

122 Ejemplar.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**EFFECTOS DE LA ALIMENTACION PORCINA CON  
MEZCLAS PROCESADAS DE SOYA,  
SORGO Y MELAZA.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**P R E S E N T A :**

**HECTOR MANUEL LOPEZ PEREZ**

**TESIS DONADA POR  
D. G. E. - UNAM**

**MEXICO, D. F.**

**1981**



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 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.

CONTENIDO

RESUMEN

INTRODUCCION - - - - - 1

OBJETIVOS E IMPORTANCIA - - 4

MATERIAL Y METODOS - - - - - 5

RESULTADOS - - - - - 15

DISCUSION - - - - - 16

CONCLUSIONES - - - - - 18

BIBLIOGRAFIA - - - - - 22

## RESUMEN

En este experimento se evaluaron dietas para cerdos, -- compuestas por soya, melaza y sorgo comparada con una dieta --- comercial, con el objeto de verificar si la fermentación de la soya es un proceso comparable al cocimiento en seco (tostado).

En este caso, no se pretende la sustitución del sorgo - por altos niveles de melaza, sino la adición de melaza como --- agente saborizantes y aglutinante de la harina de soya y sorgo- pero si, a niveles superiores (15%) de los niveles usados en -- alimentos comprimidos en forma de "pellets" (5%).

Se estudió el comportamiento de 4 lotes de 8 animales - con peso promedio inicial de 27 kgs., alimentados con una dieta comercial (lote testigo) y 3 dietas con soya integral como sustituto protéico de tal manera que las dietas utilizadas contuvieran 16, 14 y 13% de protefna para animales en desarrollo, -- crecimiento y finalización, constituyéndose de la siguiente --- manera: Una dieta que contuviera "soya cruda" es decir, soya -- integral molida y mezclada con los demás ingredientes, para --- otra la harina se cocinó en un tambor de 200 lts., manufactura do en forma artesanal y con fuego de leña, llamándosele "soya - tostada", finalmente otra dieta contuvo la "soya fermentada" -- con melaza, inoculada con pequeñas cantidades de heces de cerdo, mediante la fermentación en 3 pasos sucesivos de 5 a 50 y 500 - lts., de melaza diluida a 10°brix y suplementada con pequeñas - cantidades de bicarbonato de sodio (1%) y harina de soya (1%), - ese liquido fue mezclado con harina de soya al 50% (p/v) y se - dejó fermentar en un tanque cerrado por 0 a 6 semanas y a tempe ratura ambiente.

De los resultados obtenidos; las ganancias diarias de - peso promedio del lote testigo fue de 0.800 kg., con una conver sión de 2.90, los del lote de soya cruda fue de 0.406 kg., de - ganancia diaria y una conversión de 4.14 kg., las del lote de - "soya fermentada" fue de 0.487 kgs., de ganancia diaria y 3.8 - su conversión, el lote de "soya tostada" tuvo una ganancia dia- ria de 0.633 kg., con una conversión de 3.22 kg., a pesar de -- estas diferencias, el costo de producción con la dieta comer--- cial comparada con la dieta de "soya tostada", sería inferior - (\$ 14.83 vs. \$ 8.56), debido al menor costo de los ingredientes.

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

La producción porcina en pequeñas granjas, requiere del uso de fuentes baratas de proteína y energía, para suplementar a los granos de cereales que usualmente son la base de sus dietas. Tales dietas no necesitan ser complejas, y de hecho la práctica de suministrar raciones simplificadas, han probado ser más económicas. Aunque dietas más complejas pueden mejorar la tasa de crecimiento, a menudo resultan en mayor costo del alimento, y como consecuencia aumentan los costos de producción (2).

La adición de melaza o miel final de caña, es una práctica común en Cuba en niveles tan altos como el 80 %, suplementada con pasta de soya o levadura (16 y 3). En México, Robles et al (15) han demostrado que la adición de melaza en un 25 % no produce trastornos en el crecimiento del cerdo de abasto. Este ingrediente tiene la ventaja comercial de ser más barato como fuente de energía que los cereales y de poder desplazar granos escasos para el consumo humano o incluso para la producción avícola o lechera que es más eficiente que la porcina, tomando en cuenta solamente el consumo de concentrados.

Preston y Hagelberg (12) consideran que la caña de azúcar puede producir mayor cantidad de carbohidratos disponibles que cualquier otro cultivo en zonas tropicales, sin embargo, su uso en nutrición animal, sólo representa un pequeño porcentaje comparado con los granos y cereales.

El uso potencial de la caña en América Latina, se -- considera favorable, permitiendo dedicar una fracción considerable de los productos derivados del azúcar para la alimentación animal, siendo el rendimiento promedio de la caña de azúcar en estos países, entre 50 y 100 ton/ha. (F.A.O.1972), y considerándose que una tonelada de caña produce aproximadamente 80 a 100 kg., de azúcar y de 25 a 50 kg., de melaza, - observándose la magnitud del rendimiento de este subproducto (Scott 1953; Obando et al, 1969; Zorrilla y Merino 1970).

El cerdo ofrece una situación favorable sobre otras especies (rumiantes y aves), que le permiten mayor flexibilidad para la utilización de subproductos de la caña de azúcar como energía de la dieta, la mejor eficiencia con respecto a rumiantes, para convertir azúcares simples en carne y grasa animal, y por otra parte, la dificultad que se presenta en - aves como consecuencia del efecto laxante que produce el --- azúcar crudo y la melaza final; sitúan al cerdo en posición ventajosa para el aprovechamiento de niveles altos de estos productos en raciones concentradas (1).

