



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Hidrólisis Alcalina Acida del Pelo de Cerdo para Incrementar su Digestibilidad en la Dieta de Pollos de Engorda.

T E S I S

Que para obtener el título de:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P r e s e n t a :

Carlos Ignacio Torrescano Ramírez

Asesor: MVZ. GUSTAVO DE LA COLINA ROJO



México, D. F.

1983



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.

C O N T E N I D O

- I. Resumen
- II. Introducción
 - Metas y beneficios esperados
 - Ruta crítica
 - Recursos humanos
 - Relación con la formación de recursos humanos
 - Producción científica previa realizada en México
 - Características de las reuniones de trabajo
 - Recursos necesarios
 - Recuperación de gastos del proyecto
- III. Material y métodos
 - Análisis estadístico
- IV. Discusión
- V. Conclusiones
- VI. Bibliografía

1. RESUMEN

En virtud de las limitaciones que existen actualmente - para la elaboración de alimentos balanceados a base de granos en este trabajo se investigó la posibilidad de sustituir harina de soya por el hidrolizado de pelo de cerdo.

Se trabajaron 80 pollitos distribuidos al azar en 8 grupos de 10 animales cada uno, para formar 4 tratamientos durante 30 días evaluándose la mortalidad, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

Se procesaron dos toneladas de pelo de cerdo que procedía de la sala de escaldado del rastro de Ferrería, por medio de una hidrólisis ácida para obtener 1,600 kg de harina de cerdo la cual fué agregada en sustitución de harina de soya - en niveles desde 0%, 2.5%, 5%, 7%, en cuatro diferentes tratamientos en una dieta basal de maíz-soya.

Obteniéndose resultados indicativos por medio del análisis estadístico y Prueba de Duncan, donde demuestran que hasta niveles de 7% en sustitución de harina de soya, existe una conversión favorable del hidrolizado de pelo de cerdo, por lo que puede ser una alternativa a ser utilizado como sustituto de pastas o harinas de algunos cereales, como fuente de proteína.

II. INTRODUCCION .

En México la disponibilidad de materias primas empleadas comúnmente en la elaboración de alimentos balanceados para animales ha disminuido considerablemente en los últimos -- años, a tal grado que el país, después de haber sido exportador de granos, actualmente se ve en la necesidad de importarlos. (6)

Esta situación afecta particularmente a las aves y a -- los cerdos, debido a que por su condición de monogástricos -- la capacidad de utilización de forrajes se ve limitada.(3) -- Sin embargo, desarrollan una función muy importante, como es la transformación de proteína de cereales a otra de mejor calidad como es la del huevo o la de carne. (5)

Con el propósito de afrontar el problema y poder satisfacer las necesidades de alimentación de una población avícola -- creciente, es necesario realizar estudios sobre nutrición en -- focados a la investigación de nuevas fuentes de ingredientes -- como es el caso de subproductos agrícolas y ganaderos que pueden ser utilizados en las dietas para aves. (5)

Los ingredientes clásicos usados como fuente de proteína en la dieta para aves son la harina de pescado y la pasta de -- soya, los cuales han arrojado muy buenos resultados debido a -- la calidad de su proteína, sin embargo, sus precios son elevados, por lo que se ha buscado sustituirlos en parte por otros -- productos que resultan más económicos y en ocasiones más accesibles para el avicultor. (5)

El uso de algunas fuentes de proteína de origen animal tales como la harina de carne y la harina de sangre han disminuido considerablemente, debido a que representan una fuente de contaminación bacteriana, especialmente de Salmonelas.(6)

La harina de soya ha sido sustituida por otras fuentes de origen vegetal como la pasta de ajonjolí, harinolina, pasta de girasol, pasta de cártamo, harina de alfalfa, pasta de nababo y la espirulina; sin embargo, su utilización puede estar limitada por la presencia de sustancias tóxicas, el alto --

contenido de fibra, la escasez de aminoácidos esenciales, la baja disponibilidad en el mercado y su elevado precio. (6)

A pesar de que todas las proteínas están constituidas por aminoácidos, su valor biológico va a depender en gran parte de la secuencia, el número y tipo de aminoácidos, así como de la estructura de la proteína (4) es importante tener en consideración estos aspectos cuando se pretende utilizar alguna nueva fuente de proteína en la dieta para animales.

Las proteínas se han clasificado en diferentes grupos de acuerdo a su solubilidad, estructura y composición química, siendo uno de estos grupos el de las queratinas, donde se encuentran incluidas las plumas y los pelos, los cuales contienen elevadas cantidades de proteína (85 y 88% respectivamente) (4) con un contenido del 14 al 15% de cistina, presentando el inconveniente de ser insoluble e indigerible (9); sin embargo, su digestibilidad puede ser aumentada hasta un 70 y 80% después de haber sido sometidos a un proceso de trituración y en autoclave, posiblemente debido a que se reduce el contenido de cistina hasta un 5 o 6% (8,10).

Estudios realizados por Moran et al. utilizando durante 2 semanas harina de pelo de cerdo (HPC) sometida a un tratamiento en autoclave en la dieta de aves de una semana de edad, demostraron que la HPC puede sustituir hasta un 5% a la de soya cuando el contenido de proteína cruda en la dieta era de 20% en una dieta basal de maíz-soya. (10)

Estudios realizados por Moran et al. demostraron que la harina de pluma y la de HPC sometidas a un procesamiento en el autoclave y suplementando los aminoácidos limitantes (metionina, lisina, triptófano e histidina) adquieren un valor nutritivo similar al de la pasta soya. (10)

La adición de 5% de HPC y 0.1% DL-metionina a una dieta basal de maíz-soya con 10% de proteína cruda, produjo resultados similares, en cuanto a incremento en producción de huevo, peso de los huevos, conversión alimenticia y peso corporal después de 84 días bajo las dietas experimentales. (13)

México cuenta con más de 14 millones de cabezas porcinas, (3) ocupa el 7o. lugar a nivel de productores de cerdos; (1) se obtienen subproductos entre los que se encuentran el pelo, -- siendo la mayor parte desechado por no tener una utilización económica redituable y su industrialización se ha limitado a la producción de cepillos, pinceles y una pequeña parte a la producción de harina. (2)

Cantidad de pelo disponible.

La producción diaria de pelo de cerdo crudo es de dos toneladas por día en el rastro de Ferrería, cantidad que viene -- acompañada de grasa y pezuñas con un elevado porcentaje de humedad, pues procede de la sala de escaldado, Su valor es de \$ 2.00 por kilogramo.

El departamento de subproductos del rastro procesa el pelo mediante calderas de cocción. Este proceso destruye las proteínas debido al calor y la presión, dando como resultado una proteína quemada y de nula digestibilidad.*

Metas y beneficios esperados.

- a) A largo plazo: Considerar una nueva fuente de proteína de origen animal, económica y derivada de un subproducto no utilizado como fuente alimenticia.
- b) A corto plazo: Determinar el valor nutritivo del pelo de cerdo crudo, tratado mediante una hidrólisis alcalina-ácida.

Ruta crítica.

- a) Elaborar diversas técnicas experimentales para procesar el pelo de cerdo crudo, con la finalidad de incrementar su valor nutritivo.
- b) Incorporar diferentes niveles de harina de pelo de cerdo hidrolizado en la dieta de pollos de engorda, -- para determinar su digestibilidad.

