

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN



SUSTITUCION DE LAS OLEAGINOSAS POR AMINOACIDOS CRISTALINOS EN DIETAS PARA CERDAS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A:

Oscar Alberto Izquierdo Prieto

Asesor: MVZ. Ph. D. Carmen Guardiola Fernández



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

C O N T E N I D O

	Pág.
I. INTRODUCCION	1
II. LITERATURA REVISADA	4
Requerimientos Nutricionales de la Cerde en Gestación	4
Diferentes Niveles de Protefna en Gestación	8
Investigaciones Realizadas con Lisina en Cerdos	14
Características de la Protefna del Sorgo	17
III. MATERIAL Y METODOS	20
IV. RESULTADOS	25
V. DISCUSION	30
VI. CONCLUSIONES	32
VII. BIBLIOGRAFIA	33

I. INTRODUCCIÓN.

Uno de los grandes problemas que tengo conmigo la elevada explosión demográfica de nuestro país, es la creciente demanda de las fuentes que aportan a la población humana la proteína necesaria para su nutrición, siendo básicamente estas fuentes de origen vegetal y de origen animal.

Actualmente la escasez de alimento, los altos costos de producción de los mismos y la competencia que existe entre el hombre y los animales por las materias primas, hace necesario la búsqueda de nuevas alternativas tendientes a elevar la producción y la eficiencia de las empresas pecuarias además de evitar la competencia entre el hombre y los animales.

La alimentación en las explotaciones porcinas representa aproximadamente el 70% de los costos y toda disminución en este renglón favorecería los costos de producción.

Posibles soluciones podrían ser: La suplementación de las raciones de bajo nivel protéico y la restricción alimenticia, entre otros.

El deficiente mercado en suplementos protéicos y la creciente demanda de los mismos, han repercutido en el incremento de sus costos principalmente en aquellos que aportan aminoácidos limitantes, como las oleaginosas siendo éstas de origen vegetal y la harina de pescado, de origen animal.

Este tesis tiene la forma y estilo del Journal of Animal Sciences.

Lo anterior ha impulsado a los investigadores a estudiar la notable capacidad que poseen las cerdas en restricción de poder proteger a sus crías, bajo condiciones de -- restricción protéica, sin que ésto afecte notablemente el número o peso de sus lechones al parto.

En México , uno de los principales cereales utilizados en la nutrición animal y sobre todo en las raciones -- para cerdos, es el sorgo. Este cereal es una fuente importante de energía y proteína, sin embargo , si no se suplementa bien , puede mostrar deficiencias severas de ciertos aminoácidos. Para poder utilizar raciones que contengan más de 90% de sorgo , es necesario conocer las deficiencias de este cereal.

El sorgo es deficiente en el total de proteína , y la digestibilidad de ésta es menor que la de otros cereales (Axtell et al., 1981). La proteína del sorgo es deficiente principalmente en lisina y existe evidencia de que -- para los cerdos el aminoácido lisina es el primer limitante (Cunha., 1977).

Para poder optimizar la utilización de éstas dietas libres de oleaginosas durante la gestación , es necesario estudiar la suplementación adecuada con aminoácidos sintéticos, que remplacen a los aminoácidos suplidos por las -- oleaginosas y demás suplementos protéicos.

Para eso , es necesario tomar en consideración , que los requerimientos publicados para cerdos están estimados en base a dietas de maíz-soya (N.R.C., 1979). Además , los aminoácidos sintéticos tienen digestibilidades cercanas al 100% , por lo que quizá, el requerimiento del amino---

ácido lisina sea menor cuando se utilizan aminoácidos sintéticos.

Con este propósito , se estudiará la posibilidad de alimentar cerdas gestante con dietas basadas, en su mayor parte en sorgo y suplementadas con lisina sintética, para evitar de este modo, el uso de las oleaginosas y demás suplementos protéicos ; con esto se pretende disminuir los - costos de alimentación del hato reproductor, siendo esto - una opción para el porcicultor el aumentar su hato y , al mismo tiempo , disminuir la competencia entre el hombre y los animales , al poder destinar las oleaginosas al consumo humano.

II. LITERATURA REVISADA

Requerimientos Nutricionales de la Cerda en Gestación

Los requerimientos energéticos para la reproducción están formados por la energía que se almacena en los tejidos en formación , mas la energía utilizada en el proceso en sí. Los tejidos en formación incluyen los fetos y membranas , el agrandamiento del útero y el desarrollo mamario.

En la práctica , los animales en gestación deben recibir una cantidad suficiente de energía que los permita ganar algún peso durante este período , para terminar su crecimiento corporal , (si aún no lo han completado) y permitir el desarrollo fetal , con el propósito de que los animales lleguen al parto en buenas condiciones de carne , pero sin excederse en su peso.

Vermedhal et al. (1969) comparó dos niveles de alimentación , uno de 1.36Kg y el otro de 2.27Kg de alimento al día , con 3,235 Kcal de energía metabolizable (EM)/Kg de alimento. Ellos encontraron una reducción en la ganancia de peso por parte de la madre , en el tamaño de la camada al parto (9.7 Vs. 8.5 lechones) y en el peso individual del lechón al nacimiento (1.43 Vs. 1.33 kg/lechón). No hubo evidencias que indicaran que 2.27Kg de alimento al día fueran inadecuados. Posteriormente , Baker et al. (1969) determinaron que el rendimiento reproductivo de la cerda se optimizó al máximo cuando se alimentó con 1.9kg/día , de -

una dieta en base a maíz-soya con 3,310 Kcal de EM/kg de alimento , esto hace un total de 6,289 Kcal de EM al día.