Waldroup, Noland y Daniels (20, 19, 14 y 6), han --- indicado que en muchos casos es más rentable para el productor agropecuario, destinar la soya en grano para la elaboración de alimentos pecuarios que comprar pasta de soya desagradada. Los trabajos prácticos de la Universidad de Arkansas - (18), han indicado que el simple proceso de cocción seca del grano entero, puede transformar la soya en una fuente de --- proteína y energía de buena calidad para la producción porcina.

Trabajos recientes han indicado (4, 9 y 5) que la fermentación tipo oriental de la soya cocida, incrementa su valor como nutriente para aves y otras especies, debido a la proliferación microbiana y la proteólisis del medio de cultivo, ocasionados por la fermentación láctica (5, 11, 21 y 10).

Sobre las investigaciones anteriormente expuestas, se consideró conveniente establecer pruebas de experimentación que contemplaran la utilización de estos ingredientes en la elaboración de dietas para cerdos, mismas a las que se refiere el presente trabajo.

## CAPITULO II

## OBJETIVOS

En este trabajo se investigaron los posibles métodos -- rústicos de procesamiento de soya integral, para suplementar alimentos porcinos a base de sorgo y melaza, como fuentes -- principales de energía y proteína, en base a un estudio socioeconómico de una granja rural del Estado de Morelos, que es una zona campesina minifundista, con producción de azúcar y sorgo y condiciones favorables para el cultivo de soya. Se procuró diseñar dos procesos, el tostado con leña y la fermentación láctica, que pudieran implementarse con recursos -- locales de mano de obra y equipo.

## IMPORTANCIA

A nivel nacional, se puede calcular que la sustitución -- por melaza en un 20% del grano en las dietas de los porcinos ahorraría la importación de 400,000 toneladas de grano que -- se han consumido como concentrados de la alimentación animal, este problema es de gran importancia, ya que México ha estado exportando más de 600,000 toneladas de ese subproducto -- azucarero (8), e importado 2 millones de toneladas de grano -- en 1977 (datos de Albamex y Secretaría de Programación y Presupuesto). A nivel local, el abaratamiento de los costos ---- alimentarios de la porcicultura, facilitaría la diversificación de la economía rural, mediante la transformación de --- excedentes agrícola en productos pecuarios de mayor valor -- comercial, pero sin la necesidad de utilizar torta de soya -- de alto costo y difícil compra para pequeñas granjas rurales.

## CAPITULO III

## MATERIAL Y METODOS.

- 1.- Harina de soya integral.
- 2.- Sorgo molido.
- 3.- Melaza.
- 4.- Premezcla de minerales y vitaminas.
- 5.- Cuatro locales para cerdos.
- 6.- Molino de discos marca "Arromex" con motor eléctrico de --  
1 H. P. (115 v).
- 7.- Molino de martillos
- 8.- Revolvedora para alimentos balanceados con capacidad de --  
500 kgs.
- 9.- Almacén para alimentos.
- 10.-Cuatro comederos automáticos de media tonelada con seis --  
bocas.
- 11.-Cuatro bebederos automáticos.
- 12.-Un tanque de asbesto con capacidad para 1,100 litros.
- 13.-Tres recipientes de lámina de 200 litros.
- 14.-Báscula para media tonelada.
- 15.-Balanza granataria marca Ohaus con capacidad de 1600 g.
- 17.-Cuatro desecadores de asbesto.
- 18.-Un desecador de vidrio.
- 19.-32 cerdos de la Híbridos York por Landrace.

## REACTIVOS

- 1.- Acido clorhídrico 0,1 M.
- 2.- Acido sulfúrico concentrado.

- 3.- Rojo de metilo al 1 %
  - 4.- Fenolftaleína al 1 %
  - 5.- Hidróxido de sodio al 50 %
  - 6.- Urea.
  - 7.- Hidróxido de sodio 0.1 N.
  - 8.- Agua destilada.
  - 9.- Mezcla catalizadora para la determinación de proteína ----  
(Kjeldahl).
- Composición:
- a) Sulfato de potasio
  - b) Sulfato de cobre.
  - c) Óxido de selenio.
- 10.- Bicarbonato de sodio.

#### APARATOS

- 1.- Balanza analítica.
- 2.- Baño maría.
- 3.- Termopar.
- 4.- Termómetro de 150°C.
- 5.- Cromatógrafo de gases.
- 6.- Parrilla de digestión.
- 7.- Estufa de secado.
- 8.- Bomba de vacío.
- 9.- Potenciómetro.
- 10.- Tostador de granos.

Nota: Todo lo necesario para la realización de este trabajo fue proporcionado por el Departamento de Biotecnología de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad-Iztapalapa y el Departamento de Producción Porcina de la F.M.V.Z. (UNAM).

## METODOS

## 1.- Procesamiento de la soya.

Los granos de soya se obtuvieron en los mercados de la -- ciudad de México, sin tener datos sobre el origen y variedad, -- un análisis porcentual de esta materia prima demostró tener -- 39.7% de protefna (N x 6.25), 17.14% de grasa, 4.33% de fibra -- cruda, 4.03% de cenizas, 23.8% de E.L.N. y 84.11% de T.N.D., -- los granos fueron quebrados en forma gruesa con un molino de -- discos y la cascarilla o cutfcula fue eliminada por medio del -- viento (cuadro I).

Una fracción fue molida hasta obtener una harina de apro -- ximadamente 20 mallas y se le llamó SOYA CRUDA;

Otra fracción fue cocida por 30 minutos en un tambor de -- hierro con un eje y manivela sobre un horno de leña, similar a -- los tostadores rústicos de cacahuete (manf).

