

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNICA**

**EVALUACION BIOECOMICA DE CUATRO NIVELES DEL RESIDUO GRASO  
DE COCINERIA INDUSTRIAL DE POLLO COMO SUPLEMENTO EN LA ALI-  
MENTACION DE CERDO EN LA ETAPA CRECIMIENTO FINALIZACION.**

**POR :**

**MARVIN REDANY ALVARENGA ROMERO  
JOSE LUIS FLORES FLORES  
DAVID ARMANDO VELASQUEZ CHEVEZ**

**REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE :  
INGENIERO AGRONOMO**



**SAN SALVADOR, MARZO DE 1995**

T-UES  
1304  
A473  
1995



001235  
Ej 1

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR : DR. FABIO CASTILLO FIGUEROA

SECRETARIO GENERAL : LIC. JUSTO ROBERTO CAÑAS LOPEZ

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DECANO : ING. AGR. GALINDO ELEAZAR JIMENEZ MORAN

SECRETARIO: ING. AGR. GINO ORLANDO CASTILLO BENEDETTO

d) por la Decanato de Fac. de CC. A.A. mayo/95.

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

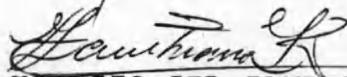


ING. AGR. RAMON ANTONIO GARCIA SALINAS

ASESORES :

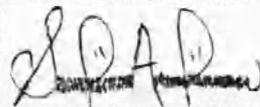


ING. AGR. JOSE RICARBO MENDOZA NIETO

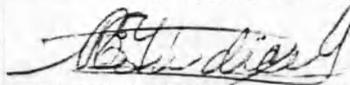


ING. AGR. HORACIO GIL ZAMBRANA

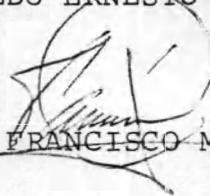
JURADO CALIFICADOR :



ING. AGR. SANTOS ALIRIO SANDOVAL MONTERROSA



ING. AGR. REYNALDO ERNESTO YUDICE GARCIA



ING. AGR. JUAN FRANCISCO MARMOL CANJURA

## RESUMEN

El experimento se realizó en las instalaciones de la Granja "Siramá", ubicada en el Caserío La Preza, Cantón Flamenca, Jurisdicción del Municipio de Jocoro, Departamento de Morazán.

El objetivo fue evaluar en nuestro medio el nivel de aceite (residuo graso de cocinería industrial de pollo), para determinar conversión alimenticia e incremento de peso de cerdo en la etapa crecimiento-finalización y además determinar la rentabilidad del sub-producto.

La duración del experimento específico fue de 90 días desde el 1 de febrero de 1994 hasta el 1 de mayo de 1994.

El ensayo se realizó con cerdos mejorados de la raza Landrace, divididos en 4 grupos; con 8 cerdos cada uno, 3 hembras y 5 machos. Los tratamientos utilizados fueron:  $T_0$  = testigo únicamente la ración base,  $T_1$  = ración base más aceite a 4% (18.2 kg/10 qq de alimento),  $T_2$  = ración base más aceite 8% (36.4 kg/10 qq de alimento),  $T_3$  = ración base más aceite 12% (54.5 kg/10 qq de alimento).

Se suministró durante todo el período del ensayo. El diseño estadístico utilizado fue completamente al azar; las variables evaluadas fueron: Peso vivo promedio, ganancia de peso diario promedio, consumo promedio de alimento, conversión alimenticia y estudio económico, para cada uno de los tratamientos.

El ensayo se desarrolló en dos etapas: La etapa pre-experimental, con 15 días de duración antes del inicio del ensayo; esta etapa fue para homogenizar las unidades experimentales y la etapa experimental con 90 días de duración, - iniciando el ensayo con un peso promedio de 41.28 kg y finalizando con un promedio de 96.05 kg de peso de los cerdos - cuando se le suministró a las camadas una mezcla de concentrado iniciador con 19.77% proteína, más aceite para cada - tratamiento, excepto a la camada testigo que únicamente recibió ración base.

A los 45 días de iniciado el ensayo (67.11 kg de peso - promedio de los cerdos), se hizo cambio de la mezcla de concentrado y se les suministró un concentrado de 11.88% de -- proteína más el aceite excepto en la camada testigo hasta - la finalización del ensayo (96.05 kg de peso promedio).

Los resultados obtenidos en rentabilidad entre tratamiento para los datos relacionados beneficio-costo, muestran que el tratamiento  $T_2$  y  $T_3$  resultaron ser superiores, seguido - respectivamente por  $T_0$  y  $T_1$ ; para la conversión alimenticia los resultados finales  $T_2 = 3.58$ ,  $T_3 = 3.69$ ,  $T_0 = 3.94$ , y  $T_1 = 3.99$ .

En el consumo de concentrado el tratamiento que más consumió el alimento fue  $T_0$  con 1,778.1 kg, seguido por  $T_3$  con 1,658 kg,  $T_2$  con 1,611 kg; y finalmente  $T_1$  con 1,600 kg.

## AGRADECIMIENTOS

- A DIOS TODOPODEROSO :  
Por iluminarnos y habernos dado la oportunidad de alcanzar nuestra meta propuesta y estar con nosotros en cada momento de nuestras vidas.
  
- A NUESTROS ASESORES :  
Ing. Agr. José Ricardo Mendoza Nieto y al Ing. Agr. Horacio Gil Zambrana, por su valiosa colaboración y acertadas sugerencias para llevar a un buen desarrollo el presente trabajo.
  
- A LOS TRABAJADORES DE LA GRANJA SIRAMA :  
Por la colaboración brindada durante la fase de campo.
  
- A LOS DOCENTES DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS DE LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE ORIENTE, por su valiosa colaboración y participarnos de sus conocimientos para alcanzar nuestra formación académica.
  
- A LA SEÑORA MARINA DEL CARMEN RODRIGUEZ :  
Por su esfuerzo en el mecanografiado del trabajo.
  
- A LOS MIEMBROS DEL JURADO CALIFICADOR :  
Por las sugerencias aportadas en el trabajo y por el respeto que se merecen.

## DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO :  
Por iluminarme en los momentos más difíciles de la vida, estar siempre a mi lado y darme la dicha de alcanzar las metas propuestas.
  
- A MIS PADRES :  
David Alvarenga  
María Dominga de Alvarenga  
Por su amor, confianza, sacrificio y comprensión; por creer en mí y porque siempre estuvieron a mi lado dándome buenos consejos para seguir adelante en mis estudios y por tenerme presente en sus oraciones, sin las cuales este triunfo no hubiera sido posible.
  
- A MIS HERMANOS :  
David Antonio, Noel Omar, Gerbe Evelio, Elmer Maximino, Hilda Aracely, Javier Arquímedes, Alex, con cariño por su ayuda y comprensión.
  
- A MI HIJA :  
Vanessa Lorena  
Por darme fuerzas para seguir adelante en mis estudios profesionales, y brindarme su cariño en los momentos más difíciles de mi vida.
  
- A MI ESPOSA :  
María Lorena  
De manera muy especial por su ayuda y comprensión.
  
- A TODA MI FAMILIA :  
Con mucho aprecio.
  
- A MIS COMPAÑEROS DE TESIS :

José Luis, David Armando, con mucho agradecimiento por haber compartido la experiencia del desarrollo de este trabajo. Mil gracias.

- A MIS AMIGOS.
- A TODOS, GRACIAS.

Marvin Redany Alvarenga Romero

## DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO :  
Por haber iluminado mi camino durante mis años de estudio, brindarme sabiduría, esperanza, amor y bendición para culminar mi carrera.
  
- A MI MADRE :  
Rosa Hilda Flores  
Por su amor, dedicación, comprensión, sacrificio y consejos, lo cual me dió fuerza para continuar en los momentos más difíciles de mi vida y mis años de estudio. Mil gracias mamá.
  
- A MIS ABUELAS :  
Benita Flores Blanco (Q.D.D.G.)  
Laura Tovar Perla (Q.D.D.G.)  
Por el amor que me dieron durante mi infancia el cual ayudó a formarme.
  
- A MIS HIJOS :  
José Luis  
Jorge Adalberto  
Blanca Natalie  
Por ser la alegría y bendición de nuestro hogar.
  
- A MI ESPOSA :  
Blanca Rosa Romero de Flores  
Por su amor, comprensión y consejos y apoyo durante mis años de estudio.
  
- A MIS HERMANOS :  
Fausto Aurelio  
Marcial Antonio  
Mario Enrique, por su comprensión y apoyo.

- A MIS TIOS :  
Luis Alonso Flores  
María Eufemia Flores  
Neftalí Moreno  
Marta Olinda Flores (de grata recordación)  
Por el apoyo y consejos que me brindaron, mis más sinceros agradecimientos.
  
- A MIS FAMILIARES :  
Con afecto y cariño, por fortalecer mi espíritu de superación.
  
- A MIS MAESTROS :  
Por su valiosa enseñanza, en mi formación profesional.
  
- A MIS AMISTADES :  
Que de alguna forma han contribuido en mi formación profesional. Gracias a todos.
  
- A MIS COMPAÑEROS DE TESIS :  
Por compartir este trabajo.

José Luis Flores Flores

## DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO :  
Por haberme permitido coronar con éxito mi carrera universitaria, e iluminarme en el camino correcto.
  
- A MI PADRE :  
David Velásquez Ferrufino  
Por su amor, comprensión y apoyo constante sin los cuales no hubiera sido posible llegar a mi meta deseada.
  
- A MI MADRE :  
Antonia Chévez de Velásquez  
Por su comprensión, dedicación, consejos y amor, lo cual me fortaleció para continuar en los momentos más difíciles de mi carrera universitaria.
  
- A MIS HERMANOS :  
Jaime Rodrigo  
Roberto Aristides  
Patricia Lourdes  
Yanira Marisol  
Por su comprensión y apoyo constante en mi formación académica.
  
- A MIS COMPAÑEROS DE TRABAJO DE GRADUACION :  
Por compartir nuestra meta soñada.
  
- A MIS FAMILIARES, PROFESORES, COMPAÑEROS Y AMIGOS Y A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE DE UNA U OTRA MANERA ME AYUDARON EN MY FORMACION ACADEMICA.

David Armando Velásquez Chévez

# I N D I C E

	Página
RESUMEN .....	iv
AGRADECIMIENTOS .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
INDICE DE CUADROS .....	xv
INDICE DE FIGURAS .....	xx
1. INTRODUCCION .....	1
2. REVISION DE LITERATURA .....	3
2.1. Elementos nutritivos necesarios en el cerdo.	3
2.1.1. Hidratos de carbono .....	3
2.1.2. Proteínas .....	4
2.1.3. Aminoácidos .....	4
2.1.4. Minerales .....	5
2.1.5. Vitaminas .....	7
2.1.6. Agua .....	8
2.2. La energía en la nutrición del cerdo .....	9
2.3. Digestión, absorción y metabolismo de los lí- pidos .....	11
2.4. La grasa en la alimentación del cerdo .....	12
2.4.1. Deficiencia de las grasas en la dieta para cerdos .....	15
2.4.2. Efecto de la grasa en la dieta del cerdo...	16
2.4.3. Características de la grasa en dieta - para cerdas gestantes y lactantes ....	16

	Página
2.4.4. Función de la grasa en los lechones.	19
2.5. Trabajos realizados sobre las grasas .....	20
3. MATERIALES Y METODOS .....	22
3.1. Generalidades .....	22
3.1.1. Localización .....	22
3.1.2. Características del lugar .....	22
3.1.3. Unidades experimentales .....	22
3.1.4. Instalaciones .....	23
3.1.5. Equipo .....	23
3.1.6. Elaboración del concentrado .....	24
3.1.7. Manejo de los cerdos .....	24
3.2. Metodología .....	24
3.2.1. Azarización y tatuaje .....	25
3.2.2. Alimentación .....	25
3.3. Fase de laboratorio .....	25
3.4. Toma de datos .....	26
3.4.1. Peso vivo promedio .....	26
3.4.2. Ganancia de peso .....	26
3.4.3. Consumo promedio de alimento .....	26
3.4.4. Conversión alimenticia .....	26
3.5. Metodología estadística .....	26
3.5.1. Factor en estudio .....	26
3.5.2. Diseño estadístico .....	27
3.5.3. Modelo estadístico .....	27
3.5.4. Tratamientos evaluados .....	27

3.5.5. Distribución estadística para el análisis de varianza .....	28
3.5.6. Variables evaluadas .....	28
3.6. Estudio económico del ensayo .....	28
4. RESULTADOS Y DISCUSION .....	29
4.1. Peso vivo promedio .....	29
4.2. Ganancia de peso vivo promedio .....	30
4.3. Consumo de alimento y conversión alimenticia .....	31
4.4. Análisis económico y relación beneficio-costo .....	33
5. CONCLUSIONES .....	37
6. RECOMENDACIONES .....	38
7. BIBLIOGRAFIA .....	39
8. ANEXOS .....	42

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Efecto del consumo de grasa o aceite en - cerdas al final de la lactancia .....	18
2	Consumo total de alimento por tratamiento en períodos de 15 días durante el ensayo - (kg) .....	31
3	Consumo y conversión alimenticia promedio por tratamiento desde el inicio hasta la - finalización del ensayo (kg) .....	32
4	Estudio económico .....	36
A-1	Necesidades nutritivas de cerdos en creci- miento y finalización; cantidades por ani- mal por día .....	43
A-2	Necesidades nutritivas de los cerdos; can- tidades diarias por animal (kg) .....	44
A-3	Necesidades de aminoácidos esenciales ....	45
A-4	Contenido de energía de las principales -- grasas y aceites utilizados en la alimenta- ción de cerdos .....	46

Cuadro		Página
A- 5	Peso de cerdos al inicio del ensayo (90 días de edad) por repetición y tratamiento (kg) .....	47
A- 6	Análisis de varianza del peso del cerdo al inicio del ensayo .....	47
A- 7	Peso de los cerdos a 15 días de iniciado el ensayo por repetición y tratamiento (kg)	48
A- 8	Análisis de varianza del peso de los cerdos a 15 días de iniciado el ensayo .....	48
A- 9	Peso de cerdos a 30 días de iniciado el ensayo por repetición y tratamiento (kg) ...	49
A-10	Análisis de varianza del peso de los cerdos a 30 días de iniciado el ensayo .....	49
A-11	Prueba de rango múltiple de Duncan para el peso de los cerdos a 30 días de iniciado el ensayo .....	50
A-12	Peso de cerdos a 45 días de iniciado el ensayo por repetición y tratamiento (kg) ...	50
A-13	Análisis de varianza de peso de los cerdos a los 45 días de iniciado el ensayo .....	51
A-14	Peso de los cerdos a 60 días de iniciado el ensayo por repetición y tratamiento (kg).	51
A-15	Análisis de varianza del peso de los cerdos a 60 días de iniciado el ensayo .....	52

Cuadro	Página
A-16	Peso de los cerdos a 75 días de iniciado - en ensayo por repetición y tratamiento (kg). 52
A-17	Análisis de varianza del peso de los cer- dos a 75 días de iniciado el ensayo ..... 53
A-18	Peso de los cerdos a 90 días de iniciado - el ensayo por repetición y tratamiento (kg). 53
A-19	Análisis de varianza de peso de los cerdos a 90 días de iniciado el ensayo ..... 54
A-20	Ganancia de peso por cada 15 días por repe- tición y tratamiento desde el inicio del en- sayo (kg) ..... 54
A-21	Análisis de varianza para la ganancia de pe- so por cada 15 días desde el inicio a 15 -- días de iniciado el ensayo ..... 55
A-22	Prueba de rango múltiple de Duncan para la ganancia de peso a 15 días de iniciado el - ensayo ..... 55
A-23	Ganancia de peso por repetición y tratamien- to de 15-30 días de iniciado el ensayo (kg). 56
A-24	Análisis de varianza para la ganancia de pe- so de 15-30 días de iniciado el ensayo .... 56
A-25	Prueba de rango múltiple de Duncan para la ganancia de peso de 15-30 días de iniciado el ensayo ..... 57

