria de peso.
- Consumo diario de alimento.

- Eficiencia alimenticia.
- Conversión alimenticia.
- Efecto de raza y sexo.

TABLA 14. Estimación de los nutrientes contenidos en la ración tal como ofrecida y aquellos recomendados para animales de reemplazo alimentados a libre acceso utilizando las tablas del N.R.C., (1988).

Nutriente	Cantidad en la ración.	Cantidad recomendada por la N.R.C., (1988).	
		Hembras en desarrollo 20-50 kgs	Machos en desarrollo 20-50 kgs
	20 Kgs-Venta		
Proteína %	14.2	16	18
EM Kcal/kg	3062	3255	3240
Lisina %	0.71	0.80	0.90
Fósforo %	0.63	0.55	0.60
Calcio %	0.80	0.65	0.70
Materia seca %	90.0		

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

IV.1. Efecto de lisina.

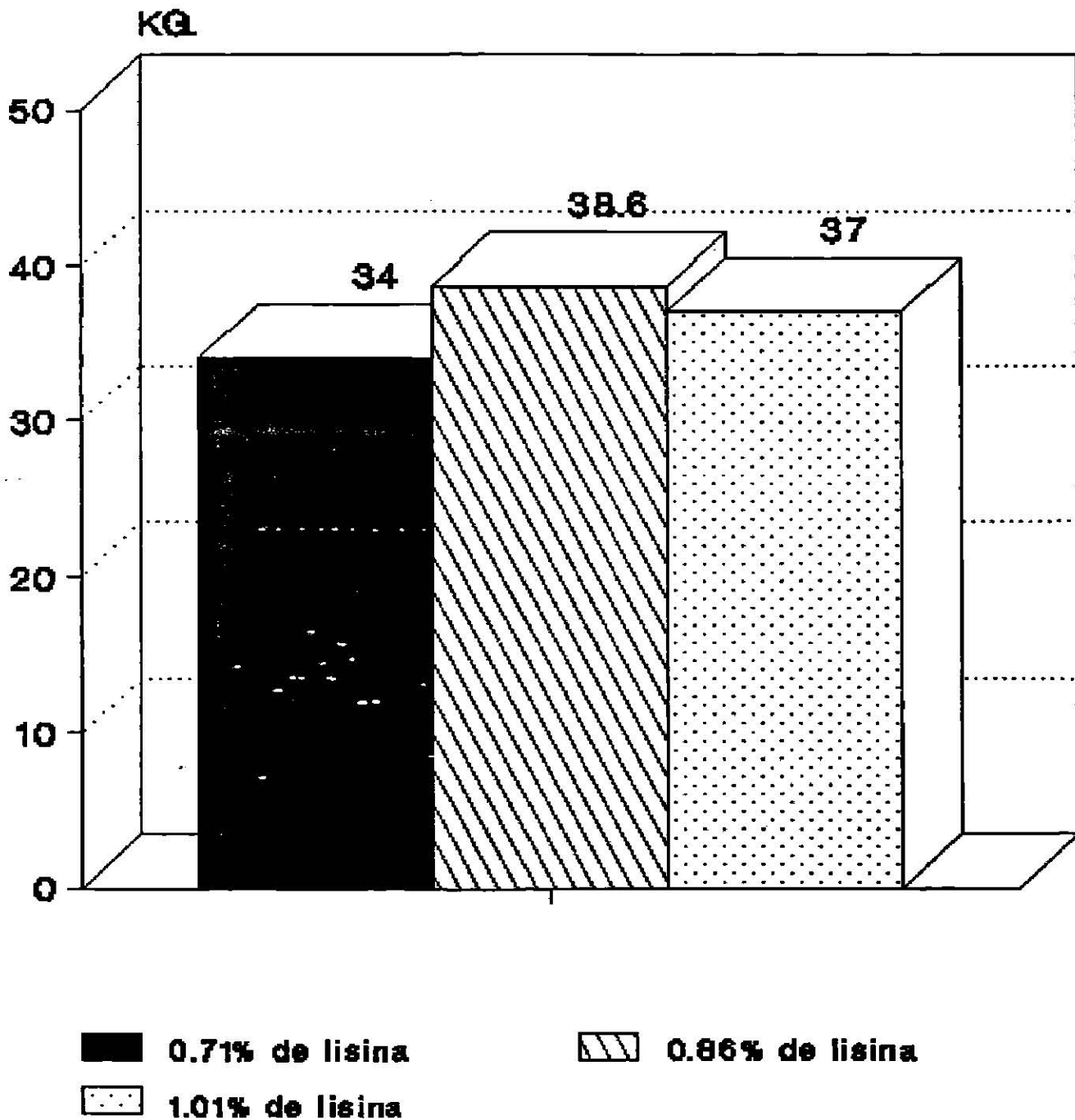
IV.1.1. Aumento diario de peso (ADP).

El análisis de varianza (Apéndice tabla 3A) para el aumento diario de peso indica que existe diferencia altamente significativa ($P < .01$) entre tratamientos, las medias corregidas por peso inicial (Covariable) para cada tratamiento fueron de 0.695, 0.793 y 0.754 grs, y el aumento promedio total de peso fue de 34.0, 38.66, y 37.08 kgs (Figs. 1 y 2), para los niveles de lisina 0.71, 0.86 y 1.01% de la dieta, respectivamente.

