

57
20-g.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Estudios Superiores
"CUAUTILAN"

EFFECTO DE DOS NIVELES DE PROTEINA CRUDA EN DIETAS DE FINALIZACION SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO DEL CERDO DE ENGORDA

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A
MARTIN ALBERTO MONROY SILVA

Director de Tesis:
M. V. RAUL C. SCHINCA FELITTI



Cuautitlán Izcalli, Estado de México

1989

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

C O N T E N I D O

RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
1. CAPITULO UNO. MARCO TEORICO	3
1.1. CONSUMO DE ALIMENTO	4
1.2. FISILOGIA DIGESTIVA DEL CERDO	9
1.2.1. DIGESTION DE PROTEINAS	18
1.2.2. DIGESTION DE CARBOHIDRATOS	19
1.2.3. DIGESTION DE GRASAS	20
1.2.4. FISILOGIA DEL COLON	22
1.3. EL NIVEL DE PROTEINA EN LA DIETA	23
2. CAPITULO DOS. DESARROLLO EXPERIMENTAL	31
2.1. OBJETIVOS : GENERAL Y PARTICULAR	32
2.2. LUGAR DONDE SE DESARROLLO LA TESIS	33
2.3. MATERIAL Y METODOS	34
3. RESULTADOS	37
4. DISCUSION	43
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
6. BIBLIOGRAFIA	48
ANEXOS	
ANEXO 1. CLASIFICACION DE LAS ENZIMAS PROTEOLITICAS DE ACUERDO AL LUGAR DONDE ACTUAN	52
ANEXO 2. MATERIALES EMPLEADOS (biológico y alimento) .	53
ANEXO 3. PESOS MEDIOS INICIALES DE LOS CERDOS QUE — CONFORMAN CADA BLOQUE (Kgs.)	54

APENDICE DE FIGURAS.

Figura 1. DIAGRAMA DE LAS AREAS HIPOTALAMICAS	5
Figura 2. EFECTO DE LA CONCENTRACION DE ENERGIA EN LA DIETA	8
Figura 3. REPRESENTACION ESQUEMATICA DEL APARATO DIGESTIVO DEL CERDO	10
Figura 4. DIAGRAMA DE LAS GLANDULAS EN LA MUCOSA DEL — ESTOMAGO HUMANO	12
Figura 5. AMPLIFICACIONES CONTINUAS DE UN CORTE TRANSVERSAL DEL INTESTINO	15

APENDICE DE TABLAS.

Tabla 1. SUMARIO DE LOS PROCESOS DIGESTIVOS	16
Tabla 2. COMPOSICION DE LA BILIS	21
Tabla 3. REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS DE LOS CERDOS	24
Tabla 4. COMPOSICION DE LAS DIETAS EN PORCENTAJE	36

APENDICE DE CUADROS.

Cuadro 1. GANANCIA DIARIA DE PESO (gramos)	39
Cuadro 2. CONSUMO DE ALIMENTO TOTAL (Kgs.)	39
Cuadro 3. CONVERSION ALIMENTICIA	40
Cuadro 4. COSTO DE ALIMENTACION POR KILOGRAMO DE GANANCIA .	40
Cuadro 5. RESUMEN DE RESULTADOS	41
Cuadro 6. CONSUMO DIARIO DE ALIMENTO TERMINADO , PROTEINA , ENERGIA Y CONVERSION ALIMENTICIA EN LA ETAPA DE FINALIZACION (74.7 - 104 kgs. p.v.)	42
Cuadro 7. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO POR ETAPAS DE CRECI — MIENTO Y GLOBAL	46

R E S U M E N

El experimento se desarrolló para determinar el efecto que tiene el nivel de proteína cruda en dietas de finalización sobre el comportamiento productivo del cerdo de engorda. Un total de 30 cerdos híbridos se dividieron en base a un modelo de Bloques al Azar en tres bloques, — cada uno con dos tratamientos; se les ofreció una dieta con 11% ó 12% de proteína cruda desde 74.7 a 104 kg. de peso vivo promedio, preparada a base de un concentrado — proteico comercial con 36% de proteína cruda a razón de 100 y 150 kgs./tonelada de alimento terminado, respectivamente. Los resultados indican que se puede utilizar la dieta con 11% de proteína cruda (100 kgs. de Concentrado Proteico "36% PC"/tonelada de alimento terminado) — sin menoscabo del comportamiento productivo (ganancia — diaria de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia) en ésta etapa. No se logró disminuir el costo de producción de un kilogramo de ganancia de peso del cerdo en pie con el empleo del Concentrado Proteico a razón de 100 kgs./tonelada de alimento terminado.

INTRODUCCION

Este trabajo surgió de la necesidad de estudiar cuál es el impacto en el desempeño productivo del cerdo de engorda en etapa de finalización por el uso de dos cantidades de concentrado proteico comercial - con 36 por ciento de proteína cruda, práctica que frecuentemente se lleva a cabo en las granjas con el propósito de abaratar el costo de la ración y con ello el del cerdo en pie.

Como marco teórico, el lector encontrará una breve descripción de los procesos y factores que intervienen en el aprovechamiento del alimento por parte del cerdo. Se comentan la diversidad de teorías que explican el control del consumo de alimento, así como los procesos que se llevan a cabo durante la digestión de los alimentos, incluyendo un resumen del catabolismo de las proteínas, grasas y carbohidratos, siempre teniendo en mente que ésta información es básica, con la única finalidad de ubicar al lector en el contexto nutricional del cerdo. Asimismo, se presentan los comentarios y sugerencias de algunos investigadores que han estudiado el efecto que tienen las dietas pobres en proteína cruda sobre el rendimiento productivo del cerdo.

Esta Tesis, por su parte, concluye cuál es el efecto en la producción del cerdo en la etapa de finalización por utilizar dos niveles de concentrado proteico (36% PC), 100 kg./tn. ó 150 kg./tonelada de alimento terminado, lo que representa dietas con 11 ó 12 por ciento de proteína cruda respectivamente.

CAPITULO UNO

MARGO TEBRICO

1.1. CONSUMO DE ALIMENTO

Siendo el cerdo un ser vivo heterótrofo, que requiere ingerir alimentos que le permitan preservar su vida y funciones, perpetuando su especie, los investigadores han realizado estudios para comprender cuáles son los mecanismos que determinan el apetito y la saciedad. De estos estudios han observado que la regulación hipotalámica del apetito depende primordialmente de la interacción de dos áreas: de un CENTRO ALIMENTARIO en el núcleo del lecho del fascículo medio del cerebro anterior en la unión con las fibras pálidas hipotalámicas, y de un CENTRO DE LA SACIEDAD en el núcleo ventromedial (fig. 1). La estimulación del centro hipotalámico evoca el acto de comer y su destrucción causa muerte por anorexia. La estimulación del núcleo ventromedial causa la cesación de comer, mientras que la destrucción provoca hiperfagia. Parece que el centro alimentario está constantemente activo y que su actividad es transitoriamente inhibida por el centro de la saciedad después de la ingestión de alimentos (6).

Con respecto a las señales o mecanismos aferentes que son detectados por los centros de la saciedad y alimentario aún existen divergencias. Algunas de las hipótesis se mencionan a continuación:

GLUCOSTATICA. El centro de la saciedad está en parte gobernado por el nivel de glucosa de las células dentro del centro. Se postula que cuando estas células, llamadas GLUCOSTATOS, tienen una utilización de glucosa baja, su actividad decrece, y el individuo siente hambre, pues no hay inhibición del centro alimentario. Cuando la utilización de glucosa es alta, la actividad de los glucostatos aumenta, cesando el consumo, inhibiendo el centro alimentario (6).

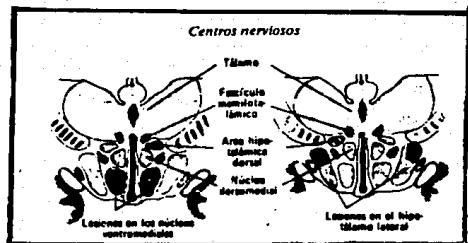


Fig. 1. Diagrama de las áreas hipotalámicas.
Tomado de Ganong, 1930. (6).

LIPOLITICA. El tamaño de los depósitos adiposos es perceptible y transmitido a través de señales neurales u hormonales al — endófilo (H. Ganong, 1930).

La masa de tejido adiposo controla el apetito a través de ácidos grasos libres y glicerol circulantes — (Muller, 1935).

TERMOSTATICA. El consumo es ajustado para lograr mantener una temperatura constante. El control se efectúa por el sistema nervioso central mediante receptores nerviosos de cambio de temperatura post-nandrium en la piel e hipotálamo (6).

