

111  
20j

# Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia



**SUSTITUCION DEL 20% DEL SORGO POR TRES  
SUBPRODUCTOS ENERGETICOS Y SU EFECTO EN  
LA DISMINUCION DEL COSTO DE ALIMENTACION  
EN CERDOS DE 10 HASTA 20 Kg.**

**T E S I S**

Que para obtener el Título de  
Médico Veterinario Zootecnista

Presenta  
**JUAN CARLOS LEYVA LEON**

Asesores: ALMA EUGENIA ROCHA HERNANDEZ  
MARCO ANTONIO SOTO F.

México, D.F.

**REGISTRO CON  
FALLA DE ORIGEN**

1989





Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **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.

## CONTENIDO

	<u>PAGINA</u>
RESUMEN .....	1
INTRODUCCION .....	2
MATERIAL Y METODOS .....	13
RESULTADOS .....	24
DISCUSION .....	30
LITERATURA CITADA .....	34

## RESUMEN

JUAN CARLOS LEYVA LEON. Sustitución del 20% de sorgo por tres subproductos energéticos y su efecto en la disminución del -- costo de alimentación en cerdos de 10 hasta 20 Kg. (bajo la -- dirección de Alma Eugenia Rocha Hernández y Marco Antonio -- Soto F.)

Este trabajo se efectuó para determinar la ganancia de peso, la conversión alimenticia, la eficiencia alimenticia, el consumo de alimento, y el costo por concepto de alimentación de Kg. de carne de cerdo, cuando se utilizan ingredientes alternativos en sustitución del 20% de sorgo de una dieta comercial. Fueron utilizados 120 cerdos híbridos, lotificados al azar en 4 grupos de 30 animales, cada grupo fue subdividido en 3 repeticiones de diez animales cada uno. Los tratamientos fueron: T I (Testigo); T II (12.75% pan frío); T III (12.75% de barredura de hojuelas de maíz); T IV (12.75% de subproducto de avena). Se observó una diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ) para la conversión y la eficiencia alimenticia y -- una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) para ganancia de peso en T II, T III y T IV. En consumo de alimento, T III presentó un aumento de 6.2% sobre T I y de 5.9% sobre T II sin embargo T I supero en 7.3% a T IV. El costo de producción por concepto de alimentación resulto 20.2% más económico con T IV sobre T I y de 9.6% y de 7.2% sobre T III y T II respectivamente.

## INTRODUCCION

El costo por concepto de alimentación, representa en la actualidad un 80 por ciento de los costos de producción de carne de cerdo. Por consiguiente las pérdidas o ganancias que se obtengan en la granja dependerán en gran parte del uso de alternativas en el renglón de la alimentación, para que tales costos se mantengan al mínimo posible. (15)

Los ingredientes de elevado valor nutritivo como son los cereales (sorgo, maíz, avena entre otros) y las oleaginosas (pasta de soya) en la actualidad no se producen en cantidad suficiente en el país y por tanto deben ser importadas (41). Tan sólo el sector privado y Conasupo importaron el primer semestre de 1987, 152,050 toneladas de alimentos balanceados -- para cerdos (26). Creando una delicada dependencia alimenticia y problemas de fluctuación de los precios de los alimentos y de los animales y sus productos, hechos que se traducen en crisis económica (41).

La investigación en nutrición porcina en México se ha encaminado a la búsqueda de ingredientes alternativos que si bien nunca sustituyen totalmente a los cereales o a las oleaginosas, puede tener potencial, regional o incluso nacional (15). Sea cual sea el método de alimentación a seguir, debe cubrir las necesidades nutricionales de la especie porcina.

Los productos como: la gallinaza, los desperdicios de ali

mentos, de grasas, de harina de yuca, de plátano, de mantequería de cerdo, o de subproductos agrícolas son empleados durante las etapas de engorda y gestación en algunas granjas porcinas ( 2 , 3,15,17,25,27,31,34,42,46).

Entre los ingredientes alternativos a usar en las dietas para cerdos se encuentran los subproductos obtenidos de la industria alimenticia tales como: barredura de galleta, barredura de hojuelas de maíz, pan frío, subproducto de avena y cascarilla de frutas, entre otras.

La venta de algunos de estos productos ya esta asegurada, sin embargo una parte de ellos aún es desperdiciada.

#### ANTECEDENTES

Una de las limitantes del pan frío, de la barredura de -- hojuelas de maíz o del subproducto de avena para ser usados - en dietas comerciales de cerdos es la restringida disponibilidad que existe de estos productos.

Pan frío. Por su composición es muy parecido al grano de sorgo, posee un alto contenido de grasa así como una cantidad considerable de sal aunque es bajo en vitamina A, en proteína y minerales. Por lo cual, su inclusión no debe ser mayor al - 20% de la ración (13,14). El pan frío constituye una alternativa energética para incluir en la dieta del cerdo. Se calcula que en las 1200 panificadoras que existen en el Distrito - Federal son producidas de 800 a 1000 toneladas mensuales de --

pan frío (41) mismo que al sustituir al sorgo en un 100 por--  
ciento de la ración solo alcanzaría para alimentar 3906 cer--  
dos. Si se considera una población actual de 9 millones de --  
cerdos, \* éste volumen de pan frío producido alcanzaría para  
alimentar el 0.043% de la población porcina.

Actualmente el kilogramo de pan frío cuesta un 30% menos  
que el sorgo (200 v.s. 285 pesos) . Soriano (38) observó que  
que los cerdos alimentados con pan frío mejoraron la ganancia  
de peso con respecto a los que consumieron sorgo, con una con--  
versión alimenticia de 3.6 v.s. 4.7 respectivamente. Adjudi--  
cando este comportamiento a la calidad y al tiempo de cocción  
de las materias primas para la elaboración del pan.