Cuadro		Página
A-26	Ganancia de peso por repetición y tratamiento de 30-45 días de iniciado el ensayo (kg) .....	57
A-27	Análisis de varianza para la ganancia de peso de 30-45 días de iniciado el ensayo..	58
A-28	Prueba de rango múltiple de Duncan para la ganancia de peso de 30-45 días de iniciado el ensayo .....	58
A-29	Ganancia de peso por repetición y tratamiento de 45-60 días de iniciado el ensayo (kg) .....	59
A-30	Análisis de varianza para la ganancia de peso de 45-60 días de iniciado el ensayo.	59
A-31	Prueba de rango múltiple de Duncan para la ganancia de peso de 45-60 días de iniciado el ensayo .....	60
A-32	Ganancia de peso por repetición y tratamiento de 60-75 días de iniciado el ensayo (kg) .....	60
A-33	Análisis de varianza para la ganancia de peso de 60-75 días de iniciado el ensayo.	61
A-34	Ganancia de peso por repetición y tratamiento de 75-90 días de iniciado el ensayo (kg) .....	61

Cuadro		Página
A-35	Análisis de varianza para la ganancia de - peso de 75-90 días de iniciado el ensayo..	62
A-36	Ganancia de peso promedio por repetición y tratamiento (90-180 días de edad) (kg) ...	62
A-37	Análisis de varianza para la ganancia de - peso promedio (90-180 días de edad) .....	63
A-38	Concentrado utilizado en el ensayo de cre- cimiento y finalizador .....	64
A-39	Resultado de análisis bromatológico de las raciones bases utilizadas .....	65

## INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Relación beneficio costo por cerdo suplementados con diferentes niveles de residuos grasos industrial de pollo (aceite) en las etapas de crecimiento finalización.	34
2	Beneficio neto por cerdo suplementados con diferentes niveles de residuos grasos industrial de pollo (aceite) en las etapas de crecimiento-finalización .....	35
A-1	Curva de incremento de peso en kg de cerdos suplementados con diferentes niveles de residuos grasos industrial de pollo (aceite) en las etapas crecimiento-finalización ...	66
A-2	Ganancia de peso diario en kg de cerdos suplementados con diferentes niveles de residuos grasos industriales de pollo (aceite), en las etapas de crecimiento-finalización.	67
A-3	Consumo promedio de alimento en kg de cerdos suplementados con diferentes niveles de residuos grasos industrial de pollo -- (aceite) en las etapas crecimiento-finalización .....	68
A-4	Conversión alimenticia promedio de los cerdos suplementados con diferentes niveles de residuos grasos industrial de pollo -- (aceite) en las etapas de crecimiento-finalización .....	69

Figura		Página
A-5	Costo por kg de peso vivo por cerdo suplementados con diferentes niveles de residuos grasos industrial de pollo (aceite) en las etapas de crecimiento-finalización .....	70
A-6	Ubicación de los cuatro tratamientos con sus ocho repeticiones aplicando el diseño completamente al azar .....	71
A-7	Plano de ubicación del ensayo .....	72

## 1. INTRODUCCION

La porcinocultura en El Salvador, como en la mayoría de los países Latinoamericanos, representa un rubro económico vital, tanto para granjas tecnificadas y artesanales que se dedican a la cría y el engorde de cerdos. Además su carne contribuye a suplir las necesidades protéicas y energéticas de la población.

Según la revista trimestral, publicada por el Banco Central de Reserva (B.C.R.), en 1993, a nivel nacional dentro de las cinco actividades principales que componen el producto territorial bruto (P.T.B.), del sub-sector pecuario, la porcinocultura ocupa el cuarto lugar (6.2%), bovino el 55.7%, avicultura 24.4%; pesca el 12.1%, y apicultura 1.6%.

Uno de los principales problemas que enfrenta la crianza y engorde porcina es la alimentación; de modo que toda economía en la alimentación se refleja de inmediato en los costos de producción, por lo que se ha incrementado la búsqueda de subproductos industriales de origen animal que venga a mejorar la relación beneficio-costos, ganancia de peso, mejoren la conversión alimenticia y la calidad del cerdo; para producir alimento de origen animal a menor costo y eficazmente.

Para que los rendimientos del cerdo sean económicos es necesario mandarlos al mercado con peso promedio de 90 kgs. que deben obtener a una edad no mayor de 6 meses, con el me

nor consumo de alimento. En los países desarrollados, se ha logrado obtener una mejor conversión alimenticia con la adición de grasa y aceite a la ración a niveles del 8-15% de aceite; en nuestro país no se tiene un estudio de estos subproductos, por lo cual fue necesario realizar el presente trabajo, donde se ha evaluado los niveles de residuos - grasos de cocinería industrial de pollo como suplemento en la alimentación del cerdo de engorde, con el objetivo de - determinar en nuestro medio el nivel más apropiado, que generen un mayor rendimiento en peso al más corto plazo, mejore la conversión alimenticia y proporcione una mayor rentabilidad.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Elementos nutritivos necesarios en el cerdo

El cerdo es un animal que para su diferente ciclo evolutivo, reproducción, lactación, crecimiento y desarrollo - necesita elementos nutritivos acorde con el período que -- atraviesa, estos elementos son: Hidratos de carbono, grasa, proteína, minerales, vitaminas y agua. La falta de algunos de éstos producen disminución del ritmo de crecimiento, alteraciones de la actividad productiva mayor predisposición de los animales a contraer enfermedades, produciendo todo - esto una incidencia negativa para la explotación (13, 22).

#### 2.1.1. Hidratos de carbono.

Los carbohidratos contribuyen alrededor del 75% de la materia seca en la mayor parte de las plantas. Son por lo tanto, la fuente principal de energía en las raciones porcinas. Los azúcares y almidones se digieren fácilmente y tienen un elevado poder alimenticio (4, 18). Son nutrientes esencialmente energéticos que al ser suministrados proporcionan calor para la activación y mantenimiento de los procesos vitales. El metabolismo energético, es un proceso fundamental para la supervivencia del animal, porque sin energía no hay movimiento; así el animal necesita niveles precisos para poder aprovechar adecuadamente los demás nutrientes (16).

Constituyen la principal fuente de energía de los alimentos para cerdos, necesarios para cumplir con las funciones de crecimiento y actividad muscular, masticar, etc. - (22).

#### 2.1.2. Proteínas

Los animales necesitan constantemente proteínas, bien para formar leche, carne, piel, pezuñas, pelo, hormonas, enzimas, células de la sangre y en el caso del crecimiento o la reproducción, o bien para reparar el desgaste tisular. Los cerdos necesitan por tanto un aporte regular de proteína. Si en una ración es deficiente la proteína, los animales experimentan una reducción en el crecimiento o pierden peso. Finalmente, la proteína será tomada de ciertos tejidos para mantener durante el período más largo posibles el funcionamiento de los tejidos de importancia vital. Por lo tanto, la proteína afecta casi a cada función del cuerpo. Se ha demostrado también que si los animales reciben una ración protéica adecuada son más resistentes a las infecciones. Los elementos que combaten a las enfermedades en la corriente sanguínea, son proteínas; es por ello por lo que la presencia adecuada de proteína en la dieta es uno de los modos de hacer a los animales más resistentes contra las enfermedades (4, 14).

#### 2.1.3. Aminoácidos

Los animales son capaces de formar ciertos aminoácidos a partir de otros aminoácidos u otros nutrientes "aminoácidos no esenciales"; otros aminoácidos sin embargo, no pueden ser formados en el cuerpo a partir de otras sustancias o no pueden ser sintetizados por el organismo animal con la rapidez necesaria para satisfacer sus necesidades. A éstos se les denomina por tanto, "aminoácidos esenciales". Se ha demostrado que el cerdo requiere para un desarrollo óptimo diez aminoácidos esenciales (4).

Algunos de los aminoácidos más sencillos pueden producirse en el organismo de los animales sea a partir de los aminoácidos más complejos o combinados compuesto amoniacales y otros nitrogenados.

Las proteínas necesarias para el crecimiento de los tejidos del organismo o para la producción de leche y carne, no pueden sintetizarse por el animal si no cuenta ésta con una cantidad adecuada de cada uno de los aminoácidos esenciales. Entre los cuales tenemos arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano, valina, etc. La deficiencia de uno o cualquiera de ellos limitará el aprovechamiento de todos los demás y por lo tanto reducirá la eficiencia de la ración (14).

#### 2.1.4. Minerales

Según Morrison (12), los principios nutritivos minerales son necesarios para mantener la salud de los animales

y conservar su vida misma; principalmente se conoce la importancia de la sal común, fósforo y calcio en la alimentación de los cerdos. Sin embargo, se ha averiguado la necesidad de suministrar en ciertas raciones elementos menores, como el yodo, cobalto y el cobre; éstos han despertado un interés general por el problema de las sustancias minerales y han conducido a un empleo más o menos frecuente de complementos minerales en la ración.

El calcio y el fósforo, forma alrededor del 70% de las cenizas y en particular en el esqueleto y los dientes la proporción es del 99% del calcio y el 80% del fósforo; las necesidades generales del calcio y fósforo de animales en crecimiento son de 1.5 y 2 gr por cada 100 gr de aumento de peso.

En cuanto a sodio, potasio y cloro, estos tres elementos se encuentran en los líquidos, tejidos y órganos donde regulan la presión osmótica y el equilibrio ácido base, jugando un papel importante el metabolismo del agua.

Otros elementos esenciales son el hierro, cobre, cobalto, yodo, magnesio, zinc, selenio, todos ellos en pequeñas cantidades

La mezcla mineral, a un nivel del 1% de la ración contiene el 31.6% de Ca, 5.4% de P, 10% de ClNa y cantidades pequeñas de otros elementos con Fe 29.7, Cu 5.9; y Mn 12.1

mg/kg de la dieta, incluido en un 2% de harina de pescado (15).

#### 2.1.5. Vitaminas

Son sustancias orgánicas que, en general, son incapaces de elaborar los propios organismos animales, y que en dosis infinitesimales son indispensables para el desarrollo, mantenimiento y funcionamiento de éstos, determinando su ausencia, trastornos y lesiones características. .

Las necesidades de vitaminas para los animales es variable según la especie, edad, alimentación. como la mayoría de las vitaminas tiene influencia sobre el crecimiento, ya sea en forma directa o indirecta, en general, son mayores las necesidades en las edades tempranas de la vida (ver -- Cuadro A-1, A-3).

Una avitaminosis no sólo se presenta al faltar una vitamina determinada en los alimentos, sino que puede producir también por la acción antagónica de otras vitaminas o sustancias alimenticias ingeridas en mayores cantidades (6, - 8).

Según Flores Menéndez (7) en ocasiones existen acciones cinérgicas de las vitaminas entre sí, tal es el caso de la vitamina C y K en los procesos hemorrágicos, así como el de la vitamina A y D en el raquitismo. Además existe ac-

ción cinérgica entre la hipófisis y vitamina A, E y las hormonas gonadotrópicas de la hipófisis etc.

Las alteraciones a que dan lugar según sus aspectos cuantitativos se clasifican en : avitaminosis, cuando hay ausencia total de vitaminas en la ración; hipovitaminosis, cuando la administración es insuficiente, hipervitaminosis, cuando alguna de ellas entra en exceso en la alimentación; por cierto éste es el tipo de alteración menos frecuente.

La alteración más frecuente es la avitaminosis que se presenta ya sea por acción directa es decir, por la escasez de una vitamina en los alimentos o bien por la insuficiencia de tipos secundarios (7, 14).

#### 2.1.6. Agua

Es una de las sustancias más importantes que requiere el cerdo y sin embargo, muy frecuentemente no se le presta atención. El agua proporciona un medio adecuado para la digestión, absorción y transporte de otros nutrientes en el organismo, así como para la eliminación de los productos de desechos del metabolismo.

Por otra parte, juega un papel primordial en la regulación de la temperatura corporal. La falta de agua disminuye el apetito y rebaja la eficiencia de utilización de los alimentos, alterando todos los procesos del organismo. Por todo ello parece evidente que los animales deben tener a su dispo

sición, para beber, agua limpia, fresca. Las necesidades de agua diaria del cerdo oscila entre 2 y 6 litros, por cada 45 kg de peso vivo. Los lechones y las cerdas en lactancia son los que más necesitan. La cantidad está de acuerdo con la edad y peso, con la temperatura ambiente y con la clase de alimento que consumen.

En condiciones normales los cerdos ingieren una cantidad constante de agua por cada kg de alimento que consumen. La cantidad de agua consumida disminuye naturalmente y de un modo proporcional, cuando los alimentos son acuosos, tales como ensilado, subproductos lácteos, raíces y forrajes verdes (4, 7, 19).

## 2.2. La energía en la nutrición del cerdo

Si hay deficiencia de energía en la ración, el organismo animal utiliza parte de la proteína para su metabolismo energético en detrimento en la formación de músculos, huesos, sangre y también perjudica la reproducción; por el contrario, si la energía es muy alta, el consumo de los alimentos disminuye, por lo tanto para lograr mayores beneficios en la producción de carne de cerdo es recomendable conocer los principios nutritivos de los alimentos.

Las necesidades nutricionales del cerdo varía con la edad y etapa de producción (17).

En general lo primero que se necesita en una ración de -

engorde para los animales es la abundancia de nutrientes digeribles totales o energía neta (12).

La energía de la dieta es esencial para el crecimiento, producción y funcionamiento de los tejidos del organismo y mantenimiento de la temperatura corporal de toda la fuente de energía que se puede proporcionar a los cerdos en la ración, esto puede lograrse incrementando el nivel de energía y reduciendo la densidad de masa de la ración (23).

La deficiencia energética produce retardo o fallas en el crecimiento, pérdida de peso y algunas veces hasta la muerte, si la deficiencia es severa y prolongada. Estos signos no son específicos, ya que muchas deficiencias nutricionales producen estos mismos cuadros en determinadas ocasiones, muchos casos de desnutrición son debidos a las deficiencias múltiples (10).

La cantidad de alimento necesarios por los cerdos en crecimiento alimentados a discreción, es controlada principalmente por el contenido energético de la dieta. Si las dietas contienen cantidades excesivas de fibra más del 5-7% sin aumentos proporcionales en la grasa, y en especial, la eficiencia del aumento se afectan en forma adversa. Las necesidades energéticas de los cerdos que se expresa en forma de kilocalorías/kg (KCal/kg), ya sea como energía digerible (ED), energía metabolizable (EM), o energía neta (EN), la mayoría de los expertos en nutrición porcina, usan los valores de EM (11).

Las concentraciones mínimas de energía para el crecimiento de los cerdos, se establecen en 3,100 ó 3,500 KCal. ED/kg de alimento (17).

Es conveniente indicar las necesidades energéticas de los animales como calorías, lo cual incluye energía digestible (ED) y energía metabolizable (EM). Para emplear este sistema, es necesario convertir a ED algunos valores de los nutrientes digestibles totales (NDT). Debe tenerse en cuenta que un kilogramo de NDT tiene un valor promedio de 4,400 KCal de ED.