El punto de cocimiento se identificó por el cambio de --- color de amarillo a amarillo obscuro y sabor caracterfstico de -- soya cocida. Diversas pruebas de laboratorio, demostraron que -- ese nivel de cocción correspondfa a un descenso marcado de la -- ureasa, hasta cerca de 5 unidades y que era difícil de reprodu -- cir niveles inferiores de esa enzima, por el riesgo de cocción -- excesiva en esas condiciones de procesamiento. Esta fracción -- fue molida y se denominó SOYA TOSTADA.

Finalmente se prepararon dos lotes de soya fermentada, -- que consistieron en la fermentación de una mezcla de soya cru -- da 300 kg. de soya y un mosto agrio a base de 300 l. de una -- solución de melaza (30 kg.), soya cruda 10 kg. y bicarbonato -- de sodio 10 kg. previamente inoculado con 10 kg., de heces por

cinas. Este mosto agrio fue estudiado con anterioridad en el laboratorio y contenía gran número de bacterias lácticas, ya que al final se lograban concentraciones entre 1 y 2 % de ácido láctico y bajas cuentas de bacterias coliformes (datos inéditos de Guadalupe Fernández y G. Viniegra). La mezcla de fermentación se dejó reposar por un mes en un tanque de asbesto de 1,100 l., recubierto interiormente por una tela de plástico. Al final de la fermentación, se secó al sol y fue molida denominándosele SOYA FERMENTADA.

### 2.- Elaboración de las dietas.

Se elaboraron 3 dietas con distintos niveles de proteína, mediante la variación de la proporción de soya (Cuadro III), se contó con otras dietas comerciales que normalmente se indicaban con 16, 14 y 13 % de proteína, para crecimiento, desarrollo y finalización, respectivamente.

### 3.- Experimento nutricional.

Se separaron cuatro lotes de ocho cerdos cada uno, de la raza York por Landrace con pesos promedios cercanos a 27 kg., y coeficiente de variación cercano a 22 % (Cuadro II), cada lote fue alojado en un corral provisto de comederos y bebederos automáticos y se le suministró una de las dietas mediante el llenado semanal del comedero correspondiente. Cada 8 días se llevaron a cabo las pesadas individuales de los animales y se registró el peso del residuo alimentario de cada comedero.

CUADRO I

ANALISIS PROXIMAL DE LA MATERIA PRIMA

	MATERIA SECA	PROTEINA CRUDA	ELEMENTOS LIBRES DE NITROGENO	EXTRACTO ETEREO	FIBRA CRUDA
SORGO	88	9.56	72.24	2.5	1.7
SOYA	89	39.7	23.8	17.14	4.03
MELAZA	75	2.4	64.2	0.1	--

CUADRO II

ANALISIS PROXIMAL PROMEDIO DE LAS DIETAS ELABORADAS A PARTIR  
DE SOYA (TOSTADA, FERMENTADA Y CRUDA)

DIETAS	MATERIA SECA	PROTEINA CRUDA	ELEMENTOS LIBRES DE NITROGENO	EXTRACTO ETereo	FIBRA CRUDA	CENIZAS
I DESARROLLO	86.32	16.3	57.53	6.07	2.30	4.12
II CRECIMIENTO	86.26	14.39	60.68	5.13	2.13	3.93
III FINALIZACION	86.22	13.14	62.38	4.78	2.036	3.80

CUADRO III

FORMULACION DE LAS DIETAS  
EXPERIMENTALES A BASE DE SOYA, SORGO Y MELAZA

<u>INGREDIENTES</u>	<u>RACION I</u> DESARROLLO	<u>RACION II</u> CRECIMIENTO	<u>RACION III</u> FINALIZADO
SORGO	53.5 %	60 %	63.5 %
SOYA	27.5	21	17.5
MELAZA	15	15	15
MINERALES Y VITAMINAS	4 -----	4 -----	4 -----
T O T A L	100	100	100

#### 4.- Cálculos

Con los datos de incremento ponderables y de consumo ---- aparente promedio, se calcularon los siguientes índices: ganancia diaria, consumo diario y conversión alimenticia (consumo/-ganancia) todas en base al número de animales sobrevivientes.

#### 5.- Análisis proximal del alimento.

Se determinaron los porcentajes de humedad relativa, cenizas, nitrógeno por Kjeldahl, fibra cruda, grasa y extracto --- etéreo no nitrogenado (por diferencia).

A.- Determinación de la humedad relativa: se pesan de 3 a 5 g. de muestra y se colocan en la estufa a 100°C --- durante 24 hrs., se determina la humedad por diferencia de peso.

B.- Determinación de cenizas: Un crisol de asbesto se pone a peso constante, se le agrega 1 g. de muestra y se coloca en un triángulo también de asbesto y se le calienta con un mechero hasta que la muestra queda -- carbonizada, en seguida se pone en una estufa a 800°C durante 3 horas, después de este tiempo se introduce en un desecador durante media hora, al retirarse de - éste, se pesa en una balanza analítica.

C.- Determinación de nitrógeno por Kjeldahl: Este método consta de 3 pasos:

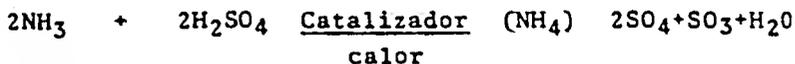
1.- Digestión.- Se basa en la transformación de las sustancias nitrogenadas en sulfato de amonio por la adición de ácido sulfúrico concentrado. Se pesan de 0.5- a 1 g., de muestra catalizadora y perlas de vidrio -- para controlar la ebullición. Se colocan el matraz en

la parrilla de digestión del aparato y se digiere hasta que la solución sea totalmente transparente y no queden partículas de carbón en el matraz; el tiempo empleado depende de la naturaleza de la muestra.