Palmer, H. y Lowell, F. (35) mencionan que el subproduc--  
to de panadería es rico en energía, contiene aproximadamente  
13% de grasa y se recomienda incluir un 20% de este en racio--  
nes para cerdos en iniciación.

Soriano, T. J. Y Shimada, S.A. (39) sustituyendo en una -  
ración para cerdos en fase de crecimiento el 100 por ciento --  
del grano de sorgo por residuo de panadería, no encontraron di--  
ferencia estadísticamente significativas ( $P > 0.05$ ) en los --  
párametros estudiados: consumo de alimento, ganancia diaria -  
de peso y conversión alimenticia.

Soriano, T.J. y Shimada, S. A. (40) informaron que la re-

\*Boletín Informativo, Facultad de Medicina Veterinaria y  
Zootecnia - UNAM. 18: 16 (1988).

lación consumo y ganancia favoreció estadísticamente a cerdos alimentados con pan frío ( $P < 0.01$ ) lo que probablemente se debe a que en su elaboración se emplean materias primas de alta calidad y digestibilidad lo que aunado a un cocimiento - adecuado, pudo haber propiciado la obtención de un producto alimenticio de calidad superior. Por lo que puede ser sustituido el 100% del sorgo en dietas para cerdos en crecimiento y finalización.

Baker, J. y Juergenson, E., (5) informaron que la cantidad de proteínas contenidas en el desperdicio de pan, es de aproximadamente 10% y que es necesario suplementar vitaminas y proteínas y minerales, recomendando sustituir hasta 50% del maíz de la ración por desperdicio de panadería.

Sin embargo este producto no ha sido evaluado en cerdos en crecimiento ni en porcentaje menor al 50% en sustitución del sorgo.

Subproducto de ayens. La escasez y el alto costo de materias convencionales esta fomentado la investigación de nuevos alimentos.

Tradicionalmente se ha considerado a la fibra como un componente de la dieta que disminuye la digestibilidad de la proteína, cuando en realidad la fibra no afecta ni la digestión ni la absorción en el intestino delgado del cerdo (15).

El cerdo en crecimiento es capaz de digerir cantidades considerables de fibra en la dieta en el intestino grueso,

por lo que puede aprovechar hasta un 20% de material fibroso en su ración (3,19).

Existe todavía un desacuerdo considerable en cuanto a los porcentajes de fibra que debe recomendarse para los cerdos en crecimiento. Muchos autores están de acuerdo en la cifra de 5-6% como máximo de fibra en la ración. Sin embargo, otros son de la opinión de que puede llegarse al 8%. En trabajos hechos en Wisconsin, se ha llegado a la conclusión de que pueden darse a los cerdos, niveles del 8% de fibra con resultados satisfactorios siempre y cuando el alimento fibroso sean finamente molido y mezclado (10).

Durante el proceso de descascarillado de la avena se obtiene subproducto como: cubiertas, granos rotos y harinas, su composición es muy variable y puede dividirse en "basto" con un contenido de fibra del 28% y "fino" con un 14% de fibra bruta.

La digestibilidad de materia orgánica es de 22% en cerdos. Por su alto contenido en fibra estos alimentos limitan su uso más extenso (1,9,28).

A causa de sus cubiertas, la avena contiene 11% de fibra y proporciona 70.1% de principios digestibles, cuando ésta es liberada de sus envolturas es un alimento tan bueno como el trigo o el maíz. Es relativamente más alto en energía, en proteína, en lisina, en treonina, en metionina en calcio y en fósforo que el maíz (6,10,11,45).

La avena es un excelente alimento para los animales recién destetados dándoseles en forma de harina. Cuando se trata de cerdos en crecimiento y engorda la avena no debe formar más que una tercera parte de la ración. Es preferible no incluirla en niveles por encima del 25%, en cerdos de engorda el 15% (10,13,16,17).

La avena contiene más proteínas, pero 10% menos de principios digestibles totales que el maíz. Para el cerdo debe molerse finamente, aumentando así su valor nutritivo en un 27 a 30% además incrementar su palatabilidad. Se ha demostrado que -- cuando la avena es descascarillada y molida, mejora la eficiencia alimenticia y la ganancia de peso, obteniendo un menor consumo de alimento por el animal (6,10).

Escamilla, A., (14) menciona que mientras más grueso sean los granos y sin envoltura aumentará el valor nutritivo de la avena. A los animales jóvenes conviene suministrar la avena en período de crecimiento en forma de harina y la dosis no debe ser más de 15% de la ración.

Palmer, H. y Lowell, F., (26) recomiendan incluir el 20% de avena en una ración completa para cerdos en crecimiento --- haciendo notar que ésta es pobre en energía.

Anónimo., (4) indica que en la alimentación del cerdo en confinamiento la proporción de fibra no debe exceder del 6% de la ración.

Myer, R. O. et al (30) observaron que al sustituir el maíz

en un 0,18,37,58 o 79% de la ración para cerdos en crecimiento, por avena la ganancia diaria de peso, consumo de alimento y - conversión alimenticia no fueron afectadas.

Homb, T. y Matre T. (21) reportan que al reemplazar 10 al 20% de la cebada de una ración para cerdos en crecimiento por avena, mejoraron la eficiencia alimenticia y el crecimiento, pero al susutituir el 100% de la cebada por avena el consumo de alimento disminuyó.

Actualmente el Kg. de subproducto de avena representa el 62,5% de el costo de Kg. de sorgo, siendo la limitación de su uso en dietas para cerdos su alto constenido de fibra, sin embarr go se ha demostrado que los hábitos de consumo influyen notablemente en la capacidad de utilización de los alimentos fibrosos (7).

Barredura de hojuelas de maíz. El maíz posee más energía - que otros cereales y en Estados Unidos se usa como fuente energética básica para los cerdos. Sin embargo en México es destinado primordialmente para consumo humano. Sólo el maíz que no reúne las especificaciones de calidad para la limentación humana es utilizado en raciones para cerdos. Actualmente el costo del Kg. de residuo de hojuelas de maíz constituye 84% del costo del sorgo.