CONTRACCIONES DE HUNGER. La distensión del aparato digestivo inhibe el apetito y las contracciones del estómago vacío lo estimulan (6).

HORMONAL. La presencia de la hormona COLELITOCININA — PGE — GROWTHINA en el fluido cerebro espinal está relacionada con patrones de consumo-ansiedad (27). Estudios recientes del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) han observado que el carácter cambia con un compuesto que los — inhibió contra ésta hormona resulto en mayor consumo y mejor índice de crecimiento (12).

En el caso del cerdo, la cantidad de alimento consumido depende tanto de factores nutricionales, principalmente de índole energética y con menor relevancia, pero no menos importante, de la proteína (11).

La utilización de alimentos con baja densidad energética se asocia con un incremento compensatorio del consumo de alimento, sin embargo el consumo de energía total disminuye por la limitación del apetito de entrada. — En consecuencia, el resultado es un ligero descenso en la ganancia diaria

de peso (GDP) y una reducción significativa en la grasa de la carne; la conversión alimenticia (CA) se incrementa, pero el costo de la unidad de ganancia de peso expresada como MJ/kg, es prácticamente el mismo (Fig.2) (10).

Con el uso de dietas altas en energía se puede tener un efecto depresivo en el consumo de alimento, reflejándose en un pobre rendimiento — productivo en el caso de un aporte proteico marcadamente deficitario (11).

En cuanto al efecto que tiene el nivel de proteína de la dieta sobre el consumo de alimento, se ha observado que la ingestión de alimentos — deficientes en proteína y/o aminoácidos inducen un aumento en el consumo de alimento por unidad de peso en un intento por cubrir las necesidades — diarias. Este aumento de consumo provoca un incremento en el depósito de grasa corporal y de el costo, además de deteriorar la conversión alimenticia (11).

La deficiencia severa de aminoácidos limitantes en la dieta o la suplementación excesiva de proteína o aminoácidos limitantes deprimen la ingestión de alimento y el crecimiento (11).

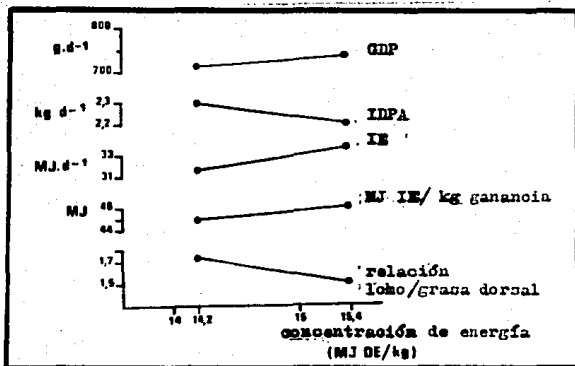


Fig. 2. Efecto de la concentración de energía en la dieta sobre la ingestión diaria promedio de alimento (IDPA) y energía (IE), ganancia diaria de peso (GDP) y — características de la canal en cerdos Large White — entre 25 y 90 Kg. de peso vivo. Las dietas contienen diferentes proporciones de celulosa de madera purificada (Henry, 1969). (10).

1.2. FISIOLÓGIA DIGESTIVA DEL TORO

El tracto digestivo es un tubo que se extiende desde la boca hasta el ano, sirviendo para la ingestión, comunicación, digestión y absorción de nutrientes del alimento eliminando material de desecho sólido. Las partes que componen el aparato son: la boca, faringe, esófago, estómago, intestino delgado e intestino grueso (fig. 3).

El movimiento del contenido intestinal por los llamados movimientos — peristálticos tienen la función de transportar los materiales a través — del tracto, mezcla los jugos digestivos con el alimento y pone en contac- to con la mucosa intestinal los nutrientes para su posterior absorción.

El intestino delgado es el sitio principal de absorción, conteniendo — una serie de vellosidades y microvellosidades que aumentan el área dispo- nible para la absorción de nutrientes. Cada vellosidad contiene una vénula y arteriola juntos con un vaso del sistema linfático. La vénula final- mente desemboca en el sistema porta y el vaso linfático en el conducto — linfático torácico (17).

Las secreciones gástricas y intestinales que se encuentran en el tracto alimentario contienen enzimas que hidrolizan las macromoléculas de nutrientes del ali- mento. Algunas de las enzimas presentes en las secreciones están inicial- mente como precursores inactivos denominados ZIMOGENOS, los cuales son — activados después de secretarse en el tracto alimentario por las secrecio- nes y productos de la misma digestión.

El proceso de digestión comienza con la masticación del alimento concu- rrido; las partículas pequeñas son expuestas a la secreción salival que se mezcla con el alimento, iniciándose la digestión enzimática.

La saliva porcina tiene la enzima alfa-amilasa que actúa sobre la molé- cula de almidón, iniciando la digestión en la boca y continuándose duran- te su paso a través del esófago, hasta que es inactivada por el pH ácido

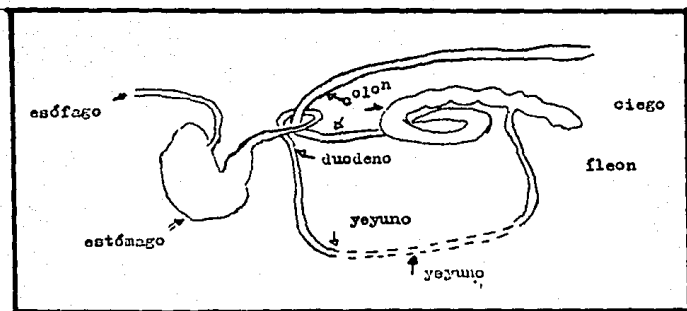


Fig. 3. Representación esquemática del Aparato Digestivo del Cerdo (4).

en el estómago (4). La saliva es secretada por tres glándulas salivales : Parótida, ubicada abajo de la base de la oreja ; Submandibular, abajo de cada rama mandibular y ; Sublingual, abajo de la lengua (22). La saliva contiene un 99 % de agua y el resto 1 % compuesto por mucina, sales orgánicas, amilasa y lisozima (17).

Una vez que los alimentos entran al estómago son sujetos a ciclos vigorosos de mezcla por cerca de tres horas con ácido clorhídrico y pepsina. La secreción gástrica es iniciada por reflejos nerviosos que obedecen al estímulo de la hormona GASTRINA, producida en las llamadas células G en las glándulas de la porción antral de la mucosa gástrica. En ésta mucosa existen también glándulas secretorias parietales, productoras de ácido clorhídrico y células secretoras principales, productoras de zimógeno de pepsina (4,6) (fig. 4).

El pepsinógeno secretado es activado por un pH de 4. La enzima activa, pepsina, es de acción proteolítica que inicia la degradación de proteínas a péptidos (4).

El movimiento de la digesta desde el estómago al intestino delgado ocupa un tiempo relativamente largo. Mielans, et.al. (1975) sugieren que el tiempo medio de vaciado del estómago es de 10 horas en el cerdo adulto. Esto indica que la regulación en el paso de la digesta provee un flujo constante de nutrientes al sitio de absorción intestinal sobre un periodo prolongado.

El intestino delgado es el órgano primario de absorción del cerdo. Anatómicamente está dividido en tres secciones: duodeno, yeyuno e ileon ; cada sección involucra una tercera parte del órgano (4). La digestión en el intestino delgado es promovida por enzimas producidas en la mucosa intestinal, el páncreas y por los ácidos biliares producidos por el hígado y transportados por un conducto biliar (colédoco). En la regulación de este proceso se involucran enzimas producidas y secretadas por el intes-

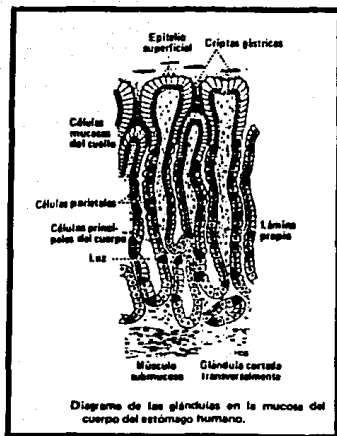


Fig. 4. Tomado de Cannon, 1930 (6).

tino, mismas que comentará más adelante.

La mucosa intestinal es un tejido extremadamente activo que además de proporcionar un tejido de absorción, produce enzimas digestivas. Su estructura se compone de vellosidades y microvellosidades que multiplican el área de absorción (4,27) (fig. 5).

Las enzimas digestivas que intervienen en la digestión intestinal y los sustratos sobre los que actúan se enlistan en la tabla 1 (6).

A continuación hablaremos de las hormonas gastrointestinales por jugar un papel determinante para el resto del proceso digestivo y posteriormente se tratará, en forma breve, la digestión de los nutrientes .