Más tarde , Frobish et al.(1973) concluyeron que -- 4,500 a 6,000 Kcal de EM por día , eran suficientes para -- mantener una gestación adecuada. Este requerimiento especi-- ficado con mayor precisión por Libal y Wahlstrom (1977) en su trabajo en el cuál se compararon diferentes niveles de EM para cerdas gestantes. A una dieta de 4,000 Kcal de EM con 280g de proteína , a la cuál se fueron agregando pro-- gresivamente 32g de almidón de maíz , para de esta manera ir adicionando 1,000 Kcal de EM y obtener dietas con 5,000 6,000 y 7,000 Kcal de EM respectivamente. Hubo una respues-- ta lineal significativa en la ganancia de peso a los 110 -- días de gestación , conforme se incrementó el nivel de EM ingerida. También hubo una disminución en el número de le-- chones vivos al parto (12.1 Vs. 9.8) conforme la EM ingeri-- da aumentaba de 4,000 a 7,000 Kcal. El número de lechones nacidos muertos se incrementó al aumentar la ganancia de -- peso en gestación. Ellos concluyeron que 6,000 Kcal de EM al día era el nivel más adecuado para la reproducción.

Buitrago et al.(1974) dieron información de que el requerimiento de energía digestible (ED) , desde la monta al parto es de 5,100 Kcal por día y que las primerizas son más afectadas al disminuir este nivel , lo cuál repercute en lechones más ligeros y en menor número.

Self et al.(1960) y Pond,(1973) dicen que cuando un exceso de energía es consumido durante la gestación se -- observan menos y más pequeños lechones al parto. Waldrof -- et al.(1957) reportan , bajo altos niveles de energía un -- incremento en la mortalidad embrionaria.

Puede ser concluido , que un nivel mayor a 5,000 Kcal de EM al día es capaz de satisfacer los requerimientos de energía necesarios durante la gestación , pero un nivel - mayor de 7,000 kcal de EM al día , dará como resultado una baja en el rendimiento reproductivo de la cerda.

El comité en nutrición animal de el National Research Council (N.R.C.) en 1979 , da el requerimiento de energía - para las cerdas reproductoras de 3,400 Kcal de ED y 3,200 Kcal de EM/Kg de alimento.

Un aspecto importante como es la proteína en la nutrición del cerdo , ha sido ampliamente estudiada a través de los años.

Rippel et al. (1965a) estudiaron la respuesta a la - retención de nitrógeno por parte de la cerda gestante mediante dietas que iban de 0 a 15% de proteína cruda (PC) , encontrando que la máxima retención de nitrógeno ocurría con un nivel de 12% de PC.

Resultados de investigaciones acerca del efecto del nivel y la fuente de proteína sobre cerdas primerizas gestantes , comparandose niveles de 12% de PC contra 16 y 20% , dieron como resultado que los lechones al parto de los --- tratamientos altos en PC fueron ligeramente más pesados -- que los provenientes de madres alimentadas con 12% de PC , - pero esta diferencia no fué significativa (Baker et al. , = 1970a).

El estado de gestación convierte a la cerda en un - animal con mayor capacidad de retención de nitrógeno la -- cual se ve incrementada proporcionalmente conforme aumenta la PC de la dieta , llegando a un máximo cuando la proteína

dietaria alcanza un nivel de 12% y de ahí en adelante la cerda no se beneficia con niveles superiores de PC (Riopel et al., 1967).

Recomendaciones comerciales publicadas por E. Clark, (1973) resume resultados de varias investigaciones que dicen que niveles de proteína cruda mas altos al 12% , fallan en mejorar el rendimiento reproductivo en hembras de segundo parto y que es innecesario un nivel mayor de proteína para las cerdas en gestación.

La información proporcionada en este aspecto por el comite en nutrición animal del National Research Council - (N.R.C.) , en 1979 , da como requerimiento de proteína cruda para las cerdas gestantes un 12% , lo que corresponde a 216g de proteína al día.

Muchos trabajos se han realizado en lo correspondiente a las necesidades de aminoácidos requeridos por la cerda durante su gestación y lactación.

Cunha et al. (1973) reporta que los animales son capaces de transformar aminoácidos esenciales , en aminoácidos no esenciales , pero no a la inversa , y que los cerdos requieren 10 aminoácidos para un crecimiento óptimo. Otro autor nos dice que los aminoácidos : arginina , histidina y leucina , no son requeridos para el mantenimiento de hembras no gestantes (Baker et al., 1966) y el aminoácido arginina no es necesario durante el período de gestación (Easter et al., 1974, y Easter y Baker, 1976).

Varios investigadores han llevado a cabo diversos trabajos , utilizando la relación del balance nitrogenado para encontrar los requerimientos de cada uno de los aminoácidos necesitados durante la gestación.

Rippel et al. (1965b) en un trabajo en el cual utilizaron a la caseína como la única fuente que proveía los aminoácidos, encontraron que la cerda en gestación requería 0.34, 0.37, 0.40, 0.17, 0.30% de la dieta para treonina, triptófano, valina, histidina y fenilalanina, respectivamente. El mismo Rippel y col. (1965c) estimaron los requerimientos de 0.42% de lisina, 0.37% de isoleucina y 0.28 % de metionena-cistina.

Woerman y Speer. (1976) suplementando una dieta de maíz con diferentes niveles de HCl-lisina, concluyeron que el requerimiento de lisina durante la gestación era de 0.43% lo que equivale a 7.8g diarios de lisina.

Estos requerimientos han estado sujetos a ligeras variaciones durante el transcurso de los años, debido a las nuevas facilidades proporcionadas por los avances técnicos; los últimos datos publicados de cada requerimiento se muestran en la tabla 1 (N.R.C., 1979).

Diferentes Niveles de Proteína en Gestación

La cerda gestante tiene la capacidad de convertirse en un ser más eficiente, para obtener mayor beneficio del alimento ingerido. Salmon-Legagneur y Herat. (1962) reportaron que cerdas gestantes con el mismo peso inicial y con la misma cantidad de alimento que cerdas no gestantes terminaron con mayor peso después del parto, que las cerdas no preñadas. Lo mismo fue apreciado por Heap y Lodge. (1967) en su trabajo en el cual cerdas preñadas tenían apreciables ganancias de peso, con dietas que llenaban los requerimientos de mantenimiento para cerdas no gestantes.

TABLA 1. PRINCIPALES NUTRIENTES REQUERIDOS POR
CERDAS EN GESTACION EN % DE ALIMENTO .

