

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**



**Utilización de Harina de Olote como Fuente de Fibra Cruda (3.6%, 8.0%, 10.0% y 12.0%) en la Alimentación de los Cerdos (YORKSHIRE X LANDRACE) en Fase de Crecimiento.**

**Por:**

**JOSÉ ALFREDO GONZÁLEZ RODRÍGUEZ.  
JOSÉ RICARDO MEDRANO FERNÁNDEZ  
MARINA ARGELIA RIVERA MEDRANO.**

**Requisito para Optar al Título de:  
INGENIERO AGRÓNOMO.**

**SAN MIGUEL, ABRIL DE 2002.**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTORA:** DRA. MARIA ISABEL RODRÍGUEZ.

**SECRETARIA GENERAL:** LICDA. MARGARITA MUÑOZ.

**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL**

**DECANO:** ING. AGR. JOAQUÍN ORLANDO MACHUCA GÓMEZ.

**SECRETARIA:** LICDA. LOURDES PRUDENCIO.

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS.**

ING. AGR. JUAN FRANCISCO MÁRMOL CANJURA.

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN.  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS.**

ING. AGR. M. SC. JOSÉ ISMAEL GUEVARA ZELAYA.

**DOCENTE ASESORES:**

ING. AGR. JUAN FRANCISCO MÁRMOL CANJURA.

ING. AGR. Y LICDA. ANA AURORA BENÍTEZ PARADA.

## RESUMEN.

La explotación porcina en nuestro país es un rubro en constante evolución en lo que se refiere a la producción de carne para el consumo humano, esto se ve afectado debido a que los costos de alimentación representan el 80% en relación a los costos de producción. Este antecedente justifica el hecho de buscar alternativas en la nutrición porcina que nos permita abaratar los costos, utilizando los recursos disponibles del medio.

Por lo tanto el objetivo de la investigación fue evaluar la utilización de Harina de olote como fuente de fibra cruda en la alimentación de cerdos York Shire x Landrace en fase de crecimiento.

El estudio tuvo una duración de 56 días, dividido en 8 períodos de 7 días cada uno. Las unidades experimentales fueron 23 lechones, para evaluar dicho experimento se aplicó el diseño completamente al azar contando con 3 tratamientos de 6 unidades experimentales cada uno y 1 tratamiento de 5 unidades experimentales, los cuales fueron manejados en igualdad de condiciones. A los que se les suministró 4 niveles de fibra siendo los tratamientos: T0 = concentrado comercial (3.6% de fibra cruda); T1 = concentrado comercial con 3.6% de fibra cruda más harina de olote con 4.4% de fibra cruda (8% de fibra cruda); T2 = concentrado comercial con 3.6% de fibra cruda más harina de olote con 6.4% de fibra cruda (10% de fibra cruda) y T3 = concentrado comercial con 3.6% de fibra cruda más harina de olote con 8.4% de fibra cruda (12% de fibra cruda).

Las variables evaluadas fueron: Peso vivo, Ganancia diaria de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y análisis económico.

Al final del estudio se realizó el análisis estadístico a todos los resultados y se determinó que en la variable peso vivo, no hubo diferencia estadísticas entre los tratamientos T0 y T1 solamente diferencias aritméticas

T0 = 49.73 kg, T1 = 46.17 kg y una significación estadística de T0 en relación a T2 = 43.27 kg y T3 = 40.79 kg respectivamente.

Con relación a la Ganancia diaria acumulada promedio se analizaron los resultados al final del experimento, obteniendo una superioridad ( $P > 0.01$ ) T0= 0.6419 kg con respecto a los tratamientos T1= 0.5810 kg; T2= 0.5227 kg; T3= 0.4870 kg.

Con relación al consumo de alimento diario promedio se analizaron los resultados al final del experimento obteniéndose los siguientes resultados T0= 85.4588 kg; T1= 80.5819 kg; T2= 76.7291 KG; Y T3= 75.1915 kg observándose una no significación, las diferencias que existieron fueron aritméticas.

Referente a la conversión alimenticia promedio acumulada, al final del experimento se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, donde T3= 2.7214 kg y T2= 2.7059 kg, resultaron similares entre si y al mismo tiempo, estos resultaron altamente significativos ( $P > 0.01$ ) con respecto a T1= 2.3388 kg y T0= 2..2318 kg, los cuales resultaron similares entre ellos mismos.

Con respecto a la evaluación económica, el tratamiento T0= concentrado (3.6% F.C) dejo la mayor utilidad por cerdo (¢170.06) y una relación beneficio costo (¢1.29); mientras el tratamiento T1, presento una relación beneficio costo de (¢1.26) y una utilidad neta (¢146.41), el tratamiento T2 presento una utilidad neta de (¢121.31) y una relación beneficio costo de (¢1.22) y por último el tratamiento T3 con una relación beneficio costo (¢1.18) con una utilidad neta (¢96.46).

Después de analizar los resultados obtenidos podemos concluir: Que los cerdos pueden tolerar moderadamente niveles hasta de un 8.0% F.C. a partir de la inclusión de olote molido en la dieta.

## **AGRADECIMIENTO.**

A DIOS NUESTRO SEÑOR:

Te damos gracias padre por permitirnos cosechar las frutas de nuestros esfuerzos y estar con nosotros en todo momento.

A NUESTROS ASESORES:

Ing. Agr. Juan Francisco Mármol Canjura; Ing. Agr., y Licda. Ana Aurora Benítez Parada, por el aporte de sus conocimientos, que contribuyeron al enriquecimiento de la presente investigación.

AL COORDINADOR DE LOS PROCESOS DE INVESTIGACIÓN:

Ing. Agr. Msc. José Ismael Guevara Zelaya, por el tiempo y dedicación en la revisión de este documento.

A LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR .

Facultad Multidisciplinaria Oriental, en especial al personal docente del Departamento de ciencias Agronómicas por habernos formado profesionalmente.

DE IGUAL FORMA:

Agradecemos a todas las personas y amigos que contribuyeron a la elaboración del presente estudio.

## **DEDICATORIA.**

A DIOS TODO PODEROSO: Por haberme iluminar durante mi carrera y haberlos culminado con éxito.

A MIS PADRES: José Alfredo González Chicas y Victorina Rodríguez de González. Por haberme dado la vida, su amor, comprensión y sacrificio para mi preparación.

A MIS HERMANOS: Pedro Arnoldo, José Ociel, Julio Cesar, José Elias y Sonia Elizabeth. Por todo su apoyo y cariño.

A MI ESPOSA: Lorena Elizabeth Flores de González. Por todo su amor, cariño y comprensión.

A MI HIJA: Xenia Elizabeth González. Por todo su amor y cariño.

A MIS TÍOS: Teresa Antonia Chicas y Ciro Concepción Chicas. Por haber confiado en mi y brindarme su ayuda.

A MI COMPAÑERO DE TESIS: José Ricardo Medrano. Por su paciencia, comprensión y dedicación en nuestro trabajo de investigación.

A MIS MEJORES AMIGOS: Especialmente a José Gilberto Navarrete, Ricardo Medrano, German Argueta y Florentino Argueta, por haber contribuido en mi carrera.

**JOSÉ ALFREDO.**

## **DEDICATORIA.**

A DIOS NUESTRO CREADOR: Por iluminar mi camino, dándome fortaleza y refugio en momentos de angustia. Para poder así culminar una de mis metas más ansiadas en mi vida.

A MIS PADRES: Roberto Medrano Romero y Hermenegilda Fernández de Medrano. Por darme la vida, su amor, comprensión y sacrificio.

A MIS HERMANOS: Víctor Mature, Richard Wilman, Candy, Roxana, Carlos Alberto y José Alberto. Por brindarme su apoyo y comprensión en la formación de mi vida como profesional.

A MIS TÍOS: Angelita Medrano y José Guadalupe Fernández. Gracias por haber confiado en mi y por brindarme su comprensión y respeto.

A MIS COMPAÑEROS DE TESIS: José Alfredo González y Marina Argelia Rivera. Por su comprensión, confianza y respeto durante nuestro trabajo de investigación.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS: Por haber contribuido de alguna manera en mi carrera logrando así finalizar mi estudio.

**JOSÉ RICARDO.**



## **DEDICATORIA.**

A MI ÚNICO SALVADOR PERSONAL JESUCRISTO: Por estar conmigo en todos los momentos de mi vida dando fortaleza en mis debilidades, para poder llegar a concluir una de mis metas.

A MIS PADRES: Rosa Cándida de Rivera, Carmelo Rivera, Maria Dimas de Ruiz y José Ruiz. Por su amor incondicional, su comprensión y sus sabios consejos lo cual contribuye a la formación de mi vida como ser humano, y como profesional.

A MIS HERMANOS BIOLÓGICOS: Francisco, Jorge Amilcar, Wil, Avilia y Efrain por darme ese amor fraternal que nos une.

A MIS HERMANOS DE CONVIVENCIA: Javier, Oscar Antonio y Mario Ernesto. Y de grata recordación Ruby y Herber Enrique por su apoyo y cariño que me dieron durante el tiempo que vivimos juntos.

A JOSELINE, BIME Y A MI FUTURO HIJA: Por despertar en mi el interés de seguir adelante y así poder obtener nuevos triunfos.

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS: Jorge Amilcar, José David, Balmore Ochoa. Por brindarme su respaldo de alguna manera.

MARINA RIVERA.

## ÍNDICE.

<b>Contenido.</b>	<b>Página.</b>
RESUMEN.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIAS.....	
vii	
ÍNDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE CUADROS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURA.....	xx
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN LITERARIA.....	3
2.1. Generalidades del cerdo.....	3
2.1.1. Clasificación Zoológica.....	3
2.2. Necesidades nutricionales del cerdo en las diferentes etapas de desarrollo.....	4
2.2.1. Nacimiento.....	4
2.2.2. Etapa de destete.....	4
2.2.3. Etapa de crecimiento.....	5
2.2.4. Etapa de desarrollo.....	5
2.3. Análisis del proceso digestivo del cerdo.....	6
2.4. Elementos nutritivos esenciales para el cerdo.....	7
2.4.1. Hidratos de carbono.....	7
2.4.1.1. Carbohidratos simples.....	9
2.4.1.2. Carbohidratos complejos.....	10
2.4.2. Proteína.....	10
2.4.3. Aminoácidos.....	10
2.4.4. Minerales.....	11
2.4.5. Agua.....	12

2.4.6. Grasa.....	13
2.4.7. Vitaminas.....	13
2.5. Subproductos agrícolas como fuente de fibra cruda.....	14
2.5.1. Subproductos de maíz.....	15
2.5.2. Cascarilla de arroz.....	16
2.5.3. Bagazo de caña.....	16
2.6. Componentes de la fibra cruda.....	17
2.6.1. Lignina.....	17
2.6.2. Celulosa y hemicelulosa.....	18
2.6.3. Sílica.....	19
2.7. Antecedentes sobre el uso de diferentes niveles de fibra cruda en la alimentación de cerdos.....	20
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
3.1. Materiales.....	25
3.1.1. Localización geográfica.....	25
3.1.2. Características climáticas del lugar.....	25
3.1.3. Duración del estudio.....	25
3.1.3.1. Fase pre-experimental.....	25
3.1.3.2. Fase experimental.....	26
3.1.4. Procedencia de las unidades experimentales.....	26
3.1.5. Unidades experimentales.....	27
3.1.6. Instalaciones.....	27
3.1.7. Equipo.....	27
3.2. Metodología experimental.....	28
3.2.1. Limpieza y desinfección.....	28
3.2.2. Recibimiento de los lechones.....	28
3.2.3. Alimentación.....	28
3.3. Metodología estadística.....	29
3.3.1. Diseño experimental.....	29

3.3.2. Modelo estadístico.....	29
3.3.3. Prueba estadística.....	30
3.3.4. Factor en estudio.....	30
3.3.5. Tratamiento evaluados.....	31
3.3.6. Variables en estudio.....	31
3.3.7. Toma de datos.....	31
3.3.7.1. Peso vivo promedio.....	31
3.3.7.2. Ganancia diaria promedio de peso.....	31
3.3.7.3. Consumo de alimento promedio.....	32
3.3.7.4. Conversión alimenticia.....	32
3.3.7.5. Análisis económico.....	32
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.2. Peso vivo promedio.....	33
4.3. Ganancia diaria promedio de peso.....	42
4.4. Consumo de alimento promedio.....	51
4.5. Conversión alimenticia.....	57
4.6. Análisis económico.....	61
5. CONCLUSIONES.....	65
6. RECOMENDACIONES.....	66
7. BIBLIOGRAFÍA.....	67
8. ANEXOS.....	72

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO</b>	<b>Página</b>
1. Peso vivo promedio (kg.) por tratamiento en períodos de 7 días desde el inicio hasta el final del estudio.....	34
2. Peso vivo promedio (kg.) por tratamiento y variabilidad al final del estudio (56 días).....	38
3. Ganancia diaria de peso promedio (kg.) acumulada por tratamiento desde el inicio hasta el final del estudio (56 días)...	46
4. Ganancia diaria de peso promedio (kg.) acumulada por tratamiento, variabilidad y eficiencia productiva al final de la fase experimental.....	48
5. Consumo de alimento promedio acumulado (kg.) por tratamiento durante el estudio (56 días).....	52
6. Consumo de alimento promedio acumulado (kg.) por tratamiento durante el estudio (56 días).....	56
7. Conversión alimenticia promedio (kg.) acumulada por tratamiento en períodos de 7 días desde el inicio hasta el final del estudio (56 días).....	58
8. Análisis económico por cerdo en cada uno de los tratamiento en estudio.....	62
A-1. Peso vivo promedio (kg.) por cerdo en cada tratamiento al inicio de la fase experimental.....	73
A-2. Análisis de varianza para el peso vivo promedio (kg.) por cerdo en cada tratamiento al inicio de la fase experimental.....	73
A-3. Peso vivo promedio (kg.) por cerdo en cada tratamiento al final del primer período (7 días de estudio).....	74
A-4. Análisis de varianza para el peso vivo promedio (kg.) por Cerdo en cada tratamiento al final de los 7días de estudio.....	74

<b>A-5.</b>	Peso vivo promedio (kg.) por cerdo en cada tratamiento al final del segundo período (14 días de estudio).....	75
<b>A-6.</b>	Análisis de varianza para el peso vivo promedio (kg.) por Cerdo en cada tratamiento al final de los 14 días de estudio.....	75
<b>A-7.</b>	Peso vivo promedio (kg.) por cerdo en cada tratamiento al final del tercer período (21 días de estudio).....	76
<b>A-8.</b>	Análisis de varianza para el peso vivo promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento al final de los 21 días de estudio.....	76
<b>A-9.</b>	Peso vivo promedio (kg.) por cerdo en cada tratamiento al final del cuarto período (28 días de estudio).....	77
<b>A-10.</b>	Análisis de varianza para el peso vivo promedio (kg.) por cerdo en cada tratamiento al final de los 28 días de estudio.....	77
<b>A-11.</b>	Peso vivo promedio (kg.) por cerdo en cada tratamiento al final del quinto período (35 días de estudio).....	78
<b>A-12.</b>	Análisis de varianza para el peso vivo promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento al final de los 35 días de estudio.....	78
<b>A-13.</b>	Peso vivo promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento al final del sexto período (42 días de estudio).....	79
<b>A-14.</b>	Análisis de varianza para el peso vivo promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento al final de los 42 días de estudio.....	79
<b>A-15.</b>	Prueba de Duncan para el peso vivo promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento al final de los 42 días de estudio.....	80
<b>A-16.</b>	Peso vivo promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento al final del séptimo período (49 días de estudio).....	82
<b>A-17.</b>	Análisis de varianza para el peso vivo promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento al final de los 49 días de estudio.....	82
<b>A-18.</b>	Prueba de Duncan para el peso vivo promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento al final de los 49 días de estudio.....	83