La secreción pancreática es estimulada por la secreción de hormonas gastrointestinales que a su vez se liberan por acción de los constituyentes del quimo. Estas hormonas son (3) :

- SECRETINA. Estimula la secreción pancreática de un líquido alcalino pobre en enzimas. El único estímulo comprobado para su secreción es el baño ácido de la mucosa del intestino delgado superior.
- COLECISTOCININA-PANCREOCININA. Tiene la función de estimular la secreción de jugo pancreático rico en enzimas y pobre en bicarbonato e inducir la contracción y vaciamiento de la vesícula biliar. El estímulo para su secreción es la presencia, en el duodeno, de ácidos grasos que no tengan más de 10 átomos de carbono o por efecto de aminoácidos.

- ESTEROCORININA. Induce el flujo de jugo intestinal.
- COCELINA. Péptido que estimula la secreción ácida del estómago.
- DOMBESINA. Incrementa la secreción de gastrina y la motilidad del intestino delgado y de la vesícula biliar.
- HEPATOCORININA. Estimula al hígado para la producción de la bilis y su deposición en la vesícula biliar.

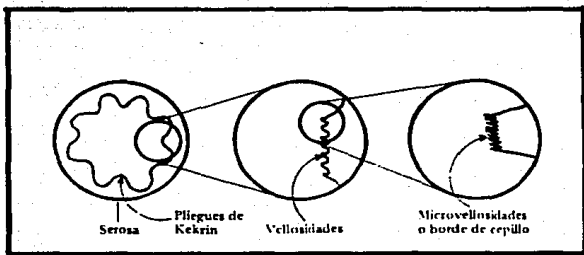


Fig. 5. Amplificaciones continuas de un corte trans-
versal de intestino delgado. Tomado de Chisada,
1983. (27).

Tabla 1

Digestión y absorción en el sistema digestivo

Sumario de los procesos digestivos				
Fuente de la secreción y estímulo de la misma	Enzimas	Modo de activación y condiciones óptimas para su actividad	Substrato	Productos finales o acción
Glándulas salivales de la boca: Secretan saliva de modo reflejo en presencia de alimentos en la boca	Amilasa salival	Es necesario el ion cloruro. pH 6.6-6.8	Almidón Glucógeno	Maltosa más 1:6 glucósidos (oligosacáridos) más maltotriosa
Glándulas del estómago: Las células principales y parietales secretan el jugo gástrico en respuesta a un estímulo reflejo a la acción química de la gastrina	Pepsina	El pepsinógeno es convertido en pepsina activa por el HCl. pH 1.0-2.0	Proteínas	Proteosas Peptonas
	Renina	El calcio es necesario para su actividad. pH 4.0	Caseína de la leche	Coagulación de la leche
Páncreas: La presencia del quimo ácido del estómago activa al duodeno para producir: (1) secretina, que estimula hormonalmente el flujo del jugo pancreático; (2) pancreozimina, que estimula la producción de enzimas	Tripsina	El tripsinógeno se convierte en tripsina activa por la enterocina del intestino a pH 5.2-6.0. Conversión autocatalítica a pH 7.9	Proteínas Proteosas Peptonas	Polipéptidos Dipéptidos
	Quimotripsina	Es secretada como quimotripsinógeno y convertida a la forma activa por la tripsina. pH 8.0	Proteínas Proteosas Peptosas	Igual que la tripsina. Mayor poder de coagulación para la leche
	Carboxipeptidasa	Secretada como pro-carboxipeptidasa y activada por la tripsina	Polipéptidos en el extremo del carboxilo libre de la cadena	Péptidos inferiores. Aminoácidos libres
	Amilasa pancreática	pH 7.1	Almidón Glucógeno	Maltosa más 1:6 glucósidos (oligosacáridos) más maltotriosa
	Lipasa	¿Activada por las sales biliares? pH 8.0	Uniones éster primarias de las grasas	Ácidos grasos, monoacilgliceroles, diacilgliceroles, glicerol
	Ribonucleasa		Ácido ribonucleico	Nucleótidos
Desoxirribonucleasa		Ácidos desoxirribonucleicos	Nucleótidos	
Coesterilsteridhidrolasa	Activada por las sales biliares	Estera de colestero	Colesterol libre más ácidos grasos	
Fosfolipasa A ₂		Fosfolípidos	Ácidos grasos, lisofosfolípidos	
Hígado y vesícula biliar	Salas biliares y ácidos	Colecistocina, una hormona de la mucosa intestinal -y posiblemente también la gastrina- estimulan la vesícula biliar y la secreción de bilis por el hígado	Grasa (también neutraliza el quimo ácido)	Conjugados de ácidos grasos con sales biliares y grasa neutra emulsionada finamente -micelas de sales biliares

anexo tabla 1

Digestión y absorción en el sistema digestivo

Sumario de los procesos digestivos (cont.)

Fuente de la secreción y estímulo de la misma	Enzimas	Modo de activación y condiciones óptimas para su actividad	Substrato	Productos finales o acción
Intestino delgado: Secreciones de las glándulas de Brunner del duodeno y de las glándulas de Lieberkühn	Aminopeptidasas		Polipéptidos en el extremo amino libre de la cadena	Péptidos inferiores. Aminoácidos libres
	Dipeptidasas		Dipéptidos	Aminoácidos
	Sacarasa	pH 5.0-7.0	Sacarosa	Fructosa, glucosa
	Maltasa	pH 5.8-6.2	Maltosa	Glucosa
	Lactasa	pH 5.4-6.0	Lactosa	Glucosa, galactosa
	Fosfatasa	pH 8.6	Fosfatos orgánicos	Fosfato libre
	Isomaltasa o 1:6 glucosidasa		1:6 glucósidos	Glucosa
	Polinucleotidasa		Acido nucleico	Nucleótidos
Nucleosidasas		Nucleósidos de purinas o pirimidinas	Bases purinas o pirimidinas, fosfato de pentosa	

1.2.1. DIGESTION DE PROTEINAS

Tras la digestión PEPTICA en el estómago, los péptidos resultantes son nuevamente afectados por enzimas proteolíticas de origen pancreático en el intestino delgado. Estas enzimas son (4,6,9,17): la TRIPSINA, el tripsinógeno es activado por la enzima ENTEROCINASA o ENTEROPEPTIDASA, quien activa también sus propios zimógenos así como el de la QUIMOTRIPSINA — (quimotripsinógeno) y CARBOXIPEPTIDASA (procarboxipeptidasa).

Las enzimas proteolíticas se clasifican en ENDOPEPTIDASAS como : tripsina, actúa sobre el enlace peptídico que involucra grupos carboxilos de lisina y arginina ; quimotripsina, específica para enlaces peptídicos de grupos carboxílicos de aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina, — triptófano e histidina) y EXOPEPTIDASAS como : carboxipeptidasa, libera los grupos terminales de los grupos carboxílicos alfa.(9,16,17).

El resultado final es que estos grandes péptidos son hidrolizados a partículas de aminoácidos libres por enzimas AMINOPEPTIDASAS en la mucosa intestinal. Estas enzimas actúan sobre el enlace adyacente a un grupo amino libre de un péptido simple y las DIPEPTIDASAS completan la hidrólisis de un dipéptido a un aminoácido libre (17). Los aminoácidos libres son transportados activamente en presencia de sodio dentro de las células de la mucosa y subsecuentemente llevados a la circulación sanguínea para distribuirlos en todo el cuerpo (4) (anexo 1).

Aunque los ácidos nucleicos no son proteínas, diremos que la mucosa intestinal secreta enzimas que catalizan el DNA y RNA (deoxirribonucleasa y ribonucleasa respectivamente). Estas actúan sobre las uniones éster entre el azúcar y ácido fosfórico en el ácido nucleico, dando como producto los nucleótidos. Las NUCLEOTIDASAS atacan a su vez la unión entre el azúcar y el nitrógeno base, liberando purinas y pirimidinas. La FOSFATASA completa la hidrólisis al separar el ácido ortofosfórico de la ribosa y deoxirribosa (17).

1.2.2. DIGESTION DE CARBOHIDRATOS

El almidón es el principal constituyente de los granos y estos a su vez de las dietas para los suinos. Es un polímero de glucosa constituido por una fracción con enlaces 1,4-alfa y ramificaciones 1,6-alfa, estructurando lo que se conoce como amilopectina (80-90%) y otra fracción con enlaces 1,4-alfa sin ramificaciones, amilosa (6).

Tanto la amilasa salival, como la pancreática hidrolizan las uniones glucosídicas 1,4-alfa pero no las 1,6-alfa. En consecuencia los productos son los oligosacáridos: maltosa, maltotriosa, polímeros 1,4-alfa mayores y las alfa dextrinas limitantes (polímeros ramificados con un promedio de ocho moléculas de glucosa) (6,17).