		GESTACION
		REQ. %
Energía Digestible	Kcal	3,400
Energía Metabolizable	Kcal	3,200
Protéina Cruda		12
Aminoácidos Indispensables		
Arginina		0
Histidina		0.15
Isoleucina		0.37
Leucina		0.42
Lisina		0.43
Metionina+Cistina		0.23
Penilalanina+Tirosina		0.52
Treonina		0.34
Triptófano		0.09
Valina		0.46
Elementos Minerales		
Calcio		0.75
Fosforo		0.60
Sodio		0.15

Sin embargo , este estado anabólico no parece estar presente durante todo el estado de preñez y las cerdas adultas entran en una fase catabólica , más o menos a la mitad del estado de preñez. Lodge et al. (1961) propusieron que esta fase catabólica de las reservas maternas sirve para aumentar los nutrientes disponibles , necesarios para el crecimiento fetal durante este período.

Un gran número de experimentos se inclinan a acumular pruebas en el sentido de que la cerda que entra en gestación en un buen estado nutricional , y es alimentada con raciones extremadamente variables , tiene una enorme capacidad para proteger el desarrollo de los fetos bajo raciones muy diferentes , logrando la protección de sus crías a expensas de su propio cuerpo (Clawson et al., 1963).

Lodge et al., 1966 , OGrady. 1967 , Elsley et al., 1969 , Vermedahl et al., 1969 , Baker et al., 1969, reportados por Baker et al. (1970a) encontraron en sus respectivos trabajos , que la cerda en estado de preñez tiene menos capacidad de proteger a su descendencia en contra de una deficiencia de energía que de una deficiencia de proteína. Esto último daría como resultado un menor peso del lechón al nacimiento y sin afectarse el número de lechones al parto , pero cuando el consumo de energía es deficiente durante la gestación , se afectan ambos.

Muchos investigadores han administrado dietas con un amplio margen en porcentaje de proteína , para establecer un nivel mínimo. Clawson et al. (1963) alimentó cerdas primerizas durante gestación, con una dieta de 5% de PC (la proteína era aportada por la soya) y reportaron que no había diferencia significativa , en el número de lechones

al parto , peso al nacimiento , sobrevivencia de la camada o peso al destete , comparándolo con primerizas que -- habian sido alimentadas con un nivel de 20% de PC.

Baker et al.(1970a) estudiaron el efecto , que sobre la eficiencia reproductiva de la cerda , causaría el ofrecer diferentes fuentes y niveles de proteína durante la gestación (maíz 3.3% de PC , maíz opaco-2 con 9.7% de PC y maíz-soya de 12 , 16 y 20 % de PC.). Estos autores no observaron ningún efecto negativo en el tamaño y peso de camada parida; sin embargo el número y peso de los lechones destetados -- fueron menores an las cerdas alimentadas con maíz , que en aquellas alimentadas con maíz opaco-2 o con maíz-soya . En -- un experimento realizado por Baker et al.(1970b) donde uti-- lizaron una dieta en base a maíz (8.7% de PC) durante varias etapas de la gestación. Ellos observaron que las cerdas -- alimentadas con maíz durante toda la gestación , destetaron menos lechones y de menor peso , que las del grupo control las cuales consumieron una dieta en base a maíz-soya. El -- alimentar a las cerdas con una dieta adecuada durante el -- primer tercio de la gestación no reportó mejora alguna en el rendimiento de la camada. Sin embargo , el alimentar a -- las cerdas con maíz-soya durante el último tercio de la --- gestación , mejoró el rendimiento de la camada al destete . el número y peso de los lechones fueron similares a los del grupo control.

Calvez.(1975) demostro, en un trabajo realizado con sorgo , en el cuál , éste era la única fuente de proteína -- durante la gestación. Que no había diferencia significativa entre los tratamientos en cuanto al número de lechones -- paridos o destetados.

Sin embargo los lechones de madres alimentadas con una dieta de sorgo-soya con 10% de PC durante gestación y lactación , tuvieron mayor peso al nacimiento y a los 35 días de edad en comparación con aquellos de madres que sólo recibieron sorgo durante la gestación. El peso de los lechones al nacimiento fue similar para los grupos alimentados con la dieta de sorgo en gestación , pero las hembras que consumieron 16% de PC de una dieta sorgo-soya durante la lactancia , se reflejó en un mayor peso de los lechones al destete en comparación con los de madres alimentadas con 13% de PC sorgo-soya en lactación. Como dato adicional , encontró que no había diferencia significativa entre los tratamientos , en el número de días abiertos , parámetro que ha cobrado gran importancia en el ciclo reproductivo de la cerda.

Pond et al.(1963) realizó un estudio , para averiguar el efecto que tendría el administrar una dieta libre de proteína , sobre la reproducción de la cerda y el subsiguiente desarrollo de su camada. El encontró que no había diferencia significativa , entre tratamientos (libres de proteína y control) en cuanto al número de lechones al parto y al peso al nacimiento. Pero la producción de leche de las cerdas alimentadas con la dieta libre en proteína durante la gestación , se vió afectado severamente , tal como lo indicó el bajo peso de los lechones a las 6 semanas de edad. Y concluyó , que la gestación puede ser aparentemente mantenida por la cerda primeriza , bajo dietas libres de proteína , debido a la dependencia sobre sus tejidos , que sirven de almacén de aminoácidos para el crecimiento normal de los fetos , pero durante este proceso , sus proteínas -

tisulares son sacrificadas de tal modo , que el rendimiento durante la lactancia se verá afectado , dando como consecuencia que el peso y el número de los lechones al destete disminuyan.

El mismo Pond et al. (1969) reportó , una disminución en el peso al destete y viabilidad de los lechones provenientes de madres alimentadas con dietas libres de proteína durante los dos últimos tercios de gestación , a pesar de la semejanza de los pesos al nacimiento de éstos lechones , con los del grupo control. Y propone que esto podría ser el resultado de una menor producción y/o calidad de la leche.