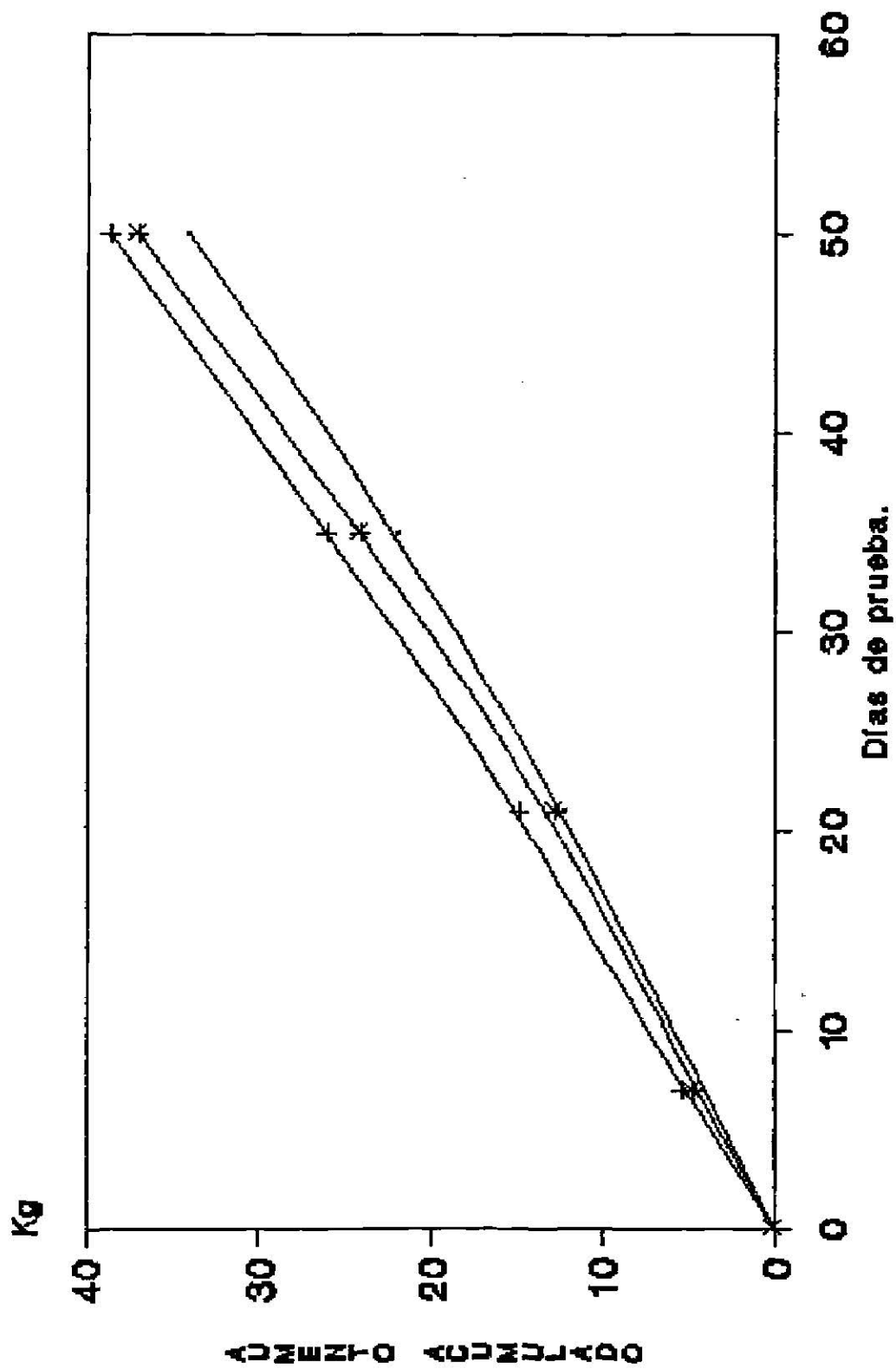
La tabla 15 muestra claramente que un 0.71% de lisina en la dieta no satisface los requerimientos de este tipo de animales, ya que con un incremento de lisina a un nivel de 0.86% se promovieron 98 grs diarios por animal de ganancia extra, lo que representa un 14% más en la ganancia diaria. Cuando se incrementó la lisina a un nivel de 1.01%, existió un efecto cuadrático ya que la ganancia diaria se aumentó en un 8.5% con respecto al testigo; sin embargo, fue menor que la obtenida con aquellos animales alimentados con 0.86% de lisina en la dieta.

Este efecto cuadrático ha sido reportado por Jonhson et.al. (1990), aunque las causas no son bien definidas. Una posibilidad es que el animal requiera energía para excretar el exceso de nitrógeno lo que reduzca las ganancias diarias, esto pudiera ser aún más crítico en dietas bajas en energía como fue el caso de este experimento donde los niveles fueron de 3.06 Mcal, contra lo recomendado por la N.R.C. (1988), que es de 3.25 Mcal/kg de alimento.

Los resultados obtenidos con el nivel de 0.86% de lisina son similares a los reportados por el N.R.C. (1988), que sugieren una ganancia diaria esperada de 700 y 820 grs a un peso corporal de 20 a 50 y de 50 a 110 kgs, respectivamente, también son similares a los encontrados por Haydon et. al. (1990), quienes con un nivel de 0.80% de lisina en la dieta obtuvieron ganancias diarias de 770 grs, sin embargo son superiores a los obtenidos por Chachulowa et. al. (1988), quienes en cerdos Polish Large White alimentados con una dieta con 6.1 y 7.5 grs/kg de lisina obtuvieron una ganancia diaria de 650 y 684 grs siendo diferencias no significativas.



**FIG.1. AUMENTO TOTAL DE PESO PROMEDIO EN CERDOS ALIMENTADOS
BAJO TRES NIVELES DE L-LISINA HCL EN LA DIETA**



— 0.71% de lisina + 0.86% de lisina * 1.01% de lisina

FIG.1. COMPORTAMIENTO DEL CRECIMIENTO DURANTE LA PRUEBA.