- 2.- Destilación.- La solución sulfúrica se enfria con 400 ml. de agua destilada fría, agregándola por las paredes del matraz, se deja enfriar nuevamente y se añaden de 3 a 5 gotas de fenolftaleína, se agregan cuidadosamente por estratificación 80 ml., de una solución concentrada de hidróxido de sodio al 50% (es importante que el matraz y la sosa estén fríos). La cantidad de sosa debe ser suficiente para neutralizar el ácido sulfúrico y queda un exceso de 20% más o menos, lo cual nos detectó la fenolftaleína, (75 ml. son suficientes) Se conecta el matraz inmediatamente al sistema de destilación que consta del propio matraz, una bolsa de Kjeldahl, un refrigerante recto que posee una alargadera la cual va introducida a un matraz que contiene 25 ml. de ácido clorhídrico 0.1 N. - adicionando 5 gotas de indicador de rojo de metilo al 1%. Destilar un volumen de 300 ml. aproximadamente.
- 3.- Titulación.- Se titula el exceso de ácido sulfúrico con solución valorada de hidróxido de sodio, 0.1 N, hasta que vire el indicador.

## REACCIONES

## A.- Digestión:



El  $\text{K}_2\text{SO}_4$  eleva el punto de ebullición como se ve a continuación:



Catalisis:



El óxido de selenio en polvo, interviene en la destilación en medio alcalino, evita la ebullición brusca por el desprendimiento de hidrógeno.

## B.- Destilación:



## C.- Titulación:



D.- Grasa cruda o extracto etéreo. Se pesan 5 g. de muestra finamente molida, se colocan en un cartucho de papel filtro previamente pesado, en el que

se anotarán la identificación de la muestra. Este --- cartucho se introduce en el embudo de cristal y se -- coloca en el aparato de destilación en el vaso espe-- cial verter más o menos la tercera parte del éter, -- calentar a una temperatura media. La duración de la - extracción deberá ser de aproximadamente 4 hrs. (dura-- ción uniforme para todos los análisis).

Desechar el cartucho primero a baja temperatura (evapo-- ración de éther); después en el horno a 100°C (evapo-- ración de agua).

Colocar en la campana de desecación y pesar. Repetir-- la desecación en el horno y las pesadas, hasta obte-- ner dos pesadas sucesivas iguales.

E.- Cálculos.- El peso total del cartucho más los 5 gramos originales de la muestra, restarles el peso obtenido-- después de las cuatro horas de extracción, dividir la diferencia entre 5 y multiplicarlo por el porcentaje-- de materia seca, y el resultado será el porcentaje de grasa cruda.

F.- Fibra cruda.- Pesar 2 g. de materia seca desgrasada, - colocarlos en un vaso de 600 ml. agregar 200 ml. de - solución de ácido sulfúrico al 1.25 % y agitar, adap-- tar el vaso al aparato y calentar el contenido hasta-- la ebullición, dejar hervir durante 30 min. exactamen-- te. Apagar la parrilla y desconectar el vaso del con-- densador y dejar enfriar; filtrar empleando una roda-- ja de papel filtro sobre el embudo Buchner adaptar a-- un matraz de filtración conectado a un aparato de ---

vacío lavando con agua destilada hasta la reacción --  
neutra del residuo del papel tornasol azul.

Colocar el papel con el residuo en un embudo amplio, -  
dispuesto sobre el mismo vaso de 600 ml., y arrastrar  
la mayor parte del residuo por medio de una espátula.

Medir 200 ml., de la solución caliente de hidróxido -  
de sodio al 1.25 % y arrastrar con el chorro las ----  
partículas de forraje adheridas al papel filtro, ca--  
lentar el contenido del vaso hasta la ebullición, ---  
dejar hervir durante 30 min. exactamente.

Apagar la parrilla, desconectar el vaso del condensa-  
dor y dejarlo enfriar, filtrar en una rodaja de papel  
filtro previamente pesada y numerada para identifica-  
ción. Colocarlo sobre un aparato de vacío, lavando --  
con agua destilada hasta la reacción neutra del resi-  
duo del papel tornasol rojo. Todo el residuo neutro--  
debe de quedar en la rodaja del papel filtro, despen-  
der cuidadosamente la rodaja y poner en una cápsula -  
de porcelana, desecarla en el horno a 100°C, dejarla-  
enfriar en la campana de destilación.

Pesar la rodaja con el residuo y restarle el peso de-  
la rodaja.

Cálculos: Dividir la diferencia entre los dos y multi-  
plicarlo por la materia seca, a la cual se le ha res-  
tado la suma del porcentaje de grasa, más el porcenta-  
je de cenizas; el resultado final es el % de fibra -  
cruda.