La cantidad de ración consumida diariamente por cerdos en crecimiento y para sacrificio alimentados a libre consumo, es controlada principalmente por el contenido energético, - siempre que la dieta esté balanceada con todas las sustancias nutritivas esenciales. Cerdos alimentados con raciones de elevado contenido energético, consumen menos alimento por unidad de peso corporal, que cuando consumen raciones de bajo contenido energético. Para obtener la mayor exactitud posible, las necesidades nutritivas, se deben calcular sobre la base del requerimiento por kilocaloría de la ración - para cerdos en crecimiento y finalización (Cuadros A-1 y A-2) (3).

### 2.3. Digestión, absorción y metabolismo de los lípidos

La digestión de los lípidos que se encuentran en cantidades reducidas en los alimentos comúnmente usados, para

la alimentación de cerdos, se inicia en el estómago por la acción de una enzima; la lipasa gástrica. Es en el intestino delgado donde sufre la acción emulsionante de la bilis - proveniente del hígado y de la lipasa pancreática, que por la bilis es hidrolizada en ácidos grasos y glicerina, junto con pequeñas cantidades de grasas emulsionadas (16).

Después de la etapa de lactancia, los lípidos forman sólo una pequeña parte de la mayoría de la dieta de los animales, excepto en el hombre y en los carnívoros. Sin embargo, el metabolismo de los lípidos es de gran importancia en nutrición, debido a la valiosa función que desempeñan algunos lípidos específicos, y por la síntesis tan extensa de grasa que se efectúa en el organismo durante la engorda y la secreción láctea. Los lípidos son constituyentes esenciales de todas las células del organismo.

Aunque los depósitos grasos son adecuados como fuente de energía, la que se encuentra bajo de la piel, sirve también como capa aislante que evita la pérdida de calor corporal y la ubicada alrededor de las vísceras y otros órganos realizan una función de soporte (10).

Los lípidos sirven al organismo como reserva condensada de energía, los elementos estructurales de los tejidos y son esenciales para diversas reacciones del metabolismo intermedio (10).

#### 2.4. La grasa en la alimentación del cerdo

Las grasas se define como ésteres que se forman de la unión de un trihidroxi alcohol, glicerol y tres moles de ácido graso.

Desde el punto de vista de las cantidades presentes en el cuerpo animal y alimento, las grasas son las sustancias más importantes del grupo, pero muchos otros lípidos juegan papeles significativos en la nutrición y fisiología del cerdo (10).

Los cerdos a los pocos días de nacidos son capaces de aprovechar las grasas vegetales (soya, cacahuete, coco, etc.), muy temprano, no así el cebo de res, tampoco puede aprovechar la sacarosa, glucosa, sino hasta la segunda y tercera semana de vida (7).

Las grasas al igual que los hidratos de carbono, cumplen en el organismo funciones energéticas (22).

Las grasas y los aceites constituyen una fuente concentrada de energía que se utiliza principalmente en todas las dietas de cerdos en zonas calientes, con el objetivo de disminuir el calor metabólico del cerdo y en alimentos para lechones y cerdas lactantes, para incrementar la eficiencia de utilización de los alimentos y aumentar la producción de leche, evitando el desgaste corporal de la cerda lactante, que tanto afecta los rendimientos reproductivos (1).

Las fuentes principales de grasa y aceites son el sebo, el aceite de palma africana y el aceite de soya. Las diferencias nutricionales están basadas en su contenido de ener

gía, su estabilidad y la proporción de ácidos grasos insaturados y saturados. Las grasas y aceites de origen vegetal contienen niveles superiores de energía que los de origen animal, pero por un mayor contenido de ácidos grasos insaturados, tienden a oxidarse con el oxígeno con facilidad, por lo que deben estar muy bien estabilizados, para evitar el proceso rancidez (Cuadro A-4).

El nivel de utilización de estos materiales están determinados por el nivel de energía que se quiera satisfacer, su precio, facilidad de obtención y de manejo a nivel de planta. Normalmente, se utilizan niveles que oscilan entre 3-5%, lo que representa de 250 a 500 KCal (2).

La presencia de grasas en el organismo es necesaria por que en cantidades adecuadas, ayudan al aprovechamiento de las proteínas y los hidratos de carbono y por otra parte, algunas vitaminas (A, D, E y K), indispensables para el buen crecimiento y funciones de los animales, se encuentran precisamente en la porción lípida de los alimentos.

Las cantidades óptimas, son 120 gr diario por cada 100 kg de peso vivo, y un porcentaje en la ración de 6-10%. Alimentos ricos en grasa notable insaturadas sólo pueden emplearse en pequeñas cantidades en la engorda de cerdo, si se quiere evitar grasas blandas. Los cerdos alimentados con raciones normales de engorde acumulan grasa de mayor consistencia según avanza la edad del animal lo cual se debe a que aumenta el depósito de grasa y es mayor el porcentaje procedente

de los carbohidratos (7).

La inclusión de 10, 15 y 20% de grasa en la ración incrementó la velocidad de aumento de peso entre 7 y 10%. - Cuando el porcentaje de grasa fue de 20%, la conversión alimenticia mejoró en más del 43% y el espesor del tocino aumentó en 24%.

La adición hasta 10% de grasa tiene un efecto lineal sobre el aumento de peso, la conversión alimenticia y el espesor del tocino (4, 7, 16).

#### 2.4.1. Deficiencia de las grasas en la dieta para cerdos.

Una ración que contenía 0.06% de grasa produjo signos de deficiencia como pérdida del pelo, dermatitis escamosa, - áreas necróticas de la piel del cuello y hombros y una apariencia del mal estado general de los lechones en crecimiento. Sin embargo, una concentración de 1.0 y 1.5% de grasa en la ración pareció ser suficiente para la nutrición del cerdo.

Con las raciones usadas en nuestro medio se desconocen una deficiencia específica de grasa (4, 11, 16).

Las necesidades de grasa en las raciones alimenticias - provocan en los cerdos: mal aspecto general, hipertrofia de tiroides, menor eficiencia de utilización alimenticia, subdesarrollo del aparato digestivo, vesículas biliares muy pequeña (4, 11).

#### 2.4.2. Efecto de la grasa en la dieta del cerdo.

Las grasas representan un papel único y benéfico en las dietas modernas. Su función tiene por objeto mejorar las dietas tradicionales tipo maíz-soya, cuando no puede servir para obtener una producción óptima y mantener a los animales saludables en cierta facilidades y técnica de manejo.

Es importante para los nutricionistas y productores de ganado porcino el conocimiento de las fuentes calóricas y cómo puede ser utilizadas de una mejor manera en la formulación de raciones (20).

Los cerdos en crecimiento alojados en ambientes con temperaturas agradables (22 °C), pueden ser ayudados, o a la inversa más tensionados, con la formulación de ingredientes para raciones. Temperaturas ambientales muy altas o bajas causan un incremento en la producción de calor animal y el requerimiento de energía deben ser por encima del de los animales alojados a temperaturas térmicas confortables (20).

#### 2.4.3. Características de la grasa en la dieta para cerdas gestantes y lactantes

Productores que utilizaron temprano la grasa en raciones para cerdas, no sólo reportaron un incremento en la tasa de supervivencia de los lechones, sino también reportaron un aumento en la tasa de concepción de las marranas, ya que según se ha visto algunas marranas no tienen un adecuado con

sumo de energía durante la lactancia, lo que dió como resultado presentando una debilidad, desequilibrio hormonal y por consecuencia, fallas en el reciclaje.

Presentando el inconveniente que la mayoría de los animales con este problema son las que crían las camadas más numerosas. Podría ser que algunas de estas buenas marranas son las que tendrían que ser desechadas. El suministrar grasa en las dietas para cerdas lactantes disminuye la pérdida de peso corporal por medio del aporte de mayor energía y puede inclusive favorecer el apetito. Es muy probable que el requerimiento en energía para cerdas consideradas como buenas lecheras sea demasiado bajo (21).

El suministrar grasa a las cerdas puede lograrse a través de muy diversas maneras y el mejor procedimiento varía de granja a granja. Puede mezclarse con las dietas, o bien darse por separado, en forma líquida o sólida. Las formas comerciales de las grasas secas pueden ser muy buena alternativa. El alimentar a las cerdas en forma individual poniéndoles grasa sobre la ración que recibe a diario, da una mayor flexibilidad en la práctica de la alimentación. Los niveles de grasa o aceite que se han de utilizar están basadas en el tiempo que dure la alimentación. Un período tan corto como lo son 5 días antes del parto y 14 posteriores al mismo, requerirá de un aporte de lípidos mayor. Las dietas con un contenido de 10% de grasas están recomendadas para proporcionar 1/2 libra de grasa/día antes del parto y

1/2 libras ó más posterior al parto. Si el período de alimentación es de 14 días ó más del parto, el porcentaje de grasa en la dieta puede ser 5% ó bien proporcionando 1/4 de libra por día. El mismo nivel puede utilizarse durante la lactancia con el fin de mantener una buena condición física de las marranas. También puede suministrarse como fuente - grasa animal, de pollo, o bien de aceites vegetales. Se - pueden utilizar los agentes estabilizadores (antioxidantes) para prevenir la rancidez sobre todo en los climas calientes (21).

Las grasas y aceites son ingredientes obligatorios en - una dieta de cerdas lactantes, especialmente en climas cálidos. Su utilización ha producido mejoras en la sobrevivencia de lechones especialmente en porquerizas con valores menores del 80% y en cerdos con pesos menores de 1.13 kg.

A continuación en el Cuadro 1 se presentan un resumen - de 1490 camadas que consumieron grasa o aceites al final de la lactación (Moser y Lewis, 1980).

Cuadro 1. Efecto del consumo de grasa o aceites en cerdas al final de la lactancia

Parámetros	Testigo	Grasa/aceite
Cerdos destetados	8.10	8.40
% de sobrevivencia	82.00	84.00

El nivel de grasa en la dieta depende de la etapa que se use. Al final de la gestación se recomienda 1 kg diez días antes del parto proporcionando 100 gr diarios. En la etapa de lactación dependerá del nivel de energía que se desea y las mejores respuestas se han obtenido con niveles mayores de 5% (1).

Las grasas en dietas de gestaciones tardía y en dietas de lactación, tienen un papel singular para aumentar las grasas en el metabolismo de las cerdas, conservar las reservas de energía del cuerpo y aumentar su productividad lechera.

El porcentaje de lípidos en el calostro y en la leche de las cerdas aumenta de manera considerable al alimentarlas con lípidos de alto contenido dietético durante la gestación (20).

#### 2.4.4. Función de la grasa en los lechones

Los lechones recién nacidos están relativamente débiles después de 24 horas, cuando son comparados con los recién nacidos de otras especies. Sus reservas de energía metabólica le permitirán sobrevivir por sólo dos días. La baja densidad del peso corporal y sólo 2% de la grasa lo provee de muy poco aislamiento, mientras que la pérdida del color del cuerpo es rápida. Por consecuencia, el glucógeno, la sangre y la energía celular descenderá a un nivel bajo y crítico de 24-48 horas de edad. Los lechones recién nacidos son en su totalidad dependientes de la leche de la cerda y de propor-

cionarles un medio ambiente agradable a los dos días de nacidos. Cualquier estrés por enfriamiento, baja ingestión de leche o la competencia de la camada, pueden deteriorar más rápido a los lechones débiles (21).

El salvar lechones sí cuesta dinero, ya que se requiere de una mejor nutrición, alojamiento y mayor sanidad. Sin embargo, cada lechón salvado de más de siete por camada, es considerado una ganancia potencial. Muchos productores en potencia - destetan 8.5 ó más cerdos por camada y promedian 18 ó más lechones por cerda al año. Moser y Lewis (1980), sugirieron que cada 0.1 de lechón salvado, tenía un valor de \$2.50.

El costo de la dieta grasa debería estar por debajo del valor de la grasa para mejorar el porcentaje de supervivencia (21).

#### 2.5. Trabajos realizados sobre las grasas

Según Flores González, con el propósito de conocer la factibilidad de utilizar nuevas fuentes concentradas de energía en engorde de pollo, se efectuaron dos pruebas biológicas utilizando dos aceites comerciales, A y B, de diferentes grados de refinamiento, desechadas para el consumo humano, en dieta para pollo de engorde, comparándolos con un aceite testigo "C" de uso doméstico, para ambos experimentos se midió la ganancia de peso, conversión alimenticia, consumo de alimentos y canal; utilizando el 3% de aceite. Se les aplicó el análisis de varianza

a los datos obtenidos, no encontrándose diferencia estadística para cada etapa independiente; sin embargo, para el experimento dos, cuando se consideró la suma de las dos etapas de iniciación y finalización la conversión alimenticia resultó significativa ( $P < 0.05$ ) a favor del aceite "C" testigo con índice de 2.358 kg de alimento/kg de peso, contra 2.529 kg y 2.483 kg para los aceites A y B respectivamente (5).

Los estudios realizados hasta la fecha indican que las grasas de buena calidad desechada para el consumo humano directo, pueden ser componentes adecuados de ciertas raciones y su uso se está incrementando en la industria de los pienso compuesto. Se ha comprobado a nivel de experimento que se pueden emplear las grasas de origen animal en las raciones de cerdos en crecimiento y engorde a diversos niveles que alcanza hasta el 15%.

La adición de un 10% de grasa en la ración de los cerdos en sebo, incrementa la tasa de ganancia en un 14% y la eficiencia de conversión en un 18%; sin embargo, las canales de estos animales presentaban de 3'3 y 5'3 mm más de espesor del tocino y eran sensiblemente más blandas (4).

Según Lucas (1929 - 1930), señala que la exclusión absoluta de grasa de la ración de ratas originaban descamaciones en la piel e interrumpían el crecimiento, esto se curaba incluyendo en la ración ácido linoléico, linolénico y -araquidónico, que desde entonces se conocen como ácidos grasos esenciales (9).

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Generalidades

##### 3.1.1. Localización

El ensayo se realizó en las instalaciones de la "Granja Siramá", ubicada en el Caserío La Presa, Cantón Flamenco, Municipio de Jocoro, Departamento de Morazán, El Salvador.

Las coordenadas del lugar son 13°36' latitud norte y -- 88°09' longitud oeste con una altura sobre el nivel del mar de 225 m. (Figura A-7).

##### 3.1.2. Características del lugar

Clima : Las características climáticas de la zona donde se realizó el ensayo son :

- Temperatura promedio anual	:	26.4 °C
- Temperatura máxima anual	:	34.1 °C
- Temperatura mínima anual	:	20.9 °C
- Humedad relativa promedio anual	:	66 %
- Nubosidad promedio anual	:	5.6 décimas
- Precipitación pluvial anual	:	1636 mm

##### 3.1.3. Unidades experimentales

Las unidades experimentales utilizadas fueron de la raza mejorada Landrace con un peso promedio de 41.28 kg (90 días de edad), utilizando 4 camadas de ocho cerdos, una camada por tratamiento, cada uno de los cuales tenía 3 hembras y 5 machos castra-

dos, teniendo así 8 repeticiones por tratamiento, con un total de 32 unidades experimentales. (Figura A-6).

El ensayo contempló 5 tratamientos, el nivel máximo aplicado ( $T_4 = 16\%$  de aceite), a los 22 días después de iniciado el ensayo, fué suspendido por la muerte de los cerdos, la causa posible de la muerte se debió a la toxicidad provocada por el aceite recocido, por lo cual, no se le aplicó análisis comparativo con el resto de los tratamientos ( $T_0, T_1, T_2, T_3$ ).