<b>A-19.</b> Peso vivo promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento al final del octavo período (56 días de estudio).....	85
<b>A-20.</b> Análisis de varianza para el peso vivo promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento al final de los 56 días de estudio.....	85
<b>A-21.</b> Prueba de Duncan para el peso vivo promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento al final de los 56 días de estudio.....	86
<b>A-22.</b> Ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulado al final del primer período (7 días de estudio).....	88
<b>A-23.</b> Análisis de varianza de ganancia diaria de peso promedio(kg) por cerdo acumulada durante los primeros 7 días de estudio.....	88
<b>A-24.</b> Ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulado al final del segundo período (14 días de estudio).....	89
<b>A-25.</b> Análisis de varianza de ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulada durante los 14 días de estudio.....	89
<b>A-26.</b> Ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulado al final del tercer período (21 días de estudio).....	90
<b>A-27.</b> Análisis de varianza de ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulada durante los 21 días de estudio.....	90
<b>A-28.</b> Ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulado al final del cuarto período (28 días de estudio).....	91
<b>A-29.</b> Análisis de varianza de ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulada durante los 28 días de estudio.....	91
<b>A-30.</b> Prueba de Duncan para ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulado durante los 28 día de estudio.....	92
<b>A-31.</b> Ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulado al final del quinto período (35 días de estudio).....	94
<b>A-32.</b> Análisis de varianza de ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulada durante los 35 días de estudio.....	94

<b>A-33.</b> Prueba de Duncan para ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulado durante los 35 días de estudio.....	95
<b>A-34.</b> Ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulado al final del sexto período (42 días de estudio).....	97
<b>A-35.</b> Análisis de varianza de ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulada durante los 42 días de estudio.....	97
<b>A-36.</b> Prueba de Duncan para ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulado durante los 42 días de estudio.....	98
<b>A-37.</b> Ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulado al final del séptimo período (49 días de estudio).....	100
<b>A-38.</b> Análisis de varianza de ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulada durante los 49 días de estudio.....	100
<b>A-39.</b> Prueba de Duncan para ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulado durante los 49 días de estudio.....	101
<b>A-40.</b> Ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulado al final del octavo período (56 días de estudio).....	103
<b>A-41.</b> Análisis de varianza de ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulada durante los 56 días de estudio.....	103
<b>A-42.</b> Prueba de Duncan para ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulado durante los 56 días de estudio.....	104
<b>A-43.</b> Consumo de alimento promedio acumulado (kg.) por cerdo en cada tratamiento y período durante el estudio (56 días).....	106
<b>A-44.</b> Análisis de varianza para el consumo de alimento promedio acumulado (kg) por cerdo en cada tratamiento y periodo durante el estudio (56 días).....	106
<b>A-45.</b> Consumo real de alimento promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento y período durante el estudio (56 días).....	107



<b>A-46.</b> Análisis de varianza para el consumo real de alimento promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento y periodo durante el estudio (56 días).....	107
<b>A-47.</b> Prueba de Duncan para consumo real de alimento promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento y periodo durante el estudio (56 días).....	108
<b>A-48.</b> Conversión alimenticia promedio acumulada (kg) por cerdo en cada tratamiento y período durante el estudio.....	110
<b>A-49.</b> Análisis de varianza para la conversión alimenticia promedio acumulada (kg) por cerdo en cada tratamiento y período de estudio.....	110
<b>A-50.</b> Prueba de Duncan para la conversión alimenticia promedio acumulada (kg) por cerdo en cada tratamiento y período de estudio (56 días).....	111
<b>A-51.</b> Conversión alimenticia promedio real (kg) por cerdo en cada tratamiento y período durante el estudio (56 días).....	113
<b>A-52.</b> Análisis de varianza para la conversión alimenticia promedio real (kg) por cerdo en cada tratamiento y período de estudio (56 días).....	113
<b>A-53.</b> Resumen de los resultados obtenidos por cada una de las variables al final del experimento.....	114
<b>A-54.</b> Análisis bromatológico de las materias primas utilizadas en la formulación de las raciones.....	115
<b>A-55.</b> Composición bromatológica de olote molido procedente de residuos agrícolas de Centro América y Panamá.....	116

**ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura.</b>	<b>Página</b>
1. Peso vivo promedio (kg.) por tratamiento y período de 7 días desde el inicio hasta el final del estudio.....	35
2. “F” calculado durante todo los períodos de estudio de la variable peso vivo.....	42
3. Ganancia diaria de peso promedio (kg.) acumulada por tratamiento desde el inicio hasta el final del estudio.....	47
4. “F” calculado durante todo los períodos de estudio de la variable ganancia diaria promedio de peso.....	51
5. Consumo de alimento promedio acumulado (kg.) por tratamiento durante el estudio (56 días).....	53
6. Conversión alimenticia promedio (kg.) acumulada por tratamiento desde el inicio hasta el final del estudio.....	59

## INTRODUCCIÓN.

La explotación porcina ocupa un lugar importante en la alimentación humana, proporcionando proteína y grasa animal, además genera empleo para la mano de obra no calificada.

En El Salvador uno de los principales problemas que afectan la crianza y engorde porcina es la alimentación, la cual representa 80% de los costos de producción por cerdo. De modo que toda economía se refleja considerablemente en los costos de producción. Considerando la alimentación como el principal problema que reduce los ingresos económicos a la porcinocultores por los altos costos. Se pretende dar una solución en esta problemática mediante la inclusión de harina de olote en la dieta, la cual es baja en contenido de lignina del total de fibra cruda y posee un alto contenido de holocelulosa que son digeribles por el cerdo. Además ofrece la ventaja que con la fibra cruda suministrada a los cerdos se obtiene carne magra puesto que presentan menos grasa en las coberturas de la canal, teniendo mayor aceptación en el mercado.

El objetivo principal de la investigación fue evaluar la utilización de harina de olote como fuente de fibra cruda (8.0%, 10.0% y 12.0%) en la alimentación de los cerdos en fase de crecimiento.

El experimento se realizó en la Unidad de Investigación Agropecuaria (UNIAGRO) de la Facultad Multidisciplinaria Oriental. Universidad de El Salvador. La investigación se dividió en dos fases; la fase pre-experimental con una duración de 17 días y la fase experimental tuvo una duración de 56 días.

Para el desarrollo de la investigación se aplicó el diseño completamente al azar utilizando 23 unidades experimentales del cruce YORSHIRE X LANDRACE distribuidos en tres tratamientos con seis repeticiones y un tratamiento con cinco repeticiones. El T0 se le suministró concentrado comercial

(3.6% de fibra cruda) y los tratamientos T1, T2 y T3 recibieron una dieta de concentrado comercial complementado a 8.00%, 10.00% y 12.00% de fibra cruda respectivamente.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA.

### 2.1. Generalidades del cerdo.

El cerdo es conocido como uno de los animales que posee las mejores disposiciones para producir carne y grasa; por su gran capacidad de consumir alimento. Este animal por ser omnívoro puede satisfacer sus necesidades nutritivas, con diversos productos y subproductos de origen animales y vegetal.

Dentro de las características anatómicas más evidentes del cerdo tenemos: Piel espesa y revestida de grasa, pelos rígidos y resistentes, miembros provistas de cuatro pezuñas de los cuales solo dos están completamente desarrollados (las centrales), cabeza de forma alargada, terminadas en un órgano particular (hocico), que presenta cierta movilidad y fuerza para la búsqueda de alimento, su cola es corta, delgada y retorcida, presenta dos series de mamas ubicadas bajo el vientre y el pecho, en numero de ocho hasta catorce pezones. El macho posee dos testículos ubicados entre los músculos y limitados por el escroto y el ano, con prepucio umbilical y pene agudo (16).

De acuerdo a Escamilla A. (15) los fundamentos para la explotación de cerdos consisten en garantizar las condiciones adecuadas de suelo, clima medio ambiente y alimentación. Cuando se le proporcionan todas estas condiciones de forma favorable se vuelve una fuente inagotable de riqueza.

#### 2.1.1. Clasificación Zoológica.

De acuerdo a Sahli R. (32) clasifica al cerdo doméstico de la siguiente manera:

Reino.....	Animal.
Sub-reino.....	Corbata.
Clase.....	Mamífero.

Orden.....	Artiodáctilo.
Familia.....	Suidos.
sub.-familia.....	Suidos.
Género.....	Sus.
Especie.....	Scrofa var. Doméstica.

## **2.2. Necesidades nutricionales del cerdo en las diferentes etapas de desarrollo.**

### **2.2.1. Nacimiento.**

La composición del calostro cambia rápidamente disminuyendo el contenido de la proteína hasta un 60% después de transcurrido 24 horas; por esta razón es de mucha importancia que los lechones recién nacidos consuman calostro en las primeras horas de vida para que ingieran todos los anticuerpos y defensas para tolerar las enfermedades. (8, 23)

El estómago del cerdo recién nacido no es tan funcional, esto es superado a medida transcurren los días. Los promedios generales de lactancia que consumen los cerdos en sus primeras ocho semanas de vida son de 40 a 45 litros de leche. El aumento en la producción láctea se observa al final de la segunda semana y se mantiene este aumento por tres semanas más decreciendo la producción en la sexta semana (19, 21).

### **2.2.2. Etapa de destete.**

Al proceso de separar los lechones de la madre y someterlos a un ambiente y manejo diferente se llama destete. Esta fase se realiza generalmente de la sexta a la octava semana o cuando los cerdos han alcanzado un peso promedio de 13-

20 kilogramos; este período se considera como la edad más crítica del lechón (10, 31).

Según Cunha (10) el peso mínimo que debe tener un lechón para someterlo a un destete precoz es de 2.26 kilogramos. Las edades en las que se puede destetar son: de 2-3 semanas y de 5-6 semanas. Es importante mencionar que la etapa crítica de los destetes se consideran que son superados cuando alcanzan un peso de 22 kilogramos.

### **2.2.3. Etapa de crecimiento.**

Esta es una fase de la vida del cerdo de gran importancia, pues de ella dependerá prácticamente la rapidez de su desarrollo y conformación para llegar más luego al mercado (19).

En 1996 Escamilla Arce, manifiesta que en la etapa de crecimiento se puede lograr hasta 35 kilogramos de peso vivo en un rango de edad que comprende desde los dos hasta los cuatro meses, la cantidad de alimento a suministrar es de 0.9 a 1.36 kilogramos diarios de concentrado. Cuando los cerdos crecen aumentan también las necesidades de consumir alimento y ganar peso. A medida aumenta su musculatura y sus tejidos crecen las necesidades diarias de consumir alimento, esta debe de ser de buena calidad para obtener altas conversiones alimenticias (35).

### **2.2.4. Etapa de desarrollo.**

Esta fase comprende desde la finalización de la etapa de crecimiento hasta que el cerdo alcanza un peso promedio de 95 kilogramos de peso vivo aproximadamente a los seis meses de edad. La cantidad de alimento que se le proporciona en esta etapa es de 2.27 kilogramos hasta 2.72 kilogramos de concentrado por día (6).

Cunha (1960) manifiesta que en esta fase se puede disminuir la proteína en la ración con el objeto de abaratar los costos y hacer uso de subproductos de menor calidad ya que el cerdo presenta la ventaja de ser omnívoro y se puede alimentar con productos diversos.

Se consideran que los cerdos necesitan de 180 kilogramos de alimento para aumentar 45 kilogramos de peso vivo; pero esto varía de acuerdo a la capacidad individual de cada animal (14).

### **2.3. Análisis del proceso digestivo del cerdo.**

La digestión comprende una serie de procesos en el tracto gastrointestinal, mediante los cuales los alimentos son degradados en partículas más pequeñas y solubilizados para que sea posible su absorción. Este proceso es efectuado por la combinación del proceso mecánico (trituration de los alimentos por la acción de los dientes) y enzimático (la acción de las enzimas para degradar los alimentos) (24). Los cerdos son animales monogástricos; de estómago simple. Su digestión comienza en la boca; donde la ptialina actúa sobre los hidratos de carbono, Hidrolizando el alimento. La importancia relativa de la boca y sus componentes (dientes, lengua, mandíbula y glándulas salivales.) varían según la especie animal. En los cerdos la función de la boca es ingerir los alimentos, desmenuzarlos en forma mecánica y mezclarlos con la saliva que actúa como lubricante facilitando la deglución. Aunque los cerdos son animales domésticos que tienen mayor secreción de ptialina, la digestión del almidón en la boca es muy limitada, pues en ella los alimentos permanecen poco tiempo. El almidón es transformado en maltosa; luego continua su digestión en las partes superiores del estómago, antes de que el bolo alimenticio se acidifique en la parte posterior. El torrente circulatorio puede absorber, a la altura del estómago, pequeñas cantidades de glucosa y otros azúcares simples, pero la mayor parte



pasa al intestino delgado donde son hidrolizados los azúcares complejos, por la acción de varias enzimas (amilasa, maltasa, sacarosa, lactosa y otros.). Los azúcares complejos se transforman en glucosa y otros azúcares simples siendo así absorbida en las vellosidades intestinales pasando al torrente circulatorio y luego al hígado, por la vena porta (27, 29).

Por lo tanto aunque cada tejido pueda tener una pequeña reserva de glucosa, el hígado contiene la provisión principal, la que cuando se libera a la circulación general como azúcar, queda disponible para ser usado por cualquier tejido del organismo (24).

En el hígado los azúcares simples pueden almacenarse bajo la forma de glucosa para nutrir los tejidos del organismo por intermedio del sistema arterial. Los productos finales del metabolismo de los carbohidratos son agua y anhídrido carbónico (27, 29).

#### **2.4. Elementos nutritivos esenciales para el cerdo.**

El cerdo es un animal que para sus diferentes etapas de su vida: reproducción, lactancia, crecimiento y desarrollo necesita elementos nutritivos de acuerdo con el período que atraviesa, estos elementos son: Hidrato de carbono, grasa, proteína, minerales, vitaminas, aminoácidos y agua. La carencia de alguno de estos elementos produce disminución en el ritmo del crecimiento, alteraciones en las actividades productivas, mayor incidencia a contraer enfermedades produciendo todo esto una incidencia negativa para la explotación porcina.(27).

##### **2.4.1. Hidratos de carbono.**

El almidón es el principal hidrato de carbono presentes en la ración de los cerdos. Por esta razón el 70 al 80% del peso de las raciones del cerdo están

formadas por los hidratos de carbono. Los hidratos de carbono son sumamente necesarios en la alimentación del cerdo por la cantidad de energía que suministra al animal. En los procesos de crecimiento y la actividad muscular como: caminar, masticar, etc.(10, 13, 32).

Por otra parte, los hidratos de carbono son altamente digestible y todo exceso que hubiere en la dieta, este tiene la capacidad de transformarlo en grasa para luego poder aprovecharlo (22, 29).

Maynard (1981) manifiesta, que los carbohidratos son absorbidos en forma de glucosa, galactosa y fructosa metabolizandose en tres formas principales que son: 1. Como una fuente inmediata de energía; 2. Como precursor de glucogeno hepático y muscular; 3. Como precursor del triglicerido tisular. Cada uno se divide dependiendo de las diferentes formas de metabolismo, del estado energético del animal y de la cantidad de carbohidratos que hallan sido absorbidos.

Los carbohidratos se clasifican en tres grupos: Monosacáridos, Oligosacáridos y polisacáridos. Los monosacáridos son azúcares simples que no pueden hidrolizarse en unidades más pequeñas en condiciones normales; y a la vez se clasifican según el número de átomos de carbono en: Triosa, tetrosa, pentosa y así sucesivamente hasta octosa y nonosas. Los oligosacáridos son compuestos que por su hidrólisis originan de 2 a 6 azúcares simples. Así los disacáridos que por hidrólisis dan dos monosacáridos. La mayor parte de los azucars que se clasifican como oligosacáridos son compuestos cristalinos solubles en agua, y por lo general tienen sabor dulce. El polisacárido estructural más abundante es la celulosa; que es un polisacárido lineal constituido por unidades de glucosa con uniones  $\beta$ -1-4. Componente principal de las plantas superiores. Los polisacáridos son compuestos que producen por hidrólisis un gran número de monosacáridos. Algunos de los monosacáridos que se unen por

uniones glucosídicas para formar los polisacáridos son la glucosa, la xilosa y la arabinosa. Los polisacáridos generalmente son insípidos, insolubles en agua, de peso molecular elevado y amorfos. (12).