### 3.- Análisis Estadístico.

Para determinar las diferencias estadísticas de aumento de peso, entre los grupos analizados. se utilizó la prueba de "t" (22), siendo analizados los siguientes grupos:

GRUPOS	TAMAÑO DE LA MUESTRA	MEDIAS		DESVIACION STANDARD	
		X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	1	2
A) SOYA CRUDO	n 8	27.062-62.188		6.10 ±	17.78 ±
B) SOYA FERMENTADO	8	26.88-71.250		4.46 ±	12.91 ±
C) ALIMENTO COMERCIAL *	8	27.130-99.063		5.81 ±	9.94 ±
D) SOYA TOSTADO	6	25.670-85.750		7.03 ±	16.23 ±

Se tomó como grupo testigo

Fórmula:

$$t = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

Las diferencias estadísticamente significativas, deberán estar acordes a las especificaciones que se marcan para la prueba de "t" tales son:

P	0.01	n = 8	t	2,998
P	0.05	n = 8	t	1,895
P	0.01	n = 6	t	3,365
P	0.05	n = 6	t	2,015

## CAPITULO IV

## RESULTADOS

Los resultados de este estudio se presentan en los cuadros Nos. I al IX.

Estos resultados incluyen los datos bromatológicos de las 3 dietas utilizadas en la alimentación de los cerdos, así como las materias primas de que estaban compuestas.

Los cuadros IV y V muestran los promedios de peso inicial y final y las ganancias de peso diario promedio.

Los cuadros incluidos del VIII al X muestran el análisis de costos por concepto de materia prima en cada uno de los tratamientos, utilizando los precios corrientes de garantía al momento del estudio (abril de 1978).

## CAPITULO V

## DISCUSION

## Cambios Ponderables.

El cuadro V muestra que el lote con alimento comercial -- logró en 91 días. un promedio ponderable claramente superior a los otros lotes ( $99.06 \pm 9.94$  Kg.) y que los peores fueron - los lotes de cerdos alimentados con las raciones que contenían soya cruda y fermentada como sustituto proteico ( $62.19 \pm 17.78$  y  $71.25 \pm 12.91$  Kg., respectivamente). El lote al cual se le - suplementó la dieta con soya tostada, obtuvo un promedio intermedio de  $85.75 \pm 10.24$  Kg., las pequeñas diferencias (12.7 %), que se obtuvieron con el suplemento de soya fermentada, sobre la soya cruda no fueron significativas estadísticamente - - - (P 0.01) Cuadro IV, en cambio si lo fueron las diferencias - entre soya tostada y soya cruda, alimento comercial y soya cruda, alimento comercial y soya fermentada. Es de hacerse notar que los coeficientes de variación se encontraron en función -- inversa al peso final, pues fueron de: 10.0, 28.6, 18.1, y --- 11.9 % para; alimento comercial, soya cruda, soya fermentada y soya tostada.

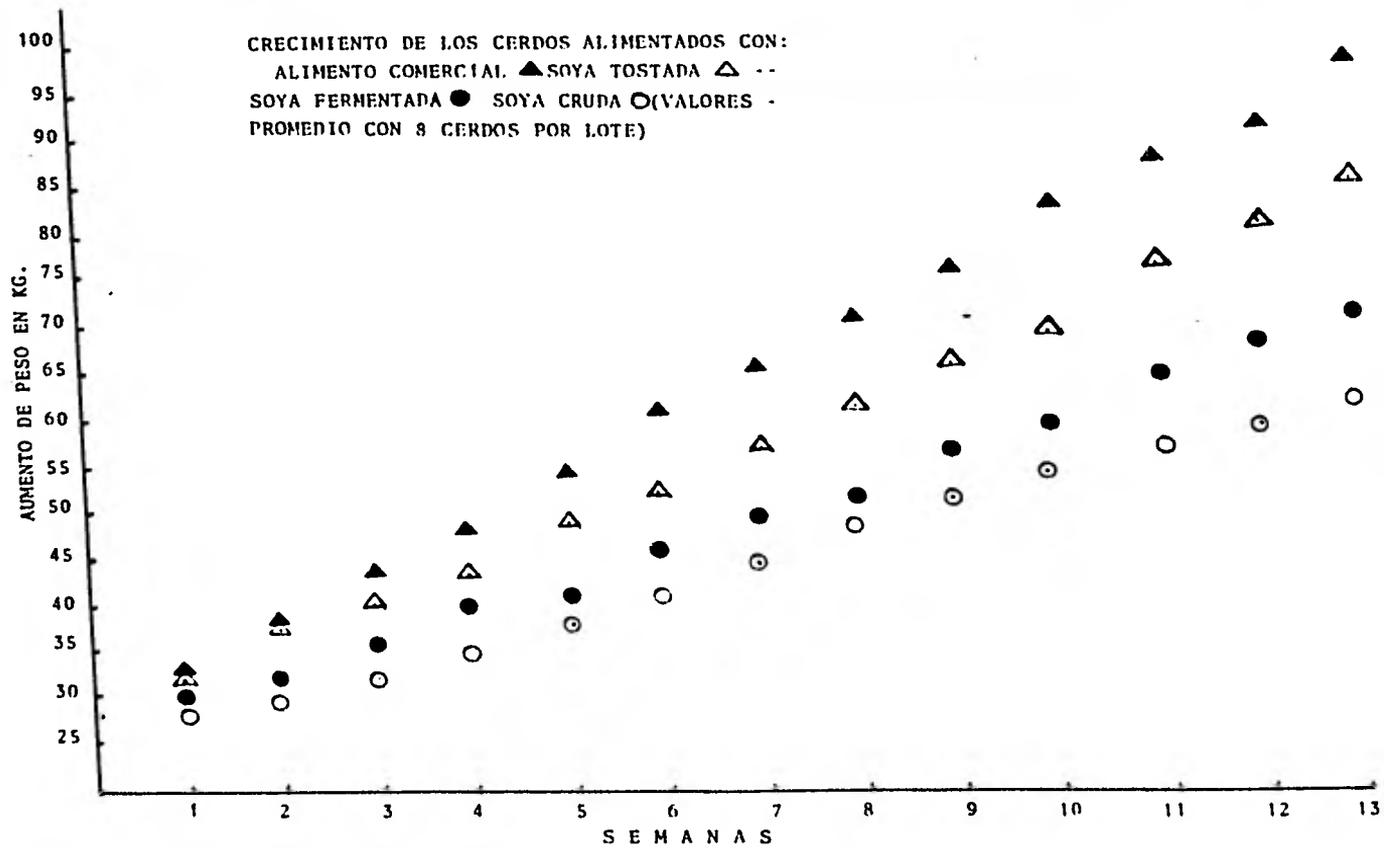
## Ganancia ponderal.