IV.1.2. Consumo diario de alimento (CDA).

El análisis estadístico para el consumo diario de alimento (Apéndice tabla 5A), no muestra efecto ($P > .05$) debido a tratamientos, por lo que el consumo de alimento no se vio afectado por el nivel de lisina en la dieta. El consumo promedio de alimento por día fue de 2.87, 2.90 y 2.84 kgs para los niveles de 0.71%, 0.86% y 1.01% de lisina total en la ración, respectivamente.

El consumo de alimento estuvo dentro del rango esperado por el N.R.C. (1988), que cita un consumo de 1.900 y 3.110 kgs para un peso corporal de 20 a 50 y 50 a 110 kgs respectivamente.

Los resultados encontrados para el consumo diario de alimento coinciden con los reportados por Campbell y Combs (1990), quienes al evaluar la suplementación excesiva de lisina a cerdos híbridos observaron que el consumo de alimento no se vio afectado por el incremento en el nivel de lisina.

Estos resultados no coinciden con los reportados por Haydon *et. al.* (1990), quienes al suplementar 8 niveles de lisina encontraron que el consumo diario de alimento se redujo a niveles mayores de 0.80% de lisina suplementaria. Tampoco

coinciden con los encontrados por Woltmann et. al. (1991), quienes encontraron diferencias significativas para el consumo diario de alimento para los diferentes niveles de lisina durante la fase de crecimiento.

IV.1.3. Eficiencia alimenticia (Ganancia/Alimento; G/A).

De acuerdo con el análisis de varianza para la eficiencia alimenticia (Apéndice tabla 7A), se observa que hubo diferencia altamente significativa entre tratamientos ($P < .05$). Las medias corregidas para la eficiencia alimenticia fueron de 0.240, 0.272 y 0.264 para los niveles de lisina de 0.71%, 0.86% y 1.01% en la ración, respectivamente.

Las medias de los tratamientos se compararon por medio de contrastes (Apéndice tabla 8A), encontrándose que la eficiencia alimenticia en los cerdos alimentados con el nivel de 0.86% de lisina en la dieta fue 11.66% mayor que con el nivel de 0.76% de lisina y 2.86% mayor que con el nivel de 1.01% de lisina en la dieta.

Los resultados analizados coinciden con los encontrados por Haydon et. al. (1990), en relación a que la suplementación de lisina mejoró la eficiencia alimenticia, encontrando el

valor más alto a un nivel de 0.88% de la lisina total.

La eficiencia alimenticia esperada por el N.R.C. (1988), es de 0.368 y 0.260 para cerdos de 20 a 50 y de 50 a 110 kgs, respectivamente, por lo que los resultados encontrados en este trabajo son menores.

IV.1.4. Conversión alimenticia (Alimento/Ganancia; A/G).

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza para la conversión del alimento tal como ofrecido (Apéndice tabla 9A), indican que existe diferencia altamente significativa entre tratamientos ($P < .05$), siendo las medias de 4.25, 3.74 y 3.83 para los niveles de 0.71, 0.86 y 1.01% de lisina en la ración, respectivamente. Al observarse la comparación de medias (Apéndice tabla 10A) se encontró que el nivel de 0.86% de lisina necesitó 515 grs menos de alimento por kg de aumento que el nivel de 0.71%, mientras que el nivel de 1.01% de lisina en la dieta requirió de 418 grs menos de alimento por kg aumentado que el nivel de 0.71%. Estos ahorros en el consumo de alimento fácilmente cubren los costos de la lisina suplementada ya que esta no pasa de ser aproximadamente N\$ 0.06 para el tratamiento con 0.86% de lisina y N\$ 0.12 para el tratamiento con 1.01% de lisina.

Las conversiones alimenticias reportados en este trabajo son mayores que las encontrados por Bell et. al. (1988), quienes no obtuvieron respuesta a la suplementación de lisina durante el período de 23 a 57 kgs de peso vivo, pero encontraron conversiones de 2.45, 2.44, 2.40 y 2.35. También son mayores a las encontrados por Yen et. al. (1986), quienes tuvieron conversiones alimenticias de 2.02, 2.20 y 2.11 encontradas a niveles de 11.0, 10.3 y 10.8 grs de lisina/kg de alimento para machos, machos castrados y hembras respectivamente. Por su parte el N.R.C. (1988), señala que la conversión esperada para cerdos comerciales en crecimiento y finalización es de 2.71 y 3.79, respectivamente por lo que las obtenidas en este trabajo son mayores.

Probablemente las diferencias encontradas en este estudio comparadas con otros trabajos pudieron deberse a las diferentes razas y condiciones experimentales de los animales tratados, así como también al bajo nivel energético de la ración utilizada que pudo evitar que los animales expresaran todo su potencial genético. Tal vez el efecto de la lisina agregada pudo haber sido más grande si los animales más pesados hubieran iniciado el experimento con un peso corporal menor

Un resumen de los resultados obtenidos se presenta en la tabla 15 donde se observa que el nivel de 0.86% de lisina en la

dieta respondió mejor a las variables evaluadas.

TABLA 15. Efecto de tres niveles de lisina en la dieta sobre los incrementos de peso en cerdos en crecimiento.

Variable	Nivel de lisina %		
	0.71	0.86	1.01
Consumo diario de alimento kgs	2.87	2.90	2.84
Conversión alimenticia A/G	4.25 a	3.74 c	3.83 b
Eficiencia alimenticia G/A	0.240c	0.272a	0.264b
Aumento diario de peso grs	0.695c	0.793a	0.754b

a,b,c,=Medias con diferente letra en la misma hilera difieren estadísticamente ($P < .05$).