Posteriormente en el ileon se hidrolizan las alfa-dextrinas por acción de la alfa-dextrinasa limitante, la maltasa desdobra la maltosa (glucosa-glucosa), maltotriosa (glucosa-glucosa-glucosa) y otros polímeros de glucosa. Otros disacáridos son desdoblados por la lactasa, que tiene como sustrato la lactosa (galactosa-glucosa) y la sucrasa o sacarasa que actúa sobre la sacarosa (fructuosa-glucosa). (6,17).

La deficiencia de cualquiera de estas disacaridasas produce diarrea, inflamación y flatulencias después de la ingestión de los sustratos respectivos (6).

El lechón recién nacido es incapaz de digerir el almidón y la sacarosa, pero puede hidrolizar la lactosa. La producción de amilasa en el lechón alcanza niveles significativamente altos hasta la cuarta semana de vida y está plenamente capacitado para digerir almidones y disacáridos simples hasta la octava semana de vida (4).

1.2.3. DIGESTION DE LAS GRASAS

Las grasas son hidrolizadas y sus productos absorbidos por el intestino gracias a la intervención de enzimas que actúan sobre los lípidos --- (LIPASAS) y por la secreción hepática denominada VILIS. La cuál es --- secretada en respuesta a una estimulación hormonal, es rica en derivados del colesterol los cuales actúan en la emulsificación de las grasas (tabla 2).

La lipasa pancreática hidroliza los triglicéridos de la dieta en ácidos grasos libres y monoglicéridos. Estos compuestos forman micelas en presencia de las sales biliares. Las micelas son pequeñas y pasan entre las --- microvellosidades donde los monoglicéridos y ácidos grasos libres son --- transportados en solución por las células de la mucosa (4,6).

Una vez absorbidos, los monoglicéridos de cadena larga son empaquetados con ácidos grasos de cadena larga para formar diglicéridos y triglicéridos. Estos últimos forman quilomicrones o lipoproteínas de baja densidad que pasan dentro de la circulación linfática para finalmente llegar al --- sistema sanguíneo por medio del conducto torácico en la aurícula derecha del corazón. Los ácidos grasos con cadenas de longitud inferior a 12 --- carbonos son absorbidos directamente a la circulación porto-hepática (4,16).

En general, la digestión y absorción de los lípidos de las dietas es mayor con (16) : a) ácidos grasos de cadena corta, b) mayor cantidad de ácidos grasos insaturados, c) y triglicéridos más que ácidos libres --- (la fracción 2-monoglicérido es un excelente emulsificante por tener un extremo polar y el otro no polar).

	Bilis hepática (como se secreta)		Bilis de la vesícula
	% de la bilis total	% de los sólidos totales	% de la bilis total
Agua	97.00	...	85.92
Sólidos	2.52	...	14.08
Ácidos bilíares	1.93	36.9	9.14
Mucina y pigmentos	0.53	21.3	2.98
Colesterol	0.06	2.4	0.26
Ácidos grasos esterifica- dos y no esterifi- cados	0.14	5.6	0.32
Sales inorgánicas	0.84	33.3	0.65
Densidad	1.01	...	1.04
pH	7.1-7.3	...	6.9-7.7

Tabla 1. Composición de la bilis.

Tomado de Harper, 1980 (9).

1.3.3. FISIOLÓGIA DEL COLÓN

Con dietas normales cierta cantidad de alimento resiste la acción de las enzimas digestivas. La celulosa y hemicelulosa no son atacadas por las enzimas presentes en la secreción del cerdo. La lignina, por ejemplo, es indigerible por no ser afectada en el proceso digestivo. Así, el tejido lignificado puede atrapar proteínas, carbohidratos u otros nutrientes, protegiendolos de la acción enzimática de las enzimas digestivas (17).

Las glándulas del colon son principalmente mucosas, no produciendo enzimas. La actividad microbial existente se destaca por ser proteolítica, hidrolizando las proteínas y otros compuestos indigeribles produciendo indol, fenol, ácidos grasos, sulfitos de hidrógeno y aminoácidos por el uso de proteínas; y ácidos grasos volátiles (acético, propiónico y butírico) a partir de carbohidratos y celulosa.(17). Pond (1939) sugiere que cerca de un 30% de la energía digestible consumida puede provenir de los ácidos grasos volátiles producidos en el intestino grueso (21).

La acción bacteriana puede tener un efecto benéfico por la síntesis de las vitaminas del complejo B, las cuales se pueden absorber y utilizar por el huésped. La producción de estas vitaminas son insuficientes para satisfacer las necesidades diarias (17).

Finalmente el material de desecho o heces que se elimina por el colon vía el ano, consisten en agua, residuos de alimento indigeribles, secreciones digestivas, células epiteliales, bacterias, sales orgánicas, indol, y otros productos de descomposición bacteriana. (17).

1.3. EL NIVEL DE PROTEINA EN LA DIETA

Para que un animal desarrolle su máximo potencial de producción es importante que reciba los requerimientos nutricionales que garanticen un buen rendimiento productivo. Con este fin, el Consejo Nacional de Investigación (NRC) de los Estados Unidos ha publicado un manual que marca los requerimientos mínimos para el cerdo (tabla 3).

Por los altos costos de las materias primas para la elaboración de alimentos balanceados, la tendencia actual es optimizar el aporte de proteína en la dieta a través de la formulación de alimentos bajos en proteína pero con adición de aminoácidos sintéticos, menos costosos, estableciendo al mismo tiempo una modificación en los programas de alimentación.

Hogberg y Zimmerman (1973) señalan que animales de 6 a 35 kilogramos de peso vivo (kgs. p.v.) tuvieron un mejor comportamiento con una dieta con 20% de proteína cruda (Pc) que con 10% de Pc. y que la ganancia diaria promedio durante todo el período (6 a 100kgs.) tuvo también diferencias significativas ($P < 0.01$).

Laster et al., (1960) obtienen resultados similares al comparar una dieta de 10% Pc versus 16% Pc de 20.5 a 40 kgs. p.v., explicando que es debido a una insuficiencia en el Nitrógeno total necesario para la síntesis de aminoácidos. Sin embargo él mismo concluye que dietas de 12% de Pc suplementadas con 0.02% de L-triptófano y 0.25% de L-lisina puede coportar un rendimiento equivalente a los obtenidos con la dieta de 16% de Pc. Esto identifica a estos dos aminoácidos como limitantes en dietas hays-cera (en pasta).

tabla 3

REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS DE LOS CERDOS

Requerimientos nutritivos de los cerdos en crecimiento, alimentados a libertad (concentración de nutrimentos en la dieta — base original).

Peao (kg):	5-10	10-20	20-35	35-60	60-100
Ganancia diaria (kg):	0.30	0.50	0.60	0.70	0.80
Nutrimentos	Requerimientos				
Energía y Proteína					
Energía digestible ^a (kcal/kg)	3,500	3,370	3,380	3,390	3,395
Energía metabolizable ^a (kcal/kg)	3,400	3,160	3,175	3,190	3,195
Proteína cruda ^b (%)	20	18	16	14	13
Aminoácidos (%)					
Arginina	0.25	0.23	0.20	0.18	0.16
Fenilalanina + tirosina ^c	0.88	0.79	0.70	0.61	0.57
Histidina	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15
Isoleucina	0.63	0.56	0.50	0.44	0.41
Leucina	0.75	0.68	0.60	0.52	0.48
Lisina	0.95	0.79	0.70	0.61	0.57
Metionina + cistina ^d	0.56	0.51	0.45	0.40	0.30
Treonina	0.56	0.51	0.45	0.39	0.37
Triptofano	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
Valina	0.63	0.56	0.50	0.44	0.41
Nutrimentos Inorgánicos					
Calcio (%)	0.80	0.65	0.60	0.55	0.50
Fósforo (%)	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
Sodio (%)	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
					303

anexo tabla 3 :

Peso (kg):	5-10	10-20	20-35	35-60	60-100
Ganancia diaria (kg):	0.30	0.50	0.60	0.70	0.80