En el cuadro V se indican las ganancias ponderales diarias ajustadas en base a los promedios semanales por medio de una correlación lineal del peso contra el tiempo. Claramente - se observa una gran superioridad del alimento comercial (0.800 Kg. diarios), sobre el nivel de la soya cruda y fermentada --- (0.410 y 0.487 Kg. diarios, respectivamente) la soya tostada - tuvo una ganancia diaria intermedia de 0.630 Kg/día), que representa el 79 % de la ganancia del lote con alimento comer---

CUADRO VI

PESOS DE CERDOS ALIMENTADOS CON SOYA PROCESADA, SORGO Y MELAZA

LOTE	NUMERO	PESO INICIAL (Promedio kg)	PESO FINAL (Promedio kg)
ALIMENTO COMERCIAL	8	27.12 ± 5.80 <sup>a</sup>	99.06 ± 9.94 <sup>b</sup>
SOYA CRUDA	8	27.06 ± 6.10 <sup>a</sup>	62.19 ± 17.78
SOYA FERMENTADA	8	26.88 ± 4.46	71.250 ± 12.78
SOYA TOSTADA	6	25.67 ± 7.03	85.75 ± 10.24



CUADRO IV

SIGNIFICANCIA ESTADISTICA COMPARATIVA DE LOS GRUPOS

COMUNICACIONES	RESULTADOS DE LA PRUEBA.	ESPECIFICACIONES			
tAB	1.170	P	0.01	t	2.998
		P	0.05	t	1.895
tAC	5,120 ****	P	0.01	t	2.998
		P	0.05	t	1.895
tAD	2.5798 **	P	0.01	t	3.365
		P	0.05	t	2.015
tBC	4,820 ***	P	0.01	t	2.998
		P	0.05	t	1.895
tBD	1.802	P	0.01	t	3.365
		P	0.05	t	2.015
tCD	1.725	P	0.01	t	3.365
		P	0.05	t	2.015

tAB = Soya crudo & soya fermentado  
 tAC = Soya crudo & Alimento comercial  
 tAD = Soya crudo & soya tostado  
 tBC = Soya fermentado & A. comercial  
 tBD = Soya fermentado & soya tostado  
 tCD = A. Comercial & soya tostado.

CUADRO V

CUADRO DE GANANCIA DIARIA Y CONVERSION ALIMENTICIA

LOTE	GANANCIA DIARIA	RELACION EN %	CONVERSION	RELACION %
ALIMENTO COMERCIAL	0.800 kg.	100 %	2.90	100 %
SOYA CRUDA	0.410	51 %	4.14	69 %
SOYA FERMENTADA	0.487	62	3.80	75 %
SOYA TOSTADA	0.630	79 %	3.22	90 %

cial. A comparación del nivel de ganancia de 51% de la soya - cruda con respecto al alimento comercial.

#### Consumo de alimento.

De manera similar a los índices anteriores, los consumos fueron superiores para el lote con alimento comercial (2.32 - Kg/día = 100 %), intermedio para el lote alimentado con soya-tostada (2.04 Kg/día = 88 %), y más bajo para los lotes alimentados con los suplementos soya cruda y fermentada (1.68 y 1.89 Kg/día, 72 y 81 % respectivamente).

#### Conversión alimentaria.

Como una consecuencia de los datos anteriores, el cuadro V también muestra una mejor conversión alimenticia para el -- alimento comercial (2.90 : 1) intermedia para la soya tostada (3.22 : 1), y menos buena para la soya cruda y fermentada --- (4.14 : 1 y 3.80 : 1), si medimos la eficiencia como el inverso de la conversión y los expresamos porcentualmente, tendremos la eficiencia de: 0.345, 0.310, 0.240 y 0.260 que representarian porcentualmente: 100, 90, 69 y 75 % para el alimento comercial, la soya tostada, cruda y fermentada, respectivamente.

## CAPITULO VI

## CONCLUSIONES

Los malos resultados productivos de la dieta con soya --- cruda, fueron los esperados por la presencia de factores anti-nutricionales muy bien conocidos como: la hemaglutinina y el - inhibidor de la tripsina (13) y se parecen a los resultados -- obtenidos en Arkansas (Cuadro X). Los pobres resultados con -- soya fermentada indican que este proceso por ser sin cocción - previa, no permite eliminar los factores antinutricionales de esta leguminosa y por tanto no debe llevarse a cabo sin trata- miento térmico.

La fermentación láctica mesofílica se considera benéfica- por la síntesis de aminoácidos y la proteólisis llevada a cabo mediante el metabolismo de las bacterias lácticas. Consideran- do esta acción, se contempla la posibilidad de mejorar este -- método mediante la adición de una fuente de calor durante las- primeras horas de fermentación, de esta manera, el calor y la- acidificación actuarían en forma conjunta para eliminar los -- factores antinutricionales.