Los resultados obtenidos en este trabajo coinciden con los reportados por Bellis et. al. (1963), citado por A.R.C. (1967-1969), quien encontró que para el período de los 18 a 54 kgs de peso corporal, el nivel de 0.85% de lisina fue mejor que el de 0.75%.

IV.2. Efecto de raza y sexo.

Debido a que durante la realización del experimento se contó con material heterogéneo, es decir, de diferentes razas y sexos se analizó el efecto de dichos factores. Los resultados

obtenidos son presentados en la tabla 16.

TABLA 16. Efecto de la raza y sexo sobre el crecimiento de cerdos.

	Hampshire		Yorkshire		Landrace	
	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho
ADP	0.705bc	0.699cd	0.895a	*	0.783b	0.655d
CDA	2.82 a	2.69 b	3.02 a	*	2.91 a	2.92 a
A/G	4.01 bc	3.94 b	3.37 d	*	3.76 cd	4.63 a
G/A	0.249bc	0.259c	0.296a	*	0.267b	0.224d

Todos los datos se calcularon tomando el alimento tal como ofrecido

* No se contó con machos yorkshire durante el experimento.

a,b,c, = Medias con diferente letra en la misma hilera difieren estadísticamente ($P < .05$).

IV.2.1. Aumento diario de peso (ADP).

Para el aumento diario de peso los cerdos que mejor respondieron fueron las hembras de la raza Yorkshire seguido de Landrace hembra, Hampshire hembra, Hampshire macho y Landrace macho (Apéndice tabla 4A).

Se observó que las hembras de la raza Landrace tuvieron mejor aumento de peso que los machos de la misma raza, pudiéndose deber a que se contó con 9 hembras, de las cuales 6 eran cruces de Landrace X Yorkshire y sólo se contó con 3 machos que eran puros. Esto porque se conoce que los cerdos

cruzados responden mejor que los de raza pura.

Entre los cerdos machos y hembras Hampshire no se encontraron diferencias para el aumento de peso, tal vez debido a que eran los animales que mayor edad tenían y el efecto de la lisina no se vio tan marcado.

Para el efecto del sexo sobre los requerimientos de lisina, estos resultados no coinciden con los obtenidos por Giles *et. al* (1987), quienes al analizar el efecto del sexo encontraron que el promedio de ganancia diaria para hembras alimentadas a libre acceso no fue afectado por la concentración de lisina mientras que en machos la respuesta a la ganancia de peso se vio incrementada a un máximo de 12 grs de lisina total por kg de alimento hasta los 40.3 kgs y de 7.0 grs a pesos mayores.

IV.2.2. Consumo diario de alimento.

El consumo diario de alimento no se vio afectado ($P < .05$), siendo el mismo p. cada raza y sexo evaluados (Apéndice tabla 6A).

IV.2.3. Eficiencia alimenticia.

Las hembras Yorkshire tuvieron la mejor eficiencia alimenticia, después siguieron las hembras Landrace, los machos y las hembras Hampshire y por último los machos Landrace (Apéndice tabla 8A).

IV.2.4. Conversión alimenticia.

Para la conversión alimenticia los machos Landrace son los que tuvieron los valores más altos, seguidos de las hembras y machos Hampshire, las hembras Landrace y por último las hembras Yorkshire.

No se encontró diferencia significativa para la interacción tratamiento X raza X sexo (Apéndice tabla 11 y Fig. 3), por lo que la respuesta del aumento diario de peso se comportó de forma similar para cada raza y sexo dentro de cada tratamiento.