En la preparación de hojuelas de maíz el grano es cernido y limpiado ablandado y cocido lentamente a vapor después es

pasado entre cilindros calientes que lo aplastan convirtiéndolo en delgadas hojuelas, secándolos después con aire caliente de forma que el contenido en humedad quede reducido a un 11% aproximadamente. El tratamiento por calor aumenta la digestibilidad, por lo tanto el grano tratado tiene un valor nutritivo más alto que el no tratado. Los animales aceptan mejor las hojuelas de maíz que el grano de maíz. (4,12,20,23)

Itoh et al (22) alimentaron cerdos utilizando maíz rolado o sin rolar, observando que la ganancia diaria de peso, el consumo de alimento, la conversión alimenticia y la duración de la engorda, no fueron significativamente afectados al dar maíz rolado. Al valorar la calidad de la carne y la grasa dorsal fueron significativamente mayores en cerdos alimentados con maíz rolado que en los controles.

Panciroli, G. (36) realizó un experimento donde sustituyó una parte o el total del maíz de la ración para los cerdos en crecimiento por cebada y maíz termicamente tratado. Observando que la inclusión de cereales tratados mejoraron la conversión alimenticia y hubo disminución en la mortalidad.

Taylor, M. E. (44) observó que al someter al maíz a diferentes temperaturas e incluirlo en varios porcentajes en raciones para cerdos en crecimiento no hubo diferencia significativa en el crecimiento de los cerdos.

Newland, H. W. et al (32) compararon diferentes procedimientos para la industrialización del maíz (descascarillado, molido, peletizado, rolado), resultado que los diferentes tipos de procedimiento incrementaron la eficiencia de corderos y novillos en un 7 a 16%.

Parrott, J. C. et al (37) al tratar la cebada mediante dos procesamientos térmicos (por vapor, rolado) se mejoró el TND y su digestibilidad. Observando que existía una diferencia significativa ( $P < 0.01$ ) cuando el grano es procesado.

Jordan, R. M. (24) menciona que al dar maíz en copos a cerdos la eficiencia alimenticia fue más alta que dando el maíz descascarillado.

Cornett, C. D. et al (8) alimentaron borregos con trigo procesado (rolado, en copos, copos micronizados), y al comparar la digestibilidad de la energía entre los tres tratamientos el trigo rolado y copos micronizados tuvieron una digestibilidad significativa superior sobre los copos. No hubo diferencia significativa entre los tratamientos en cuanto a la digestibilidad de la proteína de la ración.

Mehen, S. M. et al (29) estudiaron el efecto que tiene el desecado y el procedimiento térmico sobre el grano de sorgo (rolado, finamente molido v.s. tratamiento por vapor y tratamiento por vapor más presión) en raciones para novillos. Observando que la digestibilidad, la materia seca y la energía

## II

bruta tuvieron una diferencia significativa ( $P < 0.01$ ) comparando los primeros tratamientos de desecado con los procesos térmicos.

En este proyecto fue utilizado: pan frío, la barredura de hojuelas de maíz y el subproducto de avena en sustitución del 20% de sorgo.

### JUSTIFICACION

La utilización de los subproductos de la industria alimenticia tales como: el pan frío, los subproductos de avena y la barredura de hojuelas de maíz se realizan empíricamente en -- México, por ejemplo engordando a los cerdos únicamente con -- pan frío. Sin embargo no existe un registro de producción en el cual se mida la respuesta de los cerdos y el costo de producción mediante el uso de esta alimentación: sabiendo únicamente que el tiempo para alcanzar el peso al mercado es mayor que el que sería con una dieta comercial. Por lo tanto al ser utilizados dichos productos es necesario registrar los parámetros de producción de los cerdos como son: la ganancia de peso, el consumo promedio de alimento y el costo de producción. De esta manera se podrá recomendar el porcentaje que se debe de emplear de cualquiera de estos productos en una dieta comercial.

## OBJETIVO

Determinar la ganancia de peso, la conversión alimenticia, la eficiencia alimenticia, el consumo de alimento y el costo por concepto de alimentación de kg. de carne de cerdo, cuando se utiliza pan frío, barredura de hojuelas de maíz, o subproducto de avena en sustitución del 20% de sorgo de una dieta comercial.

## HIPOTESIS

Los cerdos que consumen: pan frío, barredura de hojuelas de maíz o subproducto de avena en sustitución del 20 % del sorgo de una dieta comercial, mejoran la ganancia de peso, la conversión alimenticia, la eficiencia alimenticia y el costo por concepto de alimentación en relación a los que consumen sorgo.

## MATERIAL Y METODO

LOCALIZACION: El presente trabajo fue realizado usando cerdos de la etapa de crianza de la granja experimental porcina "Zapotitlán" de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM. ubicada en la parte sureste de la cuenca del valle de México, en la calle Manuel López s/n dentro del perímetro del pueblo de Zapotitlán, en la delegación de Tláhuac Distrito Federal (').

Geográficamente esta localizada a 19° 18' de latitud norte y a 99° 2' 30" de longitud oeste del meridiano de Greenwich; a una altura sobre el nivel del mar de 2242 mts. y con una precipitación de 588 mm de Hg. (\*).

Climatología.- (°).

	Temperatura promedio C	Precipitación pluvial promedio.
Mínima	12.0	60.0 mm
Máxima	20.0	164.0 mm
Media	17.01	61.86 mm
Suma		741.16 mm

(') Secretaría de Asentamiento Humano y Obras Públicas.

(\*) Carta topográfica Cd. de México E-14-A39, DENTAL.

(°) Observatorio Nacional de la Ciudad de México.