#### 3.1.4. Instalaciones

En la etapa de crecimiento y finalización se utilizaron cinco corrales que albergaron ocho cerdos cada uno, cada corral tenía un área de  $20 \text{ m}^2$  con piso de cemento, el 60% de área techada y 40% de área soleada, comederos lineales de 4 m de largo, 0.30 m de ancho y 0.30 m de profundidad, bebedero de concreto de 2 m de largo, 0.30 m de ancho y 0.30 m de profundidad, utilizando un área total de  $100 \text{ m}^2$ .

#### 3.1.5. Equipo

Se utilizó una mezcladora horizontal con capacidad de 15 qq, una báscula con capacidad de 454 kg, una pala, un balde, una escoba.

Para el manejo de los cerdos se utilizó una manguera, un tatuador, una balanza reloj con capacidad de 90.80 kg, una jaula metálica, dos baldes y una jeringa de 25 cc.

### 3.1.6. Elaboración del concentrado

La elaboración del concentrado se hizo en la fábrica de concentrado Río Grande, la cual cuenta con dos mezcladoras de capacidad de 15 qq, una desgranadora y un molino de martillo.

Para la etapa de crecimiento, se elaboró un concentrado con el 19.77% de proteína, después a los 67.11 kg de peso - promedio de los cerdos, se hizo cambio de la fórmula de concentrado el cual contenía 11.88% proteína. La ración de los cerdos siempre fue la mezcla de concentrado más el aceite - según el tratamiento. (Cuadro A-39).

### 3.1.7. Manejo de los cerdos

Los animales fueron desparasitados al inicio del ensayo con Ivomec 2 cc/animal, vitaminados con NOC-AVIC 500 - 2 cc/animal, vacunados contra el cólera porcino (Vavinon) 2 cc/animal, sulfas contra diarreas.

## 3.2. Metodología

El trabajo se desarrolló en dos fases : 1) La pre-experimental que comprendió de 15 días antes del inicio del ensayo.

La edad de los cerdos al inicio del ensayo fue de 75 -- días. Se utilizaron únicamente dos corrales de engorde. - En este período se hizo la selección de los cerdos con base a peso y sexo, para conformar los cinco grupos, cada uno de

ocho cerdos; y 2) la etapa experimental. Se dió inicio - cuando los cerdos tenían un peso vivo promedio de 41.28 kg formando los cuatro tratamientos con 8 unidades experimentales cada uno (5 machos y 3 hembras).

### 3.2.1. Azarización y tatuaje

Al inicio del ensayo se realizó una azarización de - los cerdos destetados para distribuirlos en los tratamientos y de 45 días de edad se realizaron prácticas necesarias como, la identificación por medio de tatuaje en la oreja, - en la derecha número de tratamiento, y en la izquierda el - número correlativo del cerdo.

### 3.2.2. Alimentación.

El concentrado que se utilizó en el ensayo fue en la etapa de crecimiento con un 19.77% proteína más los diferentes niveles de aceite según el tratamiento, excepto a la camada testigo que sólo recibió el concentrado. Después -- de 45 días de iniciado el ensayo se cambió la fórmula y se les suministró un concentrado finalizador con 11.88% protefina, más los diferentes niveles de aciete según tratamiento.

### 3.3. Fase de laboratorio

El análisis bromatológico de las raciones base se --

efectuaron en el Laboratorio de la Unidad de Química de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador (Ver Anexo A-39).

### 3.4. Toma de datos

#### 3.4.1. Peso vivo promedio

Fueron obtenidos al inicio del ensayo por cada 15 -- días hasta la finalización del ensayo por repetición y tra tamiento.

#### 3.4.2. Ganancia de peso

Los cerdos fueron pesados al inicio del ensayo y cada 15 días hasta su finalización, determinando con estos datos la ganancia de peso individual por tratamiento.

#### 3.4.3. Consumo promedio de alimento

El alimento ofrecido fue pesado diariamente obtenién- do el consumo cada 15 días por tratamiento.

#### 3.4.4. Conversión alimenticia

Se determinó dividiendo el consumo de alimento sobre la ganancia de peso.

### 3.5. Metodología estadística

#### 3.5.1. Factor en estudio

El efecto de diferentes niveles de aceite mezclado con concentrado en la engorda porcina.

### 3.5.2. Diseño estadístico

Se utilizó el diseño estadístico completamente al -- azar, con cinco tratamientos y ocho repeticiones para cada tratamiento; cuando existió diferencia estadística se aplicó la prueba de rango múltiple de Duncan, para determinar cual de los tratamientos proporcionó mejores resultados.

### 3.5.3. Modelo estadístico

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

Donde :  $E_{ij}$  = Características en estudio

$U$  = Media experimental

$T_i$  = Efecto de los tratamientos

$E_{ij}$  = Error experimental

$i$  = Número de tratamientos

$j$  = Número de repeticiones de cada tratamiento.

### 3.5.4. Tratamientos evaluados

- $T_0$  = Concentrado sin aceite
- $T_1$  = Concentrado de crecimiento y finalización más 4% de aceite.
- $T_2$  = Concentrado de crecimiento y finalización más 8% de aceite.
- $T_3$  = Concentrado de crecimiento y finalización más 12% de aceite.

3.5.5. Distribución estadística para el análisis de  
varianza

Fuente de Variación	G.L.	(Grados de Libertad)
Tratamiento	(T-1)	3
Error Experimental	T (n-1)	28
T O T A L :	(T) (n) - 1	31

Donde : T = Número de tratamiento

n = Número de repeticiones por tratamiento

3.5.6. Variables evaluadas

- Peso vivo promedio
- Ganancia de peso
- Consumo promedio de alimento
- Conversión alimenticia
- Análisis económico

3.6. Estudio económico del ensayo.

Se realizó por animal y por tratamiento, tomando en cuenta los parámetros de: Consumo de alimento, costo del - concentrado, beneficio bruto, beneficio neto, relación beneficio:costo, costo por kg de peso vivo incrementado (Cuadro 4).

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

##### 4.1. Peso vivo promedio

Los pesos tomados a los cerdos a intervalos de 15 días por tratamiento y repetición se presentan en los cuadros A-5, A-7, A-9, A-12, A-14, A-16 y A-18.

Al inicio del ensayo, a los 41.28 kg de peso promedio de los cerdos el análisis estadístico no mostró diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro A-6); lo cual indica que los pesos de todas las unidades experimentales eran estadísticamente iguales.

Al realizar el análisis de varianza de la primera a la sexta quincena de evaluación mostró que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos (Cuadros A-8, A-10, A-13, A-15, A-17 y A-19); excepto la segunda quincena de evaluación que mostró que hubo diferencia significativa entre tratamientos a una probabilidad del 5% (Cuadro A-13), y al efectuar la prueba de Duncan (Cuadro A-11), se determinó que el tratamiento  $T_0$  obtuvo los mejores resultados. Esto se debió al efecto ejercido por el aceite en los diferentes niveles, lo cual ocasionó un estrés calórico provocándoles diarreas y una baja sensibilidad de peso a los tratamientos que se les suministró aceite. Dichos resultados coinciden con lo mencionado por Seerley (1980), que los cerdos en crecimiento alojado en ambiente con temperatura agradable (22 °C), pueden ser ayudado o a la inversa, más tensionados a temperaturas am-

biente altas o bajas, causan un incremento de la producción de calor animal y requerimiento de energía debe ser por encima de los animales alojados en temperaturas térmicas confortables (20).

En la Figura A-1, se presentan los pesos promedios de los tratamientos durante el ensayo.

Al final del ensayo se determinó que el tratamiento  $T_3$  numéricamente produjo los mejores resultados que el resto de los tratamientos.

#### 4.2. Ganancia de peso vivo promedio

La ganancia de peso promedio por repetición y tratamiento durante el ensayo se presentan en los Cuadros A-20, A-23, A-26, A-29, A-32, A-34 y Figura A-2.

Al realizar el análisis estadístico durante la primera quincena de evaluación hasta la cuarta se determinó que hubo diferencia significativa entre tratamiento a una probabilidad de 5% y 1% (Cuadro A-21, A-24, A-27 y A-30), al efectuar la prueba de Duncan, se determinó que el tratamiento  $T_2$  fue el que dió los mejores resultados pero semejante a  $T_0$  y  $T_3$  (Cuadros A-22, A-25, A-28 y A-31). Esto coincide con lo mencionado por Flores Menéndez (1988) y Pinheiro Machado (1973). Ellos mencionan que la adición de 10, 15 y 20% de grasa en la ración incrementó la velocidad de aumento de peso entre 7 y 10%. Cuando el porcentaje fue de 20%, la conversión alimenticia mejoró en más del 43% y el espe-

sor del tocino en un 24%. La adición hasta 10% de grasa - tiene un efecto lineal sobre el aumento de peso, la conver si ón alimenticia y el espesor del tocino (7, 16).

Al realizar el análisis estadístico durante la quinta y sexta quincena de evaluación se determinó que no hubo di fe re nc ia significativa entre tratamiento (Cuadro A-33 y -- A-35).

La ganancia de peso promedio por repetición y trata- miento durante todo el ensayo (90-180 días de edad), se pre se nta en el Cuadro A-36. Al realizar análisis estadístico, se determinó que no hubo diferencia significativa entre tra ta m ie nt os (Cuadro A-37).

#### 4.3. Consumo de alimento y conversión alimenticia

En el Cuadro 2, se presentan los resultados del con- sumo de alimento por períodos de 15 días obtenidos durante la fase experimental.

Cuadro 2. Consumo total de alimento por tratamiento en pe- ríodos de 15 días durante el ensayo (kg).

TRATAMIE N TOS	P E R I O D O S						TOTAL
	I	II	III	IV	V	VI	
T <sub>0</sub>	247.3	301.8	254.5	283.6	334.5	356.4	1778.1
T <sub>1</sub>	196.4	229.0	272.7	290.9	301.8	309.1	1600.0
T <sub>2</sub>	196.4	250.9	276.4	276.4	294.5	316.4	1611.0
T <sub>3</sub>	247.3	254.5	265.4	272.7	294.5	326.6	1658.0

Se puede observar que, el consumo promedio total por tra-

tamiento fue diferente cuantitativamente dando como resultado que el tratamiento  $T_1$  consumió menos alimento que el tratamiento  $T_2$  y  $T_3$ , siendo el tratamiento  $T_0$ , el de mayor consumo. En la Figura A-3, se observa la tendencia del consumo de alimento durante los cinco períodos del ensayo.

La relación de conversión alimenticia promedio por tratamiento obtenidos en el ensayo se muestran en el Cuadro 3 y Figura A-4.

Cuadro 3. Consumo y conversión alimenticia promedio por tratamiento desde el inicio hasta la finalización -- del ensayo. (kg).

P A R A M E T R O S	T R A T A M I E N T O S			
	$T_0$	$T_1$	$T_2$	$T_3$
Peso inicial (kg)	41.47	37.17	42.04	44.48
Peso final (kg)	97.84	87.33	98.35	100.68
Ganancia total (kg)	56.37	50.16	56.31	56.20
Ganancia diaria (kg)	0.63	0.56	0.62	0.62
Consumo alimento (kg)	222.26	200.0	201.37	207.25
Conversión alimenticia (kg)	3.94	3.99	3.58	3.69:1

Donde se observa como resultados que el tratamiento  $T_2$  tuvo mejor conversión alimenticia que  $T_3$ ,  $T_0$  y  $T_1$ .

Los resultados obtenidos muestran que la adición de aceite (residuos grasos de cocinería), a la ración de los cerdos reduce su consumo y mejora la conversión alimenticia, esto -

coincide por lo mencionado por Centro Regional de Ayuda Técnica (1976), Cuhna (1960) y Pinheiro Machado (1973). -- Ellos mencionan que cerdos alimentados con raciones de elevado contenido energético consumen menos alimentos por unidad de peso corporal que cuando consumen raciones de bajo contenido energético (3, 4, 16).

#### 4.4. Análisis económico y relación beneficio-costo

En Cuadro 4 y Figura A-5, nos indica que el tratamiento  $T_0$  presentó el mayor costo de producción (¢ 780.00), seguido por  $T_3$  (¢ 777.29),  $T_2$  (¢ 759.12) y  $T_1$  (¢ 749.34).

En cuanto al beneficio neto y la relación beneficio costo (Figura 1 y 2), se obtuvo que los tratamientos  $T_2$  y  $T_3$  dieron los mejores resultados, con  $T_3$  (¢ 330.19) (1.42);  $T_2$  (¢ 322.73) (1.42) respectivamente, en comparación al  $T_0$  -- (¢ 296.94) (1.38) y  $T_1$  (¢ 211.18) (1.28). Estos resultados demuestran que el menor beneficio y relación beneficio costo lo obtuvo el  $T_1$  en comparación con los tratamientos  $T_0$ ,  $T_2$  y  $T_3$ ; por lo cual es considerado en este ensayo como los tratamientos de mayor rentabilidad  $T_3$  y  $T_2$ . Dicho de otra manera, de acuerdo a la rentabilidad los tratamientos se comportan de la siguiente manera :  $T_3 > T_2 > T_0 > T_1$ .

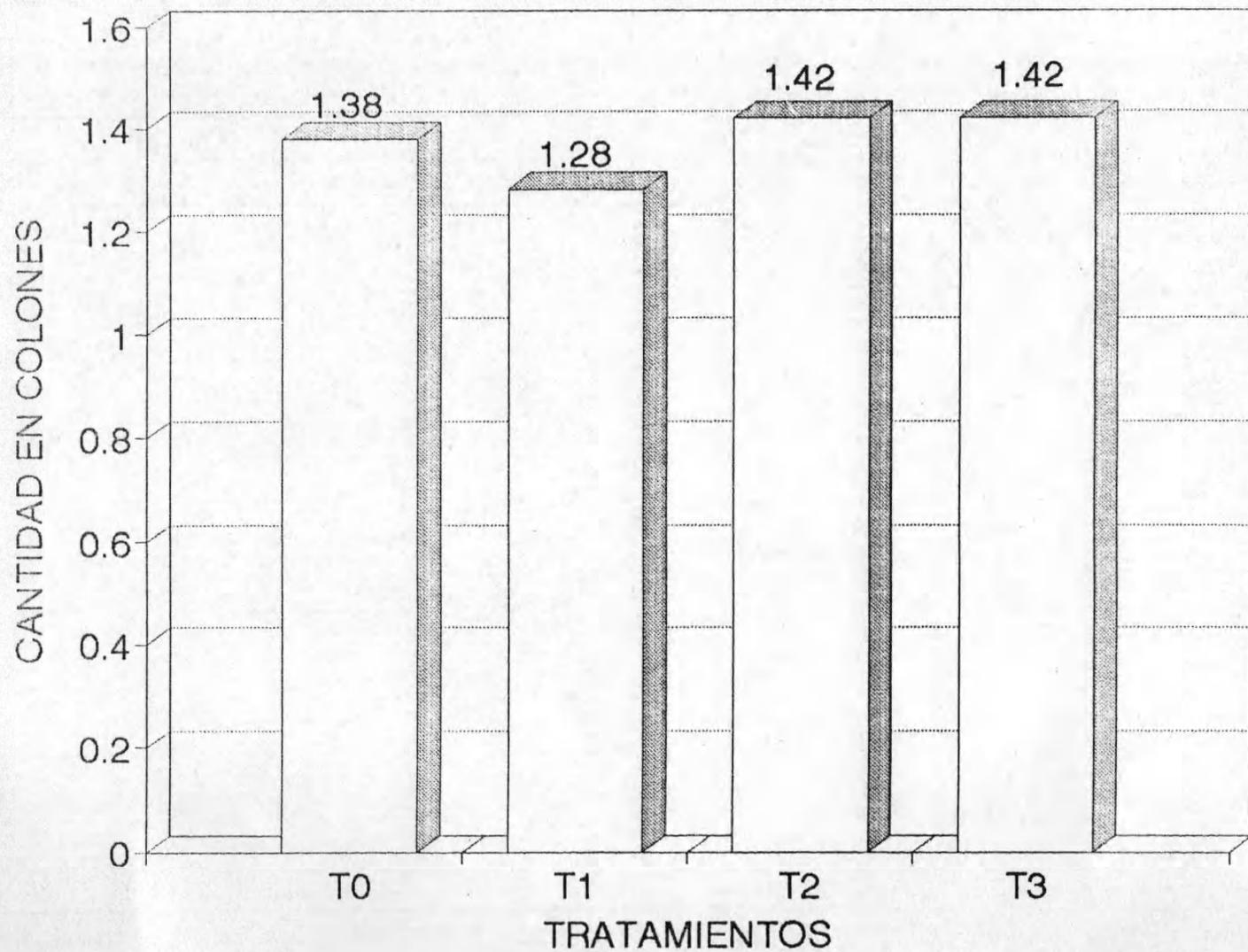


FIG. # 1. RELACION BENEFICIO - COSTO POR CERDO. SUPLEMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE RESIDUOS GRASOS INDUSTRIAL DE POLLO (ACEITE) EN LAS ETAPAS DE CRECIMIENTO - FINALIZACION.