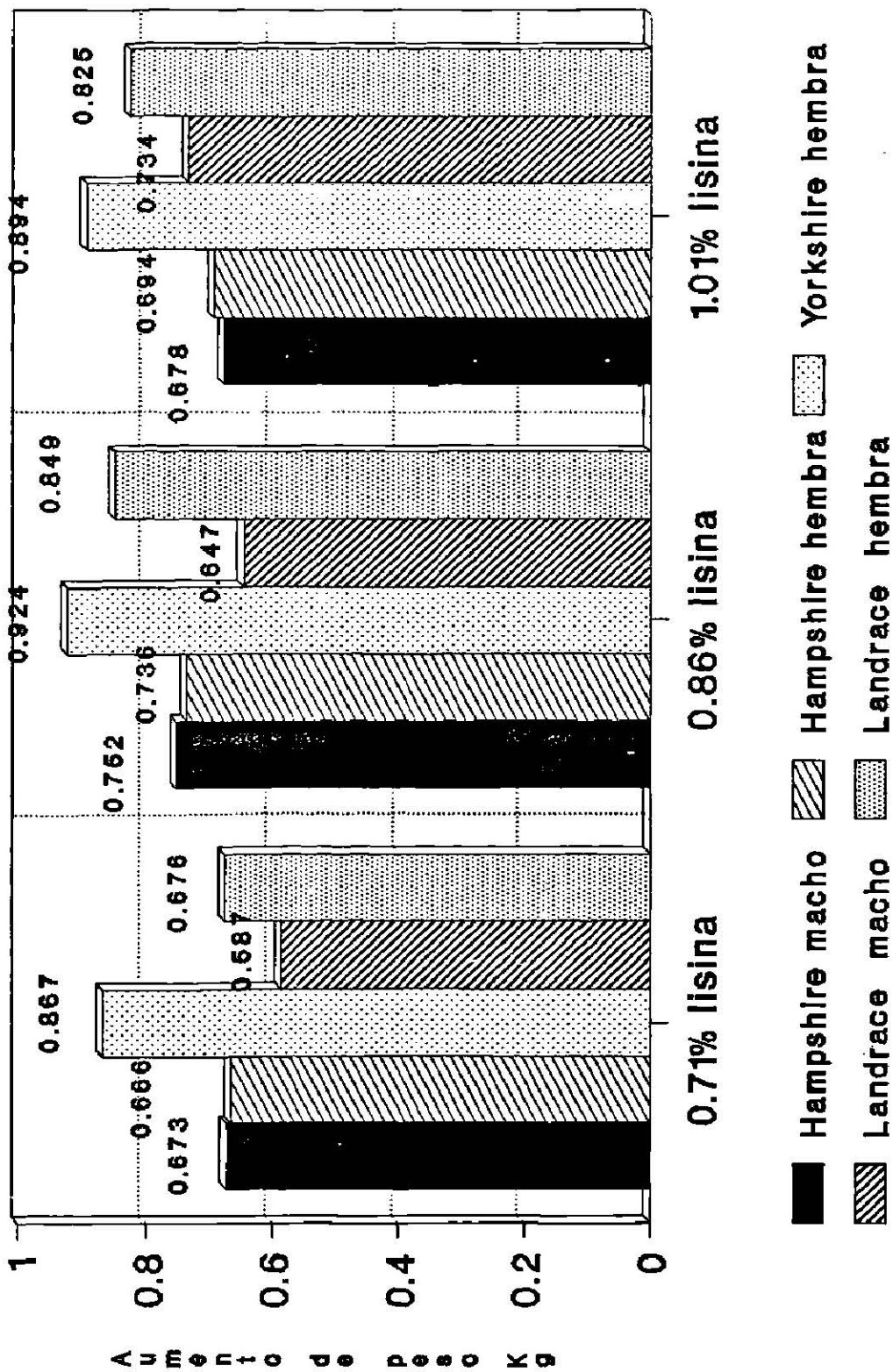


FIG 3. EFECTO DE LA LISINA SOBRE LA GANANCIA DIARIA DE PESO EN LAS RAZAS Y SEXOS UTILIZADOS.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos del análisis estadístico del experimento podemos concluir lo siguiente:

1. La ración utilizada se encontró deficiente en lisina, observándose que el nivel de 0.86% proporcionó los mejores aumentos diarios de peso.
2. Altos niveles de lisina disminuyen el aumento diario de peso.

VI. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se sugieren en este experimento son las siguientes:

1. Incrementar la cantidad de lisina total en la dieta a un nivel de 0.86%.
2. Se recomienda realizar más experimentos con animales de peso inicial y edad homogéneos y evaluar efectos de factores nutricionales y sexo para observar si los resultados son constantes.

VII. RESUMEN

El presente experimento se llevo a cabo del 29 de septiembre al 12 de diciembre de 1992 en las instalaciones del Proyecto Porcino de Mejoramiento Genético del Noreste de México perteneciente a la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. localizado en el km. 17.5 de la carretera Zuazua-Marín, en Marín, N.L. México. Para ello se utilizó el diseño de bloques al azar, agrupándose los animales por peso inicial, raza y sexo, evaluándose la respuesta de la ganancia diaria de peso a la adición de L-lisina HCl a la ración de cerdos en crecimiento, se utilizaron 17 cerdos machos enteros y 19 hembras en crecimiento de 4 razas (18 Hampshire, 6 Yorkshire, 6 Landrace y 6 cerdos cruzados de Yorkshire X Landrace.), con un rango de peso inicial de 24 a 48 kgs y un rango de peso final de 53 a 88 kgs alojados individualmente. La ración proporcionada estuvo basada en grano molido de sorgo y harina de soya proporcionándose dos veces al día siendo suplementada durante el consumo de alimento por la mañana con 0, 2 y 4 grs de L-lisina HCl para dar un contenido de 0.71, 0.86 y 1.01% de lisina total en la dieta, cada animal duró aproximadamente 50 días dentro del experimento. Los resultados obtenidos indican que para el aumento diario de peso existió diferencia altamente significativa debido a tratamientos observándose que la adición de lisina mejoró significativamente la ganancia diaria de peso ($P < .01$), las

medias corregidas por peso inicial para la ganancia diaria fueron de 0.695, 0.793 y 0.754 kgs para los niveles de 0.71, 0.86 y 1.01% de lisina en la dieta, respectivamente. El consumo diario de alimento no se vio afectado por el incremento de lisina siendo el mismo para todos los grupos (2.87, 2.90 y 2.84 kgs). Las medias corregidas para la eficiencia y conversión alimenticia respectivamente fueron de 0.240, 0.272, 0.264 y 4.25, 3.74 y 3.83 para los niveles de 0.71, 0.86 y 1.01% de lisina en la dieta, respectivamente.

Para el efecto de raza evaluada a través del semental y sexo, se encontraron diferencias altamente significativas ($P < .01$), observándose que las hembras de la raza Yorkshire obtuvieron el mejor aumento de peso diario (895 grs), seguida por las hembras Landrace (783 grs), hembras y machos Hampshire (705 y 699 grs respectivamente) y por último los machos Landrace (655 grs) que fueron los que respondieron en menor proporción. El consumo diario de alimento fue similar para cada raza y sexo evaluado. Para la conversión y eficiencia alimenticia las hembras Yorkshire tuvieron el valor más bajo y más alto respectivamente (3.37 y 0.296). No se encontró interacción tratamiento X raza X sexo ($P > .05$).