Por otra parte, los hidratos de carbono se conocen también, con el nombre de glúcidos y extraticos no azucarado, compuestos de hidrógeno, Oxígeno y carbono y forman la base principal de la alimentación de los cerdos como alimento energéticos y de gran digestibilidad (15).

#### **2.4.1.1. Carbohidratos simples.**

Los carbohidratos simples constituyen la más importante fuente de energía de las raciones para el cerdo. Ya que químicamente se presentan en hidratos de carbono con los alimentos en forma de monosacáridos y polisacáridos. La glucosa y fructuosa son ejemplos de monosacáridos; la sacarosa y la lactosa son disacáridos corrientes y son los carbohidratos predominantes en la caña de azúcar y remolacha; los dos polisacáridos más importantes son el almidón y la celulosa (8).

Según López Magaldi (1981) expresa que los carbohidratos simples son los más usados en la alimentación de monogástricos (Cerdos); debido a que estos son los más solubles e incluyen azúcares, almidones, dextrinas y hemicelulosas.

Los carbohidratos simples son escasos en la dieta alimenticia del cerdo, debido a que no se les encuentra en el cuerpo por que se gastan constantemente en grandes cantidades. Si estos se encuentran abundantes en la alimentación, estos se almacenan en el cuerpo en forma de grasa y una pequeña cantidad en el hígado en forma de glucógeno (19).

#### **2.4.1.2. Carbohidratos complejos.**

La porción de hidratos de carbono que no se digieren fácilmente se denomina fibra. La cual esta constituida por: celulosa, hemicelulosa y lignina. Los carbohidratos complejos tienen un alto contenido de fibra cruda, limitando así la capacidad de digestión de los cerdos, ya que el cerdo se caracteriza por ser monogástrico y sus enzimas prácticamente no actúan sobre la celulosa ni la lignina; pero si en la hemicelulosa que se encuentra en los carbohidratos simples y complejos. Las bacterias son los organismos simbióticos más importante que se encargan de desdoblar los carbohidratos complejos (29)

#### **2.4.2. Proteína.**

Los animales y en este caso específicamente los cerdos necesitan constantemente el consumo de proteínas ya que estas son constituyentes importantes de todas las células del cuerpo y toman una parte importante en la formación de los músculos, órganos internos, piel, pelo, pezuñas. Como también en los procesos de crecimiento y reproducción. (11, 32).

Por otra parte, se ha demostrado que al proporcionarles una ración proteica en un buen porcentaje los animales son más resistentes a las infecciones; Algunos autores manifiestan que las proteínas ejercen otra función de mucha importancia ya que combaten las enfermedades en la corriente sanguínea; es por ello que es indispensable la presencia adecuada de proteína en la dieta se considera que es una de las formas de hacer a los animales más resistentes contra las enfermedades. (10, 27, 29).

#### **2.4.3. Aminoácidos.**

Los cerdos son capaces de sintetizar algunos aminoácidos no esenciales, a partir de otros aminoácidos y otros nutrientes. Por otra parte, existen otros

aminoácidos que no pueden alcanzarse en el cuerpo a partir de otras sustancias y si lo hacen, la velocidad de síntesis no es suficiente para satisfacer sus necesidades nutritivas a excepción que la ración contenga altos porcentajes de proteína. (10, 29).

Por otra parte se ha demostrado que el cerdo requiere de diez aminoácidos esenciales para un buen desarrollo no obstante, manifiestan algunos autores que al no contar con una cantidad adecuada de cada uno de los aminoácidos esenciales como son: arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina, etc., la deficiencia de cualquiera de estos limitará el aprovechamiento de todos los demás y por lo tanto reducirá la eficiencia de la ración alimenticia. (27, 29).

#### **2.4.4. Minerales.**

Algunos autores manifiestan que no sería posible el funcionamiento normal del cerdo sin la presencia de los minerales ya que estos se utilizan principalmente para la formación de los huesos y dientes. Además desempeñan un papel importante en la sangre, incluso el corazón depende de un equilibrio mineral correcto para mantener la regularidad de sus latidos (11, 27).

Por otra parte, se considera que el calcio y el fósforo, forman alrededor del 70% de las cenizas y en particular en el esqueleto y en los dientes la proporción es del 99% de calcio y el 80% de fósforo. Las necesidades generales de calcio y fósforo de animales en crecimiento son de 1.5 y 2 gramos respectivamente, por cada 100 kg, de aumento de peso (13).

Así mismo, se ha investigado la necesidad de suministrar en ciertas raciones elementos menores, como el yodo, cobalto y cobre; estos 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 (29).

En cuanto a sodio, potasio y cloro; estos 3 elementos se hallan en los líquidos, tejidos y órganos donde regulan la presión osmótica y el equilibrio ácido base, jugando un papel importante en el metabolismo del agua (13, 29).

También existen otros elementos esenciales como: Hierro, magnesio, zinc, selenio; hay que hacer notar que todos estos son necesarios en pequeñas cantidades (26).

#### **2.4.5. Agua.**

Se considera una de las sustancias más importantes que requiere el cerdo, sin embargo muchas veces, no se le presta la debida atención, pero basta saber que el 70% del peso del organismo animal esta formado por agua (10, 22).

Por lo tanto, el agua es el principal medio para la digestión, absorción y transporte de nutrientes en el organismo, también tiene gran importancia en la eliminación de los productos que desecho del metabolismo. Además por otra parte, juega un papel primordial en la regulación de la temperatura corporal (22, 33).

Por otra parte, la falta de agua disminuye el consumo de alimento y por ende se da una baja eficiencia de la utilización de estos, lo que altera todos los procesos del organismo. Por todo lo anterior, es necesario que los animales en este caso los cerdos tengan a disposición agua, pero esta debe ser limitada y fresca, los requerimientos diarios de agua en el cerdo oscilan entre 2 y 6 litros, por cada 45 kilogramos de peso vivo. (10, 29).

Así mismo, se ha comprobado que los lechones y las cerdas en la lactancia tienden a consumir más agua, pero algunos autores consideran que la cantidad de

agua esta de acuerdo con la edad, peso, temperatura ambiental y tiene relación con la clase de alimento que el cerdo consume (16).

En condiciones normales, los cerdos ingieren una cantidad constante de agua por kilogramos de alimento que consume. La cantidad de agua consumida disminuye naturalmente y de un modo proporcional, hay alimentos acuosos, tales como ensilados, subproductos lácteos, raíces y forrajes verdes. (10, 29)

#### **2.4.6. Grasa.**

De acuerdo con Carrol (1967) y otros autores, las grasas son indispensables en la nutrición de los cerdos; ya que las raciones con mínimos porcentajes de grasa producen pérdida de pelo, en las proximidades de las paletas, pescuezo y retraso en la madurez sexual. (10, 29).

Por otra parte, existen muchas ventajas que se derivan de la inclusión de grasa en las raciones ya que hacen: 1. El pienso menos polvoriento; 2. Mejora el sabor y vuelve más apetecible el alimento; 3. Es una fuente de energía concentrada; 4. Contiene los ácidos grasos esenciales; linoleóco, linolénico y araquidónico. (17).

Así mismo, contribuyen a la absorción de las vitaminas A, D, E, presumiblemente por ser estas microfactores liposolubles (8, 10).

Por lo tanto, las grasas están clasificadas según Scarborough (1965) como alimentos energéticos proporcionando alrededor de 2.25 más energía por kilogramo que los hidratos de carbono, por lo que tienen un valor alimenticio mayor por kilogramo. (8).

#### **2.4.7. Vitaminas.**

De acuerdo con Cole en (1973) manifiesta que las vitaminas pueden definirse como compuestas orgánicas que actúan como nutrientes que cumplen

importantes funciones facilitando el normal desarrollo fisiológico de iniciación y activación de los procesos vitales por lo que se les llama biocatalizadores.

Según la clasificación de las vitaminas estas se denominan: liposolubles e hidrosolubles. Las vitaminas liposolubles se encuentran las del complejo vitamínico “ADE” y vitamina K. (29).

En cuanto a las vitaminas “ADE” es de vital importancia suministrarlas en las primeras etapas como tratamiento preventivo ya que la ausencia de este complejo puede producir grandes pérdidas económicas; dentro de las cuales se consideran: poca fertilidad de machos y hembras, crecimiento defectuoso de los animales, pérdida del apetito y propensos a enfermedades (3).

Por otra parte, la vitamina “K” es llamada antihemorrágica por tener acción en la coagulación sanguínea mediante la formación de protrombina, (8, 29).

En cuanto a las vitaminas Hidrosolubles son: B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>. Ácido pantoténico, inositol, biotina, colina, niacina, piridoxina, B<sub>12</sub>, ácido fólico, B<sub>13</sub>, y C. Las funciones que desempeñan todas las vitaminas son de fundamental importancia para la producción animal; por lo que es necesario asegurarse que su alimento contenga parte de estas; ya que contribuye en los procesos básicos de la vida: reproducción, crecimiento, lactancia y asimilación (8, 29).

## **2.5. Subproductos agrícolas como fuente de fibra cruda.**

En los residuos agrícolas, el mayor componente es la celulosa la cual se encuentra en mayor proporción. La composición química y la estructura física del material celulósico difiere grandemente de acuerdo a la procedencia del subproducto agrícola, sin embargo, los componentes que se encuentran en el residuo de maíz son celulosa, hemicelulosa y lignina. Se ha comprobado que la celulosa es difícil de degradar mas, sin embargo una investigación realizada,



utilizando hongos blancos de putrefacción, que pertenecen al género *Bacidiomycetes* se ha obtenido buenos resultados para la bioconversión de la celulosa de la proteína unicelular (9).

### **2.5.1. Subproductos de maíz.**

Ensminger (1970), hace referencia acerca de los subproductos de maíz, que se obtiene en la elaboración del almidón y el jarabe de maíz. Estos fueron los primeros alimentos ricos en proteínas utilizados para alimentar a los monogástricos domésticos. En la elaboración moderna el almidón, azúcar, el jarabe y aceite de maíz son usado para consumo humano, obteniendo también, algunos subproductos alimenticios comunes como Pienso de gluten de maíz, harina de gluten y harina de germen de maíz, utilizados en la alimentación porcina. El Pienso de gluten de maíz contiene aproximadamente 25% de proteína y 7.5% de fibra cruda.

Por otra parte, Phineiro Machado (1973) manifiesta que la industria de la extracción del almidón y otros subproductos del maíz deja numerosos residuos, todos de mucha utilidad para la alimentación porcina. Algunos como el gluten de maíz, contienen 43% de proteína y otros residuos de destilación, tiene 13% de fibra cruda.

En el año de 1965, Morrison manifiesta que la harina de olote de maíz contiene un 32% de fibra y solo 2% de proteína. Cuando se suministra al ganado el olote de maíz molido proporciona la misma cantidad de principios nutritivos digeribles que el heno, pero casi nada de proteínas digeribles.

En cuanto a los resultados obtenidos en la composición bromatológica de la muestra de harina de olote de maíz, se puede identificar que el contenido porcentual presentado es de 30.21% de fibra cruda, 3.93% proteína, 3.21% de extracto etéreo, 1.45% de ceniza, 9.36% de humedad y 90.64% de materia seca.

Otras determinaciones realizados, en el olote son sobre los carbohidratos que presento un contenido de 61.20%; analizándolo por diferencia utilizando porcentajes de ceniza, extracto etéreo, fibra cruda y proteína; menos el 100% del total de los diferentes constituyentes presentados por el olote.

El análisis químico del olote de maíz se realizó con el objetivo principal de determinar la cantidad de algunos nutrientes que el olote puede aportar al cerdo, y al mismo tiempo sirve para predecir el grado de utilización que los nutrientes tendrán en el animal.

### **2.5.2. Cascarilla de arroz.**

Este subproducto es considerado como el principal de la industrialización del arroz.

No se recomienda utilizar en la ración para cerdos debido a que el contenido de fibra reduce las ganancias diarias de peso y disminuye la digestibilidad de los nutrimentos, provocado por el efecto abrasivo de la cáscara a nivel del intestino y también por su alto contenido de sílice, que produce en la pared intestinal.

A medida se aumenta la proporción de la cascarilla en la semolina (cubierta que se encuentra entre la cáscara y la semilla) aumenta el grado de irritación de la pared intestinal lo que causa ulceraciones que son mayores a medida que se elevan los niveles de cascarilla (1).

### **2.5.3. Bagazo de caña.**

Según Figueroa (1996), la fracción insoluble de la caña es minimizada en la alimentación porcina, por presentar un bajo valor nutritivo ya que se le han extraído los azúcares solubles. Por lo que un punto importante que debe tomarse en cuenta en los sistemas de producción porcina basados en la caña de azúcar es

la salida productiva de la fracción insoluble la cual representa 60-65% de toda la planta.

El bagazo es el producto principal de la fracción insoluble de la caña después de extraído el jugo. Cuando el bagazo es obtenido en los trapiches rústicos queda una parte impregnada alrededor del 50% de jugo. Por otra parte, si el bagazo es procesado industrialmente representa cerca del 25% de la caña cultivada y contiene aproximadamente un 70% de fibras largas y alrededor del 30% de macollo o bagacillo.

La composición química de estas dos fracciones de caña (fracción soluble é insoluble) determina que el producto principal soluble de alto valor nutritivo (jugo de caña y mieles) sea preferentemente utilizado para la alimentación de monogástricos.

La otra fracción fibrosa de bajo valor nutritivo (bagazo, cogollo y otros), son los productos secundarios o subproductos cuyo aprovechamiento permite la optimización de un sistema con alto contenido de fibra que limita la digestibilidad para el cerdo (18).

## **2.6. Componentes de la fibra cruda.**

### **2.6.1. Lignina.**

La lignina está considerada, químicamente como un polímero tridimensional modificado de unidades de penil-propano aromático. Se ha comprobado que por lo general el 100% de la lignina ingerida es recuperada en las heces, lo que indica un coeficiente de digestibilidad de casi cero; de hecho, la lignina en si, no se aprovecha. Por lo que esta fracción influye negativamente sobre la digestibilidad de la fracción fibrosa.

Por otra parte, el mecanismo de acción de la lignina es un tema que todavía se discute, mas sin embargo lo cierto es que existe interrelación entre la lignina y la utilización de otras fracciones.

En el año (1964) en Perú, investigaciones realizadas por Van Soest encontraron una correlación de 0.96 entre la lignina y la digestibilidad de fibra cruda. Interpretando lo anterior, significa que a mayor cantidad de lignina disminuye la digestibilidad en un 96% de celulosa y hemicelulosa por lo tanto, se puede decir que la lignina es un componente no apreciable en los pastos, por lo tanto la selección de variedades como el sistema de manejo debe estar orientado a minimizar su contenido de lignina.

### **2.6.2. Celulosa y hemicelulosa.**

Son las fracciones que tomadas en forma conjunta se denomina holocelulosa y constituyen la fracción parcialmente digestible por el animal, debido a la acción de los microorganismos del estómago. Hasta el momento no ha sido posible predecir el grado de digestibilidad de celulosa y hemicelulosa en el animal, por que todavía no se entienden todos los factores que entran en juego más sin embargo la falta de digestibilidad de la celulosa es su ventaja principal, pues la fibra no digerida produce la masa necesaria para la acción peristáltica normal y eficaz, es decir ayuda a la contracción muscular de los intestinos, centrando el problema de estitquez en los animales (12, 34).