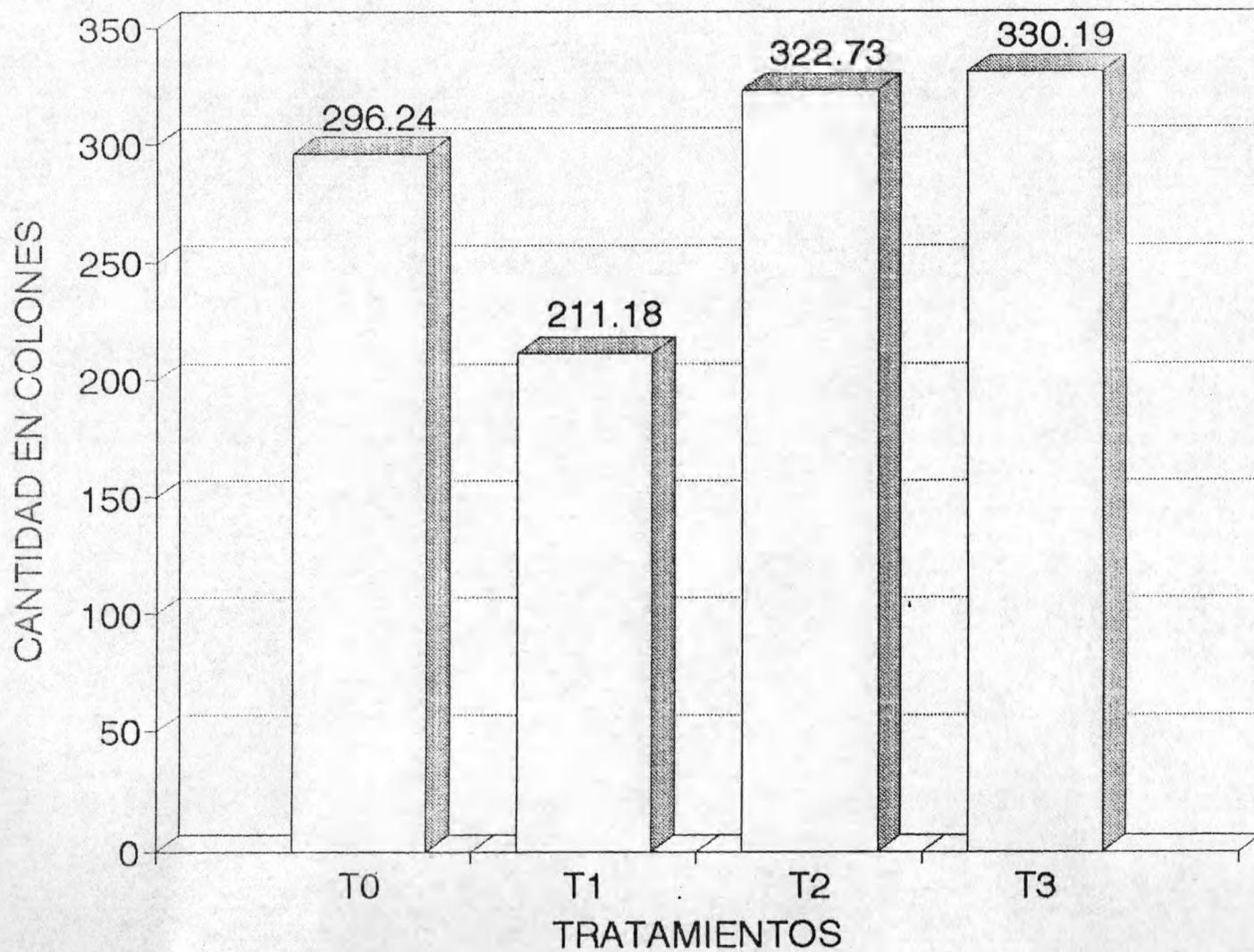


FIG. # 2. BENEFICIO NETO POR CERDOS SUPLEMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE RESIDUOS GRASOS INDUSTRIAL DE POLLO (ACEITE) EN LAS ETAPAS DE CRECIMIENTO - FINALIZACION.



Cuadro 4. Estudio económico.

CONCEPTO POR CERDO	T R A T A M I E N T O S			
	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
Costo por compra del cerdo (¢) (¢ 10.00/kg P.V.)	400.00	400.00	400.00	400.00
Consumo de concentrado (kg)	222.22	200.00	201.35	207.26
Costo de concentrado (¢) (¢ 1.71/kg)	380.00	341.98	344.30	354.41
Consumo de aceite (kg)	-	8.0	16.1	24.87
Costo del aceite (¢0.92/kg)	-	7.36	14.82	22.88
<b>T O T A L E S</b>	<b>780.00</b>	<b>749.34</b>	<b>759.12</b>	<b>777.29</b>
Rendimiento en P.V. (kg)	97.84	87.32	98.35	100.68
Precios venta por kg (P.V. (¢)	11.00	11.00	11.00	11.00
Beneficio Bruto (¢)	1076.24	960.52	1081.85	1107.48
Beneficio Neto (¢)	296.24	211.18	322.73	330.19
Relación Beneficio-Costo	1.38	1.28	1.42	1.42
Costo por kg. (P.V.) producido (¢)	7.97	8.58	7.71	7.72

## 5. CONCLUSIONES

- El uso del aceite como suplemento en la alimentación - de cerdo, a partir de los 90 días, mejora la ganancia de peso vivo y la eficiencia en conversión alimenticia.
- Los tratamientos T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> con niveles de 8% y 12%, obtuvieron mejores respuestas en conversión alimenticia.
- Los tratamientos T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> resultaron ser los más eficientes en rentabilidad ya que presentaron la más alta relación beneficio-costo.
- De los niveles de residuo graso de cocinería industrial de pollo evaluados (4%, 8%, 12% de aceite), en el ensayo, el 8% y 12% mostraron los mejores resultados en ganancia de peso, sin que hubiera síntomas de toxicidad en los animales.

## 6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de aceite (resíduo graso de cocinería industrial del pollo), como suplemento en la etapa de crecimiento-finalización en la alimentación de cerdos.
- Se recomienda utilizar entre los niveles dos y tres de este ensayo (8% y 12% de aceite por 45.45 kg de alimento).
- Se sugiere realizar investigaciones en una forma continua a estos aceites (resíduos grasos de cocinería industrial del pollo) y otros aceites similares en diferentes épocas y lugares, para determinar qué sub-producto proporciona mejores resultados en niveles superiores al 12%.

7. BIBLIOGRAFIA

1. CAMPABADAL, C.M. 1992. Alimentación de la cerda lactante para máxima eficiencia productiva. Asociación Americana de Soya. A.S.A. México, A.N. 113: 12-13.
2. \_\_\_\_\_. 1993. Materias primas utilizadas en la formulación de raciones para cerdos, fuente de energía, Asociación Americana de Soya. A.S.A. México, A.N. 121-4-5.
3. CENTRO REGIONAL DE AYUDA TECNICA. 1976. Necesidades nutricionales del cerdo. Agencia para el Desarrollo Internacional. Buenos Aires, Argentina. Hemisferio Sur. P. 0-26.
4. CUHNA, T.J. 1960. Alimentación de cerdo. Trad. Eduardo Zorita Tomilla, Zaragoza, España. Acribia. - P. 137-138.
5. FLORES GONZALEZ, F.; MARTINEZ, A. 1983. Perspectiva de aprovechamiento de los aceites comerciales de diferentes grado de refinamiento, desechadas para el consumo humano en dieta para pollos de engorde. Chapingo, México. Tesis Ing. Agr. México. Universidad Autónoma.
6. FLORES MENENDEZ, J.A. 1985. Ganado porcino: cría, explotación, enfermedades e industriales. 3 ed. Limusa, México. P. 3-683.

7. \_\_\_\_\_ . 1988. Ganado porcino, cría y explotación, enfermedades e industrialización. Limusa. México. V.2. P. 574-575, 656, 771.
8. INSTITUTO DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION DE LAS CIENCIAS - AGRICOLAS. 1982. Alimentación de las aves. México, D.F. P. 10.
9. LUCAS, A.; LODSE, G.A. 1967. Alimentación de lechones. Zaragoza, España. Acribia. P. 38.
10. MAYNARD, L.A.; LOOSLI, J.K.; WARNER, R.G. 1988. Nutrición animal. Trad. Alfonso Ortega Said. 4 ed. México, McGraw-Hill. P. 109, 112-119.
11. MERCK, C.O. 1988. El manual Merck de Veterinaria. Trad. Translatium. Co.O. Of America. 3a. ed. Barcelona, España. Centrum. P. 1412-1413, 1423-1426.
12. MORRISON, F.B. 1965. Alimento y alimentación de ganado. Trad. José Luis de La Loma. México, D.F. Uteha. - P. 82-83, 107-109.
13. \_\_\_\_\_. 1977. Compendio de alimentación del ganado. Trad. por José Luis de La Loma. México, D.F. Uteha. P. 31.
14. \_\_\_\_\_. 1979. Alimento y alimentación del ganado. Trad. José Luis de La Loma. 2 ed. México, Uteha. P. 477.
15. MORGAN, J.L.; LEWIS, D. 1965. Nutrición de cerdos y aves. Trad. Jesús Saiz. Zaragoza, España. Acribia. P. 330.

16. PINHEIRO MACHADO, L.C. 1973. Los cerdos. Trad. Carlos M. Veites. Buenos Aires, Argentina. Hemisferio Sur. P. 391-392, 397-406, 409-410, 528-550.
17. ROMERO OCHOA, D.S.; AMAYA RAMOS, F.J. 1991. Evaluación de tres niveles energéticos en los cerdos criollos-chinos y negros en la etapa de inicio-crecimiento y finalización. Tesis. Ing. Agr. San Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. P. 3-4, 6, 8-9.
18. SALHI, J.R. 1975. Curso de nutrición animal. San Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. P. 21.
19. SCARBOROUGH, C.C. 1990. Cría del ganado porcino. 11a. ed. D.F. México. Limusa, S.A. de C.V. P. 56-57.
20. SEERLY, R.W. 1980. Efecto de la grasa en dietas para cerdos. Asociación Americana de Soya, A.S.A. México, A.N. 42. 2-5.
21. \_\_\_\_\_. 1982. Pro y contra de la grasa en dietas para cerdas gestantes y lactantes. Asociación Americana de Soya. A.S.A. México. L.N. 22:2-3.
22. TOCAGNI, H. 1983. La cría del cerdo. Buenos Aires, Argentina. Albatros. P. 49-50.
23. VINT, L. 1991. La grasa en las raciones para pollos de reposición y ponedoras. Avicultura Profesional. Colombia. 9(1): 12-14.

8. A N E X O S

Cuadro A-1. Necesidades nutritivas de cerdos en crecimiento y finalización; cantidades por animal por día.

NUTRIMENTOS	RACIONES, CLASE POR PESO VIVO (kg)							
	Alimentados exclusivamente con cereales en grano			Alimentados sólo con maíz		Alimentados sólo con trigo, cebada y avena		
	Necesidades							
	5-10	10-20	20-35	35-60	60-100	35-60	60-100	
PROTEINA Y ENERGIA								
Proteína cruda	g	132	225	272	350	455	375	462
Energía digestible	KCal	2,100	4,370	5,610	8,250	11,550	7,750	10,250
NUTRIMENTOS INORGANICOS								
Calcio	g	4,8	8,1	10,2	12,5	17,5	12,5	16,5
Fósforo	g	3,6	6,3	8,5	10,0	14,0	10,0	13,2
Sodio	g	-	1,3	1,7	-	-	-	-
Cloro	g	-	1,6	2,2	-	-	-	-
VITAMINAS								
Beta	mg	2,6	4,4	4,4	6,5	9,1	6,5	8,6
Vitamina A	UI	1,300	2,200	2,200	3,250	4,250	3,250	4,300
Vitamina D	UI	132	250	340	312	437	312	412
Tiamina	mg	0,8	1,4	1,9	2,8	3,9	2,8	3,6
Riboflavina	mg	1,8	3,8	4,4	5,5	7,7	5,5	7,3
Niacina f	mg	13,2	22,5	23,8	25,0	35,0	25,0	33,0
Acido pantoténico	mg	7,8	13,8	18,7	27,5	38,5	27,5	36,3
Vitamina B <sub>6</sub>	mg	0,9	1,9	1,9	-	-	-	-
Colina	mg	660	1,125	-	-	-	-	-
Vitamina B <sub>12</sub>	mg	13,2	18,8	18,7	27,5	38,5	27,5	36,3

FUENTE : Centro Regional de Ayuda Técnica (3).

Cuadro A-2. Necesidades nutritivas de los cerdos, cantidad diaria por animal. (kg).

N U T R I M E N T O S	CERDOS REPRODUCTORES CLASES POR PESO VIVO (kg) <sup>a, b</sup>						
	Primerizas	Adultas	Primerizas lactantes	Adultos - Lactantes	Verracos jóvenes	Verracos adultos	
	Necesidades						
	110-160	160-250	140-200	200-250	110-180	180-250	
<b>PROTEINAS Y ENERGIA</b>							
Proteína cruda	g	280	280	750	825	350	280
Energía digestible	KCal	6,600	6,600	16,600	18,150	8,250	6,600
<b>NUTRIMENTOS INORGANICOS</b>							
Calcio	g	15,0	15,0	30,0	33,0	18,8	15,0
Fósforo	g	10,0	10,0	20,0	22,0	12,5	10,0
NaCl (sal común)	g	10,0	10,0	25,0	27,5	12,5	10,0
<b>VITAMINAS</b>							
Beta-caroteno	mg	16,4	16,4	33,0	36,3	20,5	10
Vitamina A	UI	8,200	8,200	16,500	18,150	10,250	8,200
Vitamina D	UI	550	550	1,100	1,210	690	550
Tiamina	mg	2,8	2,8	5,5	6,0	3,5	2,8
Riboflavina	mg	8,2	8,2	16,5	18,2	10,3	8,2
Niacina	mg	44,0	44,0	88,0	96,8	55,0	44,0
Acido pantoténico	mg	33,0	33,0	66,0	72,6	41,3	33,0
Vitamina B <sub>12</sub>	mg	27,6	27,6	55,0	60,5	34,5	27,6

a - Los requerimientos totales de alimentos secados al aire (en granos) para las clases por peso son, respectivamente, como sigue : 2,000; 2,000; 5,500; 2,500 y 2,000.

b - El aumento de peso diario esperado para machos recién nacidos es de 0.35 a 0.45 kg; para hembras recién paridas, 0,25 a 0,45 kg.