Nutrimientos	Requerimientos				
Cloro (%)	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
Potasio (%)	0.26	0.26	0.23	0.20	0.17
Magnesio (%)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Hierro (mg)	140	80	60	50	40
Zinc (mg)	100	80	60	50	50
Manganeso (mg)	4.0	3.0	2.0	2.0	2.0
Cobre (mg)	6.0	5.0	4.0	3.0	3.0
Yodo (mg)	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
Selenio (mg)	0.15	0.15	0.15	0.15	0.10
Vitaminas					
Beta-caroteno ^c (mg)	8.8	7.0	5.2	5.2	5.2
Vitamina A (UI)	2,200	1,750	1,300	1,300	1,300
Vitamina D (UI)	220	200	200	150	125
Vitamina E (UI)	11	11	11	11	11
Vitamina K (mg)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Tiamina (mg)	1.3	1.1	1.1	1.1	1.1
Riboflavina (mg)	3.0	3.0	2.6	2.2	2.2
Niacina ^f (mg)	22.0	18.0	14.0	12.0	10.0
Acido Pantoténico (mg)	19.0	11.0	11.0	11.0	11.0
Vitamina B ₆ (mg)	1.5	1.5	1.1	1.1	1.1
Colina (mg)	1,100	900	700	550	400
Vitamina B ₁₂ (µg)	22	15	11	11	11
Biotina ^g (mg)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Folacina ^h (mg)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6

- ^a Estos valores de energía sugeridos derivan de dietas basadas en maíz. Cuando se emplea cebada o granos con mediana o baja energía, estos valores no pueden ser llenados. Las formulaciones basadas en cebada o granos similares son satisfactorias para cerdos de 20 a 100 kg, pero las conversiones serán normalmente menos óptimas.
- ^b Niveles de proteína requeridos para cubrir las necesidades de aminoácidos esenciales. Si se emplean granos diferentes al maíz, puede ser necesario un incremento de 1 a 2% de proteína.
- ^c La fenilalanina puede cubrir el requerimiento total; la tirosina puede cubrir cuando menos el 50% del requerimiento total.
- ^d La metionina puede cubrir el requerimiento total; la cistina puede cubrir cuando menos el 50% del requerimiento total.
- ^e Los valores de caroteno y vitamina A se basan en la siguiente equivalencia: 1 mg de beta-caroteno = 500 unidades internacionales de vitamina A bio.

En 1973 (Combs et al.) realizan un experimento en donde concluyen que es suficiente un nivel de proteína dietaria de 17% P₂ de 7 a 33 kg. p.v. .

Libal (1980) reporta que el rendimiento productivo no sólo era influenciado por el nivel de proteína durante la fase de crecimiento - finalización, sino también por el peso inicial cuando ésta se restringía. Los datos indican que cerdos menores de 27 kg. p.v., alimentados con una dieta con 14% P₂, no compensan el crecimiento durante el período posterior. Asimismo, la privación de proteína (9% P₂) en el período de finalización temprana (22-31 kg. p.v.) causa un detrimento en la ganancia diaria de peso en esta etapa, así como en el resultado global si se considera un peso al sacrificio de 100 kg. p.v. (14).

Hogberg, et al. (1973) aclaran que una privación severa postnatale, en el nivel de proteína dietario, puede reflejarse en una incapacidad para compensar la ganancia deficitaria inicial, dando por resultado un animal viejo con un peso similar al de merendo. El alimentar con una dieta con 10% de proteína produce un retraso en el crecimiento e incrementa la edad al sacrificio. Similares resultados obtuvo Libal y col. (1976) al suministrar una dieta de 12% de P₂ en cerdos de 25-104 kg. p.v., en donde se tuvo una ganancia diaria de peso y conversión alimenticia pobres. Esto se explica al considerar que el cerdo joven tiene mayor necesidad de una dieta rica en proteína que un cerdo adulto. La alimentación con una cantidad adecuada de proteína después de una dieta deficiente resulta en un comportamiento similar al encontrado en los animales alimentados con dietas adecuadas durante todo su crecimiento (30).

En comparación con lo dicho por Libal (1980), un estudio en donde se criaron cerdos desde 22-25 kg. p.v. con una dieta de 14.5% P₂ propone que este nivel provee un mínimo adecuado de proteína (26). Esta tendencia fue igual para cada período de desarrollo y como resultado global.

Con el propósito de determinar cuál podría ser el nivel óptimo de proteína cruda para lograr altas tasas de crecimiento, la mejor conversión alimenticia y la más alta proporción de tejido magro, Yen et al. (1966) realizaron un estudio con cerdos de 50 a 70 kg. p.v. en el que concluyeron los siguientes requerimientos :

Machos enteros	14.1 - 14.5 % PC
Femineas	13.1 - 13.6 % PC
Machos castrados	11.3 - 12.0 % PC

Los trabajos de Garza (1976) y Whalstrom (1974) demostraron que la proteína cruda puede reducirse a 10% en dietas de finalización, proporcionando una adecuada suplementación de lisina y triptófano. En el mismo caso, pero con una actitud más emprendedora, Jesse (1968) llega a la conclusión de que se puede eliminar el suplemento proteico durante un periodo corto de 2 kg. de ganancia de peso en la fase tardía de finalización (91-100 kg. & 100-109 kg. p.v.) sin afectar la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia. Este resultado, dice el autor, provee evidencias de una sobrealimentación proteica durante dicha fase. Shields y Mahan consideran que el consumo total de proteína es más importante que el proveer un nivel recomendado en la dieta para varios intervalos de peso, siempre que la restricción sea moderada (26).

Vistos los resultados que los autores respaldan, nos dispencamos a presentar en cuadros las conclusiones de las secuencias de proteína que ellos sugieren.

<u>PESO VIVO</u>	<u>Po</u>	<u>GDP</u>	<u>GA</u>
25-52 kg.	16%	804 g.	2.45
52-80 kg.	14%	764 g.	3.06
80-104 kg.	12%	659 g.	3.97
TOTAL	—	741 g.	3.10

Libal y Wahlstrom (1976).

<u>PESO VIVO</u>	<u>Po</u>	<u>GDP</u>	<u>GA</u>
22-36 kg.	14.5%	610 g.	2.84
36-59 kg.	14.5%	820 g.	3.05
59-95 kg.	14.5%	870 g.	3.50
TOTAL	—	780 g.	3.21

Shields y Mahan (1980).

<u>PESO VIVO</u>	<u>Po</u>	<u>GDP</u>	<u>GA</u>
27-47 kg.	12%	677 g.	3.18
47-70 kg.	14%	868 g.*	3.08
70-100kg.	12%	868 g.	3.86
TOTAL	—	809 g.	3.44

* crecimiento compensatorio

Wahlstrom y Libal (1977).

<u>PESO VIVO</u>	<u>Po</u>	<u>GDP</u>	<u>GA</u>
7-39 kg.	17%	550 g.	2.17
39-104 kg.	13%	777 g.	3.35
TOTAL	—	663 g.	2.99

Combs et al. (1978).

<u>PESO VIVO</u>	<u>Pc</u>	<u>GDP</u>	<u>GA</u>
38.1-82 kg.	16%	—	—
82 -91 kg.	13%	720 g.	—
91 -100 kg.	9%	540 g.	—
TOTAL	—	740 g.	3.5

Jesse, G.W. (1982)

<u>PESO VIVO</u>	<u>Pc</u>	<u>GDP</u>	<u>GA</u>
20 - 35 kg.	16%	600 g.	2.5
35 - 60 kg.	14%	700 g.	2.86
60 - 100 kg.	13%	800 g.	3.75
TOTAL	—	721 g.	3.04

· Nutrient Requirements of Swine. N R C (1979).

<u>ETAPA</u>	<u>Pc</u>			
INICIACION	14%	+ suplementación de Lisina y Triptofano		
CRECIMIENTO	12%	+	"	"
FINALIZACION	10%	+	"	"

Master et al. (1980).

<u>PESO VIVO</u>	<u>Pc</u>	<u>Lisina</u>	<u>GDP</u>	<u>GA</u>
50 - 90 kg.				
MACHOS ENTEROS	14.1-14.5%	0.9-0.93%	950 g.	2.37
MACHOS CASTRADOS	11.3-12.0%	0.7-0.75%	816 g.	3.15
PRIMERIZAS	13.1-13.6%	0.83-0.87%	870 g.	2.92

Yen et al. (1986).

Recomendación de ingestión de proteína y aminoácidos
diarios en el período de crecimiento de 50-90 kg. p.v.

(gramos / día)

	MACHOS ENTEROS	MACHOS CASTRAJOS	PRIMERIZAS
proteína ideal	282.8	229.4	261.8
aminoácidos			
no esenciales	141.4	114.7	130.9
esenciales	141.4	114.7	130.9
lisina	22.9	18.6	21.6
metionina+cistina	11.5	9.3	10.6
treonina	13.1	10.6	12.1
triptófano	4.6	3.7	4.3
isoleucina	12.6	10.2	11.7
leucina	22.9	18.6	21.2
fenilalanina + tirosina	22.9	18.6	21.2
histidina	8.0	6.5	7.4
valina	16.0	13.0	14.8
arginina	6.9	5.6	6.4

Yen, et al (1936).

CAPITULO DOS

2. DESARROLLO EXPERIMENTAL

2.1. OBJETIVOS

Objetivo General.