Hay evidencia de que una restricción protéica durante la gestación , interactúa con el nivel de proteína de la subsiguiente lactación. Mahan y Mangan. (1975) y Rippel et al. (1965d) encontraron que niveles bajos de proteína durante la gestación , seguido por una lactación con un nivel protéico adecuado y que suministre los aminoácidos requeridos , no tendría ningún efecto significativo sobre el peso de las cerdas , camadas y lechones destetados.

Estos estudios nos indican que el nivel de proteína de la dieta de gestación puede ser reducido por debajo de las recomendaciones del N.R.C. (1979) y obtener un rendimiento reproductivo satisfactorio. Sin embargo , en la mayoría de los estudios realizados , se utilizaron dietas basadas en maíz y/o maíz-soya. Similares estudios necesitan ser realizados con sorgo para poder determinar la cantidad mínima de proteína y/o aminoácidos que se requieren suplementar a las dietas de gestación y lactancia para así poder obtener un rendimiento reproductivo satisfactorio.

Investigaciones Realizadas con Lisina en Cerdos

En los cerdos , la deficiencia de lisina resulta en una reducción del apetito , pérdida de peso , eficiencia alimenticia pobre , pelo reseco e hirsuto y emaciación general (Cunha,1977). Diferentes investigadores han realizado trabajos utilizando el aminoácido lisina como parte de la ración , con el fin de detectar la cantidad óptima de suplementación , para obtener los mejores rendimientos.

Es perfectamente conocido que el aminoácido lisina es el primer limitante para los cerdos , cuando se les proporciona una dieta basada en cereales (Kracht,1964. y Baker et al.,1970a).

El balance de aminoácidos en la dieta es muy importante. Cunha et al. (1968) observaron que los cerdos se beneficiaban al recibir 0.1% de lisina sintética , con un dieta de maíz-pasta de algodón , sin embargo , niveles superiores al 0.1% resultaron en una depresión del crecimiento y niveles inferiores no lograron un máximo rendimiento.

Sharada et al. (1976) reportaron que el utilizar un nivel más alto de lisina , que el recomendado por el N.R.C. (0.90 en ves de 0.73%) trajo una disminución en la ganancia de peso y consumo de alimento , debido a un probable desbalance de los aminoácidos. Son muy variados los resultados del efecto producido por una reducción del nivel protéico y suplementado con lisina en dietas para los cerdos ; aunque la mayoría muestran mejores resultados que incluso la misma dieta con nivel protéico adecuado.

Jensen et al. (1965) utilizando una ración con 33.7% de maíz y 3% de soya , lograron aumentos diarios de 310g.

Y el sorgo por sí solo dió aumentos de 530g. Pero al agregarle 0.25% de lisina los aumentos producidos fueron de 350g , superando a la dieta de maíz soya.

Baker.(1974) encontró , que tanto el crecimiento -- como la eficiencia alimenticia resultaron mejores al incrementar el nivel de lisina , en las dietas de cerdos en crecimiento.

Sharada et al.(1976) encontró , un aumento en la -- retención de nitrógeno , cuando se agregó lisina sintética suplementaria a una dieta baja en proteína , sugiriendo -- estos resultados una mejor utilización de los aminoácidos en las dietas suplementadas con lisina. Mientras que Rincon et al.(1976) observaron que la suplementación de lisina en dietas bajas en proteína , superaba a las dietas restringidas protéicamente , en lo que se refiere a ganancia y consumo diario , pero no superaba a la prueba testigo con el nivel protéico recomendado por el N.R.C.

En trabajos realizados para estudiar el rendimiento reproductivo de la cerda. Holden et al.(1968) indicaron , que cerdas alimentadas con una dieta de 8% de PC en base a maíz-soya , tuvieron rendimientos reproductivos satisfactorios , esto sugeriría la posibilidad de que el valor de los cereales podría ser mejorado con la suplementación --- adicional de aminoácidos. Otro autor , demostró que el valor biológico de la proteína de la cebada podría ser marcadamente superior , si se suplementaba con lisina (Aracht., 1964).

Woerman.(1975) comparó diferentes niveles de suplementación de lisina (0.2 , 0.3 , 0.41 y 1.55%) a una dieta en base a maíz.

Y encontró un incremento lineal en la producción de leche, composición de la misma y mejor peso de los lechones conforme aumentaba el nivel de lisina durante la gestación. El mayor peso de los lechones se alcanzó con el nivel de 0.3% de lisina y la mayor producción de leche, sólidos totales y mas alta concentración de nitrógeno en el nivel de 0.41%.

Woerman y Speer.(1976) estudiaron a 24 cerdas primizas durante dos ciclos y las alimentaron con maíz durante la gestación y una dieta maíz-soya con 13% de PC durante la lactancia. Suplemen al maíz con HCl-lisina hasta alcanzar niveles de 0.2, 0.3, 0.4 y 0.55% de lisina total dietaria. Ellos revisaron el balance nitrogenado al inicio de cada tercio de gestación y observaron que el nitrógeno en la orina y urea en plasma disminuían: la retención de nitrógeno se incrementaba sobre el nivel de 0.4% de lisina total en la dieta. El nivel de lisina, durante la gestación no tuvo efecto en el peso y grasa dorsal de la cerda, ni en el número de lechones totales o vivos al parto y peso al nacimiento. Pero la producción de leche, sólidos totales y la concentración de nitrógeno fué muy cercana al máximo en las cerdas que recibieron 0.4% de lisina total. Estos resultados indican que 0.4% de lisina es un nivel adecuado para la reproducción; asumiendo que la HCl-lisina es 100% digestible y que en la dieta maíz-soya es 90% digestible.