Oscilación Térmica entre los meses del año: 8.0C

Vientos dominantes:

Suroeste 50%

Noroeste 41%

Sureste 8%

Según la clasificación de Köeppen ésta pertenece al clima CW. es decir templado con lluvias en verano (13).

ANIMALES EXPERIMENTALES: Para el estudio fueron utilizados - 120 cerdos híbridos con una edad y peso promedio de 40 días - y 10 kg. respectivamente.

GRUPOS EXPERIMENTALES: Los animales fueron distribuidos al - azar en tres dietas experimentales y un grupo testigo (cuadro 1) formándose doce lotes de diez animales cada uno, integrando grupos de edad y peso semejante ( $P > 0.05$ ). La composición, el análisis calculado y el costo se expresa en los cuadros (2,3, 4,5,6.)

Se formaron cuatro grupos de 30 cerdos cada uno, los cuales fueron subdivididos en tres repeticiones con diez cerdos (5 hembras y 5 machos) cada una quedando un diseño experimental como sigue:

4 tratamientos X 3 repeticiones X 10 cerdos = 120 cerdos.

Las dietas y las materias primas fueron analizadas en el Laboratorio de Nutrición Animal y Bioquímica de la Facultad -

de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, (cuadro No. 7).

CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES: Se emplearon 12 corrales tipo verandah del área de destete. Los corrales se dividieron en 2 áreas: una área techada de 2.0 por 1.88 m donde se encontro una fuente de calor y un comedero tipo tolva de 8 bocas, y una área sucia no techada de 1.5 m por 1.88 m donde se encontró un bebedero automático de cazuela. La superficie por animal fue de 0.55 m<sup>2</sup> y en ambas áreas el piso fue de cemento con una pendiente del 5%.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL: Los animales antes de entrar al experimento fueron vacunados y sometidos a un periodo de adaptación al alimento que tuvo una duración de tres días. El agua y el alimento fueron proporcionados a libertad. Todos los días fue pesada y registrada la cantidad de alimento proporcionada cada lote, diariamente se limpiaron los comederos, se recogió el sobrante, se pesó y se registró por corral y al terminar el experimento se obtuvo el consumo total de alimento por unidad experimental. Los animales se pesaron al inicio de la prueba, posteriormente cada ocho días y finalmente, cuando alcanzaron los 20 kg. de peso promedio. Los cerdos durante 12 horas antes de pesarlos fueron sometidos a ayuno. Obteniendo por diferencia la ganancia de peso.

La conversión alimenticia fue determinada mediante la --

evaluación del consumo de alimento dividido entre el aumento de peso corporal.

El valor de alimento proporcionado a cada tratamiento -- fue dividido entre el número de kilogramo de carne producidos al término del experimento. Y fue obtenido el costo de producción por kilogramo de carne de cerdo por concepto del insumo alimento (2).

ANALISIS ESTADISTICO: Los resultados fueron evaluados estadísticamente al final del experimento por medio de un análisis de varianza, para un diseño de bloques al azar. La comparación de las medias de los diferentes tratamientos se realizó por la prueba de Tukey. (11,43).

CUADRO No. 1

DIETAS EXPERIMENTALES

DIETAS	100% Sorgo	80% Sorgo 20% Pan Frio	80% Sorgo 20% Barredura de hojue- las de maiz	80% Sorgo 20% Subproducto de avena
I Testigo	X	---	---	---
II	---	X	---	---
III	---	---	X	---
IV	---	---	---	X

CUADRO No. 2

COMPISICION Y COSTO DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES

INGREDIENTES	DIETAS 20% En sustitución del sorgo			
	I. Testigo	II	III	IV
Pan frío	-	127.5	-	-
Barredura de hojuelas de maíz	-	-	127.5	-
Subproducto de avena	-	-	-	127.5
Sorgo	637.5	-	-	-
Pasta de soya	300.0	510.0	510.0	510.0
Aceite Vegetal	31.5	300.0	300.0	300.0
Sal	3.5	31.5	31.5	31.5
Fosfato dicálcico 20-18	23.0	3.5	3.5	3.5
Olaquinox	0.5	23.0	23.0	23.0
Vitaminas cerdos*	2.5	0.5	0.5	0.5
Colina 25%	1.0	2.5	2.5	2.5
Minerales cerdos*	0.5	1.0	1.0	1.0
TOTAL	1000.0	0.5	0.5	0.5
Costo por Kg. de alimento	\$462.1	1000.0	1000.0	1000.0
		\$452.5	\$457.64	\$449.76

\* Cada Kg. contiene: Vit. A 1,000,000 UI., Vit. D-3100,000 UI., Vit. E 55,000 UI., Vit. B<sup>6</sup> 6mg Vit. K 1g, Riboflavina 1.5g, Niacina 12g, Colina cloruro 112.5g; D. Pantotenato de calcio 6.5g, BHT 20g.

\* Cada Kg. contiene (minerales puros): 6.0g, de Cu, 30.0g de Mn, 100,000g Zn, 100g - de Fe, 0.3g de I, 0.240g de Se.