Estudiar el efecto de dos niveles de proteína cruda en dietas de finalización, mediante el empleo de dos cantidades de concentrado proteico, sobre el rendimiento productivo del cerdo de engorda (ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y costo del kilogramo de ganancia de peso vivo).

Objetivo Particular.

Comparar el efecto de dos dietas de finalización, 11% de proteína cruda versus 12% de proteína cruda, sobre el rendimiento productivo del cerdo de engorda de 74.7 - 104 kilogramos de peso vivo promedio.

2.2. LUGAR DONDE SE DESARROLLO LA TESIS.

El trabajo experimental se desarrolló en el Rancho Teresita y Querubín (T.Q.) en Cahuacán, Edo. de México, localizado en las coordenadas 19° 38' latitud norte y 99° 26' longitud oeste, a una altitud de 2765 metros sobre el nivel del mar. La temperatura media anual es de 12°C, y la precipitación pluvial media anual de 1,000 mililitros por centímetro cuadrado (1). La fecha en que se inició la prueba fue el 22 de Julio de 1968 y concluyó el 29 de Agosto del mismo año.

2.3. MATERIAL Y METODOS

Se criaron 30 cerdos híbridos con un peso vivo (p.v.) inicial medio de 15 kilos pesos (kg.) que se alimentaron a base de una dieta con 12% de proteína cruda (PC) hasta los 30 kg. p.v. promedio ; 15% de PC de 30 - 45 kg. p.v. ; 14% de PC de 45 - 71 kg. p.v. medio. Desde los 15 kg. hasta los 71 kg. p.v. los animales se criaron en dos corrales, — (15 animales por corral), cada uno con un área techada y seca para — dormir y comer (un comedero automático de tolva con 6 bocas) de 7 X 2 metros y una área húmeda (con un bebedero de chupón) de 7 X 3 metros.

Una vez alcanzados los 71 kgs. p.v. promedio, los animales se pesaron y marcaron individualmente para luego agruparlos en 3 bloques — conforme a su peso y designarle al azar un tratamiento a cada unidad experimental que forma el bloque (anexo 2 y 3).

Los 30 cerdos tuvieron un periodo de adaptación de 5 días a las — siguientes condiciones experimentales : Cada corral de 7 x 5 metros — representa la unidad experimental que incluye 5 animales desde los — 71 kg. p.v. hasta el final del experimento, equipado con un comedero de tolva con dos bocas, un bebedero de chupón y piso de cemento ; para cada tratamiento existen dos repeticiones. El alimento y el agua se — sirvieron ad libitum.

Los tratamientos son dos y consisten en alimentar a los cerdos — desde 74.7 a 120 kgs. p.v. con dietas isocalóricas en forma de harina con 11% ó 12% de proteína cruda (PC) (tabla 4). El intervalo entre pesadas fué de 10 a 15 días para totalizar cuatro pesadas por animal. La primera pesada representa el día cero (inicio de la prueba) y las siguientes se realizaron a los 15, 25 y 39 días de iniciada la prueba. Para monitorear el consumo de alimento, el intervalo entre pesadas se iniciaba con el comedero vacío, contabilizando el alimento que se servía a lo largo del mismo, obteniendo la cantidad de alimento consumido por la diferencia entre lo servido : lo no consumido.

Posteriormente se analizaron los resultados de acuerdo a un modelo de Bloques al Azar. Las ganancias de peso por animal se determinaron por Regresión Lineal Simple de peso vivo contra días de las pesadas y posteriormente se les hizo un Análisis de Varianza en base a un modelo de Bloques Aleatorizados, usando 3 bloques y 5 repeticiones por bloque ; mientras que el consumo de alimento, conversión alimenticia y el costo del kilogramo de peso vivo se analizaron por Distribución t de student para un diseño apareado (32).

El alimento se preparó mediante la adición de un concentrado proteico comercial (Alimentos Valle de Teotihuacán) con 36% de proteína cruda a dos niveles : 100 kgs./tonelada y 150 kgs./tonelada de alimento terminado (10 y 15 por ciento respectivamente) mezclandolo con grano de cañiz amarillo molido, cuanto bastara para una tonelada. Con estas proporciones, el añadir 10 y 15 por ciento de concentrado proteico permite obtener un alimento terminado con 11 y 12 por ciento de proteína cruda sin que exista una diferencia marcada de energía metabolizable/kc. (40 kilocalorías) (anexo 2).

TABLA 4 . COMPOSICION DE LAS DIETAS EN PORCENTAJE

Ingredientes	porcentaje de concentrado 36% Pc incluido	
	10	15
grano de maiz 3.2% P ₂ O ₅	90.00	85.00
pasta de soya 44% PC	8.12	12.18
grano de sorgo 8.5% P ₂ O ₅	0.24	0.36
ortofosfato	0.64	0.96
carbonato de calcio	0.72	1.08
M.H.A.	0.02	0.029
cloruro de sodio	0.15	0.225
levadura	0.02	0.03
colina 50%	0.01	0.015
premezcla mineral ¹	0.04	0.06
premezcla vitaminas ²	0.04	0.06

COMPOSICION CALCULADA.

proteina cruda (NKG.25)	11.3	12.0
energia metabolizable Kcal/kg	3,220	3,130
lisina	0.40	0.50
metionina + cistina	0.48	0.52

¹ Por cada 1000 gramos contiene: sulfato de zinc, 100g ; sulfato de manganeso, 100 g ; sulfato ferroso, 100 g ; sulfato cúprico, 10 g ; selenite de sodio, 0.2 g ; cobalto, 0.1 g ; etilen-diamino-dihidroyoduro, 0.3 g ; colorante, bentonita y carbonato de calcio como excipiente.

² Por cada 1000 g contiene : Retinol, 6 000 000 U.I. ; Colecalciferol , 1 000 000 U.I. ; DL-alfa-Tocoferol, 15 000 U.I. ; Vit. K-3, 2 g ; Riboflavina, 6 g ; Nicotina, 25 g ; Colina, 125 g ; Antioxidante, 20 g.

3. RESULTADOS

Los resultados se presentan en los cuadros : 1, 2, 3, 4, 5 y 6.

El emplear un concentrado proteico con 36% de proteina cruda (PC) a un nivel de 10% para preparar una dieta finalizadora, no produjo una restriccion proteica que causara un mal comportamiento en los cerdos evaluados.

La ganancia litria de peso entre tratamientos no tuvo diferencia estadistica significativa ($P > 0.05$), aunque existiera una variacion de 29.0 gramos más para el tratamiento con un 15% de concentrado, debido al aumento del consumo de alimento registrado (cuadro 1).

El consumo de alimento no varió estadísticamente entre tratamientos (0.05), sin embargo el consumo llegó a casi 11 kgs. más por cerdo para el tratamiento con 10% de concentrado proteico (11% PC), posiblemente como una respuesta compensatoria para cubrir sus requerimientos diarios de proteina (Henry, 1955) 337 g. v.s. 343 g. El día para el tratamiento con 10% (11% PC) y 15 (12% PC) de concentrado proteico respectivamente; en consecuencia el consumo de energia metabolizable fué mayor para el tratamiento con 10% de concentrado: 9.06 v.s. 8.04 kcal/día (cuadro 2 y 6).

La conversión alimenticia tampoco fué afectada estadísticamente (0.05) por los tratamientos, aunque se haya mejorado en un 4.33% para el tratamiento con 15% de concentrado (cuadro 3).

Los resultados indican que se puede emplear el concentrado proteico con 36% de proteina cruda a razón de 100 kg.-/tonelada de alimento terminado (cuadro 5).

La diferencia media en el costo del kilogramo de ganancia de peso usando la dieta con 11% de proteína cruda (Pc), - 60.62 pesos, no presentó diferencia estadística significativa ($P > 0.05$); esto nos muestra que a pesar de obtener un buen rendimiento productivo con esta dieta, no brinda un beneficio económico real (ahorro), debido al incremento del consumo de alimento y la conversión alimenticia (cuadro 4).

GANANCIA DIARIA DE PESO (gramos).

BLOQUE	porcentaje de Pc en la dieta	
	11	12
1	709.2	693.6
2	799.8	707.0
3	836.0	858.6

nota: la ganancia diaria de peso entre tratamientos no presentó diferencias estadísticas significativas a ($P > 0.05$).

cuadro 2

CONSUMO DE ALIMENTO TOTAL (kilos).