* Comunicación personal, Ing. Quim. Ulises Bezoury, 1982.

Recursos Humanos.

M.V.Z. Gustavo de la Colina R.
Carlos Ignacio Torrescano Ramírez
I.Q. Ulises Bezoury

Relación con la formación de recursos humanos.

Sirve como preparación e introducción del método científico.

Establece parámetros mediante la consulta bibliográfica.

Contribuye al desarrollo del trabajo en grupos.

Incrementa la capacidad de toma de decisiones.

Se adquirió experiencia para la elaboración de futuros trabajos.

Despertó interés por futuras investigaciones.

Producción científica previa realizada en México.

La información científica es escasa, se realiza en forma comercial la producción de harina de pelo de cerdo por parte del rastro de Ferrería; sin embargo, éste no cuenta con una -- infraestructura adecuada, lo que trae como consecuencia una -- disminución en la calidad de la harina.

Características de las reuniones de trabajo.

Debido al interés del grupo avícola en conocer la proteína y digestibilidad del pelo de cerdo y la inquietud del pasante Carlos Ignacio Torrescano R. en sustituir la pasta de soya por -- harina de pelo en la dieta de las aves, se llegó en una junta de trabajo a unir los esfuerzos para realizar esta investigación.

Recuperación de gastos del proyecto.

Los pollos de engorda se podrán incorporar al resto de -- las aves de la granja al finalizar el período experimental.

III. MATERIAL Y METODOS

Recursos físicos.

- a) Báscula con capacidad mínima de 5 kg para pesar los pollos y el alimento.
- b) 3 baterías con 4 niveles.

Alimento:

1650 kg de sorgo
658 kg de pasta de soya
130 kg de pelo de cerdo
130 kg de roca fosfórica
125 kg de carbonato de calcio
13 kg de micromezcla
7 kg de metionina
3 kg de licina, HPL
30 Lt de aceite de soya

Procesamiento de pelo de cerdo.

Descripción de la técnica experimental.

Para tratar 1000 g de pelo de cerdo se utilizan 50 g de hidróxido de sodio, 5 lts de agua y 50 ml de ácido clorhídrico.

El hidróxido de sodio se disuelve con agua en un vaso de precipitado de 2 litros y se coloca en una parrilla a 35 grados centígrados durante 5' agitando constantemente durante todo el proceso.

Posteriormente se adiciona el pelo crudo conjugado de agua e hidróxido de sodio, agregando cuanta agua sea necesaria hasta cubrir la muestra, la temperatura se eleva a 100 grados centígrados durante 15' y a continuación se retira la fuente de calor durante 15'.

Este proceso de calentamiento con los períodos de la disminución de la temperatura se repiten por dos veces hasta que el conjugado adquiere una coloración café oscuro y no se observan residuos de pelo en la muestra, subsecuentemente se filtra con papel filtro natural y se coloca en otro vaso de precipitado de --

2 litros, realizada esta operación se procede a neutralizar el hidróxido de sodio contenido en el filtrado con ácido muriático al décimo normal hasta obtener un pH 7.

Posteriormente el precipitado se lava con agua corriente para eliminar el cloruro de sodio que se forma por la reacción química, colocando la muestra en una estufa de evaporación y el resultado es la harina de pelo.

Pollos de engorda.

Se emplearon 80 pollitos, los que fueron pesados e identificados individualmente con las bandas metálicas en el ala - al primer día de edad, y posteriormente fueron distribuidos al azar en 8 grupos de 10 animales cada uno, para formar 4 tratamientos con 3 repeticiones por tratamiento. Tuvieron agua y alimento a libre acceso durante 30 días del período experimental. Las aves fueron alojadas en baterías con fuente de calor.

Se elaboraron 4 dietas experimentales con el propósito de evaluar la inclusión de HPC a niveles de 0%, 2.5%, 5.0% y 7.5% en sustitución de la pasta de soya (cuadro 1) adicionando lisina y metionina para alcanzar los niveles recomendables por el NRC. (14)

Se registró semanalmente la mortalidad, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

CUADRO 1

COMPOSICION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES
UTILIZADAS EN POLLOS DE ENGORDA

<u>INGREDIENTES</u>	<u>Harina de pelo de cerdo en</u>			(%)
	0	2.5	5.0	
Sorgo	52.85	52.85	52.7	52.6
Pasta de Soya	36.0	33.5	31.0	28.5
Aceite de Soya	5.0	5.0	5.0	5.0
Harina de pelo de cerdo		2.5	5.0	7.5
Roca fosfórica	5.0	5.0	5.0	5.0
Sal común	0.4	0.4	0.4	0.4
Micromezcla	0.2	0.2	0.2	0.2
D, L-metionina	0.5	0.5	0.5	0.5
L-lisina HCL	0.05	0.1	0.2	0.3
<u>ANALISIS ESTIMADO</u>				
Proteína cruda (%)	20.54	21.64	22.74	23.84
E.M. (Kcal/kg)	3024	3024	3024	3024
Calcio (%)	0.97	0.96	0.96	0.95
Fósforo total	0.83	0.81	0.80	0.78
Lisina (%)	1.21	1.18	1.18	1.16
Metionina (%)	0.55	0.54	0.54	0.53

La formulación de estas dietas experimentales fue condicionada a los resultados del análisis químico-proximal (2) de las materias primas utilizadas, que se realizaron en el Laboratorio del Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica de la Facultad de -- Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Análisis de varianza y prueba de Duncan entre el peso inicial y la primera semana.

(%) De incremento de harina de pelo de cerdo en las raciones

	0	2.5	5.0	7.5
	\bar{x} \bar{x}^2	\bar{x} \bar{x}^2	\bar{x} \bar{x}^2	\bar{x} \bar{x}^2
1.	145-21025	110-12100	5-25	70-4900
2.	180-32400	110-12100	15-225	80-6400
3.	180-32400	110-12100	30-900	80-6400
4.	205-42025	110-12100	30-900	105-11025
5.	205-42025	110-12100	55-3025	105-11025
6.	205-42025	125-15625	55-3025	105-11025
7.	215-46225	125-15625	55-3025	120-14400
8.	220-48400	125-15625	70-4900	125-15625
9.	220-48400	130-16900	80-6400	130-16900
10.	230-52900	150-22500	80-6400	130-16900
11.	230-52900	150-22500	90-8100	130-16900
12.	230-52900	150-22500	95-9025	140-16900
13.	230-52900	150-22500	105-11025	150-22500
14.	230-52900	150-22500	105-11025	155-24025
15.	230-52900	150-22500	105-11025	175-30025
16.	245-60025	160-25600	105-11025	180-32400
17.	255-65025	165-27225	120-14400	180-32400
18.	255-65025	175-30625	1130-16900	180-32400
19.	260-67600	185-34225	130-16900	230-52900
20.	<u>270-72900</u>	<u>190-36100</u>	<u>155-24025</u>	<u>255-65025</u>
	4440/1002900	2830/413030	1615/162275	2825/443375
\bar{x} .-	222	141.5	80.75	141.25

Variación total $\sum ij - Fc$			
$\sum x$	$\sum x^2$	$Fc = \frac{\sum x}{n}$	$Fc = \frac{(11710)}{80} = 1714051.25$
4440	1002900		
2830	413050		
1615	162275		
<u>2025</u>	<u>443375</u>		
11710	2021600		
		2021600 - 174051.25 = 397548.75	