CUADRO No. 3

## ANALISIS CALCULADO DE LA RACION TESTIGO

INGREDIENTES	% Ración	% MS	% PC	Kcal /Kg	% Ca	% P	% Lis	% Met Cist	% Arg	% Trip
Sorgo	63.76	89	5.67	2059	0.019	0.178	0.127	0.191	0.255	0.063
Pasta de soya	30.00	89	13.20	927	0.087	0.195	0.870	0.420	0.990	0.180
Aceite vegetal	3.15			277						
Sal	0.35									
Fosfato dicálcico 20-18	0.05									
Vitaminas cerdos	0.25									
Colina 25%	0.10									
Minerales cerdos	0.05									
Nutrimientos aportados	100.00		18.87	3263	0.566	0.787	0.990	0.610	1.240	0.240
Necesidades (21)			18.0	3160	0.650	0.500	0.790	0.510	0.230	0.130

CUADRO No. 4

ANALISIS CALCULADO DE LA RACION QUE CONTIENE PAN FRIO EN  
SUSTITUCION DEL 20% DE SORGO

INGREDIENTES	% Ración	% MS	% PC	Kcal /kg	% Ca	% P	% Lis	% Met Cist	% Arg	% Trip
Pan frío	12.75	92.5	1.02	0471	0.013	0.013	0.280	0.395	0.777	0.0005
Sorgo	51.0	89.0	4.54	1647	0.015	0.142	0.102	0.153	0.204	0.051
Pasta de soya	30.0	89.0	13.2	927	0.087	0.195	0.87	0.42	0.99	0.18
Aceite vegetal	3.15			277						
Sal	0.35									
Fosfato dicálcico	28-18	0.30			0.46	0.414				
Olaquinox	0.05									
Vitaminas cerdos	0.25									
Colina 25%	0.1									
Minerales cerdos	0.05									
Nutrientes aportados	100.0		18.7	3322	0.57	0.76	1.25	0.96	1.97	0.23
Necesidades (21)			18.0	3160	0.65	0.55	0.79	0.51	0.23	0.13

CUADRO No. 5

ANALISIS CALCULADO DE LA RACION QUE CONTIENE BARREDURA  
DE HOJUELAS DE MAIZ EN SUSTITUCION DEL 20% DE SORGO

INGREDIENTES	% Ración	% MS	% PC	Kcal /kg	% Ca	% P	% Lis	% Met Cist	% Arg	% Trip
Barredura de hojuelas de maíz	12.75	90.6	1.26	428	0.004	0.034	0.057	0.058	0.114	0.23
Sorgo	51.0	89.0	4.53	1647	0.153	0.143	0.102	0.153	0.204	0.05
Pasta de soya	30.0	89.0	13.2	927	0.08	0.195	0.87	0.42	0.99	0.18
Aceite vegetal	3.15			277						
Sal	0.35									
Fosfato dicálcico 18-20	2.30				0.46	0.414				
Olaquinox	0.05									
Vitaminas cerdos	0.25									
Colina 25%	0.1									
Minerales cerdos	0.05									
Nutrientos aportados	100.0		18.9	3279	0.70	0.78	1.02	0.63	1.3	0.46
Necesidades (21)			18.0	3160	0.65	0.55	0.79	0.51	0.23	0.13

CUADRO No. 6  
ANALISIS CALCULADO DE LA RACION QUE CONTIENE SUBPRODUCTO  
DE AVENA EN SUSTITUCION DEL 20% DEL SORGO

INGREDIENTES	% Ración	MS%	PC%	Kcal /kg	Ca	P%	Li%	Met Cist	Arg	Trip
Subproducto de avena	12.75	88.8	1.53	359	0.013	0.049	0.057	0.058	0.114	0.023
Sorgo	51.0	89.0	4.539	1647	0.015	0.143	0.102	0.153	0.204	0.051
Pasta de soya	30.0	89.0	13.2	927	0.087	0.195	0.87	0.42	0.99	0.18
Accite vegetal	3.15			277						
Sal	0.35									
Fosfato dicálcico 20-18	2.3				0.46	0.414				
Olaquinox	0.05									
Vitaminas cerdos	0.25									
Colina 25%	0.1									
Minerales cerdos	0.05									
Nutrimientos aportados	100.0	19.26	3210	0.575	0.80	1.02	0.63	1.30	0.25	
Necesidades (21)		18.0	3160	0.65	0.55	0.79	0.51	0.230	0.13	

CUADRO No. 7

VALOR NUTRITIVO<sup>a</sup> DE LAS RACIONES EXPERIMENTALES % EN BASE HUMEDA

	TRATAMIENTOS			
	I	II	III	IV
Materia seca	91.45	91.15	87.75	88.61
Humedad	8.55	8.85	12.25	11.39
Proteína cruda	24.32	20.16	17.49	22.77
Extracto etéreo	6.56	7.69	4.90	6.07
Cenizas	6.22	5.59	5.19	6.12
Fibra cruda	2.20	2.10	2.34	2.39
Elementos libres de nitrógeno	52.15	55.61	57.83	51.26
Total de Nutrimientos Digestibles	79.55	81.76	76.24	76.69
Energía Digestible Kcal/Kg	3500.20	3598.32	3354.56	3374.36

<sup>a</sup>Análisis Químico Proximal; Datos en base húmeda; Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica,  
Fac. de Med. Vet. Zoot; U.N.A.M. ; Septiembre de 1988.

## RESULTADOS

La conversión alimenticia de los cerdos se vio mejorada en aquellos tratamientos donde fue sustituido el 20% del soy go de la ración, por los subproductos energéticos. Observándose una diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ) (cuadro No. 8). Mediante la prueba de Tukey se detecto que la mejor conversión fue para el subproducto de avena obteniendo 1.791 seguido por la barredura de maíz con 1.901, pan frío con 1.925 y finalmente el grupo testigo con 2.180. La diferencia en la conversión alimenticia fue de 17.8%, 12.8% y 11.7% respectivamente sobre el testigo.

La eficiencia en la utilización del alimento fue mejor en los cerdos que consumieron los subproductos. Existiendo una diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ) (cuadro No. 9) - Según la prueba de Tukey para eficiencia alimenticia el subproducto de avena ocupó el primer lugar con 0.558 continuando en orden descendente el pan frío con 0.523, la barredura de hojuelas de maíz con 0.515 y finalmente el testigo con 0.461 La ventaja en eficiencia alimenticia fue de, 17.4%, 11.9% y - 10.5% respectivamente sobre el testigo.