VII. BIBLIOGRAFIA

- A.R.C.** 1967-1969. Necesidades nutritivas de los Animales domésticos. Ed. Academia. pp. 149-153.
- Baker H. D.** 1991. Amino acid tolerances of swine and poultry. In: NFIA (National Feed Ingredients Association). Chicago. pp.1-5.
- Batterham E. S.** 1979. Amino acid availability in pig diets with special reference to natural proteins and sintetyc amino acids. In Haresign W. y D. Lewis. 1980. Recent Advances in Animal Nutrition -1979. Ed. Butterworths. pp.11-16.
- Batterham E. S., L. R. Giles y E. B. Dettmann.** 1985. Amino acid and energy interactions in growing pigs. Anim. Prod. 40: 331-343.
- Bell J. M., M. O. Keith y C. S. Darroch.** 1988. Lysine supplementation of grower and finisher pig diets based on high protein barley, wheat and soybean meal or canola meal, whith observations on thyroid and zinc status. Canadian J. Anim. Sci. 68 (3):931-940.

Brendemuhl J.H. y Harrison M.D. 1990. Effect of dietary protein level and crystalline lysine and/or threonine additions on growth of 20-105 kg. swine. J. Anim. Sci. 68 (Supp.1): 105.

Chachulowa J., J. Skomial, M. Kierczynska, F. Witczak. 1988. Utilization of protein by pigs fed on diets supplemented with lysine and potassium. Roczniki Nauk Rolniczych. Seria B, Zootechniczna. 104:3, 51-61; 22 ref.

Chiba L. I., A. J. Lewis y E. R. Peo, Jr. 1989. Efect of lysine:digestible energy ratios on the performance of pigs weighing 20 to 50 kg. J. Anim. Sci. 72 (Supp.1): 235.

Church D. C., W. G. Pond. 1988. Basic Animal Nutrition and Feeding. Ed. Wiley U.S.A. pp. 75-97.

Cole D. J. A. 1979. Amino acid nutrition of the pig. In: Harasign W. y D. Lewis. 1979. Recent advances in animal nutrition -1978. Ed. Butterworths. pp.59-61.

Cronwell G.L., T.R. Cline, T.D. Crenshaw, R.C. Ewan, y C.R. Hamilton. 1991. Effects of dietary lysine and added

fat on performance and carcass traits of barrows and gilts a cooperative study. J. Anim. Sci. 69 (Supp.1): 122.

Cunha T. J. 1977. Swine Feeding and Nutrition. Ed. Academia Press. New york U.S.A. pp. 144-147.

Fernández S. y J. A. Cuarón. 1990. Threonine requirements for growing pigs. J. Anim. Sci. 68 (Supp.1): 362.

Fremaut D, R. D. Schrijver, R. Schrijver D. 1990. Tryptophan supplementation of diets for growing-finishing pigs. Revue de Agriculture. 43:5, 761-768; ref.

García E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). U.N.A.M. México. pp. 47-51.

Giles L. R., E. S. Batterham, E. B. Dettmann y R. F. Lowe. 1986. Amino acid and energy interactions in growing pigs. Anim. Prod. 42: 133-144.

Giles L. R., E. S. Batterham, E. B. Dettmann y R. F. Lowe. 1987. Amino acid and energy interactions in growing pigs. Anim. Prod. 45: 493-502.

- González E. E.** 1989. Adición del 5% de sebo a la ración de iniciación en cerdos alojados en piso y jaula. Tesis de licenciatura FAUANL. México. pp. 3-4.
- Hansen J.A. y D. A. Knabe.** 1989. Amino acid supplementation of low-protein sorghum-soybean meal diets for growing swine. *J. Anim. Sci.* 72 (Supp.1): 234.
- Harms H. H.** 1991. Amino acid: Past, present and future. In: NFIA (National Feed Ingredients Association). Chicago. pp. 1-8.
- Harvey R. W.** 1990. PC Version (PC-1) LSMLMW With PARMCARD. pp.11.
- Haydon K. D., Tifton, R.A. Barclay y Harrison M. D.** 1990. Effect of excess L-lysine HCl on growing pig performance. *J. Anim. Sci.* 68 (Supp.1): 37.
- Homb T. y Matre T.** 1989. Supplementing synthetic amino acids to a barley-oats-soybean meal ration for growing-finishing pigs. *J. Anim. Physiology and Animal Nutrition.* 61: 2-3, 68-74. 11ref.
- Johnston M. E., J. L. Nelssen y R. D. Goodband.** 1990. The

effect of dietary lysine levels on growing pig (20-35 kg) performance. J. Anim. Sci. 68 (Supp.1): 105.

MacDonald P., R. A. Edwards y J. E. D. Greenhalg. 1981. Animal Nutrition. Ed. Longman, Londres Gran Bretaña. pp. 456-457.

N.R.C. 1988. Nutrient requirements of swine. Ninth Revised Edition. ED. National Academy Press Washington D. C. pp.8-9, 50-52.

Page T. G., L. L. Southern, y K. L. Watkins. 1989. Threonine supplementation of low-protein, lysine-supplemented sorghum-soybean meal diets for growing-finishing swine. J. Anim. Sci. 79 (Supp. 1): 89.

Page T. G., T. L. Ward y L. L. Southern. 1991. Effect of excess dietary triptophan on growth and characteristics of finishing pigs. J. Anim. Sci. 69 (Supp.1): 24

Partridge I. G., A. G. Low y H. D. Keal. 1985. A note on the effect of feeding frequency on nitrogen use in growing boars given diets with varying levels of free lysine. Anim. Prod. 40: 375-377.

Schoenherr W. D. 1991. Supplementation of corn-soybean meal-meat and bone meal diets with L-lysine and L-triptophan for growing-finishing swine. *J. Anim. Sci.* 69 (Supp. 1): 25.

Weaver E. M., C. R. Hamilton y G. W. Libal. 1991. Efficacy of adding L-triptophan to grower and finisher diets containing corn gluten meal *J. Anim. Sci.* 69 (Supp.1):123.