Variación entre tratamientos.- $\frac{\sum tij^2}{n} - Fc$

$$\frac{(4440)^2}{20} + \frac{(2830)^2}{20} + \frac{(1615)^2}{20} + \frac{(2825)^2}{20}$$

$$985660 + 400445 + 130411.25 + 399031.5 = 1915567.5$$

$$1915567 - 1714051.25 = 201516.25$$

Grados de Libertad

$$\text{Total.- } (m-1) = (80-1) = 79$$

$$\text{Tratamiento.- } (T-1) = (4-1) = 3$$

Error Experimental.- VT - Vet

VT - VeT

$$646852.49 - 169323.4875 = 477529.0025$$

Cm para vet

$$Cm = \text{vet} / (n-1)$$

$$169323.4875 / 79 = 2143.3351$$

Cm para E.E.

$$Cm = \text{E.E.} / (Tn - T)$$

$$477529.0025/76 = 6283.2763$$

Fc = Cm Vet/Cm E.E.

$$2143.3351 / 6283.2763 = .3411174$$

Ft = .05 N-3 D-76 G.L. del Error = 3.76

Ft Fc = Si existe diferencia significativa

Se acepta la hipótesis lle y se rechaza la Ho

$$M1 - M2 = 0$$

$$M1 - M2 = 2.76$$

Prueba de Duncan

	(\bar{x})	$\alpha < 0.05$	
A.-	0	\bar{x}	222
B.-	2.5	\bar{x}	141.5
C.-	5	\bar{x}	80.75
D.-	7.5	\bar{x}	141.25

$$\text{Fórmula } QP = \sqrt{\frac{S^2}{N}}$$

$$\sqrt{\frac{6283.2763}{20}} = 17.71$$

QP = α (Gt Ge)

P	=	2	3	4	
Q	= +	2.83	+ 2.98	+ 3.08	
SX	=	<u>17.72</u>	<u>17.72</u>	<u>17.72</u>	
JSX	=	50.14	52.80	54.57	- - - - - D.M.S.

A - B	=	16.7	A - B	50.14	SI hay diferencia significativa
B - C	=	101.8	B - C	50.14	SI hay diferencia significativa
C - D	=	91.25	C - D	50.4	SI hay diferencia significativa
A - C	=	118.5	A - C	52.80	SI hay diferencia significativa
B - D	=	10.5	B - D	52.80	No hay diferencia significativa
A - D	=	27.25	A - D	54.57	SI hay diferencia significativa

Análisis de varianza y prueba de Duncan entre el peso - inicial y la segunda semana.

(%) De incremento de harina de pelo de cerdo en las raciones

	0	2.5	5.0	7.5
	\underline{x} $\underline{x^2}$	\underline{x} $\underline{x^2}$	\underline{x} $\underline{x^2}$	\underline{x} $\underline{x^2}$
1.	245-60025	125-15625	90-8100	118-13924
2.	250-62500	195-38025	115-13225	255-65025
3.	265-70225	230-56900	125-15625	255-65025
4.	260-67600	230-56900	175-30625	280-78400
5.	265-70225	245-60025	195-38025	305-93025
6.	265-70225	245-60025	235-55225	305-93025
7.	270-72900	270-72900	245-60025	305-93025
8.	250-62500	305-93025	245-60025	305-93025
9.	250-62500	305-93025	230-52900	305-93025
10.	265-70225	300-90000	245-60025	305-93025
11.	315-99225	300-90000	245-60025	320-102400
12.	340-115600	305-93025	270-72900	320-102400
13.	340-115600	305-93025	295-87025	330-108900
14.	150-122500	325-105625	295-87025	330-108900
15.	365-133225	325-105625	325-105625	320-102400
16.	350-122500	360-129600	345-119025	355-126025
17.	375-140625	375-140625	345-119025	375-140625
18.	380-14440	375-140625	370-136900	375-140625
19.	490-241000	435-189225	320-102400	385-148225
20.	<u>510-260100</u>	<u>515-265225</u>	<u>320-102400</u>	<u>355-126025</u>
	6400/2162800	6070/1985050	5030/1386150	6203/1987049

$\bar{x}.$ - 320

$\bar{x}.$ - 303.5

v

$\bar{x}.$ - 251.5

$\bar{x}.$ - 310.15

Variación total

$\sum ij^2$ - Fc.

$\sum x$ $\sum x^2$
6070 2162800

$F_c = \frac{\sum x}{n}$ $F_c = \frac{(28703)}{80} = 022902.6$

6400 1985050

5030 1386150

6203 1987049

7521049 - 7022902.6 = 498146.38

23703 7521049

Variación entre tratamientos. - $\frac{\sum Tij^2}{n}$ - Fc

$$\frac{(6400)^2}{20} + \frac{(5030)^2}{20} + \frac{(6070)^2}{20} + \frac{(6203)^2}{20} =$$

$$2048000 + 1842245 + 1265045 + 1923860.4 = 7079150.4$$

$$7079150.4 - 7022902.6 = 56247.8$$

Grados de Libertad

$$\text{Total.} - (n-1) = (8c - 1) = 79$$

$$\text{Tratamientos.} - (t-1) = (4-1) = 3$$

$$\text{Error.} - (tn-t) = (4 \times 20 - 4) = 80 - 4 = 76$$

Error Experimental VT - Vet

Vt - Vet

$$498146.4 - 56247.8 = \underline{441898.6}$$

Cm para Vet

$$C_m = \frac{\text{Vet}}{(n-1)} \quad \frac{56247.8}{79} = \underline{711.99746}$$

Cm para E.E.

$$C_m = \frac{\text{E.E.}}{(tn-t)} \quad \frac{41898.6}{79} = \underline{5814.4552}$$

$$F_t = .05 \quad N-3 \quad D-76 \quad \text{G.L. del error} = 3.76$$

$F_t = F_c$ Si existe diferencia significativa se acepta la hipótesis H_a y se rechaza la H_o .

$$M_1 - M_2 = 0 \quad M_1 - M_2 = 2.76$$

(14)

Prueba de Duncan

(\bar{x}) ≤ 0.05

A.-	0	\bar{x}	320
B.-	2.5	\bar{x}	303.5
C.-	5.0	\bar{x}	251.5
D.-	7.5	\bar{x}	310.15

Fórmula QP

$$\sqrt{\frac{S}{2/n}}$$

$$\sqrt{5814.4552120} = 17.05$$

$$QP = \leq (Gt \ Ge)$$

P = 2 2 4
 Q = + 2.83+ 2.98 +3.08
 SX = 17.05 17.05 17.05
 QSX = 48.25 50.80 52.51 - - - - - D.M.S.

A - B = 16.5	A - B	48.25	No hay diferencia significativa
B - C = 52	B - C	48.25	SI hay diferencia significativa
C - D = 58.65	C - D	48.25	SI hay diferencia significativa
A - C = 68	A - C	50.80	SI hay diferencia significativa
B - D = 6.65	B - D	50.80	No hay diferencia significativa
A - D = 9.85	A - D	52.51	No hay diferencia significativa

Análisis de varianza y prueba de Duncan entre el peso - -
inicial y la tercer semana.