En la ganancia diaria de peso promedio se observó que la mejor respuesta fue para el tratamiento que contenía barredura de hojuelas de maíz existiendo una diferencia estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ) (cuadro No. 10) sobre los demás --

tratamientos. Incrementó el 15.9%, 5.32% y 4.04% sobre el testigo, pan frío y subproducto de avena respectivamente.

En el consumo de alimento por día, se observó que el tratamiento con hojuelas de maíz consumió más alimento (1.058 Kg. /animal / día) con un incremento del 6.2% sobre el testigo -- (0.992 Kg. / animal / día) y de 5.9% sobre el pan frío (0.996 Kg. / animal / día), sin embargo el grupo testigo fue superior en 7.3% con respecto al subproducto de avena (0.919 Kg. /animal / día) (cuadro No. 11).

En el análisis económico de la prueba, se observó que el mayor costo por Kg. de alimento correspondió al grupo testigo (\$ 462.1), en segundo lugar la barredura de hojuelas de maíz (\$ 457.64), en tercer lugar al pan frío (\$ 452.5) y por último el subproducto de avena (\$ 449.76). Al obtener el costo de producción por kilogramo de carne de cerdo por concepto de alimentación, el menor costo correspondiente al subproducto de avena (\$ 804.8), el pan frío (\$ 896.7). La barredura de hojuelas de maíz (\$ 890.65) finalmente el testigo (1009.07). Económicamente, resultando 20.2% más económico el subproducto de avena sobre el testigo y de 9.6% y 7.2% para hojuelas de maíz y pan frío respectivamente.

CUADRO No. 8  
 EFECTO DE LA SUSTITUCION DEL 20% DE SORGO POR TRES  
 SUBPRODUCTOS ENERGETICOS EN LA CONVERSION ALIMENTICIA

REPETICION	TRATAMIENTOS			
	I <sup>a</sup>	II <sup>b</sup>	III <sup>b</sup>	IV <sup>b</sup>
1	1.048	1.951	1.861	1.747
2	2.398	1.952	1.990	1.815
3	2.093	1.871	1.851	1.810
MEDIA	2.180	1.925	1.901	1.791

a,b,: Diferente letra en el renglón, diferencia estadística altamente significativa (  $P < 0.01$  ).

CUADRO No. 9

EFECTO DE LA SUSTITUCION DEL 20% DE SORGO POR TRES  
SUBPRODUCTOS ENERGETICOS EN LA EFICIENCIA ALIMENTICIA

REPETICION	TRATAMIENTOS			
	I <sup>a</sup>	II <sup>b</sup>	III <sup>b</sup>	IV <sup>b</sup>
1	0.488	0.513	0.503	0.571
2	0.417	0.512	0.503	0.552
3	0.478	0.544	0.540	0.552
MEDIA	0.461	0.523	0.515	0.558

a,b,: Diferentes letra en el renglón, diferencia estadística altamente significativa ( $P < 0.01$ )

CUADRO No. 10

EFFECTO DE LA SUSTITUCION DEL 20% DE SORGO POR TRES  
SUBPRODUCTOS ENERGETICOS EN LA GANANCIA DIARIA DE PESO.

REPETICION	TRATAMIENTO			
	I <sup>a</sup>	II <sup>a</sup>	III <sup>b</sup>	IV <sup>a</sup>
1	0.458	0.460	0.547	0.523
2	0.405	0.492	0.508	0.573
3	0.510	0.616	0.581	0.552
MEDIA	0.458	0.523	0.545	0.516

a,b,: Diferente letra en el renglón diferencia estadística significativa  
(P <0.05)

CUADRO No. 11

EFFECTO DE LA SUSTITUCION DEL 20% DE SORGO POR TRES  
SUBPRODUCTOS ENERGETICOS EN EL CONSUMO DIARIO DE ALIMENTO

REPETICION	TRATAMIENTOS			
	I	II	III	IV
1	0.938	0.897	1.086	0.914
2	0.971	0.960	1.012	0.846
3	1.066	1.132	1.075	0.998
MEDIA	0.992	0.996	1.058	0.919

## DISCUSION

PAN FRIO: El porcentaje de pan frío incluido en la ración experimental (12.75%) no excedió los límites recomendados por diferentes autores. Palmer y Lowell 1979 (35) recomiendan incluir el 20% de pan frío en raciones para cerdos en iniciación Baker y Juergenson 1979 (5) informan que puede ser sustituido hasta el 50% de maíz de la ración por desperdicio de panadería. Los resultados obtenidos en cuanto a la utilización del pan frío en la alimentación de cerdos en crecimiento son muy parecidos a los reportados por Soriano y Palmer 1977 (38,39,40, 41) quienes sustituyeron el 100% del sorgo por pan frío encontrando que existía una diferencia estadística significativa - ( $P < 0.01$ ) en el consumo de alimento y la ganancia de peso. -- Además de coincidir con los resultados antes mencionados en este estudio se observó un mejoramiento en la conversión y eficiencia alimenticia disminuyendo con esto un 7.2% del costo por concepto de alimentación. El mejor comportamiento obtenido en los cerdos posiblemente fue debido a que en el proceso de elaboración de el pan influye varios factores; entre los cuales se encuentran la alta calidad y valor nutritivo de las materias primas así como el tratamiento térmico, dando como resultado un producto altamente digestible y palatable (10,12, 23,38,40,41,).

SUBPRODUCTO DE AVENA: Los resultados obtenidos coinciden con los reportados por Homb y Matre (1985) (21) quienes reemplazaron 10 al 20% de cebada por avena teniendo un mejor crecimiento y eficiencia alimenticia en cerdos en crecimiento. Myer y colaboradores (1985) (30) al sustituir en diferentes proporciones el maíz de una ración para cerdos en crecimiento por avena sin glumas observó que no existió diferencia significativa para el consumo de alimento, conversión alimenticia y ganancia de peso.