No obstante, el conocimiento del grado de lignificación de la pared celular contribuye en cierta medida a determinar la digestibilidad de la holocelulosa, haciéndose más notable esta relación, cuando se comparan varios tipos de forrajes, como ejemplo, leguminosas contra gramíneas, perdiendo valor de predicción, cuando se trata de la misma especie o clase de forraje, ya que los coeficientes de digestibilidad no son constante para un determinado alimento.

Esto está influenciado por muchos factores variables tales como: Composición química, estado de madurez al momento de la cosecha (24).

Por otra parte, la celulosa y hemicelulosa representan el 40-60% de la materia seca de muchos forrajes. También es de mencionar que la hemicelulosa ha sido estudiada intensivamente, esto se atribuye posiblemente por que su solubilidad en ácido y base de baja concentración ha hecho que tradicionalmente haya sido incluido mayormente en el extracto no nitrogenado. Sin embargo, se ha comprobado que en ciertos forrajes la hemicelulosa presenta una fracción nutricional no uniforme, así mismo, ha sido demostrado en un estudio de 19 gramíneas y leguminosas, en el cual se encontró una digestibilidad de  $50 \pm 13.5\%$  para la celulosa y  $79 \pm 6.7\%$  para la hemicelulosa. Al analizar los valores elevados de desviaciones estándar indican la falta de homogeneidad. Así mismo, se ha considerado a la holocelulosa (suma de celulosa mas hemicelulosa). Como la fracción total de carbohidratos estructurales parcialmente disponible y esta disponibilidad depende de la lignificación y otras características estructurales de la pared celular. Otra característica importante podría ser la naturaleza de una unión química de algunos componentes de la hemicelulosa con la sílica (34).

### **2.6.3. Sílica.**

La sílica, al igual que la lignina muchos autores la consideran como un componente que aparentemente no lleva a cabo ninguna función que contribuye positivamente en la nutrición del animal y que ejerce un efecto adverso sobre la utilización de otros componentes finalmente, se ha tratado de incluir la sílica como uno de los factores para la predicción de la digestibilidad (12, 24).

Por otra parte, se llevó a cabo un estudio de cinco gramíneas de zonas templada, donde se reportó que cada unidad de sílica en la materia seca era

asociada con una correlación altamente significativa de  $-0.78$  con la digestibilidad del forraje.

La razón que la reducción en la digestibilidad fue mayor que el aumento en el contenido de sílica sobre la digestibilidad de los constituyentes orgánicos, pero al igual que en el caso de la lignina, no se conoce como opera o influye tal efecto.

No obstante, a pesar del hecho que todavía no se conoce la magnitud de la influencia de la sílica, ni como actúa; es necesaria incluirla como análisis de rutina, ya que representa una fracción, que probablemente reciba mayor importancia en el futuro, por otra parte, existen algunas especies con tendencias a acumular sílica en proporciones, mucho mayores. Teniéndose como ejemplo el arroz. Así mismo, la paja de arroz y la cáscara contiene más de 20% (34).

## **2.7. Antecedentes sobre el uso de diferentes niveles de fibra cruda en la alimentación de cerdos.**

El tubo digestivo de los cerdos se caracteriza por ser monogástricos y sus enzimas no actúan prácticamente sobre la celulosa y lignina. Los porcinos tienen poca capacidad para digerir la fibra cruda.

Investigaciones hechas por varios autores todavía no logran ponerse de acuerdo en cuanto al porcentaje máximo de fibra que deben contener las raciones para cerdos. Unos indican entre 5 y 6% otro entre 6 y 8%. Sin embargo se ha comprobado que para obtener una mayor digestibilidad los alimentos fibrosos deben ser finamente molidos y cuidadosamente mezclados (8, 10, 29).

De acuerdo a Cunha (1960) es conveniente utilizar el término fibra bruta para designar a los carbohidratos complejos, como lo es la celulosa y compuesto similares que son desdoblados por las enzimas de los microorganismos y no por las enzimas que el animal segrega. La cantidad de fibra que los cerdos pueden

aprovechar en la ración es limitada, debido a que los cerdos tienen un estómago simple por esta razón son incapaces de digerir dietas altas en fibra esto va en relación a la edad, se ha comprobado que los animales jóvenes tienen dificultad para aprovechar la fibra en niveles altos (22).

Investigaciones realizadas por diferentes autores no coinciden en cual porcentaje óptimo de fibra bruta, se debe utilizar en la dieta de los cerdos. Este desacuerdo se debe probablemente al origen de la fibra suministrada, nivel de fibra en la ración, balance de los demás nutrientes presente en el alimento, edad y peso de los cerdos, calidad de los constituyentes no fibrosos de la ración así como también otros factores.

Se ha comprobado que los cerdos aprovechan mejor la fibra cuando son mas pesados. Maynard (1981) manifiesta que las plantas maduras son menos digestible por el cerdo por tener mayor contenido de lignina y para mejorar la digestibilidad es conveniente cosechar los henos y forrajes cuando no han alcanzado su madurez fisiológica debido a su bajo contenido de lignina.

Investigaciones realizadas en Canadá, Estados Unidos, Alemania, citado por Pineiro Machado (1973), observaron que cuando se aumenta el porcentaje de fibra en la etapa de finalización mejora considerablemente la calidad de la canal, con la misma intensidad de ganancia de peso siempre y cuando el alimento utilizado sea heno de alfalfa y afrecho de trigo.

La presencia de la fibra bruta en la dieta limita la utilización eficaz de su energía bruta en su proposición aproximada a la cantidad de fibra que contiene y a la cuantía en que se incluye en la ración. Carol (1967) manifiesta que solamente a los cerdos de los que no se espera obtener producciones elevadas en su rendimiento se les pueden dar dietas con alto contenido de fibra.

En las raciones que contienen una cantidad superior de fibra de 6 – 8% en cerdos en la fase de crecimiento-terminado reduce la rapidez y la economía de las ganancias de peso.

El porcentaje de fibra bruta es un método importante para balancear las raciones ya que sí se quiere producir cerdos con una cobertura adiposa de espesor medio, el porcentaje de celulosa debe ser de 6.6% para que aumente la rapidez del crecimiento, cuando se aumenta esta cantidad a 7.3% se acrecienta la utilización de la energía metabólica y la carne presenta menos grasa en la canal. Cuando se desea obtener carne magra es conveniente proporcionarles más cantidad de fibra bruta, lo que disminuye el crecimiento, lo que hace menos eficiente la utilización de los alimentos (15).

En 1999 se llevó a cabo una investigación por Granillo, R., en la facultad Multidisciplinaria Oriental, Unidad Experimental Agropecuaria (UNIAGRO). Universidad de El Salvador. Donde se evaluó el efecto del suministro de diferentes niveles de fibra cruda, utilizando harina de olote en la ración sobre el rendimiento de cerdos de la raza del cruce (York Shire x Landrace). En la etapa post- destete, para dicha investigación se utilizaron 24 unidades experimentales distribuidos en 4 tratamientos: T0 = concentrados comercial 3.6%FC; T1 = concentrado comercial más harina de olote (8% FC); T2 concentrado comercial más harina de olote (10% FC) y T3 = concentrado comercial más harina de olote (12% FC) respectivamente las variedades evaluadas fueron; peso vivo, ganancia diaria de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y análisis económico.

Los resultados obtenidos al final del experimento para la variable peso vivo: T0 = 35.00 kilogramo; T1 = 32.94 kilogramo; T2 = 3.56 kilogramo y T3 = 30.95 kilogramo. De lo anterior se concluyó que los diferentes niveles de fibra cruda no afectaron el peso vivo de los cerdos; ya que al realizar el análisis



estadístico al final del estudio demostró que no existieron diferencias estadísticas significativas. Por otra parte, para la variable ganancia diaria de peso. Los resultados se comportaron en forma similar estadísticamente: T0 = 0.45 kilogramo; T1 = 0.43 kilogramo; T2 = 0.43 kilogramo y T3 = 0.38 kilogramo observándose una no significación al final del experimento, seguidamente, al evaluar los datos de la variable consumo de alimento, promedio acumulado los resultados fueron: T0 = 3.84 kilogramo; T1 = 3.67 kilogramo; T2 = 3.88 kilogramo y T3 = 3.89 kilogramo, observándose diferencias aritméticas; no así una significación estadística. Además para la variable conversión alimenticia los resultados obtenidos fueron: T0 = 12.04 kilogramo; T1 = 12.85 kilogramo; T2 = 12.75 kilogramo; T3 = 14.19 kilogramo.

De los resultados obtenidos en esta investigación se concluyó lo siguiente: Que la harina de olote puede ser tratada en altos porcentajes (10%), a partir de la inclusión de harina de olote en la dieta. A pesar que los cerdos no cuentan con un estómago voluminoso y que sus enzimas digestibles (amilasa, sacarosa, maltosa y lactosa) no actúa sobre la celulosa y lignina estos fueron capaces de tolerar el porcentaje del 10% de fibra cruda.

En la Estación Experimental de Georgia en 1975 BAIRD D. M Y col (1975) llevaron a cabo 3 experimentos, con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes niveles de fibra cruda, proteína y energía en las dietas para cerdos en la etapa de crecimiento.

Los ensayos contenían 2 niveles de fibra cruda (4 y 8%). 2 niveles de proteína cruda (13 y 179) y dos niveles de energía (2.87 y 3.48 kcal/kg de energía metabolizable). Se utilizaron 160 cerdos en total, con un peso promedio de 18 kg los cuales fueron sacados con un peso promedio de 91 kg al sacrificio. Los cerdos fueron aleatorizados en los tratamientos tomando en cuenta su peso, sexo y camada.

Las características evaluadas fueron ganancia diaria de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, conversión de proteína cruda, rendimiento en canal caliente, grasa en el lomo, área del lomo, jamón, lomo, vísceras, cortes limpios, firmeza del lomo.

En estos experimentos, no existieron diferencias significativas en la mayoría de las características evaluadas cuando se consideró la comparación de los niveles de fibra cruda por separado (4 y 8%). La ganancia diaria de peso para los niveles de 4 y 8% de fibra cruda fue 0.69kg/día, en ambos casos. Este resultado obtenido, según los autores, indica que el cerdo puede tolerar amplios márgenes de fibra cruda en la dieta siempre y cuando, el nivel de energía sea adecuado a sus requerimientos y cuando la calidad de fibra sean adecuada.

El consumo diario de alimento fue ligeramente superior en las dietas de alto contenido de fibra pero estadísticamente no significativo; 4% fibra cruda = 2.18kg/día vs. 8% fibra cruda = 2.25kg/día. Sin embargo el consumo de energía metabolizables fue bastante similar 6.9 y 7.0 Mcal/día para los tratamientos de 4 y 8% fibra cruda.

De esto se concluye que el cerdo tiende a consumir alimentos hasta satisfacer sus requerimientos energéticos.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS.**

#### **3.1. Materiales.**

##### **3.1.1. Localización geográfica.**

El ensayo se realizó en la Unidad Experimental de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador, ubicado sobre el kilómetro 144 carretera al delirio, Cantón El Jute, Municipio de San Miguel, Departamento de San Miguel.

Las coordenadas geográficas son: 13° 22' latitud norte y 88° 09' longitud oeste.

##### **3.1.2. Características climáticas del lugar.**

Las condiciones climáticas del lugar son:

Temperatura promedio anual de 28°C, Precipitación promedio anual de 1859 mm, humedad relativa promedio anual de 76%, una altura de 140 metros sobre el nivel del mar y vientos predominantes con rumbo norte a una velocidad promedio de 8.3 kilómetros/hora.

##### **3.1.3. Duración del estudio.**

El estudio tuvo una duración de 10 semanas (73 días.), de 1 de Julio hasta el 11 de Septiembre de 1999, divididos en dos fases.

###### **3.1.3.1. Fase pre-experimental.**

Esta fase comprendió desde el recibo de los lechones destetados (45 días de edad) Hasta el inicio de la fase pre-experimental con una duración de 17 días, que comprendió el período del 1 de julio, hasta el 17 de julio de 1999. Durante

esta fase los cerdos recibieron el mismo manejo é igual tipo de alimentación, con el objetivo que se adaptaran a un mismo nivel de fibra común para todos los cerdos.

En esta fase se realizaron algunas prácticas como: Control de peso necesario para calcular la cantidad de alimento a ofrecer a los cerdos, utilizando un 5% de su peso vivo.

Las labores de limpiezas fueron realizadas con dos jornadas: una de 7-8 AM y la otra de 2 PM para mantener un ambiente higiénico para los lechones. Las actividades de castración, desparasitación, vacunación y descolado fueron realizadas en el pos- destete.

#### **3.1.3.2. Fase experimental.**

Al inicio de esta etapa se registro el peso de los lechones que habían sido distribuido en forma aleatorizada en cada uno de los tratamientos y se realizó el análisis estadístico para verificar si los lechones presentaban diferencias estadísticas entre tratamiento que resultarán una causa desfavorable para la interpretación de los resultados al final del estudio. Esta fase comprendió la etapa de crecimiento en la vida de los lechones; tuvo una duración de dos meses (56 días), abarcando el período del 18 de julio hasta el 11 de septiembre de 1999.

Durante este período se registro el peso de los cerdos cada 7 días, realizando esta labor por la mañana previo al suministro de la ración.

#### **3.1.4. Procedencia de las unidades experimentales.**

Los cerdos utilizados en el presente trabajo fueron obtenidos de una explotación que se encuentra ubicada en el cantón El Jute, Caserío las Moras Kilómetro 144, Jurisdicción de San Miguel, Departamento de San Miguel.

### **3.1.5. Unidades experimentales.**

Para la realización del presente estudio se utilizaron 23 lechones, destetados a los 45 días de edad, del cruce YORKSHIRE - LANDRACE de los cuales 12 fueron machos castrados y 11 fueron hembras. Las unidades experimentales provenían de la granja del señor Jorge Alemán, ubicada en el cantón el Jute, caserío las moras kilómetro 144 carretera al cuco departamento de San Miguel.

Es de hacer notar que para la aleatorización de las unidades experimentales se considero el sexo, origen de la camada (Genética.) y peso vivo, para luego proceder a la realización de los análisis de varianza quedando así homogéneamente distribuidos, con el propósito de verificar y destacar posibles diferencias estadísticas entre tratamientos que pudieron haber influido en el estudio desde el inicio de la fase experimental.

### **3.1.6. Instalaciones.**

Los lechones se alojaron en numero de 6 para tres tratamiento y 5 para un tratamiento, en galpones individuales de un agua, con una dimensión de 4.00 metros de largo por 2.00 metros de ancho (8.00 metros<sup>2</sup>). El techo de los galpones fue de lamina galvanizada, colocada a una altura de 2.70 metros. La parte superior y 1.95 en la parte inferior, entre cada galpón existió una división consistente en un muro de concreto de 1.00 metros de altura. El piso es de concreto con una pendiente del 2 %, los comederos y bebederos lineales de concreto de 1.00 metros de largo por 0.40 metros de ancho.

### **3.1.3. Equipo.**

El equipo utilizado en la investigación para el manejo de los cerdos se detalla a continuación:

- Báscula de 350 libras de capacidad.
- Balanza tipo reloj de 30 libras de capacidad.
- Manguera, escoba, pala, jeringa y marcadores de muesca.

### **3.2. Metodología experimental.**

#### **3.2.1. Limpieza y desinfección.**

Doce días previos a la fase pre-experimental se procedió a la realización de una limpieza general de los galpones fumigándose con formalina concentrada al 10 %, utilizando una bomba tipo manual con capacidad de 900 centímetros cúbicos.

Durante esta fase y la fase pre-experimental, se llevó a cabo la limpieza general diaria de cada galpón; que consistió en baños diarios a los lechones, lavado de pisos, comederos y bebederos antes de proporcionarle la ración diaria; con el propósito de propiciarles un ambiente sano y limpio para el alojamiento de los cerdos.

#### **3.2.2. Recibimiento de los lechones.**

Al recibo de los lechones se les proporcionó agua a libre consumo; dos horas después se les proporcionó concentrado de acuerdo a la necesidad nutricionales. Posteriormente se procedió al marcaje de los lechones para su respectiva identificación.