Los resultados intermedios con soya tostada que en térmi- nos de consumo alimentario y conversión, fueron de un 90 % con respecto al alimento comercial de referencia, nos indican que- a pesar de lo rústico del tratamiento de tostado con leña, se- logran eliminar casi en forma completa, los factores antinutri- cionales, sin embargo, es factible que en este experimento las diferencias entre el alimento con soya tostada y el alimento - comercial pudieran deberse a otros factores extrínsecos a la -

soya como son: mayor nivel de melaza y la escasez principal de aminoácidos esenciales como metionina y triptofano, que se encuentran mejor balanceados en dietas comerciales, en donde se suministran aminoácidos sintéticos y harinas de origen animal.

Para los pequeños porcicultores las alternativas serían comprar pequeñas cantidades de alimento comercial bien balanceado, que usualmente tiene un alto costo; o preparar con ingredientes locales, alimentos con balance nutricional subóptimo. Cuando los costos de mano de obra familiar no están incluidos en la operación de una granja, el índice principal sería la conversión alimenticia. En este caso bastaría que el costo promedio del alimento local a base de soya, sorgo y melaza fuese inferior en un 40 % al costo del alimento comercial, para que resultase más atractiva la autosuficiencia que la compra de alimentos balanceados.

Cálculos preliminares, indican que el costo de los ingredientes de una dieta con 16 % de proteína a base de soya (27 %), sorgo (54 %) y mezcla comercial de minerales y vitaminas (4%), generalmente cuesta menos del 50% de la dieta comercial usada en este experimento (Cuadros VII al X) si se toman como base los precios oficiales de esos ingredientes. En esas proporciones, se podría pensar en la autosuficiencia local de soya y sorgo a base del cultivo rotatorio de esta leguminosa con el cereal en áreas de cultivo de 1/3 y 2/3 ha, respectivamente.

Tomando como base un rendimiento cercano a dos toneladas por hectárea de grano que es usual en Morelos y con la

CUADRO VII

RESULTADOS OBTENIDOS EN LA UNIVERSIDAD DE ARKANSAS

Fuente de Protefna:	Experimento 1		Experimento 2			Experimento 3		
	TS	FST	TS	FST	TS	TS	FST	
Fuente de Grano:	+ milo 8% de aceite		+ maiz 5% aceite			+ maiz 5% aceite		
Promedio de peso inicial (Kg)	13.6	13.6	18.6	19.1	19.1	32.3	32.7	32.7
Promedio de peso final (Kg)	25.5	25.5	90.9	92.3	90.0	89.5	88.6	91.4
Promedio de aumento diario (gr)	509	505	764	786	732	841	836	814
Alimento/aumento	1.80	1.90	3.10	2.87	3.03	3.26	3.10	3.14
Largo de canales (cm)	--	--	75.7	75.2	76.2	--	--	--
Grasa de lomo de canales (cm)	--	--	3.76	3.61	3.76	--	--	--

TS = Torta de soya extraída por solvente (49 % de protefna).

FST = Frijoles de soya tostados (Roast-A-Tron.).

P.W. Waldroup P.R. Noland y I.B. Daniels Depto. de Ciencia Animal Universidad de Arkansas Fayette - Ville, Arkansas, U.S.A. 72701.

CUADRO VIII

ANALISIS DE COSTOS POR CONCEPTO DE MATERIA PRIMA PARA  
CERDOS EN CRECIMIENTO

MATERIA PRIMA	COSTO UNITARIO POR KILOGRAMO	PORCENTAJE EN LA RACION	COTO TOTAL POR CIENTO
SORGO	\$ 2.03	60 Kg.	\$ 121.60
SOYA	5.50	21	115.50
MELAZA	0.65	15	9.75
MINERALES Y VITAMINAS	3.95	4	15.80
		100	262.85

CUADRO IX

ANALISIS DE COSTOS POR CONCEPTO DE MATERIA PRIMA PARA  
CERDOS EN FINALIZACION

MATERIA PRIMA	COSTO UNITARIO POR KILOGRAMO	POR CIENTO EN LA RACION	COSTO TOTAL POR CIENTO
ORGO	\$ 2.03	63.5 Kg.	\$ 128.90
OYA	5.50	17.5	96.25
ELAZA	0.65	15.0	9.75
NERALES Y TAMINAS	3.95	4.0	15.80
		100	250.70

CUADRO X

COSTO DE LOS ALIMENTOS

CONCEPTO	COSTO DE ALIMENTO PARA DESARROLLO	COSTO DE ALIMENTO ELABORADO PARA CRECIMIENTO	COSTO DE ALIMENTO PARA FINALIZACION	PROMEDIO	PROMEDIO PORCIENTO
ALIMENTO COMERCIAL	\$ 5.34	\$ 5.10	\$ 4.97	\$ 5.14	100
ALIMENTO ELABORADO PARA ESTUDIO*	2.85	2.63	2.51	2.66	51.75
DIFERENCIA	2.49	2.47	2.46	2.48	48.25

\* Por concepto de materia prima, considerando los precios de garantía (abril de 1978).

conversión de la soya tostada aquí descrita (3.22 : 1), -- podemos calcular que en una hectárea de soya y sorgo, comprando melaza y minerales se tendría suficiente alimento -- para 7 a 8 lechones lo cual es compatible con la produc-- ción familiar de cerdos, en base a una lechigada por hectárea como la melaza y premezclas de minerales y vitaminas -- sólo representan el 7 % del valor nominal de los ingredien-- tes, creemos que este sistema ofrece atractivos para la -- cría familiar de cerdos en regiones campesinas subtropica-- les.