(%) De incremento de harina de pelo de cerdo en las raciones

	0	2.5	5.0	7.5
	$\underline{\underline{X}}$ $\underline{\underline{X}}^2$	$\underline{\underline{X}}$ $\underline{\underline{X}}^2$	$\underline{\underline{X}}$ $\underline{\underline{X}}^2$	$\underline{\underline{X}}$ $\underline{\underline{X}}^2$
1.-	480-230400	475-225625	425-180625	505-255025
2.	485-235225	555-308025	420-176400	485-235225
3.	515-265225	545-297025	480-230440	485-235225
4.	490-240100	545-297025	500-250000	485-285225
5.	580-336400	570-324900	530-280900	545-297025
6.	590-348100	545-297025	530-280900	580-336400
7.	605-366025	545-354025	560-313600	580-336400
8.	605-366025	545-354025	580-336400	560-313600
9.	605-366025	605-366025	555-308025	565-319225
10.	615-378225	615-378225	555-308025	585-342225
11.	625-390525	620-384400	555-308025	605-366025
12.	630-396900	620-384400	575-330625	610-372100
13.	635-403225	620-384400	595-354025	610-372100
14.	655-429025	605-366025	570-324900	610-372100
15.	665-442225	605-366025	580-336500	640-409600
16.	640-409600	670-448900	590-348100	660-435600
17.	680-462700	695-483025	600-360000	670-448900
18.	805-648025	695-483025	605-366025	710-504100
19.	830-688900	695-483025	560-313600	735-540225
20.	820-672400	670-448900	630-396900	685-469225
	12555/8075075	12140/7434050	10995/6103875	11910/7195550
	$\bar{X}.$ - 627.75	$\bar{X}.$ -607.00	$\bar{X}.$ -549.75	$\bar{X}.$ -595.5

Variación Total		$\sum ij^2$ - Fc.
$\sum X$	$\sum X^2$	$Fc = \frac{\sum X^2}{n}$ $Fc = (47600)/80=28322000$
12555	8075005	
12140	7434050	
10995	6103875	
<u>11910</u>	<u>7195550</u>	$28808550 - 28322000 = 486550$

Variación entre tratamientos.- $\frac{\sum T_{ij}}{n}$ - Fc

$$(12555)^2 + (12140)^2 + (10995)^2 + (11910)^2 =$$

$$7881401.25 + 7368980.00 + 6044501.25 + 7092405.00 = 28387287.50$$

$$28387287.50 - 28322000 = 65287.50$$

Grados de Libertad

Total.- $(n-1) = (80-1) = 79$

Tratamientos.- $(t-1) = (4-1) = 3$

Error.- $(tn-t) = (4 \times 20 - 4) = 80 - 4 = 76$

Error experimental VT - Vet

VT - Vet

$486550 - 65287.50 = \underline{421262.5}$

Cm para Vet

$Cm = VeT / (n-1) \quad \frac{65287.50}{79} = \underline{826.4240}$

Cm para E.E.

$Cm = E.E. / (tn-t) \quad \frac{421262.5}{76} = \underline{5542.9276}$

$Fc \quad Cm \quad Vet \quad / \quad Cm \quad E.E. \quad \frac{826.4240}{5542.9276} = \underline{01490952}$

$Ft = .05 \quad N-3 \quad D-76 \quad G.L. \text{ del error} = 3.76$

$Ft \quad Fc =$ Si existe diferencia significativa se acepta la -- hipótesis H_a y se rechaza la H_o .

$M1 - M2 = 0$

$M1 - M2 = 2.76$

Prueba de Duncan

(\bar{X})

$\alpha < 0.05$

A.-	0	\bar{X}	627.75
B.-	2.5	\bar{X}	607.00
C.-	5.0	\bar{X}	549.75
D.-	7.5	\bar{X}	595.50

Fórmula $QP \cdot \sqrt{\frac{S^2}{n}}$

$$\sqrt{\frac{5542.9276}{20}} = 16.64$$

$QP = \alpha (Gt \quad Ge)$

P	=	2		2		4
Q	=	2.83	+	2.98	+	3.08
SM	=	<u>16.42</u>		<u>16.64</u>		<u>16.64</u>
QSX	=	47.09		49.58		51.52 - - - - - D.M.S.

A - B	=	20.75	A - B	47.09	No hay diferencia significativa
B - C	=	57.25	B - C	47.09	SI hay diferencia significativa
C - D	=	45.75	C - D	47.09	No Hay diferencia significativa
A - C	=	78	A - C	49.58	SI hay diferencia significativa
D - D	=	11.5	B - D	49.58	No hay diferencia significativa
A - D	=	32.25	A - D	51.25	No hay diferencia significativa

Análisis de varianza y prueba de Duncan entre el peso -- inicial y la cuarta semana.

(%) De incremento de harina de pelo de cerdo en las raciones

0		2.5		5.0		7.5	
\bar{x}	\bar{x}^2	\bar{x}	\bar{x}^2	\bar{x}	\bar{x}^2	\bar{x}	\bar{x}^2
1.	680-462400	720-518400	640-409600	745-555025			
2.	695-483025	800-640000	635-403225	725-525625			
3.	705-497025	790-624100	690-476100	725-525625			
4.	725-525600	795-632025	715-511225	740-547600			
5.	795-632025	810-656100	720-518400	730-608400			
6.	805-648025	785-616225	725-525625	825-680625			
7.	830-688900	840-705600	745-555025	840-705600			
8.	815-664225	845-714025	760-577600	820-672400			
9.	830-688900	850-722500	735-540225	825-680625			
10.	845-714025	860-739600	745-555025	840-705600			
11.	875-765625	865-748225	750-562500	860-739600			
12.	890-792100	865-748225	765-525225	860-739600			
13.	940-883600	870-756900	785-616225	856-748225			
14.	940-883600	850-722500	775-600625	856-748225			
15.	955-912025	856-732736	790-624100	875-765625			
16.	940-883600	915-837225	880-640000	900-810000			
17.	975-950625	935-874225	815-664225	915-837225			
18.	1040-1081600	935-874225	820-672400	935-874225			
19.	1055-1113025	940-883600	775-600625	970-940900			
20.	1050-1102500	925-855625	830-688900	930-864900			
	<u>17385/15372475</u>	<u>17051/14602061</u>	<u>15015/11326875</u>	<u>16840/14276650</u>			
	$\bar{x}.$ - 869.5	$\bar{x}.$ - 852.55	$\bar{x}.$ - 750.75	$\bar{x}.$ - 842			

Variación total $\sum ij^2 - Fc$

$\sum x$	$\sum x^2$	$Fc = \frac{\sum x}{n}$	$Fc = \frac{(66291)^2}{80} = 54931208.5125$
17385	15372475		
17051	14602061		
15015	11326875		
<u>16840</u>	<u>14276650</u>		
66291	55578061		
		$55578061 - 54931208.5125 = 646842.49$	