Woltmann M. D., Clutter A. C., Maxwell C. V., Buchanan D. S. y Vencil R. 1991. The interaction of dietary lysine level and divergent growth genotypes in growing-finishing pigs. *Animal Science Research Report, Agricultural experiment Station, Oklahoma State University.* No. MP-134, 9-15; 3 ref.

Yen H. T., D. J. A. Cole y D. Lewis. 1986a. Amino acid requirements of growing pigs. *Anim. Prod.* 43: 141-154.

Yen H. T., D. J. A. Cole y D. Lewis. 1986b. Amino acid requirements of growing pigs. *Anim. Prod.* 43: 155-165.

APENDICE

Tabla 1A. Respuesta de las variables estudiadas a la adición de 3 niveles de L-lisina HCL en la dieta.

Animal #	Raza*	Sexo+	Peso inicial kgs	Peso final kgs	Aumento diario grs	Aumento total kgs	Días de prueba
1	H	M	28	58	600	30	50
2	H	M	34	76	840	42	50
3	H	H	35	65	600	30	50
4	H	H	44	78	760	34	50
5	H	M	47	74	729	27	37
T1 6	Y	H	33	76	860	43	50
7	Y	H	33	75	840	42	50
8	L	M	29	55	520	26	50
9	L	H	25	52	540	27	50
10	H	H	40	78	760	38	50
11	LY	H	38	75	740	37	50
12	LY	H	27	53	560	26	50
13	H	M	28	63	640	35	50
14	H	M	30	64	680	34	50
15	H	M	36	72	720	36	50
16	H	M	40	84	880	44	50
17	H	M	48	86	1000	38	37
T2 18	Y	H	35	80	900	45	50
19	Y	H	38	88	1000	50	50
20	L	M	29	58	580	29	50
21	L	H	26	62	720	36	50
22	H	H	38	77	780	39	50
23	LY	H	35	77	840	42	50
24	LY	H	27	67	800	40	50
25	H	M	28	53	500	25	50
26	H	M	32	68	720	36	50
27	H	M	37	73	720	36	50
28	H	M	46	87	820	41	50
29	H	M	46	77	837	31	37
T3 30	Y	H	31	73	840	42	50
31	Y	H	34	79	900	45	50
32	L	M	30	64	680	34	50
33	L	H	24	60	680	36	50
34	H	H	43	83	800	40	50
35	LY	H	40	81	820	41	50
36	LY	H	25	65	800	40	50

*Raza: H= Hampshire L= Landrace +Sexo: M= Macho
Y= Yorkshire LY=Landrace x Yorkshire H= Hembra

Tabla 2A. Respuesta a la adición de 3 niveles de L-lisina HCl a la dieta de cerdos en crecimiento.

Animal No.	Consumo total de alimento kgs	Consumo diario de alimento kgs	Conversión alimenticia (alim/gan.)	Eficiencia alimenticia (gan/alim.)
1	131	2.62	4.36	0.22
2	145.5	2.91	3.46	0.28
3	144	2.88	4.8	0.20
4	145.5	2.91	3.82	0.26
5	102	2.75	3.77	0.26
T1 6	154	3.08	3.59	0.27
7	146	2.92	3.47	0.28
8	147	2.94	5.65	0.18
9	132	2.64	4.88	0.20
10	148	2.96	3.89	0.26
11	143.5	2.87	3.87	0.25
12	132	2.64	4.71	0.21
13	120	2.40	3.75	0.26
14	129	2.58	3.79	0.26
15	128.5	2.57	3.56	0.28
16	141.5	2.83	3.21	0.31
17	114	3.08	3.08	0.32
T2 18	146	2.92	3.24	0.31
19	163.5	3.27	3.27	0.31
20	144	2.88	4.96	0.20
21	148.5	2.97	4.12	0.24
22	149.5	2.99	3.83	0.26
23	147.5	2.95	3.51	0.28
24	146	2.92	3.65	0.27
25	130.5	2.61	5.22	0.19
26	128.5	2.57	3.56	0.28
27	135.5	2.67	3.70	0.27
28	155	3.10	3.78	0.26
29	104	2.81	3.35	0.30
T3 30	145	2.90	3.45	0.29
31	149.5	2.99	3.32	0.30
32	133.5	2.67	3.92	0.25
33	126	2.52	3.70	0.27
34	147.5	2.95	3.68	0.27
35	147.5	2.95	3.59	0.28
36	148	2.96	3.70	0.27

T=Tratamiento.

Para la comparación de medias por medio de contrastes, las razas (Sementales), y sexos utilizadas fueron:

Raza (semental) 1 = Hampshire Sexo 1= Macho
 Raza (semental) 2 = Yorkshire Sexo 2= Hembra
 Raza (semental) 3 = Landrace

TABLA 3A. Análisis de varianza para el aumento diario de peso de acuerdo a Harvey, (1990).

Fuente	Grados de libertad	suma de cuadrados	cuadrados medios	F Calc.	Prob.
Total	36	.557984			
Reducción total	8	.425600	.053200	11.252	.0000
Media	1	.000147	.000147	.031	.8612
Tratamiento	2	.057132	.028566	6.042	.0066
SS	4	.199358	.049839	10.541	.0000
Regresiones					
Peso inic. B line1	1	.155387	.155387	32.865	.0000
Error	28	.132384	.004728		

Media=.75010

Desviación estándar=.08878

CV.= 8.17

R Cuadrada= .763

R= .873

TABLA 4A. Comparación de medias mediante contrastes para la variable aumento diario de peso de acuerdo a Harvey, (1990).