FUENTE : Centro Regional de Ayuda Técnica (3).

Cuadro A-3. Necesidades de aminoácidos esenciales.

A M I N O A C I D O S	Cerdos en creci miento, con pe- so de :		Cerdos en Terminación	Hembras recién pari das. Primerizas
	5-10	20-35		
Arginina	-	0,20 <sup>b</sup>	-	-
Histidina	0,27	0,18	-	0,20 <sup>b</sup>
Isoleucina	0,76	0,50	0,35	0,43
Leucina	0,90	0,60	-	0,66 <sup>b</sup>
Metionina <sup>c</sup>	0,80	0,50	-	0,35
Fenilalanina	-	0,50	-	0,52 <sup>b</sup>
Treonina	0,70	0,45	-	0,42
Triptófano	0,18	0,13	0,09 <sup>b</sup>	0,08 <sup>b</sup>
Valina	0,65	0,50	-	0,46
Lisina	1,20	0,70	0,50	0,49

a - Este nivel es adecuado; la necesidad mínima no ha sido establecida.

b - La tirosina puede satisfacer el 30 por ciento de la necesidad de fenilalanina.

FUENTE : FLORES MENENDEZ, J.A. (6)

Cuadro A-4. Contenido de energía de las principales grasas y aceites utilizados en la alimentación de cerdos.

GRASAS Y ACEITES	Energía KCal/kg	
	Digestibles	Metabolizable
Aceite de soya	7,560	7,280
Aceite de palma	8,500	8,200
Aceite de maíz	7,620	7,350
Sebo	8,200	7,895
Manteca de cerdo	7,860	7,750

FUENTE : CAMPABADAL, C.M. (2).

Cuadro A-5. Peso de cerdos al inicio del ensayo 90 días de edad, por repetición y tratamiento (kg).

TRATAMIENTOS	REPETICIONES								TOTAL	$\bar{x}$
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
T <sub>0</sub>	54.54	52.30	45.45	43.60	40.90	39.54	28.63	26.82	331.82	41.48
T <sub>1</sub>	50.00	48.18	43.64	35.91	35.00	31.82	30.09	22.72	297.36	37.17
T <sub>2</sub>	47.73	46.36	45.45	44.54	43.20	30.90	35.45	32.73	336.36	42.05
T <sub>3</sub>	58.20	51.82	50.90	50.45	41.36	39.54	37.73	25.91	355.91	44.48

Cuadro A-6. Análisis de varianza del peso de los cerdos al inicio del ensayo.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tablas	
					5%	1%
Tratamientos	3	222.49	74.16	0.92 <sup>ns</sup>	2.95	4.57
Error Experimental	28	2258.92	80.68			
T O T A L	31	2481.41				

C.V. = 21.66 %

ns: No significativo

Cuadro A-7. Peso de los cerdos a 15 días de iniciado el ensayo por repetición y tratamiento. ( kg ).

TRATAMIENTOS	R E P E T I C I O N E S								TOTAL	$\bar{X}$
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
To	66.36	66.36	57.30	55.0	49.54	47.72	33.63	32.27	408.180	51.02
T <sub>1</sub>	60.0	52.27	46.82	43.18	43.18	39.54	34.10	27.27	346.360	43.50
T <sub>2</sub>	55.45	54.54	52.27	50.45	48.64	44.10	39.54	37.73	382.720	47.84
T <sub>3</sub>	72.27	63.18	61.82	59.54	49.55	47.73	46.82	31.36	432.270	54.03

Cuadro A-8. Análisis de varianza del peso de los cerdos a 15 días de iniciado el ensayo.

F.de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.	TABLAS
					5%	1%
Tratamientos	3	506.50	168.83	1.40 <sup>ns</sup>	2.95	4.57
Error Exptal.	28	3368.58	120.31			
T O T A L	31	3875.08				

C.V. = 22.79 %

ns: No significativo.

Cuadro A-9. Peso de cerdos a 30 días de iniciado el ensayo por repetición y tratamiento (kg).

TRATAMIENTO	R E P E T I C I O N E S								TOTAL	$\bar{X}$
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
To	82.73	82.27	78.18	70.27	65.45	64.55	48.64	43.18	535.27	66.90
T <sub>1</sub>	65.91	61.36	54.54	50.00	48.64	45.45	40.91	32.73	399.54	49.94
T <sub>2</sub>	64.55	64.55	60.0	59.09	59.09	55.45	45.45	43.18	451.36	56.42
T <sub>3</sub>	77.73	77.73	74.09	72.73	60.0	57.27	52.27	36.36	508.18	63.52

Cuadro A-10. Análisis de varianza del peso de los cerdos a 30 días de iniciado el ensayo.

F.de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. 5%	TABLAS. 1%
Tratamientos	3	1372.31	457.44	3.79*	2.95	4.57
Error Exptal.	28	3374.17	120.53			
T O T A L	31	4746.48				

C.V. = 23.11 %

\* = Significativo

Cuadro A-11. Prueba de rango múltiple de Duncan para el peso de los cerdos a 30 días de iniciado el ensayo.

MEDIAS	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	To
	49.94	56.42	63.57	66.90
To = 66.90	16.96 <sup>**</sup>	10.48 <sup>ns</sup>	3.33 <sup>ns</sup>	-
T <sub>3</sub> = 63.57	13.63 <sup>ns</sup>	7.15 <sup>ns</sup>	-	
T <sub>2</sub> = 56.42	6.48 <sup>ns</sup>	-		
T <sub>1</sub> = 49.94	-			

Cuadro A-12. Peso de cerdos a 45 días de iniciado el ensayo por repetición y tratamiento (kg).

TRATAMIENTOS	R E P E T I C I O N E S								TOTAL	$\bar{X}$
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
To	85.91	84.55	81.36	72.73	71.36	71.36	53.18	48.64	569.09	71.14
T <sub>1</sub>	76.82	65.91	65.45	58.64	57.27	55.45	46.82	38.18	464.54	58.07
T <sub>2</sub>	77.27	75.0	71.82	70.91	70.0	63.64	50.91	49.54	529.09	66.14
T <sub>3</sub>	90.45	86.82	82.73	82.73	73.18	64.54	62.93	41.36	584.74	73.09

Cuadro A-13. Análisis de varianza de peso de los cerdos a los 45 días de iniciado el ensayo.

F.de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.	TABLAS
					5%	1%
Tratamientos	3	1077.73	359.24	2.02 <sup>ns</sup>	2.95	4.57
Error Exptal.	28	4976.29	177.72	-		
T O T A L	31	6054.02				

C.V. = 19.87

Ns: No significativo

Cuadro A-14. Peso de los cerdos a 60 días de iniciado el ensayo por repetición y tratamiento (kg).

TRATAMIENTOS	R E P E T I C I O N E S								TOTAL	$\bar{X}$
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
To	93.64	86.82	86.36	79.09	75.09	75.0	56.82	52.73	606.36	75.69
T <sub>1</sub>	87.27	83.64	78.64	68.18	66.36	65.45	56.82	46.36	552.72	69.09
T <sub>2</sub>	89.27	87.27	80.91	80.45	84.10	76.82	61.36	57.73	618.18	77.23
T <sub>3</sub>	103.18	97.73	95.91	89.54	81.36	75.0	68.64	42.73	554.09	81.76

Cuadro A-15. Análisis de varianza del peso de los cerdos a 60 días de iniciado el ensayo.

F.de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. TABLAS	
					5%	1%
Tratamientos	3	660.79	220.27	0.96 <sup>ns</sup>	2.95	4.57
Error Exptal.	28	6448.96	230.32			
T O T A L	31	7109.75				

C.V. = 20.74 %

ns: No significativo

Cuadro A-16. Peso de los cerdos a 75 días de iniciado el ensayo por repetición y tratamiento (kg).

TRATAMIENTOS	R E P E T I C I O N E S								TOTAL	$\bar{X}$
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
To	102.73	97.73	93.63	93.18	84.09	83.63	61.82	58.73	669.54	84.44
T <sub>1</sub>	101.36	90.45	86.36	77.30	76.82	75.0	69.54	52.27	629.10	78.64
T <sub>2</sub>	98.64	98.64	94.54	93.18	91.36	86.36	70.91	66.36	699.99	87.50
T <sub>3</sub>	110.91	110.0	104.54	99.54	90.91	83.20	77.27	50.90	727.27	90.91

Cuadro A-17. Análisis de varianza del peso de los cerdos a 75 días de iniciado el ensayo.

F.de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. TABLAS	
					5%	1%
Tratamientos	3	665.69	221.90	0.81 <sup>ns</sup>	2.95	4.57
Error Exptal.	28	7636.63	272.74			
T O T A L	31	8302.32				

C.V. = 19.21%

ns: No significativo

Cuadro A-18. Peso de los cerdos a 90 días de iniciado el ensayo por repetición y tratamiento (kg).

TRATAMIENTOS	R E P E T I C I O N E S								TOTAL	$\bar{X}$
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
T <sub>0</sub>	116.82	111.82	107.73	107.27	98.18	97.72	75.91	67.27	782.72	97.84
T <sub>1</sub>	107.27	101.82	97.27	89.09	85.0	80.45	73.64	64.09	698.63	87.33
T <sub>2</sub>	110.0	108.64	105.91	104.54	103.63	98.18	79.54	76.36	786.80	98.35
T <sub>3</sub>	115.45	114.54	109.1	104.1	101.82	<b>95.45</b>	<b>94.54</b>	70.45	805.45	100.68

Cuadro A-19. Análisis de varianza de peso de los cerdos a 90 días de iniciado el ensayo.

F.de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.	TABLA.
					5%	1%
Tratamientos	3	848.02	282.67	1.25 <sup>ns</sup>	2.95	4.57
Error Exptal.	28	6323.15	225.83			
T O T A L	31	7171.17				

C.V. = 15.83%

ns: No significativo

Cuadro A-20. Ganancia de peso por cada 15 días por repetición y tratamiento desde el inicio del ensayo (kg).

TRATAMIENTOS	R E P E T I C I O N E S								TOTAL	$\bar{X}$
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
To	11.82	14.06	11.85	11.40	8.64	8.18	5.0	5.45	76.40	9.55
T <sub>1</sub>	10.0	4.09	3.18	9.27	8.18	7.72	4.01	4.55	49.00	6.12
T <sub>2</sub>	7.72	8.18	6.82	5.91	5.44	13.20	4.09	5.0	56.36	7.04
T <sub>3</sub>	14.07	11.36	10.92	9.09	8.19	8.19	9.09	5.45	76.36	9.54

1  
45  
1

Cuadro A-21. Análisis de varianza para la ganancia de peso desde el inicio a 15 días de iniciado el ensayo.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.	TABLA
					5%	1%
Tratamiento	3	73.59	24.53	3.12*	2.95	4.57
Error Exptal.	28	219.88	7.85			
T O T A L	31	293.47				

C.V. = 38.08 %

\* = Significativo

Cuadro A-22. Prueba de rango múltiple de Duncan para la ganancia de peso a 15 días de inicio del ensayo.

	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	To
MEDIAS	6.12	7.04	9.54	9.55
To = 9.55	3.43 *	2.51 ns	0.01 ns	-
T <sub>3</sub> = 9.54	3.42 *	2.50 ns	-	
T <sub>2</sub> = 7.04	0.92 ns	-		
T <sub>1</sub> = 6.12	-			

Cuadro A-23. Ganancia de peso por repetición y tratamiento de 15-30 días de iniciado el ensayo (kg).

TRATAMIENTOS	R E P E T I C I O N E S								TOTAL	X
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
T <sub>0</sub>	16.37	15.91	20.88	15.27	15.91	16.83	15.01	10.91	127.08	15.89
T <sub>1</sub>	5.91	9.09	7.72	6.82	5.46	5.91	6.81	5.46	53.18	6.64
T <sub>2</sub>	9.1	10.01	7.73	8.64	10.45	11.35	5.91	5.45	68.64	8.58
T <sub>3</sub>	5.46	14.55	12.27	13.19	10.45	9.54	5.45	5.0	75.91	9.48

Cuadro A-24. Análisis de varianza para la ganancia de peso de 15-30 días de iniciado el ensayo.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.	TABLA
					5%	1%
Tratamientos	3	384.48	128.16	18.41**	2.95	4.57
Error Exptal.	28	194.86	6.96			
TOTAL	31	579.34				

C.V. = 42.56%

\*\* : Altamente Significativo

Cuadro A-25. Prueba de rango múltiple de Duncan para la ganancia de peso de 15-30 días de iniciado el ensayo.

	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	To
MEDIAS	6.64	8.58	9.48	15.89
To = 15.89	9.25 **	7.31 **	6.41 **	
T <sub>3</sub> = 9.48	2.84 ns	0.90 ns		
T <sub>2</sub> = 8.58	1.94 ns			
T <sub>1</sub> = 6.64				

Cuadro A-26. Ganancia de peso por repetición y tratamiento de 30-45 días de iniciado el ensayo (kg).

TRATAMIENTOS	R E P E T I C I O N E S								TOTAL	X
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
To	3.18	2.28	3.18	2.46	5.91	6.81	4.54	5.46	33.82	4.23
T <sub>1</sub>	10.91	4.55	10.90	8.64	8.63	10.0	5.90	5.45	64.98	8.12
T <sub>2</sub>	12.72	10.45	11.82	11.82	10.91	8.19	5.46	6.36	77.73	9.71
T <sub>3</sub>	12.72	9.09	8.64	10.0	13.18	7.27	10.66	5.00	76.56	9.57

Cuadro A-27. Análisis de varianza para la ganancia de peso de 30-45 días de iniciado el ensayo.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.	TABLA
					5%	1%
Tratamientos	3	324.75	108.25	18.10 **	2.95	4.57
Error Exptal.	28	167.76	5.98			
TOTAL	31	492.51				

C.V. = 40.88%

\*\* : Altamente significativo.

Cuadro A-28. Prueba de rango múltiple de Duncan para la ganancia de peso de 30-45 días de iniciado el ensayo.

	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>2</sub>
MEDIAS	4.23	8.12	9.57	9.71
T <sub>2</sub> = 9.71	5.48**	1.59 ns	0.14 ns	-
T <sub>3</sub> = 9.57	5.34**	1.45 ns		
T <sub>1</sub> = 8.12	3.89**	-		
T <sub>0</sub> = 4.23	-			

Cuadro A-29. Ganancia de peso por repetición y tratamiento de 45-60 días de iniciado el ensayo (kg).

TRATAMIENTOS	REPETICIONES								TOTAL	X
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
T <sub>0</sub>	7.73	2.27	5.0	6.36	3.73	3.64	3.64	4.09	36.47	4.55
T <sub>1</sub>	10.45	17.73	13.19	9.54	9.09	10.0	10.0	8.18	88.18	11.03
T <sub>2</sub>	12.0	12.27	9.09	9.54	14.01	13.18	10.45	8.19	92.73	11.59
T <sub>3</sub>	12.73	10.91	13.18	6.81	8.18	11.36	5.71	1.37	70.25	8.78

Cuadro A-30. Análisis de varianza para la ganancia de peso de 45-60 días de iniciado el ensayo.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.	TABLA
					5%	1%
Tratamientos	3	244.62	81.54	12.06 **	2.95	4.57
Error Exptal.	28	189.30	6.76			
TOTAL	31	433.92				

C.V. = 43.34%

\*\* : Altamente significativo.