Variación entre tratamientos $\frac{\sum tij^2}{n} - Fc.$

$$(869.5)^2 + (852.55)^2 + (750.75)^2 + (842)^2$$

$$15111911.25 + 14536830.05 + 11272511.25 + 14172980 = 55100532$$

$$55100532 - 54931208.5125 = 169323.4875$$

Grados de Libertad

Total.- $(n-1) = (80-1) = 79$

Tratamiento.- $(t-1) = (4-1) = 3$

Error.- $(Tn-T) = (4 \times 20 - 4) = 80 - 4 = 76$

Error Experimental. VT - Vet

VT - VeT

$307548.75 - 201516.25 = \underline{106032.50}$

Cm para VeT

$$Cm = VeT / (N-1) \qquad \frac{201516.25}{79} = \underline{2550.8386}$$

Cm para E.E.

$$Cm = E.E. / (Tn-T) \qquad \frac{106032.50}{76} = \underline{1395.1644}$$

$$Fc = Cm VeT / Cm E.E. \qquad \frac{2550.8386}{1395.1644} = \underline{1.8283426}$$

FT = .05 N-3 D-7 G.L. del error = 3.76

FT Fc = Si existe diferencia significativa se acepta la hipótesis Ha y se rechaza la Ho.

$$M1 - M2 = 0 \qquad M1 - M2 = 2.76$$

Prueba de Duncan

	(\bar{x})		$\alpha < 0.05$
A.-	0	\bar{X}	869.5
B.-	2.5	\bar{X}	852.55
C.-	5.0	\bar{X}	750.75
D.-	7.5	\bar{X}	842

Fórmula QP $\sqrt{\frac{S^2}{n}}$

$$\sqrt{\frac{1395.1644}{20}} = 8.35$$

QP = α (Gt Ge)

P	=	2	3	4	
Q	=	+ 2.83	+ 2.98	+ 3.08	
SX	=	<u>8.35</u>	<u>8.35</u>	<u>8.35</u>	
		22.63	24.88	27.72	- - - - - D.M.S.

A - B	=	80.75	A - B	23.63	No hay diferencia significativa
B - C	=	60.75	B - C	23.63	SI hay diferencia significativa
C - D	=	60.5	C - D	23.63	SI hay diferencia significativa
A - C	=	141.25	A - C	24.88	SI hay diferencia significativa
B - C	=	6.25	B - C	24.88	No hay diferencia significativa
A - D	=	80.75	A - D	25.71	SI hay diferencia significativa

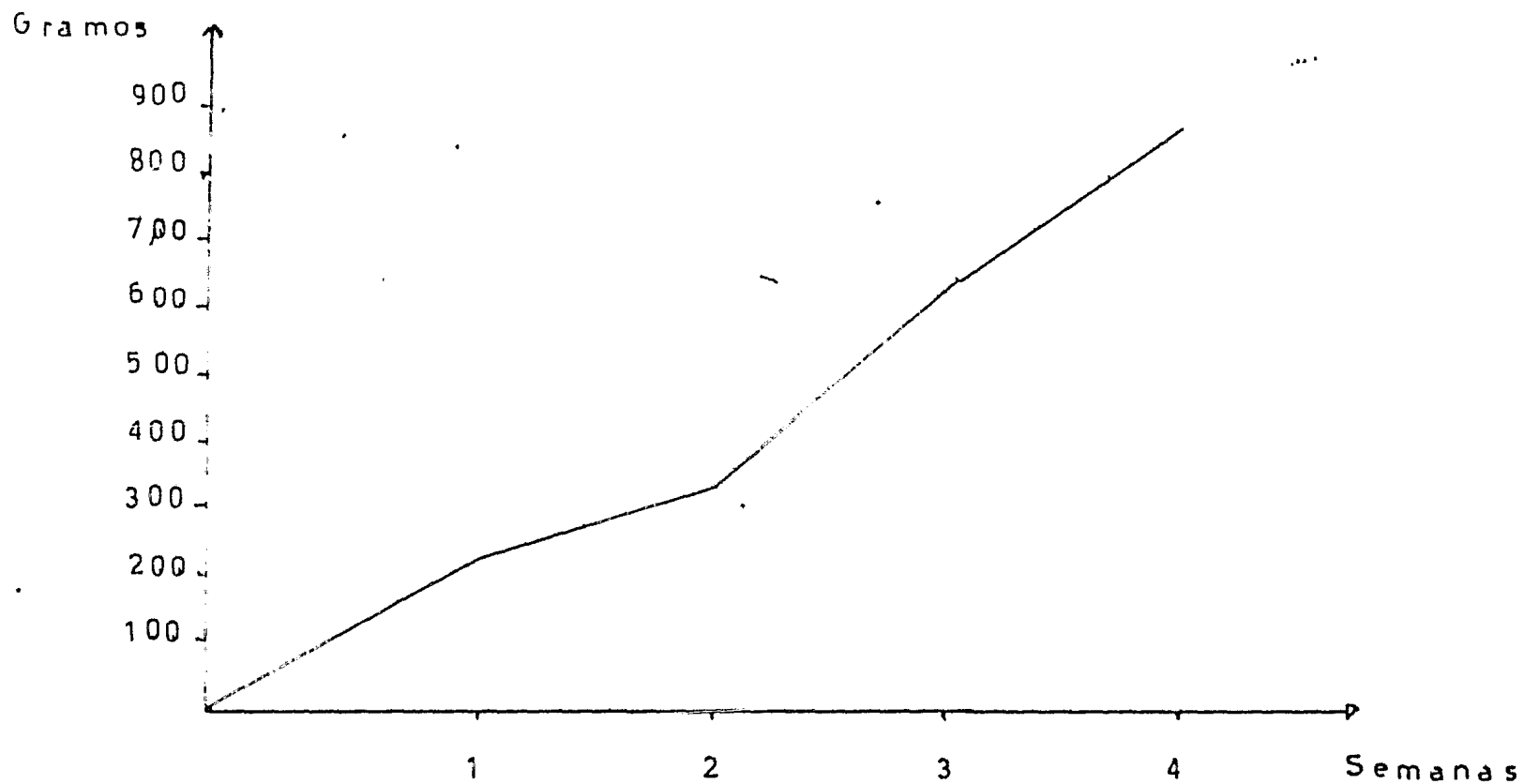
Gráfica de la media del incremento de peso
con el tratamiento de 0%
con duración de 29 días