En el trabajo de Baker et al.(1970a) mencionado anteriormente, se pudo observar como cerdas alimentadas con dietas basadas en maíz fallaban en producir un rendimiento reproductivo adecuado, en comparación con aquellas alimentadas con maíz onaco-2 o maíz-soya. El bajo valor nutricional del maíz normal para las cerdas en gestación, se atribuye

a que es deficiente en lisina , aunque la suplementación con éste aminoácido no es muy efectivo , en producir similares rendimientos reproductivos comparándolo con el de cerdas alimentadas con maíz opaco-2 o maíz-soya (Hesby et al.,1972). Sin embargo probablemente otro aminoácido sea deficiente en el maíz normal , como lo muestran los resultados obtenidos por Allee y Baker.(1970) quienes estudiaron la retención de nitrógeno al suplementar al maíz con 0.25% de HCl-lisina o con 0.041% de L-triptófano. Encontraron , que al adicionar 0.25% de lisina , ocurría un aumento en la retención de nitrógeno , pero que ésta se incrementaba aun más , cuando se añadía 0.041% de triptófano , observándose 43% más de nitrógeno retenido en estas cerdas comparadas con las que recibieron la dieta de puro maíz. Estos resultados sugieren que el aminoácido triptófano puede ser el segundo aminoácido limitante en el maíz. En el caso del sorgo el aminoácido triptófano no es el segundo limitante para los cerdos , hay evidencia de que treonina es el segundo limitante (Cunha.,1977).

Con los diversos experimentos realizados a través de los últimos años , se ha visto que una dieta baja en proteína puede ser mejorada notablemente , por medio de la adición de lisina sintética , siempre y cuando éste sea el primer aminoácido limitante y la disminución protéica , no afecte el requerimiento del segundo aminoácido limitante.

Características de la Proteína del Sorgo

Es bien sabido , que los cereales y sus subproductos son deficientes , tanto en cantidad como en calidad de proteína y que el aminoácido lisina es el primer aminoácido -

limitante para los cerdos , cuando la dieta está basada en cereales (Cunha.,1977).

Las variedades de sorgo que hay en México varían en su contenido de proteína de un 8 a 12% (Dra. Irma Tejada , comunicación personal). Los cereales , en las dietas para cerdos contribuyen principalmente aportando energía , pero hacen además una contribución muy importante de proteína.

Copelin et al.(1978) utilizando el método de Growth Assay , en lechones al destete evaluó la disponibilidad de los aminoácidos triptófano , lisina y treonina , de la proteína del sorgo. Encontraron que triptófano era $92.56 \pm .43\%$ digestible , lisina sólo era $62.66 \pm .58\%$ y treonina $88.90 \pm .14\%$.

Cunha.(1977) menciona también que cada alimento guarda un orden de limitancia distinto (tabla 2) para el consumo de los cerdos.

TABLA. 2 AMINOACIDOS LIMITANTES PARA CERDOS.

ALIMENTO	Orden de limitación.				
	primero	segundo	tercero	cuarto	quinto.
Pasta de Soya	Metionina	Treonina	Valina	Lisina	Iscleucina.
Carne y hueso	Triptofano	Metionina	Isoleucina	Treonina	Histidina.
Maíz	Lisina	Triptofano	Isoleucina	Treonina	Valina.
Sorgo	Lisina	Treonina	Metionina	Iscleucina	Triptofano.
Trigo	Lisina	Treonina	Metionina	Valina	Iscleucina.
Maíz-Pasta de Soya	Lisina	Metionina	Treonina	Isoleucina	Triptofano.

III. MATERIAL Y METODOS.

Localización del Estudio

El estudio fue realizado en la granja porcícola -- " El Retiro " ubicada en San Mateo Ixtacalco municipio de Cuautitlán Estado de México , en la calle de Emiliano Zapata domicilio conocido , frente a la capilla del Carmen.

Animales y Equipo

Para la realización del estudio , fueron utilizadas 25 cerdas híbridas , de las cuales 4 eran primerizas y 21 adultas .

Se emplearon , para el período de gestación cinco - corrales con una superficie de $14m^2$, de piso de cemento y bebedero automático de tipo chupon. Las instalaciones utilizadas durante el parto , fueron parideros individuales - con una superficie de $3m^2$ con piso de cemento cubierto por una cama de viruta de madera , comedero individual y un -- bebedero automático de tipo chupon. El control de la temperatura en los parideros lo proporcionaba , un techo de plafon aislante y un nido de madera para los lechones con un foco de 75W en su interior.

Manejo y Alimentación

El sorgo empleado en las dietas fue obsequiado por la industria Alimentos Balanceados de México S.A. , al cual se le practicó un análisis químico proximal conforme al -- (A.O.A.C.,1975).

La harina de hueso , la premezcla de minerales y -- vitaminas eran productos de Comercial Rexa S.A. La HCl-lisina se obtuvo de Fermentaciones Mexicanas S.A.

Las cerdas , fueron distribuidas en cinco tratamientos con un diseño completamente al azar. Cada tratamiento, estuvo constituido por cinco cerdas , que fueron seleccionadas para éste estudio al día 35 postcoitum y después de ser pesadas e identificadas se introdujeron en sus respectivos corrales.

En todos los tratamientos , con excepción del número 5 , los animales fueron alimentados durante la gestación - con 2Kg de la dieta experimental (tabla 3) por animal al día y les fué proporcionada en el piso a razón de 1Kg por la mañana y 1Kg por la tarde. Los animales tuvieron libre acceso al agua durante todo el estudio. En el tratamiento 5, los animales consumían 1.5Kg de una dieta comercial (tabla 4) por la mañana y 2Kg de alfalfa por la tarde.

Cada cerda adulta o primeriza , fué pesada y trasladada a una jaula de parto individual al día 109 postcoitum. La dieta que recibieron del día 109 al parto fué la misma - dieta comercial (tabla 4) de 16% de proteína a razón de 1.5 Kg por la mañana y 1.5Kg por la tarde. Inmediatamente después del parto los animales fueron alimentados con 5Kg diarios del mismo alimento comercial.

La toma de peso de los lechones se realizó al momento del parto.

Dos unidades experimentales del tratamiento 5 (control) y una del tratamiento 1 , quedaron fuera del estudio por repetir su ciclo estral.

TABLA 3. COMPOSICION DE LAS DIETAS .