#### **3.2.3. Alimentación.**

Las raciones se suministraron dos veces al día, por la mañana de 7–8 AM. y por la tarde de 1 – 2 PM. para cada tratamiento con su respectivo nivel de fibra.

En la fase experimental las raciones se suministraron para cada tratamiento de forma balanceada de acuerdo al contenido nutricional del concentrado comercial, el cual para llevar los requerimientos nutricionales del cerdo, se le suplía en base, al 5% de su peso vivo efectuando un análisis de la dieta al inicio de la fase experimental y luego cada siete días para cada uno de los tratamientos.

### **3.3. Metodología estadística.**

#### **3.3.1. Diseño experimental.**

Para la realización del experimento se utilizó el diseño completamente al azar con 6 unidades para tres tratamiento y 5 unidades para un tratamiento. Cada repetición constó de una unidad experimental (1 cerdo) que fue la información utilizada para el análisis estadístico que se efectuó cada siete días después de iniciada la fase experimental.

#### **3.3.2. Modelo estadístico.**

El modelo estadístico que describe el comportamiento para cada observación del ensayo, se define mediante la fórmula matemática que se cita a continuación.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Donde:  $Y_{ij}$  = Observación individual perteneciente al i-ésimo tratamiento.

$\mu$  = Media experimental.

$T_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento.

$e_{ij}$  = Error experimental.

$i$  = Número de tratamiento.

$J$  = Número de repetición.

A continuación se describe las fuentes de variación y los grados de libertad para el modelo estadístico antes descrito.

TRATAMIENTOS	3
ERROR	19
TOTAL	22

**Donde:**

n = Número de tratamientos.

R = Número de repeticiones por tratamiento.

### **3.3.3. Prueba estadística.**

Para determinar cual de los tratamientos fue el mejor se utilizó la prueba estadística de Duncan, el modelo estadístico para esta prueba es el siguiente:

$$L.S. = T\alpha \times S_x$$

L.S. = Limite de significación.

$T\alpha$  = Valor tabular dado en la tabla de Duncan. Se obtiene con los grados de libertad del error experimental, el número de medias que separan a las dos medias que se están comparando y con el nivel de significación considerado.

$$S_x = \text{Error estándar de la media} = \sqrt{\frac{S^2}{n}}$$

$S^2$  = Cuadrado medio del error.

n = Número de repeticiones.

### **3.3.4. Factor en estudio.**

Diferentes niveles de fibra cruda en el rendimiento de cerdos en etapa de crecimiento.



### **3.3.5. Tratamientos evaluados.**

Tratamiento 0 = Concentrado comercial (3.6 % FC).

Tratamiento 1 = Concentrado comercial más harina de olote.  
como complemento de fibra cruda (8.0% FC).

Tratamiento 2 = Concentrado comercial más harina de olote.  
como complemento de fibra cruda (10.0% FC).

Tratamiento 3 = Concentrado comercial más harina de olote.  
como complemento de fibra cruda(12% FC).

### **3.3.6. Variables en estudio.**

Las variables que se evaluaron en la presente investigación fueron: Peso vivo, ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento, conversión alimenticia y evaluación económica.

### **3.3.7. Toma de datos.**

#### **3.3.7.1. Peso vivo promedio.**

Esta variable se evaluó cada 7 días, tomando el peso vivo de cada lechón por tratamiento realizándose tal medición antes de suministrarle la ración de la mañana a los lechones esto para aprovechar las horas frescas y para evitar que el consumo de alimento influyera en el peso vivo tomado al inicio y al final de cada período.

#### **3.3.7.2. Ganancia diaria promedio de peso.**

Los lechones se pesaron al inicio del experimento y luego cada 7 días, para estimar las ganancias diaria de peso la cual resultaba de restar el peso al final del

período menos el peso al inicio del mismo para cada lechón y por cada tratamiento.

#### **3.3.7.3. Consumo de alimento promedio.**

Para la evaluación se efectuaron pesos diarios del alimento suministrado a los lechones, realizando la pesada de la ración con una báscula tipo reloj. Se tomó un peso promedio en el consumo total de alimento, por tratamiento, para llevar a cabo el análisis estadístico, pesando el desperdicio que se encontró en los comederos para establecer la relación de alimento consumido. Los análisis de varianza fueron efectuados utilizando el consumo de alimento en base seca.

#### **3.3.7.4. Conversión alimenticia.**

Se efectuó en períodos acumulados cada 7 días y se obtuvo de la siguiente manera: el total de alimento consumido (base seca) durante los 7 días se dividió entre la ganancia de peso diaria en ese período.

#### **3.3.7.5. Análisis económico.**

Se realizó una comparación económica entre los cuatro tratamientos evaluados, basándose en la relación beneficio–costo y la utilidad neta por animal.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 4.1. Peso vivo promedio.

Los datos de peso vivo promedio por período, tratamiento y repetición se presentan en los cuadros, Anexos del A-1 al A-21. Estas mediciones realizadas cada 7 días durante los 56 días que duro la fase experimental. En el cuadro 1 y figura 1 se presentan los datos de peso vivo por tratamiento y período.

Al inicio de la fase de experimentación se realizó una aleatorización de las unidades experimentales, para garantizar la homogeneidad de la varianza entre tratamientos al inicio del experimento, tomando en cuenta la edad, el peso y el origen de la camada, realizando el respectivo análisis estadístico (Anexo A-2). El resultado demuestra que no existió diferencia estadística significativa en la variable de peso vivo entre tratamientos. Esto implica que el efecto en las unidades experimentales en estudio se distribuyó en forma homogénea entre los tratamientos, ya que se obtuvieron pesos similares desde el punto de vista estadístico al inicio del experimento ( $T_0 = 13.7879$  Kg,  $T_1 = 13.6364$  Kg,  $T_2 = 14.0000$  Kg,  $T_3 = 13.5227$  Kg.).

En el primer período de estudio, correspondiente a los primeros 7 días del ensayo (Anexo A-3), al realizar el análisis estadístico demostró, que el comportamiento entre los tratamientos en lo que corresponde a la variable peso vivo  $T_0(16.1743$  Kg),  $T_1(16.7046$  Kg),  $T_2(16.0909$  Kg),  $T_3(16.4394$  Kg), fue estadísticamente similar. (Anexos A-4).

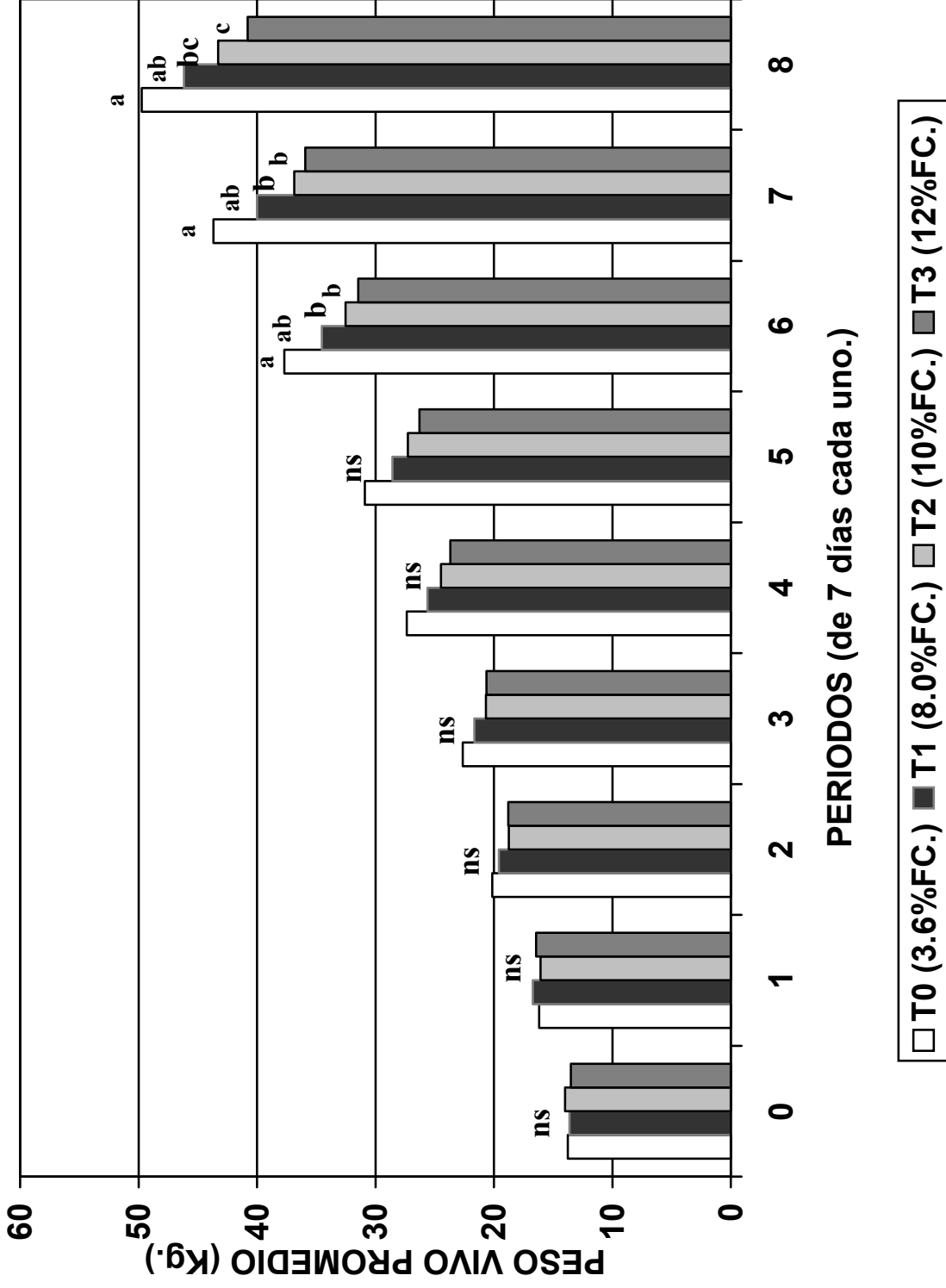
En los cuadros A-5 y A-6 se presentan los resultados de peso vivo promedio obtenidos durante el segundo período, correspondiente a los 14 días de estudio. El análisis estadístico demostró una tendencia similar de peso vivo

**CUADRO 1.** Peso vivo promedio (kg) por tratamiento en periodos de 7 días desde el inicio hasta el final del estudio.

TRATAMIENTOS.	PERIODOS (7 DIAS C/U).								
	0 */	1	2	3	4	5	6	7	8
T0 (3.6% F.C.)	13.7879 <sup>ns</sup>	16.1743 <sup>ns</sup>	20.1515 <sup>ns</sup>	22.6515 <sup>ns</sup>	27.3485 <sup>ns</sup>	30.9091 <sup>ns</sup>	37.6894 <sup>a</sup>	43.7122 <sup>a</sup>	49.7349 <sup>a</sup>
T1 (8.0% F.C.)	13.6364	16.7046	19.5833	21.6667	25.6061	28.5606	34.5455 <sup>ab</sup>	40.0000 <sup>ab</sup>	46.1742 <sup>ab</sup>
T2 (10.0% F.C.)	14.0000	16.0909	18.7727	20.6818	24.5000	27.2727	32.5455 <sup>b</sup>	36.8637 <sup>b</sup>	43.2727 <sup>bc</sup>
T3 (12.0% F.C.)	13.5227	16.4394	18.7879	20.6439	23.7121	26.2879	31.4773 <sup>b</sup>	35.9090 <sup>b</sup>	40.7955 <sup>c</sup>
TOTAL.	54.9470	65.4092	77.2954	85.6139	101.1667	113.0303	136.2577	156.4889	179.9773
PROMEDIO.	13.7367	16.3523	19.3239	21.4035	25.2917	28.2576	34.0644	39.1212	44.9943

\*/ = Peso promedio inicial (día uno del experimento).

a,b,c = Medias con diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$  y  $P < 0.01$ ).



**FIG. 1.** Peso vivo promedio (kg.) por tratamiento y periodo de 7 días desde el inicio hasta el final del estudio.

promedio entre los tratamientos en estudio ( $T_0=20.1515$  Kg.,  $T_1=19.5833$  Kg.,  $T_2=18.7727$  Kg., y  $T_3=18.7879$  Kg.).

En el tercer período de estudio (21 días), los datos muestran un comportamiento similar, como se observa en los cuadros Anexos A-7 y A-8, en los cuales se encuentran registrados los promedios de los tratamientos en estudio ( $T_0=22.6215$  Kg,  $T_1=21.6667$  Kg,  $T_2=20.6818$  Kg, y  $T_3=20.6439$  Kg.. Con diferencias aritméticas de 0.9548 Kg, 0.9849 Kg, y 0.379 kg respectivamente.

Por otra parte, el análisis de varianza correspondiente al cuarto período (28 días) demostró que no existió diferencia significativa entre tratamientos (Anexos A-9 y A-10). Que presentaron las siguientes medias  $T_0=27.3485$  Kg,  $T_1=25.6061$  Kg,  $T_2=24.5000$  Kg, y  $T_3=23.7121$  Kg

Para los resultados obtenidos durante el quinto período (35 días), el análisis estadístico demostró que los tratamientos  $T_0(30.9091$  Kg),  $T_1(28.5606$  Kg),  $T_2(27.2727$  Kg), y  $T_3(26.2879$  Kg) fueron estadísticamente similares entre sí (Anexos A-11 y A-12). De lo anterior cabe hacer mención que si bien es cierto no hay significación estadística hasta este período. Pero la tendencia observada desde el tercero, tiende a favorecer al  $T_0$  con respecto al  $T_1$ ,  $T_2$  y  $T_3$ .

En los cuadros Anexos A-13 y A-14 se muestra los resultados obtenidos de peso vivo promedio durante el sexto período, correspondiente a los 42 días del ensayo. El análisis estadístico demostró una diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos (Anexo A -15). Al realizarle la prueba de Duncan se observó que  $T_0=37.6894$  Kg resulto igual estadísticamente con respecto al tratamiento  $T_1=34.5455$  Kg y resulto altamente superior ( $P<0.01$ ) con respecto a los tratamientos  $T_2=32.5455$ Kg. y  $T_3=31.4773$  Kg,  $T_1$  con  $T_2$  y  $T_3$  resultaron similares entre sí.

En los cuadros Anexos A-16 y A-17 se muestran los resultados de peso vivo promedio obtenidos durante el séptimo período, correspondiente a los 49

días del ensayo. El análisis estadístico demostró un comportamiento diferente en los tratamientos (T0=43.7122 Kg, T1=40.0000Kg., T2=36.863Kgg. y T3=35.9090 Kg) al realizar la prueba estadística con los promedios de los tratamientos se observó que T0 fue estadísticamente similar a T1 (una diferencia aritmética de 3.712 Kg) y superior a T2 y T3 en 6.8485 Kg y 7.8032 Kg y T1 fue similar a T2 y T3 (Anexo A-18).

El análisis de varianza correspondiente al octavo período (56 días) demostró que existieron diferencias entre los tratamientos (Anexo A-19, A-20). Al analizar los datos se comprobó que T0= 49.7349 Kg fue aritméticamente mejor que T1=46.1742 Kg en 3.5607 Kg, pero estadísticamente resultaron similares y altamente significativo con respecto a T2=43.2727 Kg y T3=40.7955 Kg, ( $P<0.01$ ).

Los resultados estadísticos, muestran un comportamiento similar entre los tratamientos en los primeros 5 períodos en estudio (0 al 5) y en los últimos 3 períodos del ensayo (6, 7 y 8) se observó una alta significación estadística entre los tratamientos.

El comportamiento de todos los tratamientos se debe al desarrollo fisiológico natural del animal que fue garantizado por un buen aporte de nutrientes en la ración diaria. Cabe mencionar que el peso vivo, no fue afectado por ninguno de los diferentes niveles de harina de olote en la dieta de los cerdos. Como se puede observar en los Anexos de (A-1 a A-12).