$$\bar{x} = 222$$

$$\bar{x} = 320$$

$$\bar{x} = 627.75$$

$$\bar{x} = 869.5$$



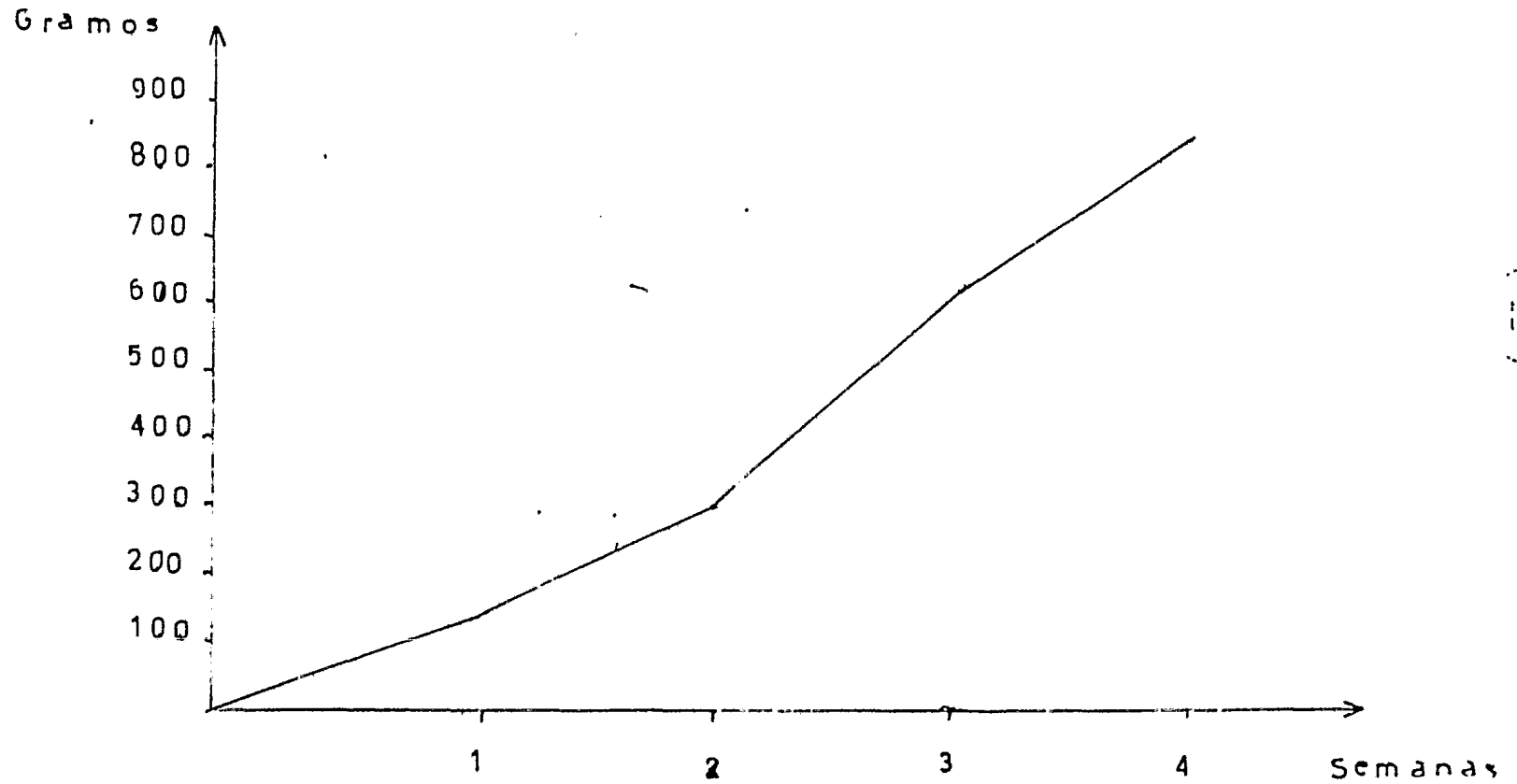
Gráfica de la media del incremento de peso
con el tratamiento de 2.5 %
con duración de 29 días

$$\bar{X} = 141.5$$

$$\bar{X} = 303.5$$

$$\bar{X} = 607$$

$$\bar{X} = 852.55$$



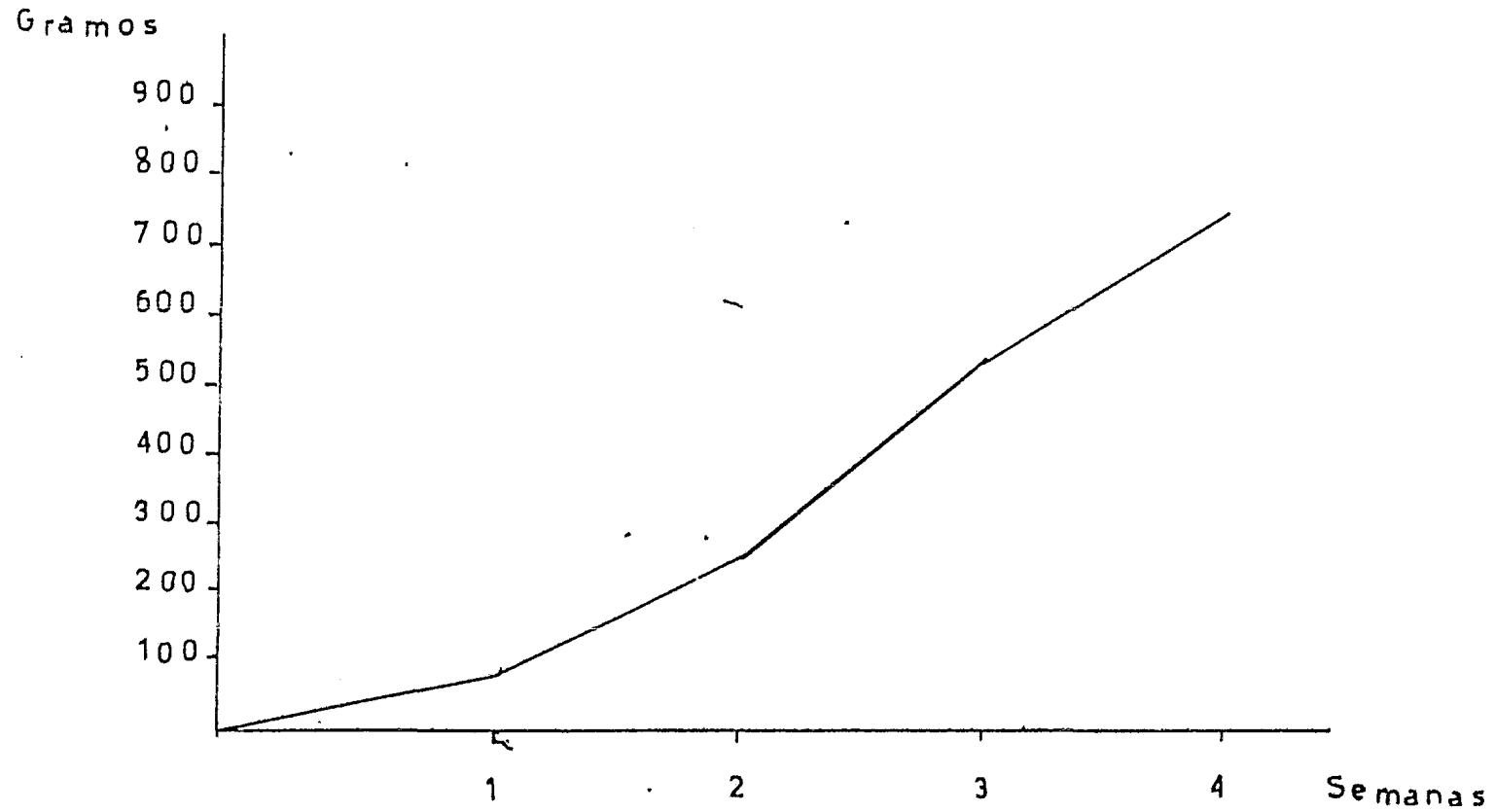
Gráfica de la media del incremento de peso
con el tratamiento de 5.0 %
con duración de 29 días