Cuadro A-31. Prueba de rango múltiple de Duncan para la ganancia de peso de 45-60 días de iniciado el ensayo

	T <sub>0</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
MEDIAS	4.55	8.78	11.03	11.59
T <sub>2</sub> = 11.59	7.04 **	2.81 *	0.56 ns	-
T <sub>1</sub> = 11.03	6.48 **	2.25 ns	-	
T <sub>3</sub> = 8.78	4.23 **	-		
T <sub>0</sub> = 4.55	-			

Cuadro A-32. Ganancia de peso por repetición y tratamiento de 60-75 días de iniciado el ensayo (kg).

TRATAMIENTOS	REPETICIONES								TOTAL	X
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
T <sub>0</sub>	9.09	10.90	7.27	14.09	9.0	8.63	5.0	6.0	69.98	8.74
T <sub>1</sub>	14.09	6.81	7.72	9.12	10.46	5.55	12.72	5.91	72.38	9.04
T <sub>2</sub>	9.37	11.37	13.63	12.73	7.26	9.54	9.55	8.63	82.08	10.26
T <sub>3</sub>	7.73	12.27	8.63	10.0	9.55	8.20	8.63	8.17	73.18	9.14

1  
60  
1

Cuadro A-33. Análisis de varianza para la ganancia de peso de 60-75 días de iniciado el ensayo.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.	TABLA
					5%	1%
Tratamientos	3	10.51	3.5	0.56 ns	2.95	4.57
Error Exptal.	28	173.49	6.19			
TOTAL	31	184.0				

C.V. 25.87%

ns: No significativo.

Cuadro A-34. Ganancia de peso por repetición y tratamiento de 75-90 días de iniciado el ensayo (kg).

TRATAMIENTOS	REPETICIONES								TOTAL	X
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
T <sub>0</sub>	14.09	14.09	14.10	14.09	14.09	14.09	14.09	8.54	107.18	13.39
T <sub>1</sub>	5.91	11.37	10.91	11.79	8.18	5.45	4.10	11.82	69.62	8.70
T <sub>2</sub>	11.36	10.0	11.27	11.36	12.27	11.82	8.63	10.0	86.71	10.83
T <sub>3</sub>	4.54	4.54	4.56	4.56	10.91	12.35	17.27	19.55	78.28	9.78

Cuadro A-35. Análisis de varianza para la ganancia de peso 75-90 días de iniciado el ensayo.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.	TABLA
					5%	1%
Tratamientos	3	95.97	31.99	2.38 ns	2.95	4.57
Error Exptal.	28	336.35	13.44			
TOTAL	31	432.32				

C.V. = 36.64%

ns: No significativo

- 62 -

Cuadro A-36. Ganancia de peso promedio por repetición y tratamiento de (90-180 días de edad.) (kg)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES								TOTAL	X
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
T <sub>0</sub>	10.37	9.92	10.38	10.94	9.54	9.69	7.88	6.74	75.46	9.43
T <sub>1</sub>	9.54	8.94	8.93	8.86	8.33	8.10	7.25	6.89	66.61	8.32
T <sub>2</sub>	10.37	10.60	10.06	10.0	10.05	11.21	7.35	7.27	76.91	9.61
T <sub>3</sub>	9.54	10.45	9.70	8.94	10.07	9.48	9.46	7.42	76.06	9.38

Cuadro A-37. Análisis de varianza para la ganancia de peso promedio (90-180 días de edad).

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.	TABLA
					5%	1%
Tratamientos	3	8.17	2.72	1.54 ns	2.95	4.57
Erro Exptal.	28	49.50	1.76			
TOTAL	31	57.67				

C.V. = 14.69%

ns: No significativa

Cuadro A-38. Concentrado utilizado en el ensayo de crecimiento y finalizador.

A - Concentrado de crecimiento ración base con 17% P.T. más aceite.

INGREDIENTES	QQ	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub> 4% aceite	T <sub>2</sub> 8% aceite	T <sub>3</sub> 12% aceite
Soya	1.30	"	5.20	10.14	15.60
Maíz	2.35	"	9.40	18.80	28.20
Afrecho de trigo	4.00	"	16.00	32.00	48.00
Maní	0.06	"	2.40	4.80	7.20
Pulimento de arroz	1.00	"	4.00	8.00	12.00
Melaza	0.50	"	2.00	4.00	6.00
Hueso	0.20	"	0.80	1.60	2.40
Sal	0.05	"	0.20	0.40	0.60
T O T A L	10.00	10.00	10.40	10.80	11.20

B - Concentrado finalizador ración base con 15% P.T. más aceite.

Soya	0.70	"	2.80	5.60	8.40
Maíz	2.00	"	8.00	16.00	24.00
Afrecho de trigo	4.00	"	16.00	32.00	48.00
Maní	0.55	"	2.20	4.40	6.60
Pulimento de arroz	2.00	"	8.00	16.00	24.00
Melaza	0.50	"	2.00	4.00	6.00
Hueso	0.20	"	0.80	1.60	2.40
Sal	0.05	"	0.20	0.40	0.60
T O T A L	10.00	10.00	10.40	10.80	11.20

Cuadro A-39. Resultado de análisis bromatológico de las raciones bases utilizadas.

Bachilleres

Marvin Redany Alvarenga Romero,

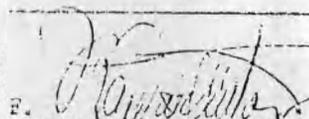
José Luis Flores Flores y David

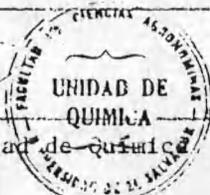
Armando Velásquez Chevez.

Por este medio le informo sobre los resultados obtenidos en nuestro laboratorio de las siguientes muestras:

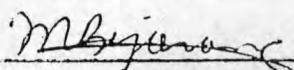
N° de Lab.	Identificación de la muestra.	Humedad %	Cenizas %	Extracto Etereo %	Proteínas %	Fibra Cruda %	Carbohidratos %	Fósforo %	Calcio %
311	CONCENTRADO-T0 Cre- cimiento - Sin acei te.	11.84	6.05	3.52	19.77	5.90	64.76	5.55	0.45
312	T0 - Final Sin aceite	10.60	6.40	5.57	11.88	6.52	69.63	7.10	0.10

OTRAS DETERMINACIONES U OBSERVACIONES DEL LABORATORIO: \*\*Carbohidratos por diferencia= 100-(%Cenizas+%E.E.+%Fibra Cruda+%Proteínas)

F.   
Jefe de la Unidad de Química



F.   
Recibido.

F.   
Responsable de análisis.-

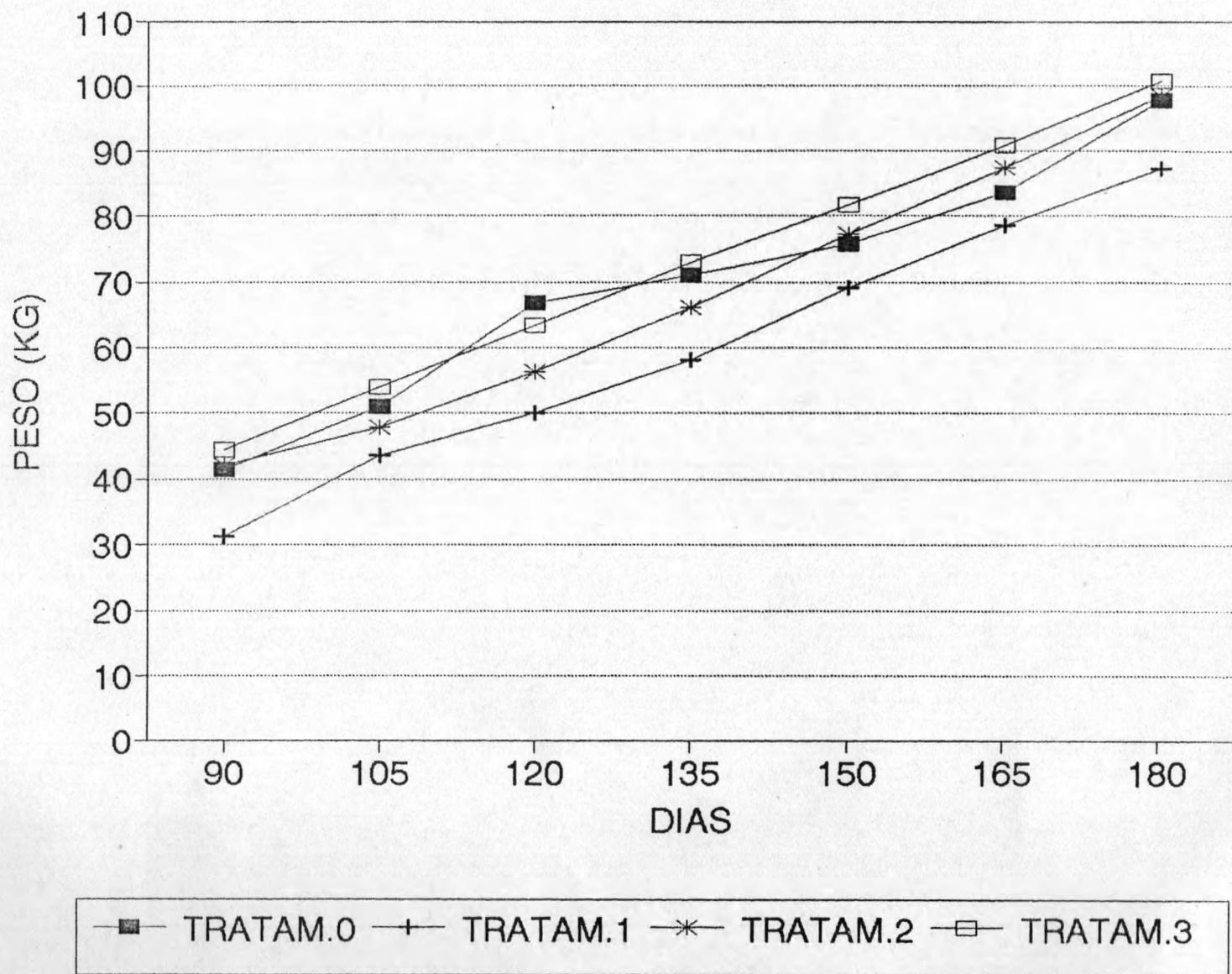


FIG. A-1. CURVA DE INCREMENTO DE PESO DE LOS CERDOS SUPLEMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE RESIDUOS GRASOS INDUSTRIAL DE POLLO (ACEITE) EN LAS ETAPAS DE CRECIMIENTO - FINALIZACION.

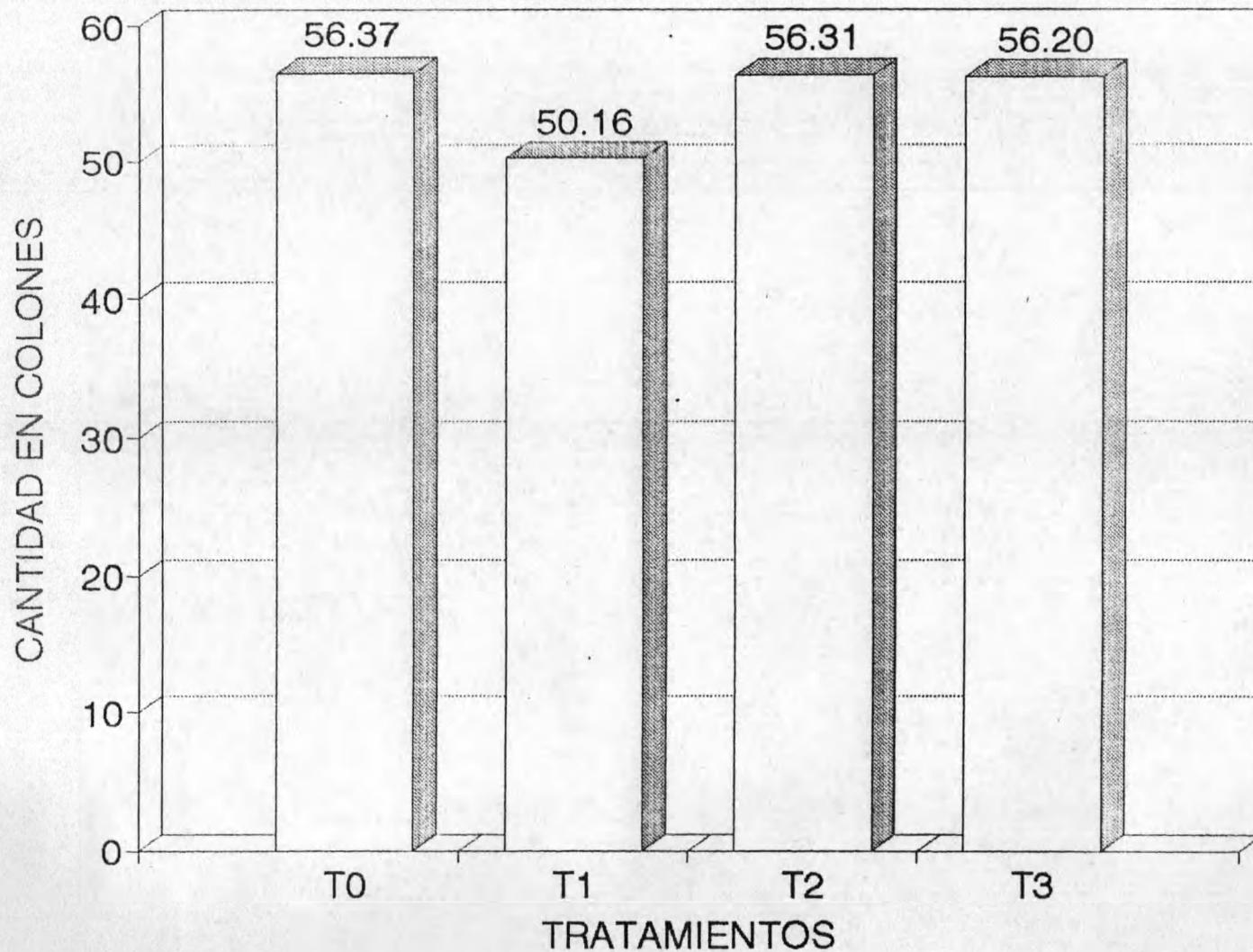


FIG. A-2. GANANCIA DE PESO DIARIA EN KG. DE CERDOS SUPLEMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE RESIDUOS GRASOS INDUSTRIAL DE POLLO (ACEITE) EN LAS ETAPAS DE CRECIMIENTO - FINALIZACION.