Sin embargo, la inclusión de harina de olote en la alimentación de los cerdos tuvo un efecto restrictivo en la ganancia de peso vivo en los últimos tres períodos. Observándose una alta significación estadística (ver Anexo A-13 al A-21).

En resumen el peso promedio final (56 días experimentales) por cerdos en cada uno de los tratamientos en estudio, se presenta en el cuadro 2. Para ampliar

la información se calculó la eficiencia productiva tomando como base el 100% del promedio que presentó un menor peso al final del estudio ( $T_3 = 40.7945\text{Kg}$ ), de esta manera la eficiencia resultó ser 121.91%, 113.18%, 106.07% y 100% para los tratamientos  $T_0$ ,  $T_1$ ,  $T_2$  y  $T_3$  respectivamente.

Con la alta significación estadística en los tres últimos períodos se puede concluir que los cerdos no toleran niveles más altos del 10% de fibra cruda ( $T_2$ ) a partir de la inclusión de harina de olote en la dieta, tomando en consideración que el olote fue finamente molido, homogéneamente mezclado y además el material provenía de la cosecha recién pasada. Esto coincide con lo expresado por muchos autores en cuanto al porcentaje máximo de fibra que deben contener las raciones para cerdos, unos indican entre el 5 y 6 % otros entre 6 y 8 %, y que los alimentos fibrosos tienen mejor digestibilidad cuando son finamente molidos y cuidadosamente mezclados (4, 8, 19 y 27). En el estudio se comprobó que el tratamiento  $T_0$  (3.8% FC.) tuvo un comportamiento similar con el tratamiento  $T_1$  (8% de F.C), en cuanto al uso eficiente de la ración, sin influir estadísticamente a favor del tratamiento  $T_0$ . Lo que viene a confirmar que los niveles bajos en fibra tienen un comportamiento similar entre sí como se observa en los resultados obtenidos.

La lignina, aumenta de acuerdo a la madurez del material utilizado y afecta bloqueando la digestibilidad de la celulosa y de otros carbohidratos complejos (21). Situación que no se manifiesta de forma significativamente en nuestro ensayo, ya que los niveles de lignina no se consideran críticos.

Van Soest (1964) al analizar los componentes del olote molido considera que la holocelulosa (celulosa + hemicelulosa) representa aproximadamente el 81% del contenido de fibra y un 19% corresponde a la lignina, esto atribuido a que la fracción más digerible (holocelulosa) representa el mayor porcentaje, correspondiente en 19% a la lignina que es la fracción menos digestible de los



**CUADRO 2.** Peso vivo promedio (kg) por tratamiento y variabilidad al final del estudio (56 días)

TRATAMIENTOS. 1/	PESO VIVO (KG.)	DESVIACION ESTANDAR (KG.)	COEFICIENTE VARIACION (%)	EFICIENCIA PRODUCTIVA (%)	2/
T0 (3.6% F.C.)	49.7349 a	± 5.0050	10.0634	121.91	
T1 (8.0% F.C.)	46.1742 ab	± 1.7093	3.7019	113.18	
T2 (10.0% F.C.)	43.2727 bc	± 2.2245	5.1407	106.07	
T3 (12.0% F.C.)	40.7955 c	± 3.7686	9.2334	100.00	
<b>PROMEDIO.</b>	44.9943	± 2.5411	5.6279		

1/ = T0. (3.6% FC) concentrado comercial marca Aliansa (3.6% FC.).

T1. Concentrado comercial más harina de olote (8.00% FC.).

T2. Concentrado comercial más harina de olote (10.00% FC.).

T3. Concentrado comercial más harina de olote (12.00% FC.).

2/ = En base al tratamiento que presentó el menor promedio de peso vivo al final del estudio (T3 = 40.7955 Kg)

a,b,c = Medias con diferencia estadística significativa. (P<0.05 y P<0.01)

componentes de la fibra cruda. De igual manera manifiesta que la lignina será de difícil digestión cuando se encuentre en altas proporciones con respecto a la celulosa y hemicelulosa en el alimento. Por lo tanto, cuando la celulosa y hemicelulosa se encuentra en mayores proporciones que la lignina el efecto no será tan drástico para el animal. Sin embargo la cantidad de lignina existente en el olote (7%) afectó la disponibilidad biológica de la celulosa y hemicelulosa al aumentar el nivel de fibra cruda más del 8%, hizo que redujera considerablemente la digestibilidad que efectúan los organismos microscópicos del estómago y probablemente por los organismos presentes en el ciego (21).

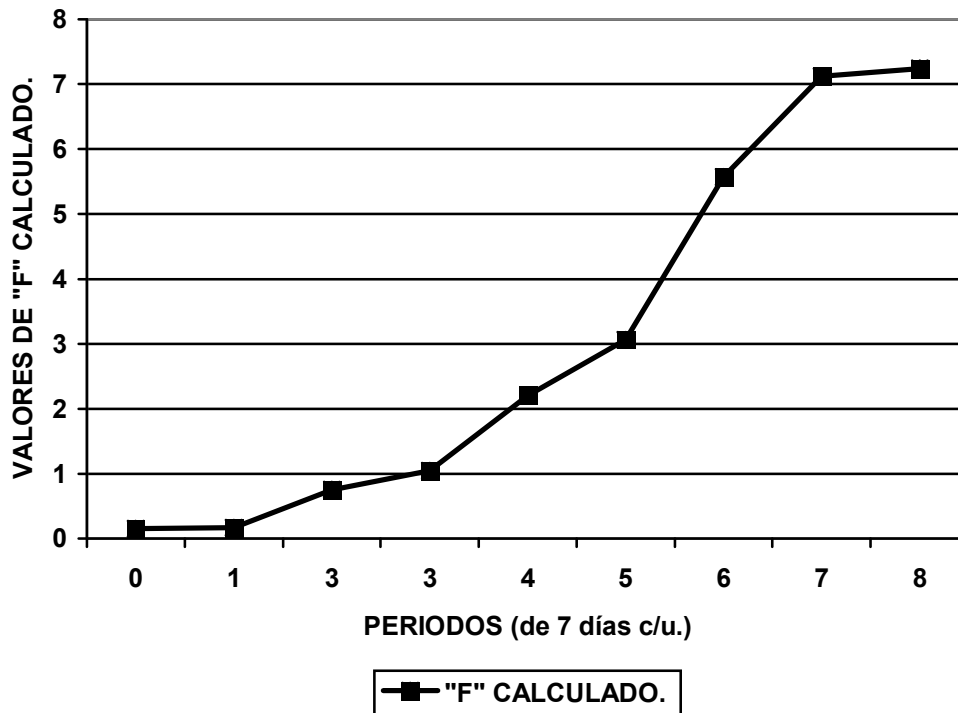
Por otra parte si bien es cierto que el olote de maíz es un alimento grosero para la nutrición de los monogástricos, pero en su interior esta compuesto por una parte suave y esponjosa que ayuda a obtener una mezcla más homogénea. Su contenido mayoritario de holocelulosa lo convierte en una alternativa viable para la alimentación de los cerdos ya que la digestibilidad de estos componentes se encuentra en mayor proporción que el contenido de lignina. Investigaciones realizadas por Van Soest (1964) en Perú con 19 gramíneas y leguminosas, encontró que la celulosa es digerible para animales de estómago simple hasta un 50% y la hemicelulosa en un 79%. En este mismo estudio se reportaron aspectos para el elemento olote; la fracción fibra cruda (celulosa, hemicelulosa y lignina) de este elemento tienen una digestibilidad porcentual de 41.30%, lo cual es bueno si tomamos en cuenta que del total de la fibra el 81% es holocelulosa que es la fibra más digerible.

En resumen al final del estudio concluye que la inclusión de la fibra cruda en niveles de 8 %, 10 % y 12 % fueron tolerados en los primeros 5 períodos sin afectar considerablemente la ganancia de peso vivo, aunque es de hacer notar que hay diferencias aritméticas entre tratamientos que tienden a favorecer a los tratamientos con menor porcentaje de fibra cruda (periodo 3-5). En estos

primeros períodos se mantuvo una significación estadística para la variable peso vivo.

Este comportamiento fue diferente a partir del sexto período en donde se observa una significación estadística entre tratamiento que favorecen a los de menor porcentaje de fibra cruda correspondiendo de esta manera la tendencia aritmética que se observa a partir del tercer período. Por otra parte, es importante hacer notar la tendencia de cambios en los valores de F calculado en los análisis de varianza para todos los períodos del ensayo Anexos A-4, A-6, A-8, A-10, A-12, A-14, A-17, A-20. Dichos valores se muestran en la figura 2. En dicho gráfico se observa una tendencia ascendente de F calculada desde el inicio (0.1521) de la fase experimental (día 1 del experimento) hasta el octavo período (período I = 0.1663, Período II = 0.7531, Período III = 1.3928, Período IV = 2.5162, Período V = 3.0590, Período VI = 5.5710, Período VII = 7.1171, período VIII = 7.2416. Esta situación se atribuye a que los cerdos por no tener un estómago voluminoso, son incapaces de digerir cantidades relativamente altas en fibra en la dieta y esto en relación directa con la edad, es por esta razón que los animales jóvenes tienen menos capacidad de digerir dietas con alto contenido de fibras que los animales adultos (19).

En la figura 2 se observa que el cerdo tuvo problemas para digerir la fibra cruda presente en la ración diaria y que la significación estadística al final del experimento fue acumulada en los primeros períodos manifestándose al final de estudio.



**Fig. 2.** “F” Calculado durante todo los períodos de estudio de la variable peso vivo.

#### **4.2. Ganancia diaria promedio de peso.**

En los cuadros Anexos A-22 al A-42 se presenta el detalle de las ganancias diarias de peso acumulada periódicamente (cada 7 días), por repetición y tratamiento, dicha información es acompañada de su respectivo análisis de varianza. Al analizar estadísticamente el comportamiento acumulado del primer período (7 días de estudio), se observó que las diferencias entre los tratamientos fueron estadísticamente no significativas (Anexo A-23). Sin embargo, se presentaron diferencias aritméticas, que en orden descendiente se detallan a continuación  $T1=0.4383$  Kg,  $T3=0.4167$  Kg,  $T0=0.3409$  Kg y  $T2=0.2987$  Kg, donde no se observa una superioridad.

El análisis de varianza correspondiente al segundo periodo (14 días) demostró que no existió diferencia significativa entre los tratamientos (Anexos A-24 y A-25). Al comparar los promedios de los tratamientos en estudio, aritméticamente se observó que T0(0.4546 Kg) fue superior que T1(0.4248 Kg), T2(0.3409 Kg) y T3(0.3761 Kg) en 0.0298 Kg, 0.1137 Kg. Y 0.0785 Kg, respectivamente con una tendencia aritmética que favorece al tratamiento con menor contenido de fibra cruda.

Para el tercer periodo de estudio (21 días), el análisis estadístico demostró que el comportamiento entre los tratamientos T0(0.4221 Kg), T1(0.3824Kg.), T2(0.3182 Kg), T3(0.3391 Kg), fue estadísticamente similar (Anexos A-26 y A-27).

La no significación estadística que se observa en los tres primeros periodos de la investigación se atribuye a que los cerdos en pos-destete su consumo de alimento es bajo y esto va en aumento de acuerdo a su peso. Lo cual implica que los cerdos por haber ingerido poca cantidad de alimento, consumieron bajo contenido de fibra. Otra de las causas se debe a que los cerdos en esta etapa tienen mayor habilidad para generar jugos gástricos que puedan degradar la fibra ya que estos vienen de un período de adaptación de alimentos fibrosos.

Por otra parte, al comparar los promedios de la ganancia diaria de peso entre tratamientos para el cuarto período (28 días) Anexos A-28,A-29 y A-30 se puede observar que T0(0.4843 Kg), se comportó similar a T1(0.4275 Kg) y fue superior estadísticamente a T2(0.3750 Kg) y T3(0.3639 Kg) en 0.1093 Kg, 0.1204 Kg. Respectivamente; T1 con respecto a T2 y T3 resultaron ser similar entre sí. Los resultados obtenidos en este período reflejan que los niveles bajos en fibra (3.6%-8.0%) tienen un comportamiento similar. Lo que viene a

confirmar lo mencionado por varios actores (8, 10, 29) que sugieren que el porcentaje de fibra que deben contener las raciones para cerdo no deben exceder de 8%.

Durante el quinto período (35 días), al realizar el análisis de varianza, demostró que existieron diferencias altamente significativas entre los tratamientos como se puede observar en los cuadros Anexos A-31, A-32 y A-33. Al comparar los promedios de los tratamientos en estudio se observó que T0(0.4892 Kg), resultó igual a T1(0.4264 Kg) y superior estadísticamente a T2(0.3792 Kg) y T3(0.3647 Kg); T1 fue similar a T2 y T3.

En los cuadros Anexos A-34, A-35 y A-36. Se muestran los resultados de ganancia diaria promedio acumulado de peso al final del sexto período (42 días). El análisis estadístico demostró que T0(0.5691 Kg) fue significativo al ( $P < 0.05$ ) con respecto a T1(0.4978 Kg) y altamente significativa comparado con T2(0.4416 Kg) y T3(0.4275 Kg); T1 resultó similar a T2 y significativo ( $P < 0.05$ ) con respecto a T3; T2 similar a T3.

Para los resultados obtenidos durante el séptimo período (49 días), el análisis estadístico demostró que los tratamientos T0(0.6107 Kg) resultó significativo ( $P < 0.05$ ) a T1(0.5381 Kg) y altamente significativo con respecto a T2(0.4666 Kg) y T3(0.4569 Kg), T1 resultó significativo ( $P < 0.05$ ) en comparación con T2 y T3, y T2 con T3 tuvieron un comportamiento similar.

El análisis de varianza correspondiente al octavo período (56 días) demostró que existió diferencia entre los tratamientos (Anexos A-40, A-41 y A-42). El tratamiento T0(0.6419 Kg) resultó significativo ( $P < 0.05$ ) a T1(0.5810 Kg) y altamente significativo ( $P < 0.01$ ) a T2(0.5227 Kg) y T3(0.4870 Kg); T1 resultó similar a T2 y significativo ( $P < 0.01$ ) a T3 que resultó afectado por la alta

cantidad de fibra en la ración, comparado con T1; T2 con T3 se comportaron similar.

Por otra parte, a partir del cuarto período se observa una significación estadística ( $P < 0.05$ ) aumentando esta en el quinto período con una superioridad bien definida de los tratamientos con menor porcentaje de fibra cruda. Lo que manifiesta que los cerdos tienen dificultad para tolerar dietas altas en fibra debido a que el tubo digestivo porcino se caracteriza por ser monogástrico, y sus enzimas prácticamente actúan en forma limitada sobre la celulosa y lignina (10,29).

En el Cuadro 3 y Figura 3 se presenta el resumen de ganancia diaria de peso promedio acumulada por tratamiento cada 7 días durante la fase experimental (56 días) Obsérvese que las medias obtenidas en los tratamientos en los primeros tres períodos fueron no significativas, presentando una significación estadística a partir del cuarto período la cual se mantuvo hasta el final.

La eficiencia productiva de ganancia diaria de peso acumulada por tratamiento se presenta en el Cuadro 4. Para analizar la eficiencia productiva; se tomo como base (100%) el tratamiento que resultó con menor promedio al final de la fase experimental ( $T3=0.4870$  Kg), para los tratamientos T2, T1 y T0 la eficiencia productiva fueron: 107.33%, 119.30% y 137.98% respectivamente. Diferencias porcentuales altamente significativas lo que demuestra que los tratamientos fueron diferentes al rendimiento de ganancia de peso diaria acumulado en los 56 días de estudio.