$$\bar{X} = 80.75$$

$$\bar{X} = 303.5$$

$$\bar{X} = 549.75$$

$$\bar{X} = 750.75$$



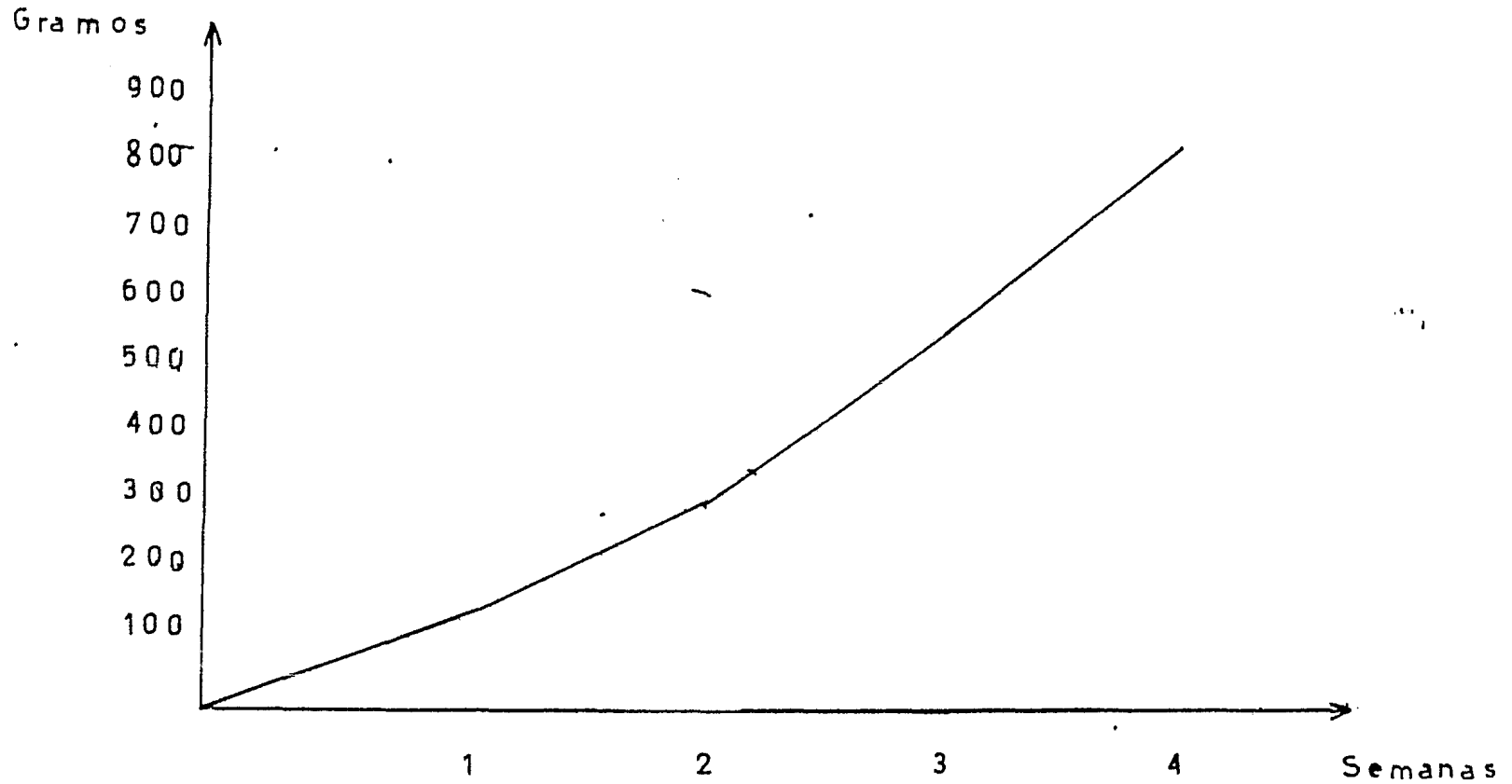
Gráfica de la media del incremento
de peso con el 7.5% con
duración de 29 días

$$\bar{X} = 141.25$$

$$\bar{X} = 310.15$$

$$\bar{X} = 595.50$$

$$\bar{X} = 842$$



(12)

COMPARACION DE LA GRAFICA DE 0% Y DE 2.5%

Para facilitar su estudio dividimos la comparación en términos de semanas.

- 1a. Semana: En la gráfica del tratamiento a 0% se notó que el incremento de peso fue de 0 g aproximadamente 230 g y en la grafica de 2.5% este incremento fue de aproximadamente 150 g. Existe una gran diferencia de peso que es de aproximadamente 80 g.
- 2a. Semana: Notando que la diferencia de peso es menor, En la gráfica a 0% el peso es aproximadamente de 350 g y en la gráfica de 2.5% es -- aproximadamente a 2.5% es aproximadamente de 300, por lo tanto la diferencia es aproximadamente de 50 g. Lo cual indica que hay una -- tendencia de mayor incremento de peso en el -- tratamiento a 2.5% conforme transcurre el -- tiempo.
- 3a. Semana: La diferencia del incremento de peso entre -- ambas gráficas es menos. En la del tratamiento de 0% durante la 3a. semana el peso es de aproximadamente 630% g mientras que en la gráfica de 2.5% es de aproximadamente 600 g
- 4a. Semana: La diferencia del incremento de peso entre ambas gráficas es mínima, de aproximadamente entre 10 y 20 g . Lo cual indica que al parecer entre el tratamiento a 0% y el de 2.5% no -- existe ninguna diferencia, lo cual indica que se tendrá que aumentar el tratamiento a 2.5% más. Por lo tanto el costo esta siendo bajado, y por lo mismo es más barato.

COMPARACION DEL INCREMENTO DE PESO ENTRE LA GRAFICA
A 0% Y A 5%

- 1a. Semana: El incremento de peso durante esta semana fue en el tratamiento 0% fue de aproximadamente - 230 g en el tratamiento a 5% fue de aproximadamente 80% g. Lo cual indica que durante esta semana la diferencia de peso es muy significativa. Durante ese tiempo la asimilación en el tratamiento al 5% es muy baja la diferencia de pesos de aproximadamente 150 g.
- 2a. Semana: Durante la segunda semana se nota una mayor - asimilación del producto con un tratamiento al 5%. La diferencia de peso es menor, de aproximadamente 100 g lo cual denota una mejor asimilación. El peso del pollo durante esta semana es de:
El tratamiento a 0% es de aproximadamente 350 g
En el tratamiento al 5% es de aproximadamente - 250 g. Se nota además que en el tratamiento al 5% entre la primera y la segunda semana hay una -- gran asimilación de peso.
- 3a. Semana: Como se ve en la gráfica durante esta semana - hay una ganancia de peso muy notoria.
En el tratamiento a 0% el peso del pollo es -- aproximadamente de 630 g y en tratamiento a 5% es de aproximadamente 550 g. Conforme pasa el tiempo hay una mejor asimilación del producto con tratamiento al 5% por el pollo. La diferencia de peso es de aproximadamente entre 70 y - 80 g.
- 4a. Semana: La diferencia de peso es durante esta semana - mayor, de aproximadamente 120 g. El peso del pollo es de :
En el tratamiento a 0% es de aproximadamente - 750 g y en tratamiento a 5% es de aproximadamente 870 g. Se concluye que al parecer el trata-- miento al 5% no dió buen resultado.
Se incrementará el tratamiento en un 2.5 más.