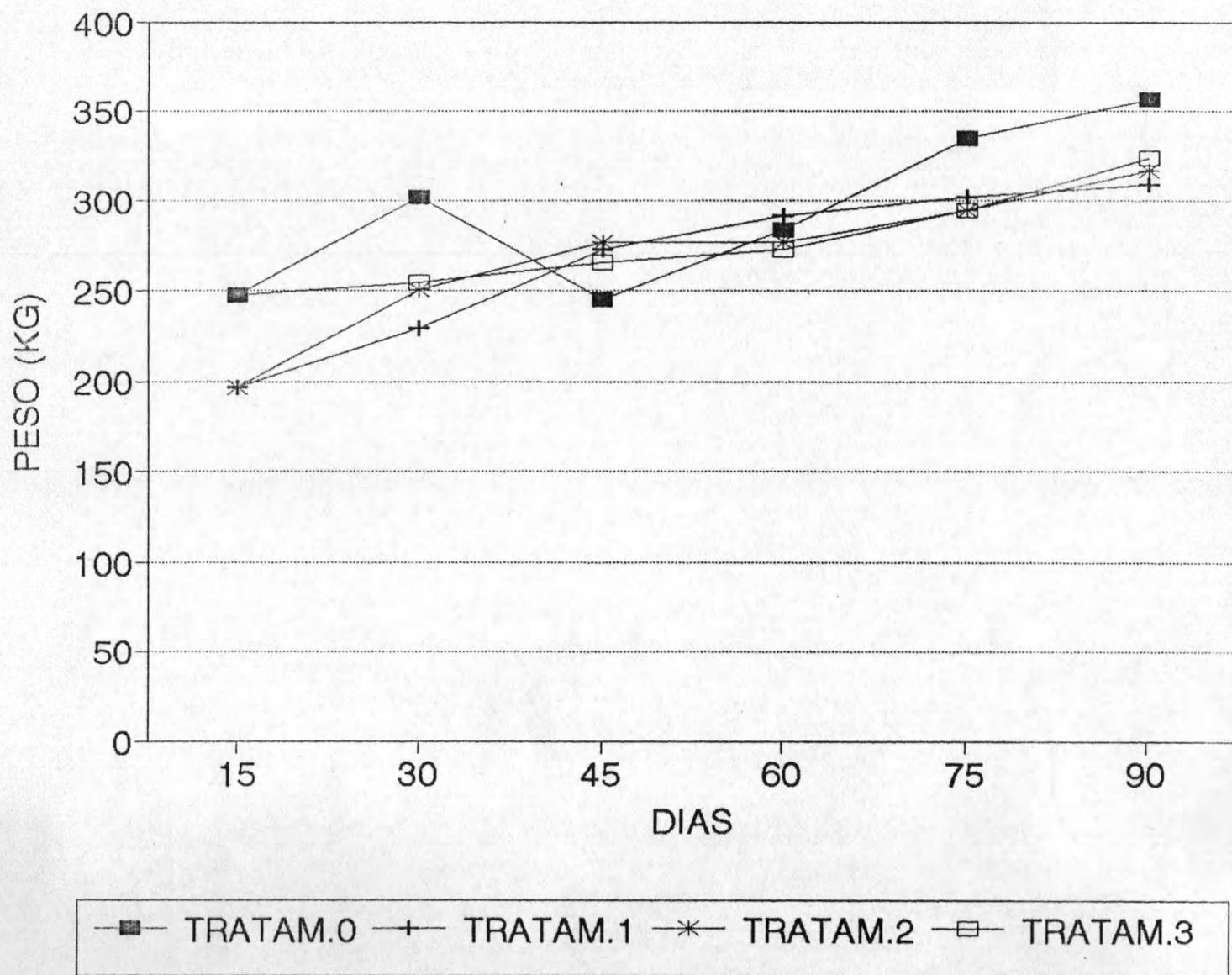


FIG. A-3. CONSUMO PROMEDIO DE ALIMENTO EN (KG.) DE CERDOS SUPLEMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE RESIDUOS GRASOS INDUSTRIAL DE POLLO (ACEITE) EN LAS ETAPAS DE CRECIMIENTO - FINALIZACION.



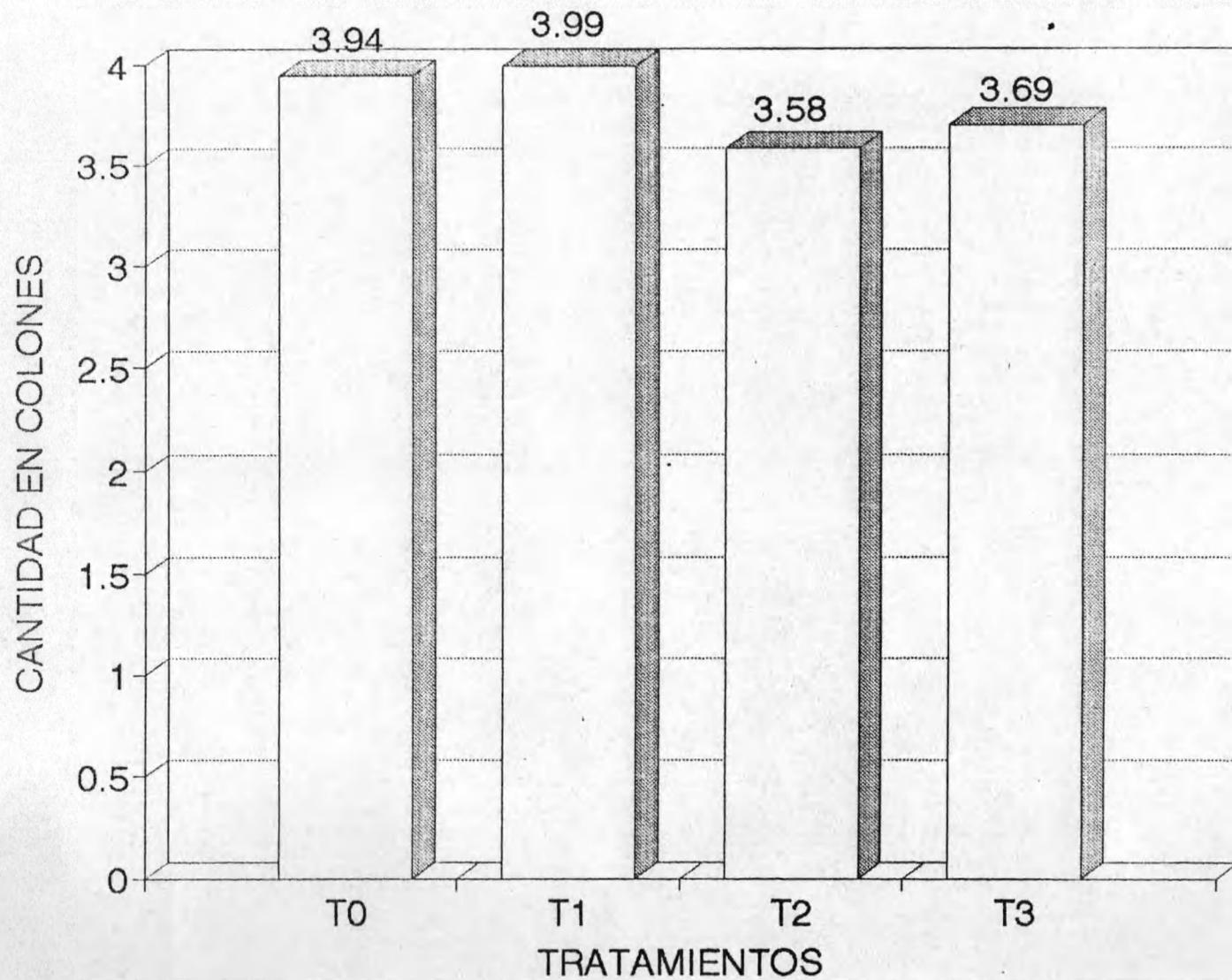


FIG. A-4. CONVERSION ALIMENTICIA PROMEDIO DE LOS CERDOS SUPLEMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE RESIDUOS GRASOS INDUSTRIAL DE POLLO (ACEITE) EN LAS ETAPAS DE CRECIMIENTO - FINALIZACION.

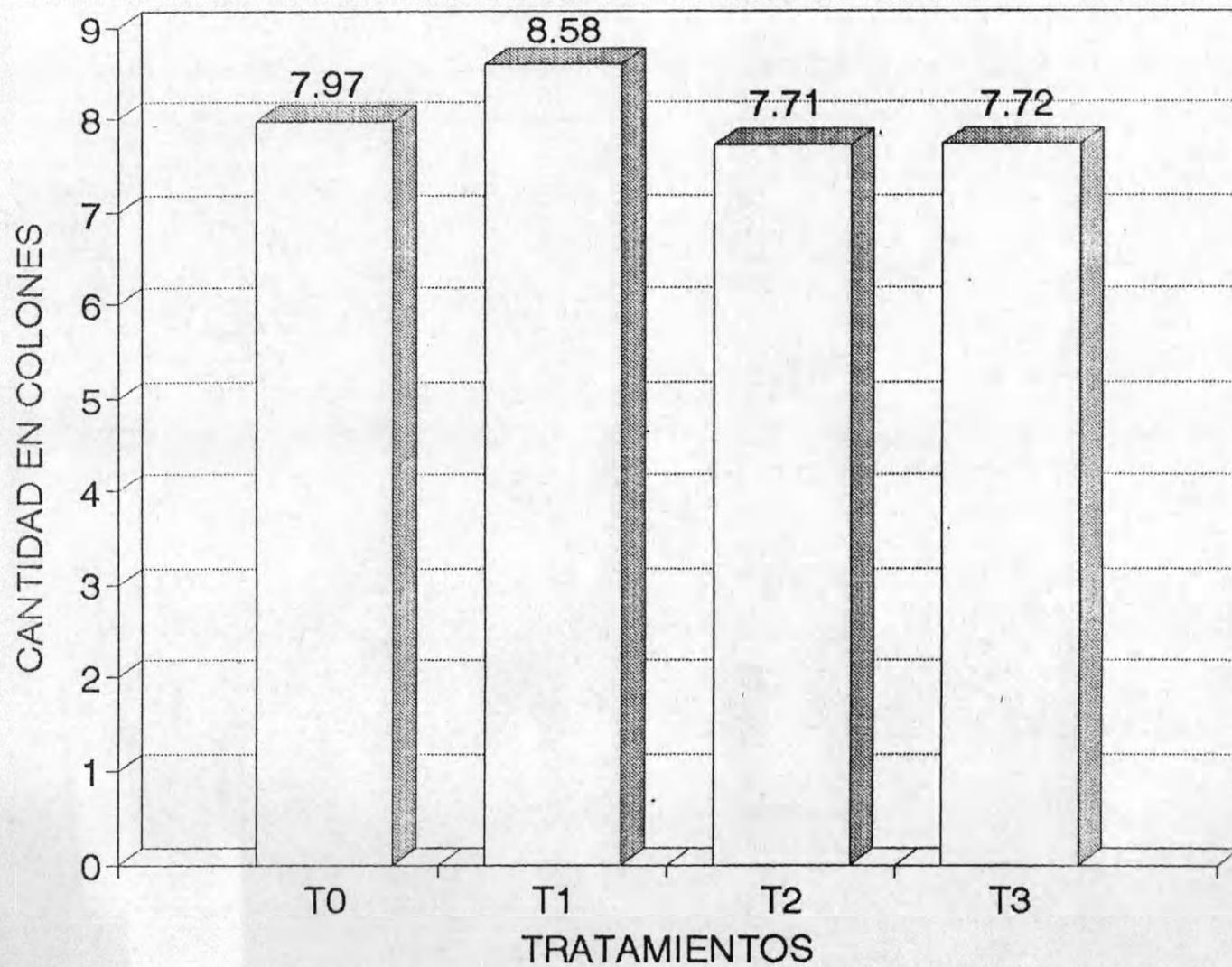


FIG. A-5. COSTO POR KG. DE PESO VIVO POR CERDOS SUPLEMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE RESIDUOS GRASOS INDUSTRIAL DE POLLO (ACEITE) EN LAS ETAPAS DE CRECIMIENTO - FINALIZACION.

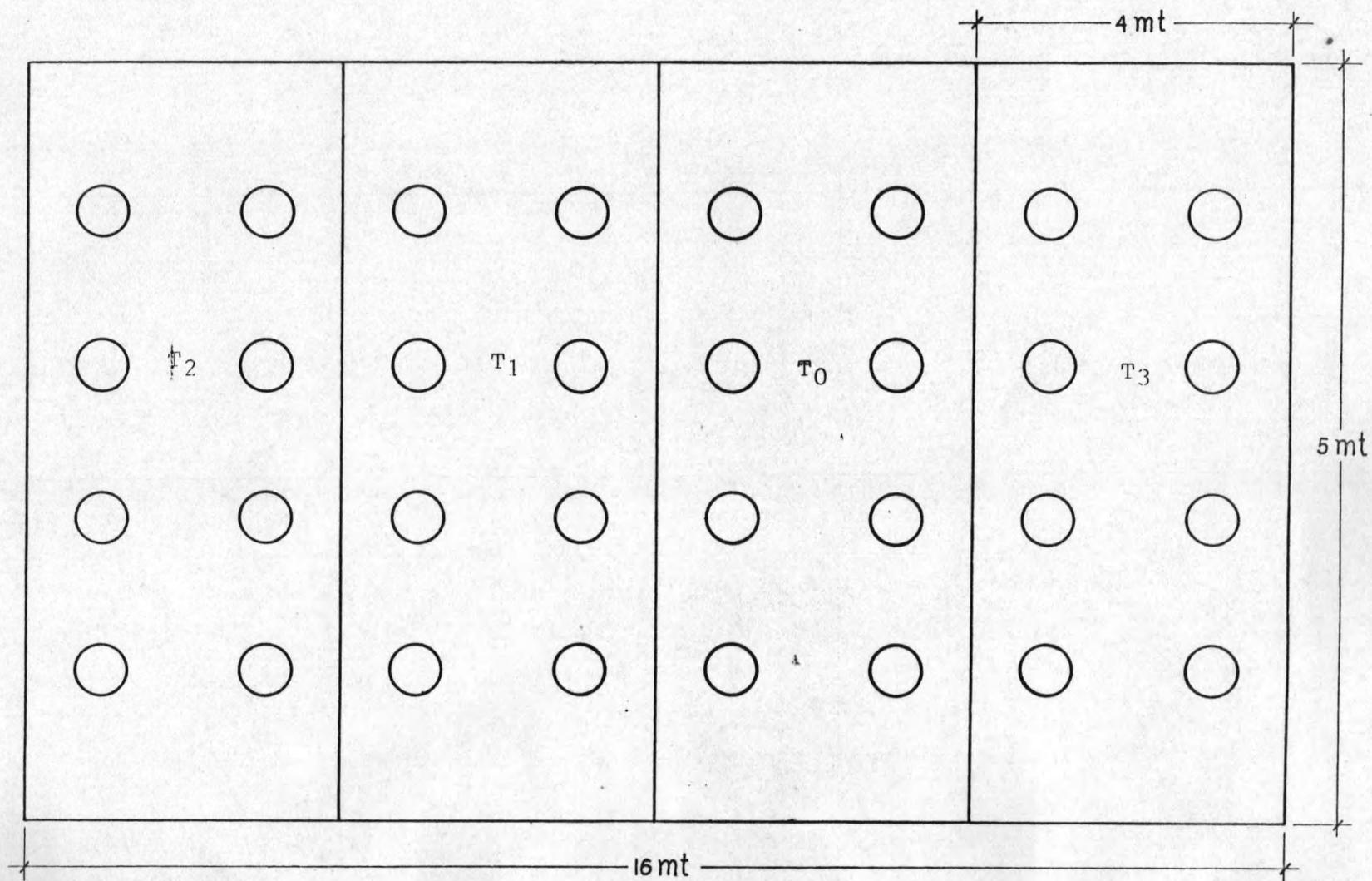


FIG. A-6 UBICACION DE LOS CUATRO TRATAMIENTOS CON SUS OCHO REPETICIONES APLICANDO EL DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR.

○ = REPETICIONES (CERDO)

FIG. A-7 PLANO DE UBICACION SIN ESCALA DEL ENSAYO, EN EL CASERIO LA PREZA, CANTON FLAMENCO JURISDICCION DEL MUNICIPIO DE JOCORO, DEPARTAMENTO DE MORAZAN.