Ingredientes	Tratamiento				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)*
	Nivel de HCl-lisina				
	.0%	.15%	.30%	.45%	
Proteína Cruda	8.6	8.6	8.6	8.6	16
Sorgo	95.97	95.82	95.67	95.52	-
Alfalfa	-	-	-	-	57.1
Porcinitina	-	-	-	-	42.8
Harina de Hueso	3.125	3.125	3.125	3.125	-
Sal	.35	.35	.35	.35	-
Minerales ^a	.05	.05	.05	.05	-
Vitaminas ^b	.5	.5	.5	.5	-

^a Cada Kilogramo de mezcla contiene : manganeso,182g; - zinc,268.30g; hierro,500g; cobre,48g; yodo,1.26g; selenio,.44g; carbonato de calcio,c.b.p. 1000g

^b Cada Kilogramo de mezcla contiene : vitamina A,1.6g - vitamina D₃,.038;vitamina E,3.8g; rivoftabina,.834mg; cianocobalamina,.06Mg; niacina.6.6g; d-pantetonato de calcio,3.33g; cloruro de colina,320g;biotina,1mg;vitamina C,.01g;vehiculo acemite c.b.p. 1000g .

* Control

TABLA 4. DIETA COMERCIAL (PORCITINA REPRODUCTORA).
La Hacienda.S.A.

		3 Kg	5 Kg
Protefna Cruda	MIN		16.0%
Grasa Cruda	MIN		2.0%
Fibra Cruda	MAX		7.0%
E.L.Nitrógeno	MIN		56.0%
Humedad	MAX		12.0%
Ceniza	MAX		7.0%

Sanidad

Los corrales de gestación y parideros fueron lavados y desinfectados con creolina e hidroxido de calcio y dejados vacíos durante siete días antes de su ocupación por los animales.

A los lechones, les fué desinfectado el cordón umbilical al momento del parto con una solución de yodo al 2%.

Parámetros Medidos

El cambio de peso en gestación, por parte de la cerda fué medido mediante la diferencia de peso que hubo al iniciar el estudio, al día 35 de gestación y el peso al día 109 de gestación.

El tamaño de la camada, fué valorado mediante el número y peso de los lechones vivos al parto, número de lechones totales (vivos y muertos) al parto y peso promedio de lechón por camada.

Métodos Estadísticos

El diseño experimental fué hecho totalmente al azar y los datos fueron analizados y corregidos utilizando como covariable el peso inicial de la cerda, debido a la heterogeneidad de los pesos iniciales, con cinco repeticiones por tratamiento de un total de 25 unidades experimentales.

Los datos se analizaron usando el sistema de programación Statistic Analysis System. Para comparar las medias de peso inicial, número de lechones totales al parto, -- peso de los lechones y peso promedio de los lechones, se utilizó el método de comparación de Duncan, con un nivel de significancia de .05 (Steel y Torrie., 1960).

IV. RESULTADOS

Los resultados del análisis químico proximal practicado al sorgo utilizado en la formulación de las raciones , se presentan en la tabla 5.

La ganancia de peso por parte de las cerdas que --- recibieron la dieta del tratamiento 5 (control) , fué ma---yor mostrando una diferencia significativa ($P < .05$) con --- respecto a las ganancias obtenidas por las cerdas alimentadas con sorgo solo o con adiciones progresivas de lisina - en niveles de 0.15 , 0.30 y 0.45%. No hubo diferencia significativa en cuanto a la ganancia de peso entre los tratamientos ($P < .05$) con 0.0 , 0.15 , 0.30 y 0.45% de lisina --adicionada. Estos resultados se muestran en la tabla 6.

El número de los lechones totales y vivos al parto así como el peso al nacimiento de los lechones vivos , no se vieron afectados significativamente ($P < .05$) por los --- diferentes tratamientos, como se puede observar en las --- tablas 7 y 8.

El rendimiento reproductivo durante la gestación -- entre los tratamientos , fué uniforme y no hubo evidencia de que la dieta proporcionada del día 35 al día 109 de gestación , influyera en la capacidad de la cerda para mantenener la gestación y tener lechones normales y viables al -- parto.

TABLA 5. ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DEL SORGO
UTILIZADO EN LA FORMULACION DE LAS
DIETAS.

Materia Seca	89%	100%
Humedad	11%	0%
Proteina	9.2	10.3
Extracto Libre de Nitrogeno	72.2	81.1
Fibre Cruda	2.9	3.2
Extracto Etereo	2.8	3.1
Genizas	1.8	2

TABLA 6. PROMEDIO DE LA GANANCIA DE PESO

		TRATAMIENTO				
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
KG						
		23.7	24.6	26.1	25.2	34.1

TABLA 7. PROMEDIO DEL NUMERO DE LECHONES
 TOTALES Y VIVOS AL PARTO .

	Niveles de HCl-lisina %				
	0.0	0.15	0.30	0.45	*
TOTALES	10.2	10	9	9.6	8.6
VIVOS	9.5	8.7	7.8	8.4	7.6
DIFERENCIA	.7	1.2	1.2	1.2	1

* Control.

TABLA 8. PESO PROMEDIO DE LOS LECHONES
AL PARTO.

PESO PROMEDIO DE LOS LECHONES					
Nivel de HCl-lisina %					
Kg	0.0	0.15	0.30	0.45	(5)*
	1.256	1.541	1.656	1.391	1.121
	1.113	1.530	1.228	1.072	1.467
	1.537	1.450	1.401	1.350	1.416
	1.525	1.585	1.146	1.150	---
	---	1.316	1.404	1.135	---
PESO PROMEDIO DEL LECHON POR TRATAMIENTO					
	1.357	1.434	1.369	1.219	1.334

* Control.