COMPARACION DE GRAFICAS DEL 0% Y LA DEL TRATAMIENTO
AL 7.5%

- 1a. Semana: El incremento del peso entre el tratamiento al 0% y el de al 7.5% fue de:
En el tratamiento a 0% fue de aproximadamente 230 g y en el tratamiento a 7.5% fue de - aproximadamente 140 g.
La diferencia de peso es de aproximadamente 90 g, como sucedió con el tratamiento al 2.5% y el de al 5% también en este al 7.5% durante esta 1a. semana la asimilación del producto a experimentación no es muy buena.
- 2a. Semana: El incremento de peso con el tratamiento al - 7.5% durante esta semana fue muy significativo, su peso fue de 310 g aproximadamente y el peso en el tratamiento al 0% fue de 350 g aproximadamente.
La diferencia de peso es mucho menor aproximadamente 40 g. La asimilación del producto en esta semana es mayor.
- 3a. Semana: La diferencia de peso en esta semana es todavía menor, aproximadamente 30 g ya que el peso con el tratamiento al 0% fue de 630 g aproximadamente y al 7.5% fue de 600 g aproximadamente. Se nota todavía una mejor asimilación del producto en prueba.
- 4a. Semana: El peso durante esta semana con el tratamiento al 7.5% fue de 850 g aproximadamente y al 0% fue de 870 g aproximadamente. La diferencia de peso fue todavía menor, siendo esto - muy bueno.

IV. DISCUSION

Con excepción de algunos minerales y vitaminas se puede decir que el organismo vive de carbohidratos, grasas y proteínas.

Sin embargo, ninguno de ellos puede absorberse como tal, por lo que carecen de valor nutritivo mientras no sean digeridos.

Por ello la digestión de las proteínas es también una hidrólisis.

Estas proteínas están formadas por aminoácidos unidos por enlaces peptídicos, que también son procesos de condensación, donde los fermentos proteolíticos restituyen el agua a las moléculas de proteína, con lo que éstas se descomponen en sus aminoácidos.

Como las proteínas provienen casi totalmente de las carnes, verduras y granos no se aprovechan los subproductos agrícolas y ganaderos como el pelo de cerdo por su baja solubilidad debido a que son queratinas las cuales contienen elevadas cantidades de proteína (85 y 88%), y del 14 al 15% de cistina, presentan el inconveniente de ser insolubles e indigeribles. (9)

Sin embargo, su digestibilidad puede ser aumentada hasta un 70 y 80% después de haber sido sometidos a un proceso de hidrólisis alcalina ácida; con ello se reduce el contenido de cistina hasta un 5 o 6% demostrando con este proceso que la utilización del pelo de cerdo puede sustituir materias primas empleadas comunmente en la elaboración de alimentos balanceados para animales. (10)

VI. CONCLUSIONES

Los estudios realizados y la información obtenida para la elaboración de este trabajo concluyen lo siguiente:

Utilizando durante 4 semanas el pelo de cerdo sometido a un tratamiento de hidrólisis alcalina ácida en la dieta de pollos de engorda, se demostró que la HPC puede sustituir hasta un 7.5% a la soya, cuando el contenido de proteína cruda en la dieta era de 20% en una dieta basal de maíz-soya, por lo que el HPC puede ser una alternativa como fuente de proteína al utilizar se como sustituto de algunos cereales, pues se observó en el trabajo, que no hubo mucho cambio en respuesta a la inclusión hasta en niveles de 7.5%.

Con esto se proporciona una nueva fuente de proteína de origen animal derivada de un subproducto no utilizado como fuente alimenticia.

Aumentando su valor nutritivo, solubilidad y digestibilidad de acuerdo con el Análisis Químico para Alimentos (SARH N°-2067) del 27 de agosto de 1981 con los siguientes resultados:

Proteína digestible	=	43.225%
% Digestibilidad	=	69.46%

COSTO DE PRODUCCION DE UN KILOGRAMO HIDROLIZADO
DE PELO DE CERDO A NIVEL EXPERIMENTAL

2 toneladas de pelo de cerdo	\$ 4,000.00
Transporte	1,000.00
100 kg de hidróxido de sodio	1,130.00
100 lt de ácido clorhídrico	700.00
1 bote de fierro de 200 lt	500.00
15 m de manta de cielo para filtrar	200.00
1 quemador de gas	500.00
gas butano	200.00
mezclador manual	100.00
mano de obra, 7 días	<u>1,400.00</u>
T O T A L	<u><u>\$ 9,730.00</u></u>

Después de procesado el material se obtuvieron ---
1,600 kg de pelo de cerdo hidrolizado con un valor de \$ 6.80

VII. BIBLIOGRAFIA

1. Anuario FAC de producción: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome 199-202. Vol. 30, 1976.
2. A.O.A.C.: Official Methods of Analysis Association of -- Official Agricultural Chemists, 11 th Edition, Washington, D.C. 1970.
3. Atristain, G.: La cría del cerdo en la República Mexicana, Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D.F. 1969.
4. Block, R.J. and Bolling, D.: The amino acid composition of proteins and foods. Charles C. Thomas, Springfield, - Illinois, 1951.
5. Cuca, G.M. y Avila, B.E.: La alimentación de las aves de corral. S.A.G. Colegio de Postgraduados, E.N.A., Chapingo. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. Boletín 11-13. 1976.
6. Cuca, G.M.: Semblanzas y perspectivas de la Avicultura en México. Avirama. 116-120 (1979)
7. Duncan, D.G.: Multiple range and multiple F tests. Biometrika. 11:1-42 (1955)
8. Gregory, E.R., Wilder, O.H.M. and Ostby, P.C.: Studies on the amino acid and vitamin composition of feathermeal. -- Poult Sci., 35:234-235 (1956)
9. Moran , E.T. Jr., Summers, J.D. and Slinger, S.J.: Keratins as sources of protein for the growing chick. 1.- Amino acid imbalance as the cause for inferior performance of feather meal and the implication of disulfide bonding in raw feathers as the reason for poor digestibility. Poult Sci., 45:1257--1266 (1966).
10. Moran, E.T. Jr., Bayley, H.S. and Summers, J.D.: Keratins as source of protein for the growing chick. 3. The metabolizable energy amino acid composition of raw and processed hog hair meal with emphasis on cystine destruction with - autoclaving. Poult Sci., 46:548-553 (1967)

11. Moran, E.T. Jr. Summers, J.D. and Slinger, S.J.: Keratins as source of protein for the growing chick. 2. Hog hair a valuable source of protein with appropriate processing and amino acid balance. Poult Sci.,46:456-465 (1967)
12. Moran, E.T. Jr. and Summers, J.D.: Keratins as sources of protein for the growing chick. 5. Practical application of feather and hog hair meal in broiles diets; effects on -- growth, feed utilization and carcass quality. Poult Sci., - 47:949-945 (1968)
13. Moran E.T. Jr. Pepper, W.F. and Summers, J.D.: Processed-feather and hog hair meals as sources of dietary protein for the laying hen with emphasis on their use in meeting maintenance needs. Poult Sci.,48:1245-1251 (1969)
14. N.R.C.: Nutrient Requeriment of poultry. 1. National Re- search Council. National Academy of Sciences. Washington, D.C. (1977)
15. Snedecor, W.G. and Cochran, W.G.: Statistical Methods, - Iowa University Press. Ames, Iowa, 1973.