La incorporación del 12.75% del subproducto de avena en la ración de los cerdos no excedió los porcentajes de fibra cruda recomendados para cerdos en crecimiento que puede variar 6-8% (3,4,10,19).

Además de que el porcentaje de inclusión del subproducto también cumplió con las recomendaciones dadas por Escamilla (1982) (14) quien recomienda suministrar la avena a cerdos en crecimiento en no más del 15% de la ración. Así también Palmer y Lowell (1979) (35) recomiendan incluir el 20% de avena en una ración para cerdos en etapa de crecimiento.

Se ha comprobado que la avena descascarillada y finamente molida incrementa notablemente sus propiedades nutritivas, así como su palatabilidad mejorando con esto el consumo de alimento la conversión y la eficiencia alimenticia (6,10,14). La mejor eficiencia y la conversión alimenticia así como el con-

sumo de alimento obtenido en este tratamiento puede ser atribuible a que en el proceso del subproducto de avena este es descascarillado disminuyendo notablemente el porcentaje de fibra cruda aunado a esto el subproducto fue finamente molido y mezclado uniformemente dándonos como resultado una ración con mejores principios digestibles que se reflejan en la respuesta obtenida en los animales.

BARREDURA DE HOJUELAS DE MAÍZ: La respuesta observada en los cerdos que consumieron barredura de hojuelas de maíz en su ración fue muy similar a los obtenidos por Panciroli (1983) (36) que al sustituir la cebada del alimento por maíz termicamente tratado los cerdos mostraron un mejor consumo y una mejor conversión alimenticia. Jordan (1965) (17) al sustituir el maíz de la ración por maíz en copos, observó que los cerdos alimentados con este último mejoraron su eficiencia. Los resultados obtenidos anteriormente no fueron notados por Taylor (1964) (44) donde al someter el maíz a diferentes temperaturas para incluirlo en raciones de cerdos en crecimiento no existió diferencia significativa. Itoh y colaboradores (1986) (22) alimentaron cerdos con maíz rolado y sin rolar observando que la ganancia diaria de peso, el consumo de alimento y la conversión alimenticia no fueron significativamente afectados por el maíz rolado.

Esta comprobado que el maíz al tener un proceso de cocción

adecuado mejora sus cualidades nutritivas reflejándose en una mejor conversión y eficiencia alimenticia (12,20,24) si a este tratamiento térmico se le sumó que la barredura de hojuelas de maíz contiene azúcar y saborizantes artificiales que le dan una mejor palatabilidad contribuyendo a mejorar su consumo dando como consecuencia lo que anteriormente dijimos. Puede notarse que en el análisis bromatológico de la ración en hojuelas de maíz (cuadro No. 8) existen menor porcentaje de proteína, comparado con las otras raciones, esto podría explicar el mayor consumo de alimento para llenar sus necesidades de proteína, que en esta edad es de 18% (33).

## LITERATURA CITADA

- 1- Abrams, D.J.: Nutrición animal y Dietética Veterinaria, 4ª ed. ACRIBIA, Zaragoza España, 1965.
- 2- Aguilar, V.A., Alonso P.F., Bachtold, G.E., Casas, P.V., - Espinoza, M.R. Huerta, R.E. Juárez, G.J. Melendez, G.J. y Mendoza, G.E.: Economía Zootecnia, LIMUSA, México, D.F., - 1986.
- 3- Anónimo.: Esquilmos y Forrajes para Cerdos. Síntesis Porcina, 1 (2): 15 (1982).
- 4- Anónimo.: La Alimentación de los Cerdos. Síntesis Porcina, 3 (7): 6-10 (1984).
- 5- Baker, J. and Juergenson, E.: Approved Practices in Swine - Production, 6<sup>th</sup> ed: The Interstate Printers 7 Publidhers, Danville, Illinois, 1979.
- 6- Carroll, W.E., Krider, J.L. y Andrews, F.N.: Explotación - del Cerdo, 3ª ed. ACRIBIA, Zaragoza España, 1967.
- 7- Cisneros, F.G.: Utilización de fibra por el cerdo. Memorias del segundo Congreso Nacional AMVEC. Mazatlán, Sin. 1984. 31-32. Asociación Mexicana de Veterinarios Especialistas en Cerdos. Mazatlán Sin., (1984).
- 8- Cornett, C.D. Sherrod, L.B., and Albin, R.C.: Effect of - Methods of processing upon digestibility of a new wheat - and cattle. J. Anim. Sci., 32: 716-720 (1971).
- 9- Cullison, E.A.: Alimentos y Alimentación de Animales. --

- DIANA, México, D.F., 1983.
- 10- Cunha, T.J.: Alimentación del Cerdo, ACRIBIA, Zaragoza - España, 1960.
  - 11- Daniel, W.N.: Bioestadística Base para el Análisis de las Ciencias de la Salud, 3ª ed. LIMUSA, México, D.F., 1987.
  - 12- Davila, G.J.: Evaluación de el daño al valor proteico de alimentos empleados en la nutrición animal debido a procesos térmicos, Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 1981.
  - 13- Ensminger, M.E. and Parker, R.O.: Swin Science. (Animal - Agriculture Series), 5<sup>th</sup> ed. Interstate Printers & Publishers, Danville, Illinois, 1984.
  - 14- Escamilla, A.L.: El cerdo su Cría y Esplotación Continental, México, D.F., 1982.
  - 15- Estrada, P.E.: Engorde a sus Cerdos con Escamocha. Sintesis Porcina, 4 (7): 46-51 (1985).
  - 16- Flores, M.A. y Agraz G.A.: Ganado Porcino, Cría Explotación Enfermedades e Industrialización, 3ª ed. LIMUSA, México, D.F., 1981.
  - 17- Flores, M.A.: Bromatología Animal, 3ª ed. LIMUSA, México, D.F., 1983.
  - 18- García, Enriqueta: Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad

Nacional Autónoma de México, México, D.F., 1973.