BLOQUE	porcentaje de Pc en la dieta	
	11	12
1	500.4	483.4
2	615.9	536.8
3	664.3	596.0

nota: los animales del tratamiento con 11% de Pc consumieron en promedio 54.8 kgs. más de alimento por corral que los del tratamiento con 15% de Pc. Las medias no presentaron diferencia estadística significativa (0.05).

cuadro 3CONVERSION ALIMENTICIA

<u>BLOQUE</u>	porcentaje de P _c en la dieta	
	<u>11</u>	<u>12</u>
1	3.7	3.65
2	3.92	4.03
3	4.17	3.61

nota: no existe diferencia significativa entre
tratamientos.

cuadro 4COSTO DE ALIMENTACION POR
KILOGRAMO DE GANANCIA

<u>BLOQUE</u>	porcentaje de proteina en la dieta	
	<u>11</u>	<u>12</u>
1	1348.65	1448.14
2	1428.84	1598.90
3	1519.96	1432.27

nota: no existe diferencia significativa entre
tratamientos.

cuadro 5RESUMEN DE RESULTADOS

Efecto de dos niveles de concentrado proteico sobre el comportamiento productivo del cerdo de engorde (etapa de finalización.)

concepto	10%		15%	
	"x"	S.E."	"x"	S.E."
peso inicial medio (kg)	75.5	0.3	74.0	0.6
peso final medio (kg)	105.0	10.0	102.7	12.0
ganancia de peso medio (kg)	30.1	4.0	29.7	4.4
ganancia diaria de peso (g)	782.0	105.4	753.0	100.3
consumo de alimento (kg)	293.33	40.75	290.73	46.0
conversión alimenticia	3.43	0.2	3.76	0.2
costo/kg de ganancia (pesos)	1432.40	70.0	1453.10	70.1

nota: las medias no presentan diferencias estadísticas significativas (0.05).

"x" = media aritmética

S.E. = desviación estándar

cuadro 6.

Consumo diario promedio de alimento terminado, proteína, energía y conversión alimenticia en la etapa de finalización (74.7-104 días)

concepto	10%		15%	
	\bar{x} "	d.s. "	\bar{x} "	d.s. "
alimento terminado (kg/d)	3.04	0.35	2.77	0.23
proteína cruda (gramos)	337.9	35.4	343.3	25.31
energía metabolizable (Kcal)	9.36	1.33	8.84	0.66
conversión alimenticia	3.93	0.2	3.76	0.2

* Las medias no presentan diferencias significativas (0.05)

" \bar{x} = media aritmética

d.s. = desviación estándar

4. DISCUSION

Considerando que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos de nuestro estudio, la ganancia diaria de peso obtenida - es similar a lo reportado por Combs, et al. (1970) y Libal, et al. (1970) utilizando dietas finalizadoras de 13 y 12 por ciento de proteina cruda respectivamente. Tambien concuerdan con los resultados de Jesse - (1972) quien dice que si la restriccion de proteina se efectua en una etapa tardia del crecimiento no se afecta la ganancia diaria de peso - global; pero si la restriccion se lleva a cabo en una etapa temprana y por un periodo prolongado se retrasa el crecimiento y aumenta la conver- sion alimenticia (7,9,12,14,15,26). Comparando nuestros resultados - con el de otros autores, logramos una ganancia diaria de peso global - parecida (2,1,12) (cuadro 7).

Datos disponibles sobre el uso de dietas finalizadoras bajas en pro- teina muestran evidencias de que una reduccion de 4 unidades porcentua- les en la proteina cruda es posible si se suplementa con lisina, triptó- fano y treonina (3,5). Jesse (1970) tambien provee informacion que - indica la posibilidad de utilizar dietas con 3% de proteina cruda no - suplementadas con aminoacidos sinteticos en la etapa de finalizacion de 91 a 100 kgs. o 100 a 109 kgs. de peso vivo. Ahora se sabe que la canti- dad de proteina contenida en una dieta y la suplementacion o no con - aminoacidos sinteticos va a depender primeramente de la etapa de creci- miento corporal en la que se quiera realizar la restriccion y en segun- do lugar por la amplitud del periodo en que se practicare.

De acuerdo con la observacion de Childs, et al. (1960) quien afirma que - lo mas importante para instrumentar un programa de alimentacion radica en el consumo total de proteina y no de un nivel recomendable en la diet- a para un intervalo de peso, se hace la siguiente consideracion :

Según Yen, et. al. (1976) la ingestión diaria de proteína por pollicerinos y medusas capturados en la 262 y 322 hectáreas respectivamente para animales desde 50 a 70 kg. p.v. comparándolo con el de nuestros animales, estos ingirieron 237 y 343 gramos al día de proteína correspondientes al tratamiento con 10 y 15% de concentración proteica, que equivale a consumir un promedio de 95 gramos de proteína día al día. Por su parte el NRC (1979) recomienda un consumo diario de proteína de 190 gramos desde 50 a 100 kg. de peso vivo, lo que nos indica que bajo estas condiciones se tuvo un déficit de proteína de 50 gramos al día. Estas diferencias tan grandes en las recomendaciones de consumo de proteína al día influyen en el incremento de los niveles de aminoácidos esenciales hasta constituir el 50% de la proteína de la ración (Yen, et. al. 1976) contra un 27.1% (NRC, 1979); lo que representa aumentar el consumo diario de aminoácidos esenciales de 105.6 gramos a 115 gramos para peces capturados y 131 para prisioneros. Si comparamos ahora los consumos de aminoácidos esenciales de nuestro estudio con los de Yen, et. al. (1976) tenemos una deficiencia promedio de 31 gramos al día, con una diferencia en la ganancia diaria de peso entre 31 (10) y 49 gramos (33) día con respecto a nuestra media.

Es necesario continuar con investigaciones encaminadas a resolver las necesidades de aminoácidos esenciales en la fase de finalización.

En lo referente a la conversión alimenticia, el comportamiento en nuestra fase de prueba corresponde a la eficiencia obtenida por Libal, et. al. (1976), Adalstein, et. al. (1977) y NRC (1979). Si se comparan los resultados globales con el de otros autores, encontramos que se obtuvieron rendimientos similares y a veces mejores (2,15,19,26,33).

No se debe olvidar que además de el factor nutricional, así también inciden en la eficiencia productiva, proporcionando a nuestro sercario esas aquellas condiciones medio ambientales óptimas (20,22,23) que mediante un manejo sanitario y genético apropiado (19,24,25) y llevándolo a una práctica nutricional correcta, nos garantiza maximizar la producción, minimizando los costos.

Después de haber mencionado las consideraciones pertinentes, se puede decir que la secuencia de proteína utilizada en este estudio no afectó el comportamiento productivo global, por el hecho de tan sólo necesitar de 3.1 a 3.2 kilogramos de alimento desde los 15 hasta 104 kgs. de peso vivo promedio para producir un kilogramo de ganancia de peso, cuando a la ganancia diaria de peso global, comparable con la que surca el INRA (1979).

<u>PESO VIVO</u>	<u>PROTEINA CRUDA</u>
15-30 kgs.	13%
30-45 kgs.	15%
45-75 kgs.	14%
75-104 kgs.	11%

Este trabajo tiene dos omisiones que es importante señalar :

- 1) No se valoró el desperdicio de alimento ; y
- 2) No se efectuaron pruebas de calidad de la orina ;

ambas por la carencia de recursos económicos para evaluarlos, sin contar que cada valoración representa un trabajo de investigación adicional.

cuadro 7

Concentración productiva promedio por animal en las etapas :
 Inicio-Incubación, Finalización e Inicio-Finalización.

concentrado en la dieta		1975	1976
peso vivo (kg.)	15-75	75-104	74-103
consumo de alimento(kg)	167.1	118.71	107.75
ganancia diaria peso (g)	670.0	732.3	753.0
conversión alimenticia	2.70	3.93	3.76
<u>concentros normalizados :</u>			
consumo de alimento(kg)	167.1	205.6	274.04
ganancia diaria peso (g)	670.0	730.3	737.3
conversión alimenticia	2.70	3.11	3.1

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El comportamiento productivo (ganancia diaria de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y costo del kilogramo de ganancia de peso vivo) en la etapa de finalización (71.7 a 104 kgs. p.v.) no son afectados por el nivel de proteína aquí estudiado (11 ó 12% FC).
- Se puede utilizar el concentrado proteico con 36% de proteína cruda a razón de 100 kgs./tonelada de alimento terminado.
- El comportamiento productivo global, con la secuencia de proteína seguida en este trabajo, no sólo llega a igualar el comportamiento logrado en otros estudios, sino que en algunos casos los mejora. Esto no se debe interpretar como una superioridad absoluta, más bien, como un programa de alimentación que nos permite obtener una tasa productiva aceptable.

RECOMENDACIONES.