Trat.1 vs Trat.2	F=11.92	P=0.002
Trat.1 vs Trat.3	F= 4.40	P=0.045
Trat.2 vs Trat.3	F= 4.40	P=0.045
SS11 vs SS12	F= 0.01	P=0.897
SS11 vs SS31	F= 0.90	P=0.350
SS12 vs SS22	F= 16.2	P=0.000
SS12 vs SS32	F= 2.56	P=0.120
SS22 vs SS32	F= 8.96	P=0.006
SS31 vs SS32	F= 7.74	P=0.010

F=F. calc.

P=Probabilidad.

SS=Semental-Sexo

TABLA 5A. Análisis de varianza para el consumo diario de alimento de acuerdo a Harvey, (1990).

Fuente	Grados de libertad	suma de cuadrados	cuadrados medios	F Calc.	Prob.
Total	36	1.298900			
Reducción total	8	.729500	.091187	4.484	.0014
Media	1	.039161	.039161	1.926	.1762
Tratamiento	2	.021261	.010630	.523	.5986
SS	4	.491844	.122961	6.047	.0012
Regresiones					
Peso inic. B linel	1	.341223	.341223	16.779	.0003
Error	28	.569400	.020336		

Media=2.838

Desviación estándar=.14260

CV.= 5.02

R Cuadrada= .562

R= .749

TABLA 6A. Comparación de medias mediante contrastes para la variable consumo diario de alimento de acuerdo a Harvey, (1990).

Trat.1 vs Trat.2	F= 0.230	P=.635
Trat.1 vs Trat.3	F= 0.285	P=.598
Trat.2 vs Trat.3	F= 0.285	P=.598
SS11 vs SS12	F= 2.555	P=.121
SS11 vs SS31	F= 5.492	P=.026
SS12 vs SS22	F= 3.838	P=.060
SS12 vs SS32	F= 0.714	P=.405
SS22 vs SS32	F= 1.880	P=.181
SS31 vs SS32	F= 0.006	P=.937

F=F. calc.

P=Probabilidad.

SS=Semental-Sexo

TABLA 7A. Analisis de varianza para la eficiencia alimenticia de acuerdo a Harvey, (1990).

Fuente	Grados de libertad	suma de cuadrados	cuadrados medios	F Calc.	Prob.
Total	36	.043531			
Reducción total	8	.029533	.003692	7.384	.000
Media	1	.000458	.000458	.915	.3469
Tratamiento	2	.006484	.003242	6.485	.0049
SS	4	.012292	.003073	6.147	.0011
Regresiones					
Peso inic. B lineal	1	.007133	.007133	14.268	.0008
Error	28	.013998	.000500		

Media general=.2636

R Cuadrada= .678

Desviación estándar=.02236

R= .824

CV.= 8.48%

TABLA 8A. Comparación de medias mediante contrastes para la variable eficiencia alimenticia de acuerdo a Harvey, (1990).

Trat.1 vs Trat.2	F=11.98	P=.002
Trat.1 vs Trat.3	F= 6.81	P=.014
Trat.2 vs Trat.3	F= 6.81	P=.014
SS11 vs SS12	F= 0.55	P=.461
SS11 vs SS31	F= 5.28	P=.029
SS12 vs SS22	F= 8.36	P=.005
SS12 vs SS32	F= 1.37	P=.251
SS22 vs SS32	F= 5.45	P=.027
SS31 vs SS32	F= 8.55	P=.007

F= F. calc.

P= Probabilidad.

SS=Semental-Sexo

TABLA 9A. Análisis de varianza para conversión alimenticia de acuerdo a Harvey, (1990).

Fuente	Grados de libertad	suma de cuadrados	cuadrados medios	F Calc.	Prob.
Total	36	12.638488			
Reducción total	8	8.103989	1.012999	6.255	.0001
Media	1	0.156045	0.156045	0.964	.3347
Tratamiento	2	1.756621	0.878311	5.423	.0102
SS	4	3.505523	0.876381	5.412	.0023
Regresiones					
Peso inic. B lineal	1	1.758300	1.758300	10.857	.0027
Error	28	4.534508	0.161947		

Media=3.87028

Desviación estándar=.40243

CV.= 10.40

R Cuadrada= .641

R= .801

TABLA 10A. Comparación de medias mediante contrastes para la variable conversión alimenticia de acuerdo a Harvey, (1990).

Trat.1 vs Trat.2	F= 9.652	P=.004
Trat.1 vs Trat.3	F= 6.345	P=.018
Trat.2 vs Trat.3	F= 6.345	P=.018
SS11 vs SS12	F= 0.078	P=.781
SS11 vs SS31	F= 6.429	P=.017
SS12 vs SS22	F= 5.348	P=.028
SS12 vs SS32	F= 0.726	P=.401
SS22 vs SS32	F= 3.265	P=.081
SS31 vs SS32	F= 10.48	P=.003

F=F. calc.

P=Probabilidad.

SS=Semental-Sexo

TABLA 11A. Análisis de varianza para interacción tratamiento X raza X sexo, de acuerdo a Harvey, (1990).

Fuente	Grados de libertad	suma de cuadrados	cuadrados medios	F Calc.	Prob.
Total	36	0.557984			
Reducción total	16	0.457713	.02860	5.706	.0002
Media	1	0.000228	.000228	0.045	.8334
Tratamiento	2	0.039625	.019813	3.952	.0358
SS	4	0.198629	.049657	9.905	.0001
Trat X ss	8	0.032114	.004014	0.801	.0000
Regresiones					
Peso inic. B linel	1	0.153974	.153974	30.712	.000
Error	20	0.100270	.005014		

Media=.75019

Desviación estándar=.07081

CV.= 9.44

R Cuadrada= .820

R= .906