- 19- Gargallo, J.: Utilización de la fibra por los monogástricos: aspectos microbiológicos. Porciram., 9 (104): -- 31-42 (1984).
- 20- Hatfiel, E.E. and Wilson, W.N.: Effect of drying temperature and heat treatment on the nutritive value of feeds. Gainesville, Florida 1972. 151-170. National Academy of - Sciences, Washington, D.C. (1973).
- 21- Homb, T. Matre, T.: Oat meal for growing - finishing pigs. Anim. Physiol. Anim Nutr., 55: 82-93 (1986).
- 22- Itoh, S. Suzuki, S., Kurihara, and Ikeda, S.: A comparison of feeding effect of rolled-corn and non-treatment control of corn feed on pig growth meat production and meat quality Agric. Sci. Jap., 30 (3): 229-236 (1986). (abstract).
- 23- Johnson, D.E., Matsuchima, J.K. and Knox, K.L. Utilization of flaked v.s. cracked corn by steers with observation on starch modification J. Anim. Sci., 27: 1431-1436 - (1968).
- 24- Jordan, R.M.: Effect of heat - processed flacker corn -- on growth of lambs. J. Anim. Sci., 24: 754-756 (1965).
- 25- López, J.: Sustitución del sorgo por una mezcla de raíces, hojas y peciolos de yuca en dietas para marranas durante la gestación y la lactancia. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de -

- México, México, D.F., 1982.
- 26- Lozado, P.F. y Martínez, V.A.: Programa de Importación del Sector Privado CONASUPO por regiones primer semestre de 1987. Memorias de la Industria Alimenticia Animal de México, 1986-1987. México, D.F., 1987 20 Cámara Nacional de la Industria de Transformación, sección de Alimentos Balanceados, México, D.F., (1987).
- 27- Mayén, M. y Cuarón, A.I.: Desecho de Mercado para Cerdos Síntesis Porcina, 3 (9): 10-12 (1984).
- 28- Mc. Donald, P., Edwards, R.A. and Greenhalgh, J.F.: Animal Nutrition, 3<sup>rd</sup> ed. LOGMAN, New York, 1981.
- 29- Mhen, S.M., Hale, W.H., Theurer, B., Little, M. and Taylor, B.: Effect of dry rolling, fine grinding, steam processing and pressure cooking on digestion of milo ration by steers. J. Anim. Sci., 25: 593 (1966).
- 30- Myer, R.O., Barnett, R.D. and Walker, W.R.: Evaluation of hull-less oats (avena nuda L.) in diets for young swin - Nutr. Rep. Int., 32: 1273-1277 (1985).
- 31- Newell, J.A., Beltranena, E. Ramírez, O. y Flores, H.: - Canola buen Sustituto de la Soya. Síntesis Porcina, 3 - (11): 38-40 (1984)
- 32- Newland, H.W., McGee, W.T., Branaman, G.A. and Blakeslee, L.H.: Effect of heat processing and pelleting corn for - steers and lambs, J. Anim. Sci., 21: 711-715 (1962).

- 33- N.R.C.: Nutrient Requirements of Domestic Animals. No. 2. National Academy of Science, National Research Council, - Washington, D.C., 1979.
- 34- Olivera, N.R.: Aporte del valor nutritivo de un nuevo sub-producto llamado residuo de mantequería de cerdo. Tesis - de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad - Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1982.
- 35- Palmer, H. y Lowell, F.: Energía para cerdos. Compendio In-  
ustria Porcina. Boletín de extensión 1-1065, Julio, Uni-  
versidad del Estado de Michigan, Michigan, 1979.
- 36- Panciroli, G.: Use of treated cereal for feeding pig. --  
Suinicoltura. 24: 19-24 (1983). (Abstract).
- 37- Parrott, J.C., Mehen, S., Hale W.H., Little, M. and Theurer  
B.: Digestibility of dry rolled and steam processed  
flaked barley. J. Anim. Sci., 32: 716-428 (1969).
- 38- Soriano, T.J. y Shimada, S.A.: Residuo de panadería en la  
alimentación de cerdos para abasto. Porcograma, 3 (66):  
39-40 (1974).
- 39- Soriano, T.J. y Shimada, S.A.: Residuo de panadería como  
substituto de sorgo en la alimentación de cerdos para --  
abasto. Memorias del primer Congreso Latinoamericano de -  
Veterinarios Especialistas en Cerdos, México, D.F., 1977.  
52 Asociación Mexicana de Veterinarios Especialistas en  
Cerdos. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochi--

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

milco, D.F., (1977).

- 40- Soriano, T.J. y Shimada, S.A.: Residuo de panadería como sustituto de sorgo en la alimentación de cerdos para abasto. Téc. Pec. Mex., 33: 101-102 (1977).
- 41- Soriano, T.J.: Pan frío en vez de sorgo Síntesis Porcina, 2 (10): 18-19 (1983).
- 42- Shimada, S.A.: Alternativas en la alimentación del cerdo de engorda. Porcivama, 8 (93): 13-23 (1982).
- 43- Snedecor, G.W. and Cochran, W.G.: Statistical Methods, 6th ed. Iowa State University Press, Ames, Iowa, 1971.
- 44- Taylor, M.E., Pickett, R.A. Issaacs, G.N. and Foster, G.: Effects of dried corn on growing finishing swine. J. Anim. Sci., 23: 894 (1964).
- 45- Tejeda, de Hernández Irma, Berruecos, J.M. y Merino, Z.H.: Análisis Bromatológicos de alimentos empleados como ingredientes en nutrición animal. Téc. Pec. Mex., 38: 31-67 (1977).
- 46- Zaragoza, C.A.: Producción de carne de cerdo en base al plátano y melaza a diferentes grados brix. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1982.