Para granjas cooperativas o comerciales de mayor ---- volumen probablemente resulte más atractivo el uso de equi-- po moderno de cocción seca con gas, en donde se puede regu-- lar más precisamente la calidad de la soya tostada, median-- te el ajuste cuidadoso de la temperatura y el tiempo de -- contacto con el gas caliente (6 y 18). Aún en ese caso, -- parece resultar más atractivo el uso de la soya integral - tostada en la porcicultura, en vez de vender la soya y --- comprar pasta desgrasada, según lo indican las fórmulas de cálculo de costo de oportunidad propuestas por Waldroup et-- al (1973).

Una consecuencia práctica de este estudio es que es - técnicamente (y quizá económicamente ) viable promover el-- uso pecuario de la soya tostada en grano y de esta manera, incrementar los incentivos para la amplificación de la produc-- ción de esta leguminosa, aún en regiones donde no existen-- fábricas de aceite, ya que la transformación de mezclas de sorgo, soya y melaza en carne de porcino, le dan un mayor-

valor comercial a la producción primaria en relación con el valor de venta directa de los productos agrícolas.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Buitrago A, J. Clawson, G. Gómez e I. Jiménez (1975)  
" Niveles altos de melaza y azúcar de caña como reemplazo al maíz en dietas para cerdos en crecimiento y acabado"  
V Reunión Latinoamericana de Producción Animal.  
Maracay, Venezuela.
- 2.- Bushman D. H. (1978).  
" Claves para reducir el costo de alimentación"  
Asociación Americana de Soya, México.
- 3.- Buitrago J., Maner R., J. H. Portela, I. Jiménez y G. Gómez (1975).  
" Utilización de melaza y torta de algodón como única fuente de energía y proteína en dietas para cerdos en crecimiento y engorda".
- 4.- Chah C. C., Carlson C. W., Semeniuk G. Palmer I. S. y Heseltine C. W. (1975).  
" Growth promoting effects of fermented soybeans for broilers".  
Poultry Sci. 54:600 - 609.
- 5.- Djiens K. S., y Heseltine C. W., (1975).  
" Indonesian fermented foods"  
Soybeans Digest.  
4051:14 - 15
- 6.- Daniels L.B., Cantrell S. E., y Hursby Q. (1973).  
"Digestibility and growth on ration containing processed soybeans".  
J. Dairy Sci. 56: 824.
- 7.- E. Kakade, Hoffad M. L. y Liner I.E. (1973).  
" Contribution of trypsin inhibitors to the deleterious effects unheated soybeans feed to rats".  
Biological Abstracts.  
103: 1772-1778
- 8.- Estadísticas Azucareras ciclos 1970 a 1977.  
Comisión Nacional Azucarera.
- 9.- H. Chen Linda, Packett I.V., y Yun I.  
" Tissues antioxidant effect of ocean hake fish and fermented soybean (temph), as protein sources in rats"

J. of Nutrition, 102:181-186.

- 10.- Hardy Clara y Elias A. (1975).  
"Características fermentativas de una mezcla de --  
excreta de bovino, miel final y forrage deshidrata  
do".  
Revista Cubana de Ciencias Agrícolas. 9:68-75.
  
- 11.- Heseltine C. W., Smith M. y Wang H. L.  
"Developments in industrial microbiology"  
8:179-186.
  
- 12.- Preston T. R. y G. B; Hagelberg. (1967).  
"Turning sugar into meat."  
New Scientist. 5:31.
  
- 13.- Liner I. E. (1955).  
"The Photometric determination of the hemablutining  
activity of soyin, crude soybean extracts.  
Arch Biochem, Biophysic 54: 223-231.
  
- 14.- Noland P. R., Gaugus C.A., Sharp R. N. y Johnson --  
Z.B. (1970).  
"Feeding drycooked soybean to pigs."  
Arkansas farm Research 19:6-8.
  
- 15.- Robles A., Ortiz E., Samour J. y Shimada A. (1974).  
"Melaza con inhibidores de la fermentación alcohóli  
ca, como alimento para cerdos".  
Técnica pecuaria 12: 20-23.
  
- 16.- Velázquez M., y Preston T.R. (1970).  
Digestible and metabolizable energy for pigs of ---  
diets of high test molases or final molasses an --  
sugar.  
J. of Animal Sci. 29:578.
  
- 17.- Velázquez M., y Preston T.R. (1970).  
"Miel rica y miel integral como fuente de energía --  
para puercos en crecimiento."  
Revista Cubana de Ciencias Agrícolas. 4:61
  
- 18.- Waldroup P. W. (1976).  
"Frijoles de Soya enteros un alimento potencial ---  
para el ganado"  
Asociación Americana de soya/México. A.N.  
Folleto Núm. 1.

- 19.- Waldroup P. W. y Hazan K.R. (1973).  
"Feeding Laying Hens cooked soybeans".  
Arkansas Farm Research. 19: 18-22
- 20.- Waldroup P.W., Sloan D.R., y Devenport R.F. (1969).  
"The use raw and extruded soybeans in layer diets".  
Poultry Sci. 43: 605-612.
- 21.- Wilkinson J.F. y Rose A.H. (1963).  
"Fermented processes",  
Biochemistry of Industrial Microorganisms.  
Chapter II.
- 22.- Yamane Taro.  
"Statistics and introductory Analysis"  
Second Edition, Ed. Harper Int. Edition & Row - - -  
Chapter XVII: 502 - 503.