V. DISCUSION

La mayor ganancia de peso de las cerdas que recibieron la dieta del tratamiento 5 durante la gestación, está de acuerdo con los resultados obtenidos por Baker et al. (1970b) los cuales encontraron mayores ganancias de peso en las cerdas que habían sido alimentadas con una dieta de 16% de PC durante la gestación, en comparación con aquellas que fueron alimentadas con una dieta de 9% de PC. En otro trabajo de Baker et al. (1970a) al estudiar niveles de 8.8 - 9.7, 12, 16 y 20% de proteína durante la gestación encontraron que no había ninguna evidencia de que el nivel de proteína afectara el rendimiento de la cerda gestante o tuviera algún efecto negativo sobre sus lechones. El número de los lechones totales y vivos al parto no fué afectado por el nivel de proteína durante la gestación, así como tampoco el peso al nacimiento de los lechones, que fué muy similar entre los tratamientos, pero el peso de las camadas de las cerdas alimentadas con niveles de 16 y 20%, fueron más pesadas que las de cerdas alimentadas con niveles de 8.8, 9.7 y 12% de PC, pero no hubo diferencia de peso entre las camadas de las cerdas alimentadas con alguno de estos tres niveles.

Los datos obtenidos en este trabajo, que nos indican que no hubo diferencia significativa en la ganancia de peso entre los tratamientos conforme se incremento el nivel de lisina, concuerda con los datos publicados por Joerman y

Speer.(1976) los cuales nos dicen que el nivel de suplementación de lisina no tuvo efecto en la ganancia de peso durante la gestación. También reportaron que el número de los lechones totales y vivos al parto , así como el peso al nacimiento , no se beneficiaban al incrementarse el nivel de lisina durante la gestación. Similares resultados se obtuvieron en este trabajo , los cuales nos indican que no hubo ningún efecto favorable aparente sobre los lechones , provenientes de madres que recibieron alguno de los niveles de lisina estudiados , al igual que los de madres alimentadas con la dieta de sorgo solo o con la dieta control.

Varias publicaciones en conclusión nos dicen que el nivel de proteína durante la gestación no tiene efecto significativo sobre la cerda gestante , pero que si repercute sobre su rendimiento durante la lactancia y por consiguiente afecta el desarrollo normal de su camada , como consecuencia de una menor calidad y/o producción de leche (Pond et al.,1968 , Pond et al.,1969 , Baker et al.,1970a y Baker et al.,1970b).

Mahan y Mengan.(1975) y Rippel et al.(1965d) Encontraron que el reducir el nivel de proteína durante la gestación daría como resultado , mayor pérdida de peso de la cerda durante la lactancia y menor peso de los lechones al destete. Pero esto puede ser evitado al proporcionar durante la lactancia dietas con niveles adecuados en proteína. Por otro lado Woerman,(1975) y Woerman y Speer,(1976) reportaron un incremento lineal en la ganancia de peso de los lechones durante la lactancia, conforme se incrementaba el nivel de lisina suplementaria a una dieta en base a maíz y que el desarrollo normal de la camada se alcanzó con 0.4% de lisina total.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y bajo las -- condiciones en que se realizó este estudio , se puede --- concluir que una dieta en base a sorgo , proporcionada a - partir del día 35 de gestación puede llenar los requerimientos de las cerdas gestantes para llevar a término su gestación y tener lechones normales y viables al parto.

La utilización de una dieta en base a sorgo , para - las cerdas en gestación puede ser empleada como una alternativa al uso de las oleaginosas o suplementos protéicos , en momentos de escasez de los mismos.

En base a las observaciones y problemas presentados en el presente experimento se recomienda repetir este trabajo con mayor número de unidades experimentales , sobre - todo si se quiere determinar el nivel óptimo de suplementación de lisina , ya que este nivel no pudo ser determinado en este experimento.

VII. BIBLIOGRAFIA

- Allee, G. L. and D. H. Baker. 1970. Limiting nitrogenous -
in corn protein for adult female swine. J. Anim.
Sci. 30:748.
- A.O.A.C. 1975. Official Methods of Analysis (12th Ed.). -
Association of Official Analytical Chemists, ---
Washington, D.C.
- Axtell, J. D., A. W. Kirleis, M. M. Hassen, N. D. Mason. -
1981. Digestibility of sorghum proteins. Proc. Natl.
Acad. Sci. 78: 1333.
- Baker, D. H. 1974. Amino acids in swine and poultry feeds.
In Proceedings, 1974, Cornell Nutrition Conference
for Feed Manufactures.
- Baker, D. H., D. E. Becker. 1966. Some qualitative amino -
acids needs of adult swine for maintenance. J. Nutr.
33:332.
- Baker, D. H., D. E. Becker, A. H. Jensen and B. G. Harmon.
1970a. Protein source and level for pregnant gilts:
a comparison of corn, opaque-2corn and corn-soybean
meal diets. J. Anim. Sci. 30:364.
- Baker, D. H., D. E. Becker, A. H. Jensen and B. G. Harmon.
1970b. Reproductive performance and progeny deve--
lopment in swine as influenced by protein restric--
tion during various portions of gestation. J. Anim.
Sci. 31:526.

- Baker, D. H., D. E. Becker, H. W. Norton, C. E. Sasse, A. H. Jensen and B. G. Harmon. 1969. Reproductive performance and progeny development in swine as influenced by feed intake during pregnancy. *J. Nutr.* 97:469.
- Buitrago, J. A., J. H. Maner, J. T. Gallo, W. G. Pond. 1974. Effect of dietary energy in gestation on reproductive performance of gilts. *J. Anim. Sci.* 39:47.
- Calvez, A. E. 1975. Reproductive performance of swine fed only sorghum grain protein during gestation and two levels of protein during lactation. For Texas Animal Agriculture Conference swine short course. Texas A&M. University.
- Clark, E. 1973. Dietary protein compared during gestation, lactation. *Feedstuffs* April, 24. 1973.
- Clawson, A. J., H. L. Richards, G. Matrone and F. R. Barrick. 1963. Influence of level of total nutrient and protein intake on reproductive performance in swine. *J. Anim. Sci.* 22:662.
- Copelin, J. L., C. T. Gaskins and L. F. Tribble. 1973. Availability of tryptophan, lysine and threonine in sorghum for swine. *J. Anim. Sci.* 46:133.
- Cunha, T. J. 1963. Recientes avances en nutrición del cerdo. Ed. Acribia. p. 35.
- Cunha, T. J. 1977. Swine feeding and nutrition. Academic Press. p. 141-159 , 192-200.
- Cunha, T. J., J. P. Bowland, J. H. Conrad, V. W. Hays, R. J. Meade and J. S. Teague. 1973. N.A.S.-N.R.C. Publi.