La heterogeneidad en los resultados obtenidos durante los últimos períodos del ensayo se atribuye a que los cerdos por tener un estómago simple, tienen

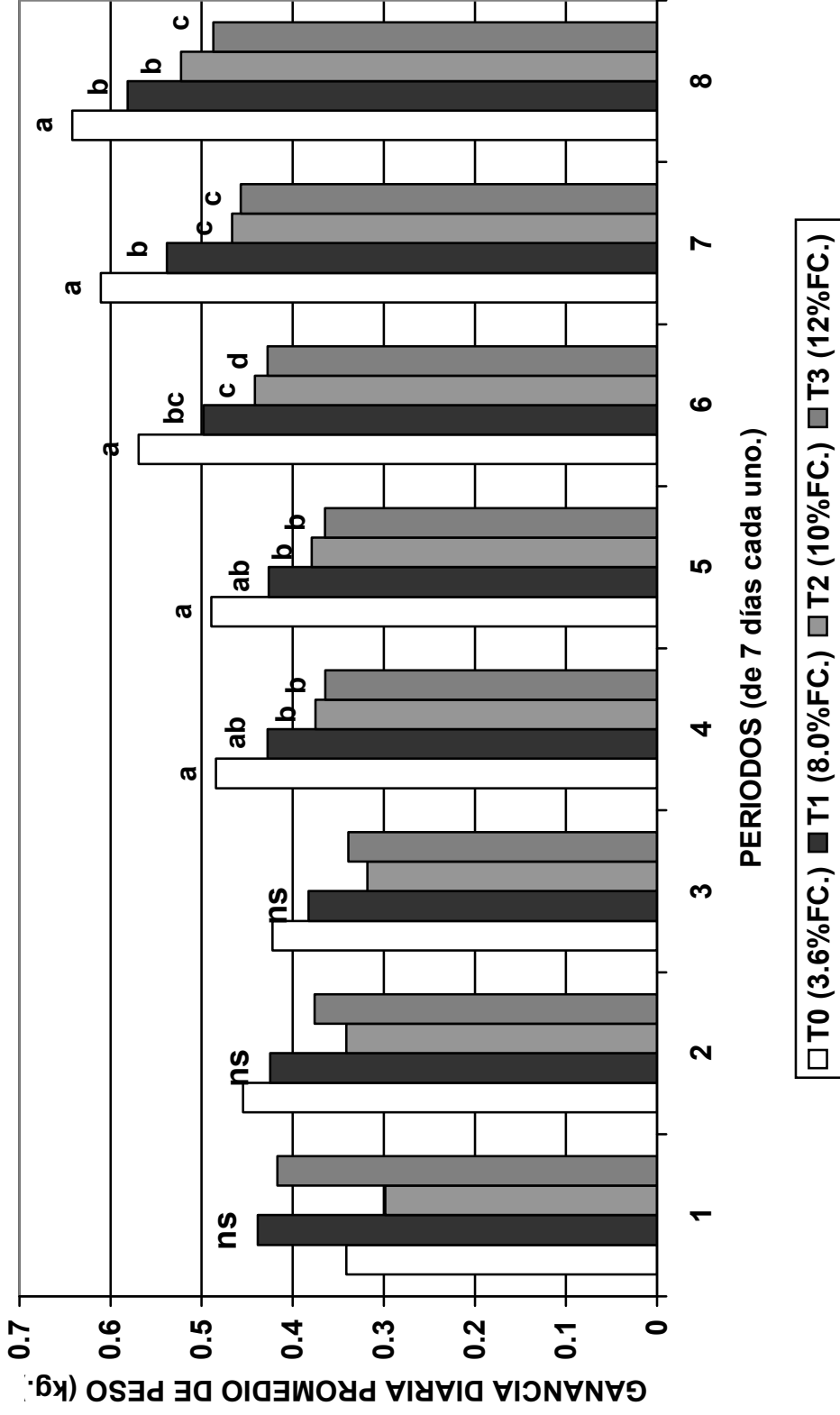
**CUADRO 3.** Ganancia diaria de peso promedio (kg) acumulada por tratamiento desde el inicio hasta el final del estudio (56 días).

TRATAMIENTOS.	PERIODOS (7 DIAS C/U).							
	1	2	3	4	5	6	7	8
T0 (3.6% F.C.)	0.3409 <sup>ns</sup>	0.4546 <sup>ns</sup>	0.4221 <sup>ns</sup>	0.4843 a	0.4892 a	0.5691 a	0.6107 a	0.6419 a
T1 (8.0% F.C.)	0.4383	0.4348	0.3824	0.4275 ab	0.4264 ab	0.4978 bc	0.5381 b	0.5810 b
T2 (10.0% F.C.)	0.2987	0.3409	0.3182	0.3750 b	0.3792 b	0.4416 c	0.4666 c	0.5227 b
T3 (12.0% F.C.)	0.4167	0.3761	0.3391	0.3639 b	0.3647 b	0.4275 d	0.4569 c	0.4870 c
TOTAL.	1.4946	1.5964	1.4618	1.6507	1.6595	1.9360	2.0723	2.2326
PROMEDIO.	0.3737	0.3991	0.3655	0.4127	0.4149	0.4840	0.5181	0.5582

ns = Diferencia estadística no significativa.

a,b,c,d = Medias con diferencia estadística significativa. (P<0.05 y P<0.01)





**FIG. 3.** Ganancia diaria de peso promedio (kg.) acumulada por tratamiento desde el inicio hasta el final del estudio (56 días).

**CUADRO 4.** Ganancia diaria de peso promedio (kg) acumulada por tratamiento, variabilidad y eficiencia productiva al final de la fase experimental.

TRATAMIENTOS. 1/	GANANCIA DIARIA PROMEDI (KG.)	DESVIACION ESTANDAR (KG.)	COEFICIENTE DE VARIACION (%)	EFICIENCIA PRODUCTIVA (%)	2/
T0 (3.6% F.C.)	0.6419 a	± 0.0635	9.8925	137.98	
T1 (8.0% F.C.)	0.5810 b	± 0.0322	5.5422	119.30	
T2 (10.0% F.C.)	0.5227 b	± 0.0201	3.8454	107.33	
T3 (12.0% F.C.)	0.4870 c	± 0.0544	11.1704	100.00	
PROMEDIO.	0.5582	± 0.0426	7.6126		

1/ = T0. (3.6% FC) concentrado comercial marca Aliansa (3.6% FC.).

T1. Concentrado comercial más harina de olote (8.00% FC.).

T2. Concentrado comercial más harina de olote (10.00% FC.).

T3. Concentrado comercial más harina de olote (12.00% FC.).

2/ = En base al tratamiento que presentó el menor promedio de peso vivo al final del estudio (T3 = 0.4870 Kg)

a,b,c = Medias con diferencia estadística significativa. (P<0.05 y P<0.01)

dificulta para digerir dietas ricas en fibras. Al comparar los niveles de fibra cruda en los tratamientos T1(8.00% FC.), T2(10.00% FC.) Y T3(12.00% FC.), Con la fibra del concentrado comercial T0(3.6% FC.). Se puede observar que al aumentar los niveles de fibra cruda en la dieta, los cerdos tienen dificultad para alcanzar promedios de ganancia diaria de peso adecuado, la significación estadística al final del experimento demuestra que los cerdos no son capaces de alcanzar ganancias diarias de peso adecuada, cuando se incluye en la ración diaria, porcentajes altos de fibra (10 y 12 % de Fibra cruda.).

Ensminger (1970) manifiesta que para obtener buenas ganancias de peso en fase de crecimiento es importante dar dietas ricas en carbohidratos y con bajo contenido en fibra.

La poca digestibilidad que presentan los alimentos fibrosos en la alimentación de los cerdos se debe al alto contenido de lignina y este porcentaje varía de acuerdo a la madurez fisiológica de material que se utiliza en la ración (21).

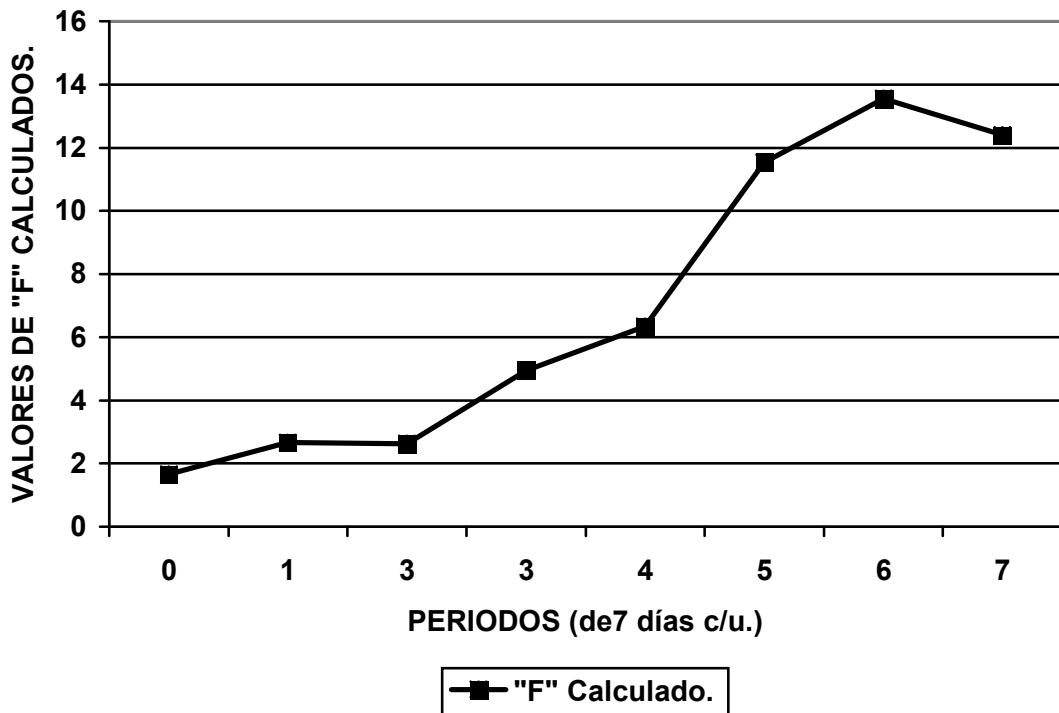
En el caso de nuestra investigación, el subproducto utilizado (harina de olote) es baja en contenido de hemicelulosa representando un 1.2% del total de fibra cruda (36.2), alto contenido de celulosa que representa un 28% y ligeramente alto en lignina 7.0% respecto a la digestibilidad que representa cada uno de los componentes de la fibra (lignina, celulosa y hemicelulosa), solo la lignina se considera como difícil de digerir por ser resistente al ataque microbiano en comparación con la celulosa y hemicelulosa que son más fácilmente desdobladas y por lo tanto presentan una mayor digestibilidad (24).

Van Soest (1964), manifiesta que la lignina será de difícil digestión cuando se encuentre en altas proporciones con respecto a la holocelulosa por lo tanto cuando la celulosa y hemicelulosa (holocelulosa) se encuentren en mayores proporciones que la lignina, el efecto no será tan drástico para los cerdos. La

materia prima en estudio (harina de olote) presenta estas características por lo que consideramos que a ello se atribuyó los resultados satisfactorios obtenidos en la ganancia diaria de peso como se puede observar al analizar cada uno de los periodos.

El olote de maíz puede ser utilizado en la dieta de los cerdos ya que su contenido de holocelulosa porcentualmente es mayor que el de lignina.

En 1999 en la Facultad Multidisciplinaria Oriental Departamento de Ciencias Agronómicas, evaluaron diferentes niveles de fibra cruda (3.6%; 6.0%; 8.0% y 10.0% de fibra cruda) de harina de olote en la alimentación de cerdos en la etapa de crecimiento obteniendo los resultados para la variable ganancia diaria de peso T0= 0.4534 Kg; T1= 0.4290 Kg; T2= 0.4260 Kg; Y T3= 0.3779 kg. Observando una no significación estadística en la investigación. Lo que demuestra que los cerdos son capaces de tolerar un porcentaje relativamente alto (10% de fibra cruda incluida en la dieta de los cerdos) la harina de olote puede ser una buena alternativa en la alimentación de cerdos. Esta investigación no coincide con nuestros resultados en su totalidad, ya que en dicha investigación no se encontró significación estadísticas al suministrar niveles hasta 10% de fibra cruda. Sin embargo, para nuestros estudios niveles superiores al 10% de fibra cruda resultaron significativos a partir de la cuarta semana. Se considera que esto se debió a los períodos de evaluación, el peso de los cerdos a la entrada del ensayo y al porcentaje de materia seca suministrada en la ración.



**Fig. 4.** “F” Calculado durante todo los período de estudio de la variable Ganancia diaria promedio de peso.

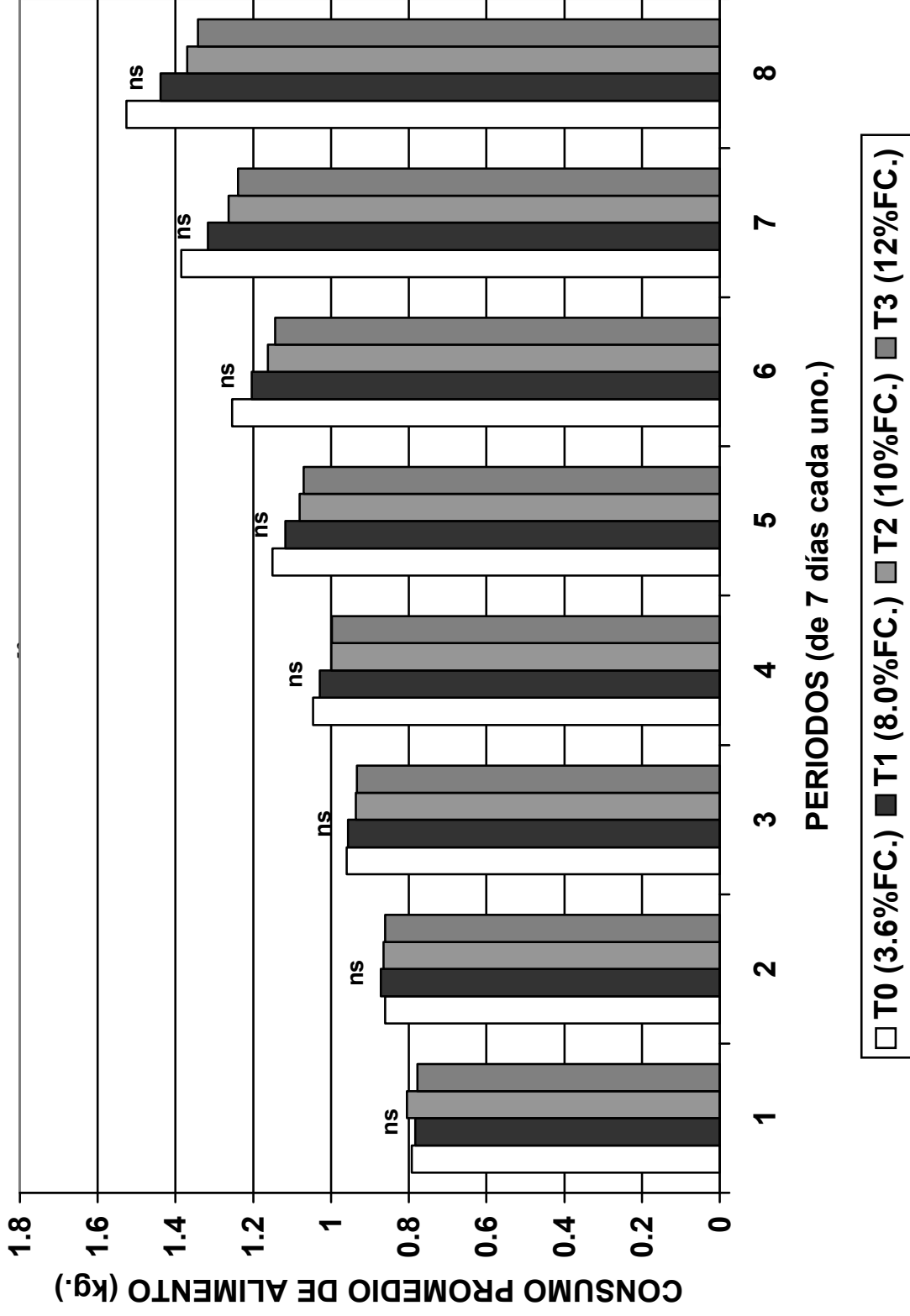
#### **4.3. Consumo de alimento promedio.**

El consumo de alimento por cerdo se calculó, sobre la base de la materia seca contenida en el concentrado y en la harina de olote, en un 5% de su peso vivo efectuándose al inicio de la fase experimental y luego cada siete días para cada uno de los tratamientos; en el cuadro 5 y figura 5 se presentan los datos por tratamientos y por períodos del consumo de alimento (en base a materia seca). A lo largo de la fase experimental (56 días de estudios) dicho análisis demostró que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos ya que el promedio acumulado total fue T0(85.4588 Kg), T1(80.5819 Kg), en los dos primeros períodos no hay una lógica de consumo, T2(76.7291 Kg), T3(75.1415 Kg),

**CUADRO 5.** Consumo de alimento promedio acumulado (kg) por tratamiento durante el estudio (56 días).

TRATAMIENTOS	PERIODOS.								PROMEDIO ACUMULADO TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	
T0 (3.6% F.C.)	0.7924ns	0.8610ns	0.9600ns	1.0455ns	1.1507ns	1.2550ns	1.3852ns	1.5261ns	85.4588
T1 (8.0% F.C.)	0.7837	0.8719	0.9564	1.0286	1.1172	1.2046	1.3161	1.4390	80.5819
T2 (10.0% F.C.)	0.8046	0.8647	0.9361	0.9992	1.0810	1.1621	1.2632	1.3702	76.7291
T3 (12.0% F.C.)	0.7772	0.8610	0.9339	0.9971	1.0702	1.1436	1.2387	1.3418	75.1415
TOTAL.	3.1579	3.4586	3.7864	4.0704	4.4192	4.7653	5.2032	5.6771	317.9113
MEDIA.	0.7895	0.8647	0.9466	1.0176	1.1048	1.1913	1.3008	1.4193	79.4778

ns = Diferencia estadística no significativa.