- Es necesario reconsiderar las necesidades de proteína y su calidad para la alimentación de cerdos por lo menos en la etapa de finalización (80 a 100 kgs. p.v.), promoviendo las investigaciones encaminadas a establecer dichos requerimientos.
- Reproducir el trabajo de Jesse (1906) bajo las condiciones corrientes de la porcicultura mexicana.
- Estudiar cuál es la tolerancia máxima a la restricción de proteína cruda y aminoácidos esenciales sin que se afecte la eficiencia productiva, involucrando la variable tiempo.

C. BIBLIOGRAFIA

1. Carta Topográfica, de Uso Potencial y Edafología de Villa del Carbón, Estado de México. OTEMAL (1973).
2. Combs, G.E.; Copelin, J.L.; Wallace, H.J. Protein levels for starter, grower and finisher swine diets. Animal Science Research Report (1978) may, 70-4 : 16-21.
3. Easter, R.A. Update on protein nutrition in swine. In Proceeding of the 1984 Georgia Nutrition Conference for Feeds Industries, USA. University of Georgia (1984) 1-10.
4. Easter, R.A. and Chapple, R.P. Digestive development in the pig and nutritional implications. Pork Industry Conference, december 2-3, (1982): 11-23. University of Illinois, USA.
5. Easter, R.A.; Corley, J.R.; Cuarón, J.A.; Williamson, S.A. --- Amino acid supplementation of low-protein diets for starting, growing and finishing pigs. Swine Research Reports (1980) december, 1980-7.
6. Ganong, W.F. Manual de Fisiología Médica. Séptima edición. México, Ed. El Manual Moderno, 1980. Pp. 190-193 ; 409-434.
7. Hale, O.H. Protein levels for growing-finisher swine. In Proceeding of the Georgia Nutrition Conference for the Feed Industry, USA. (1980) : 86 - 96.
8. Hale, O.H. and Newton, G.L. Effects of constant or alternating dietary levels of crude protein on performance and carcass traits of swine. Nutrition Reports International (1986) 33 (1): 219-224.
9. Harper, H.A.; Rodwell, V.H.; Hayes, F.A. Manual de Química Fisiológica. Séptima edición. México, Ed. El Manual Moderno, 1980. Pp. 273-282.

- 42 -
10. Henry, Y. Effets nutritionnels de l'incorporation de cellulose purifiée dans le régime du porc en croissance-finition. II, Influence sur les performances de croissance et la composition corporelle. Ann. Zootch., (1969) 18: 371-384.
 11. Henry, Y. Dietary factors involved in feed intake regulation in growing pigs: a review. Livestock Production Science (1985) 12: 339-354.
 12. Hogberg, M.G. and Zimmerman, D.R. Compensatory response to dietary, length of starter period and strain of pig. Journal Animal Science (1978) 47 (4) 893-899.
 13. Industria Porcina. Crecimiento más rápido regulando el apetito. Industria Porcina, USA. (1989) enero-febrero: 26-27.
 14. Jesse, G.W. Withdrawal of protein supplement during a portion of the finishing phase of swine. Journal Animal Science (1982) 55 (5) 995-1001.
 15. Libal, G.W. and Wahlstrom, R.C. Compensatory growth of swine following protein insufficiency. Swine Day (1976) series 76-35 : 40-44.
 16. Maynard, L.A.; Loosli, J.K.; Hintz, H.F.; Warner, R.G. Nutrición Animal. 3ª edición. México, Ed. McGraw-Hill, 1981.
Pp. 95-104 ; 119-122 ; 162-164.
 17. McDonald, P.; Edwards, R.A.; Greenhalgh, J.F.D. Animal Nutrition. Second edition. London, Longman Group Limited, 1973.
Pp. 123-131.
 18. National Research Council. Nutrient Requirements of swine. National Academy of Science, Washington, D.C., 1979.
 19. Palomares, H. Sistemas modernos de crumamiento para cerdos. Porcirema (1988) 11 , nº 133 : 31-44.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

20. Perdomo, C.C. y Oliveira, P.A. Factores climáticos no planejamento das edificações para suínos. Suínocultura Industrial (1986) 2 (22) : 11-16.
21. Pond, H.G. Plant fibre utilisation by pigs. Pig News and Information (1989) 10 (1) : 13-15.
22. Ramirez, N.R. Medio ambiente y enfermedad. Memoria del III Simposio sobre Ganadería Tropical. Primer ciclo de Conferencias sobre Cerdos y Aves. Veracruz, México (1984): 51-73.
23. Schinea, F.R. Medio ambiente y Productividad. Revista Forcivana (1984) 38: 17-30.
24. Schinea, F.R. Cruzamientos y productividad de la cerda. Revista Forcivana (1981) 36: 26-33.
25. Ahrens, D.P.; Mahan, D.C.; Wilson, R.F. Limiting amino acid in low protein corn-soybean meal diets for growing - finishing swine. Journal Animal Science (1976) 42:1175.
26. Shields, R.G.; Mahan, D.C. Effect of protein sequences on performance and carcass characteristics of growing - finishing swine. Journal Animal Science (1980) 51 (6) : 1340-1346.
27. Shimada, A.J. Fundamentos de Nutrición Animal Comparativa. México, D.F. por Shimada, A.J., 1983. Pp. 55-63 ; 64-77.
28. Sisson, J. y Grossman, J.D. Anatomía de los Animales Domésticos. Cuarta edición. España, Salvat Editores, 1981. Pp. 468.
29. Wahlstrom, R.C.; Libal, G.W. Compensatory and overall performance of swine fowelling protein insufficiency. Proc. 35 th Distillers Feed Conference (1980) 23.
30. Wahlstrom, R.C.; Libal, G.W. Compensatory growth in swine. Swine Day (1977) series 77-35.

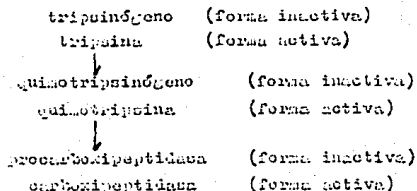
31. Wahlstrom, R.C.; Libal, G.W. Gain, feed efficiency, and carcass characteristics of swine fed supplemental — lysine and methionine in corn-soybean meal diets during the growing and finishing periods. Journal Animal Science (1974) 38: 1261.
32. Wayne, H.D. Bioestadística.
Primera edición. México, Ed. Limusa, 1977.
33. Wilfrido, E.G. Utilización de sistemas de cruzamiento en la producción porcina. Revista Porcivama (1933) 11 (134): 6-18.
34. Yen, H.T.; Cole, D.J.; Lewis, D. Amino acid requirement of growing pigs. Animal Production (1936) 43: 155-165.

ANEXO 1.

— Clasificación de las enzimas proteolíticas —
 — de acuerdo al lugar donde actúan —

Por el lugar de acción	enzima	enlace de acción
ENDOPROTEASAS	TRIPSINA	lisina arginina
	QUIMOTRIPSINA	fenilalanina tirosina triptófano histidina
EXOPROTEASA	CARBOXIPROTEASA	grupos carboxilos terminales
	AMINOPEPTIDASA	extremo amino libre

— Reacción en cascada de las enzimas proteolíticas —



not. El sustrato inicial son proteínas y los productos finales, péptidos inferiores y aminoácidos libres.

TITULO 2.MATERIALCARACTERISTICAS

Biológico

30 cerdos híbridos de 74.7 a 134 kg.
divididos en 2 tratamientos. 15 cerdos por
tratamiento, distribuidos en 3 bloques.

Alimento

Maíz amarillo molido con 3.2% PG
Concentrado Proteico Comercial con 36% PG
incluido a los niveles :

- 100 kg./tn (11% PG)
- 150 kg./tn (12% PG)

CALCULO DE LA PROTEINA CRUDA EN EL
ALIMENTO TERMINADO

Proporción del ingrediente		% de PG ingrediente	
0.10	por	36 (concentrado)	= 3.6% PG
0.90	por	3.2 (maíz)	= 2.88% PG
		PROTEINA CRUDA TOTAL	= 6.48% PG
0.15	por	36 (concentrado)	= 5.4% PG
0.85	por	3.2 (maíz)	= 2.72% PG
		PROTEINA CRUDA TOTAL	= 8.12% PG

Composición final del alimento terminado :
ver tabla 4 página 36.

ANEXO 3.

Fases de las pruebas iniciales que conforman cada Bloque (kgm.)				
concentrado en la dieta concentrado	15%		10%	
	\bar{x}	d.e.	\bar{x}	d.e.
Bloque UNO	65.0	5.0	67.4	2.0
Bloque DOS	74.6	2.2	73.2	3.3
Bloque TRES	82.4	5.9	85.3	3.0

nota : El Bloque consiste en dos Unidades Experimentales con 5 animales cada una y 10 cordos por Bloque.

\bar{x} = media aritmética

d.e. = desviación estándar