- Easter, R. A. and D. H. Baker. 1970. Nitrogen metabolism - and reproductive response of gravid swine fed ---- arginine-free diet during the last 34 days of ---- gestation. J. Nutr. 100:030.
- Easter, R. A., R. S. Katz and D. H. Baker. 1974. Arginine: a dispensable amino acid for postpubertal growth - and pregnancy of swine, J. Anim. Sci. 39:1123.
- Frobish, L. T., N. C. Steele and R. J. Davey. 1973. Long-term effect of energy intake on reproductive performance of swine. J. Anim. Sci. 36:293.
- Heap, F. C. and G. A. Lodge. 1967. Changes in body composition of the sow during pregnancy. Anim. Prod. - 9:237.
- Hesby, J. H., J. H. Conrad, M. P. Plumlee, and R. B. Harrington. 1972. Effects of normal corn, normal corn plus lysine and opaque-2 corn diets on serum protein and reproductive performance of gravid swine. J. Anim. Sci. -- 34:974.
- Holden, P. J., E. W. Lucas, V. C. Speer and V. W. Hays. 1968. Effect of protein level during pregnancy and lactation on reproductive performance in swine. J. Anim. - Sci. 27:1587.
- Jensen, A. H., D. E. Becker and B. G. Harmon. 1965. Nutritional adequacy of milo for the finishing pig. J. - Anim. Sci. 24:393.

- Kracht, W. 1964. (Increasing the biological value of barley protein for lactating sows by addition of L-lysine - hydrochloride). Arch. Tierernähr. 14:39.
- Libal, G. W. and R. C. Wahlstrom. 1977. Effect of gestation metabolizable energy levels on sow productivity. J. Anim. Sci. 45:286.
- Lodge, G. A., I. McDonald and R. M. MacPherson. 1961. Weight changes in sow during pregnancy and lactation. Anim. Prod. 3:369.
- Mahan, D. C., L. T. Mangan. 1975. Evaluation of various -- protein sequences on the nutritional carry-over from gestation to lactation with first-litter sows. J. Nutr. 105:1291.
- N. R. C. 1979. Nutrient Requirements of Domestic Animals -- No 2. Nutrient Requirements of Swine. National Research Council, Washington, D. C.
- Pond, W. G. 1973. Influence of maternal protein and energy nutrition during gestation on progeny performance - in swine. J. Anim. Sci. 36:175.
- Pond, W. G., D. N. Strachan, Y. N. Sinha, E. F. Walker, JR., J. A. Dunn and R. H. Barnes. 1969. Effect of protein deprivation of swine during all or part of gestation on birth weight postnatal growth rate and nucleic acid content of brain and muscle of progeny ----- J. Nutr. 99:61.

- Pond, W. G., W. C. Wagner, J. A. Dunn and E. F. Walker, Jr. 1968. Reproduction and early postnatal growth of progeny in swine fed a protein-free diet during gestation. *J. Nutr.* 94:309.
- Rincon, R., C. Lunchick and A. J. Clawson. 1970. Development of nutrient deficiencies in growing finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 42:250.
- Rippel, R. H. 1967. Protein and amino acid nutrition of gravid swine. *J. Anim. Sci.* 26:526.
- Rippel, R. H., B. G. Harmon, A. H. Jensen, H. W. Norton and D. E. Becker. 1965a. Response of the gilt to levels of protein as determined by nitrogen balance. *J. Anim. Sci.* 24:209.
- Rippel, R. H., B. G. Harmon, A. H. Jensen, H. W. Norton and D. E. Becker. 1965b. Some amino acid requirements of the gravid gilt feed a purified diet. *J. Anim. Sci.* 24:378.
- Rippel, R. H., B. G. Harmon, A. H. Jensen, H. W. Norton and D. E. Becker. 1965c. Essential amino acid supplementation of intact proteins feed to the gravid gilt. *J. Anim. Sci.* 24:373.
- Rippel, R. H., O. G. Rasmussen, H. W. Norton and D. E. Becker. 1965d. Effect of level and source of protein on reproductive performance of swine. *J. Anim. Sci.* 24:203.

- Salmon-Legagneur. 1963. In Growth and Development of ----
Mammals. Lodge, G. A. A. and G. E. Lamming Ed. --
Butterworths , London.
- Salmon-Legagneur. and A. Berat. 1962. Nutrition of the sow
during pregnancy. In Nutrition of pigs and poultry
Morgan, J. T. and D. Lewis, Ed. Butterworths, ----
London.
- Self, H. L., R. H. Grummer, O. E. Hays and H. G. Spies. -
1960. Influence of three different feeding levels
during growth and gestation on reproduction, weig
ht gains and carcass quality in swine. J. Anim. -
Sci. 19:274.
- Sharada, D. P., D. C. Mahan and R. F. Wilson. 1976. Limi--
ting amino acids in low protein corn-soybean meal
diet for growing-finishing swine. J. Anim. Sci. -
42:1175.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1960. Principles and ---
Procedures of Statistics. McGraw-Hill Book Co.,
Nnew York.
- Vermedahl, L. D., R. J. Meade, H. E. Hanke and J. W. Rust.
1969. Effect of energy intake of the dam on re--
productive performance, development of offspring
and carcass characteristics. J. Anim. Sci. 28:465.
- Waldrof, D. P., W. C. Foote, H. L. Self, A. B. Chapman and
L. E. Casida. 1957. Factors affecting fetal pig
weight late in gestation. J. Anim. Sci. 16:976.
- Woerman, R. L. 1975. The lysine requirement for reproduction
in swine. Dissertation Abstracts International --
B. 36,5.
- Woerman, R. L. and V. C. Speer. 1976. Lysine requirement
for reproduction in swine. J. Anim. Sci. 42:114