**FIG. 5.** Consumo de alimento promedio acumulado (kg) por tratamiento durante el estudio (56 días).

aunque se puede notar que aritméticamente el tratamiento T0 consumió más alimento que T1, T2, T3, respectivamente, ya que a partir del tercer período aunque hay diferencias significativas entre tratamientos pueden notarse que en cuanto a consumo de alimento el T0 fue superior al T1 este a T2 y este a T3 situación que se mantiene por el resto del estudio hasta su finalización.

En los cuadros de Anexo A- 43 al A-47, se presentan los datos de consumo de alimento promedio, observando un incremento del consumo como se puede observar en el cuadro de Anexo A-43. Dicho análisis demostró que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos; T0(1.1220 Kg), T1(1.0897 Kg), T2(1.0601 Kg) y T3(1.0454 Kg).

En general se observa un aumento de consumo de alimento desde el inicio (T0=0.7924 Kg; T1=0.7837 Kg; T2=0.8046 Kg; T3=0.7772 Kg) hasta el fin del ensayo (ocho períodos) (T0=1.5261 Kg; T1=1.4390 Kg; T2=1.3702 Kg; T3=1.3418 kg.). Dicho resultados pone de evidencia las observaciones realizadas por Escamilla A. (13) quien manifiesta que a los cerdos en etapa de crecimiento (2-4 meses), hay que proporcionarle de 0.90 – 1.36 kg., de alimento concentrado por día, y esto va de acuerdo con el aumento de peso corporal.

El límite inferior (0.90 Kg) reportado por Escamilla. A. (1996) Fue superior al observado en el presente estudio (0.7895 Kg) esto fue debido a que los cerdos fueron recibidos con bajo peso, desde el lugar de origen, al momento de iniciar la investigación; Sin embargo el límite superior (1.36 Kg) reportado por este mismo actor, fue inferior al obtenido en la investigación (1.4193 Kg) lo que indica que en el estudio esta variable no tuvo efecto en el rechazo de alimento, ya que el olote se ofreció en forma de harina, finamente molido y cuidadosamente mezclado.



Esto es apoyado por Cunha (1960) quien en experimento realizado en Winsconsin, sugiere que para obtener resultados satisfactorios en la alimentación de los cerdos utilizando niveles altos de fibra cruda se debe moler finamente y mezclarla cuidadosamente. Cuando el material fibroso de la dieta se muele obteniendo diámetro grande en las partículas, los cerdos disminuyen el consumo de la mezcla aumentando el desperdicio del alimento debido a la selectividad de esto.

El consumo real de alimento por cerdo en cada periodo fue altamente significativo, ver anexo A-45. Al desarrollar la prueba de Duncan se observó que estadísticamente los tratamientos fueron similares en el primer período. El segundo período resultó significativo al 5 %; sin embargo en el tercero período resultaron similares. En los períodos cuarto y quinto los tratamientos resultaron significativos en un 5%. Este mismo comportamiento se obtuvo con los últimos tres períodos, pero al 1% de probabilidad.

En el cuadro 6 se presenta la eficiencia productiva, para lo cual se tomó como base (100%) el tratamiento que presentó el menor consumo de alimento al final del estudio; T3 (1.0454kg.) de esta manera la eficiencia productiva resultó ser 101.41%, 104.24% y 107.23% en los tratamientos T2, T1 y T0, respectivamente. Esta diferencia resultó no significativa lo que demuestra que los tratamientos fueron similares para la variable consumo de alimento promedio.

Revenga (1964) manifiesta que para aumentar la digestibilidad en algunos productos alimenticios es importante mezclar el alimento con suficiente agua para facilitar la masticación y excitar el apetito de los cerdos, estas sugerencias fueron tomadas en cuenta en la presente investigación ya que la mezcla del alimento fue humedecida en agua.

**CUADRO 6.** Consumo de alimento promedio acumulado (kg) por tratamiento durante el estudio (56 días).

TRATAMIENTOS. 1/	CONSUMO PROMEDIO ACUMULADO (KG.)	EFICIENCIA PRODUCTIVA (%) 2/
T0 (3.6% F.C.)	1.1220 ns	107.33
T1 (8.0% F.C.)	1.0897	104.24
T2 (10.0% F.C.)	1.0601	101.41
T3 (12.0% F.C.)	1.0454	100.00
TOTAL.	4.3172	
PROMEDIO.	1.0793	

1/ = T0. (3.6% FC) concentrado comercial marca Aliansa (3.6% FC.).

T1. Concentrado comercial más harina de olote (3.6% FC.).

T2. Concentrado comercial más harina de olote (3.6% FC.).

T3. Concentrado comercial más harina de olote (3.6% FC.).

2/ = En base al tratamiento que presentó el menor promedio de peso vivo al final del estudio (T3 = 1.0454 Kg)

ns = Diferencia estadística no significativa.

Por otra parte, el olote es considerado, como un alimento tosco en su superficie pero por su parte interior es suave y ayuda a obtener una mezcla más homogénea y cuando este es molido en partículas pequeñas el cerdo lo consume eficientemente.

Cubillo (1983) menciona que la celulosa es uno de los principales constituyentes de las paredes de las células vegetales y junto con la hemicelulosa con frecuencia se presentan en combinación con la lignina. Así mismo, menciona el autor, la lignina presente en los vegetales afecta la disponibilidad biológica de la celulosa y de la hemicelulosa y de esta manera afecta grandemente el valor nutritivo de las sustancias vegetales para los cerdos.

Si bien es cierto que el olote de maíz es un alimento grosero para la nutrición de los monogástricos; su contenido mayoritario de celulosa y hemicelulosa lo hace una alternativa viable en el campo de la alimentación, ya que la digestión de estos componentes aventaja en forma porcentual en relación a la lignina.

#### **4.4. Conversión alimenticia.**

La conversión alimenticia por cerdo se calculó mediante el cociente que resultó de la división del consumo total de alimento (en base a materia seca.), entre la ganancia promedio de peso por tratamiento en período de 7 días cada período. De esta forma se obtuvo el promedio para cada tratamiento y período.

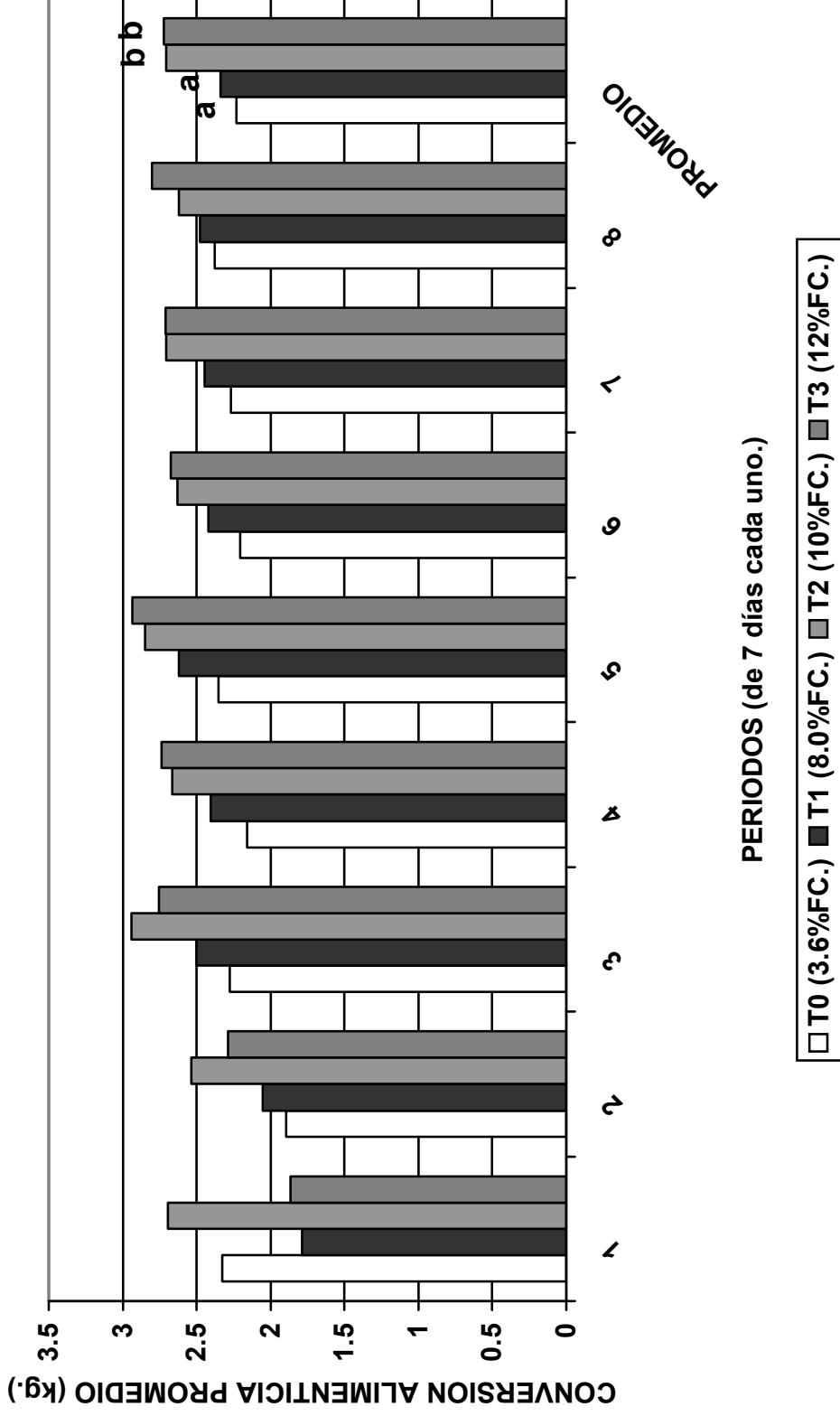
En el cuadro 7 y figura 6 se presentan los datos de conversión alimenticia acumulada para cada uno de los tratamientos y períodos durante el estudio.

Los resultados obtenidos para la variable conversión alimenticia se muestra en el cuadro A-48. En los primeros 3 períodos del estudio los resultados

**CUADRO 7.** Conversión alimenticia promedio (kg) acumulada por tratamiento en periodos de 7 días desde el inicio hasta el final del estudio (56 días).

TRATAMIENTOS	PERIODOS (7 DÍAS C/U).								TOTAL	PROMEDIO
	1	2	3	4	5	6	7	8		
T0 (3.6% F.C.)	2.3244	1.8940	2.2743	2.1588	2.3522	2.2052	2.2682	2.3775	17.8546	2.2318 a
T1 (8.0% F.C.)	1.7880	2.0525	2.5010	2.4061	2.6201	2.4198	2.4458	2.4768	18.7101	2.3388 a
T2 (10.0% F.C.)	2.6937	2.5365	2.9419	2.6645	2.8507	2.6316	2.7072	2.6214	21.6475	2.7059 b
T3 (12.0% F.C.)	1.8651	2.2893	2.7541	2.7400	2.9345	2.6751	2.7111	2.8018	21.7710	2.7214 b

a,b = Medias con diferencia estadística significativa. ( $P < 0.05$  y  $P < 0.01$ )



**FIG. 6.** Conversión alimenticia promedio (kg.) acumulada por tratamiento desde el inicio hasta el final del estudio (56 días).

son diferentes para todos los tratamientos como era de esperar; pero si se observa diferencias aritméticas que tienden a favorecer a los tratamientos con menor contenido de fibra cruda ( $T_0=3.6$  y  $T_1=8.0\%$ ) con respecto a ( $T_2$  y  $T_3$ ). Es de hacer notar que a partir del cuarto período se observa una superioridad aritmética del tratamiento ( $T_0=3.6\%FC$ ) con respecto a  $T_1$ ,  $T_2$  y  $T_3$ , manteniéndose ésta superioridad en el mismo orden hasta el final del estudio (56 días).

Cabe mencionar que las menores conversiones se obtuvieron en el quinto período; debiéndose estos resultados a condiciones adversas ya que afectó de igual manera a todos los tratamientos en el mismo período.

Al realizar el análisis de varianza del primero al octavo período (56 días de estudio) para la variable conversión alimenticia promedio acumulada por tratamiento y período se observa una alta significación estadística de  $T_0$  con respecto a  $T_2$  y  $T_3$  y superior aritméticamente a  $T_1$  (0.1070Kg) siendo  $T_1$  altamente significativo a  $T_2$  y  $T_3$ ; y  $T_2$  se comportó estadísticamente similar a  $T_3$ . estos resultados se muestran en el cuadro anexo A-50.

Después de analizar el análisis de varianza podemos concluir que los cerdos alimentados con porcentajes de fibra cruda de (3.6 y 8.0%) obtuvieron las mejores conversiones alimenticias ( $T_0= 2.2318$  y  $T_1= 2.3388$ ). lo anterior coincide con lo mencionado por Morgan (1965) quien manifiesta que durante la fase de crecimiento los cerdos en condiciones óptimas son capaces de convertir alimento en una proporción de 2.3835:1.

Rodríguez Perusquia (1984) manifiesta que en la etapa de crecimiento el cerdo en condiciones de clima templado es adecuado obtener conversión alimenticia de 2.1344:1

Granillo Gonzáles (1999) manifiesta que los cerdos alimentado con harina de olote como fuente de fibra cruda en las etapas de crecimientos en condiciones favorables se obtienen promedios de conversión alimenticia de 2.1593:1

Los resultados obtenidos demuestran que los cerdos a pesar de no tener un estómago voluminoso fueron capaces de tolerar porcentajes del 12% de fibra cruda suministrado diariamente en la dieta, esto es atribuido a que el olote cuando es finamente molido y cuidadosamente mezclado se obtiene un mayor consumo y un mejor aprovechamiento por parte del cerdo. Dentro de los factores que favorecen que los cerdos acepten alimentos con alto contenido de fibra cruda tenemos los siguientes: el bajo contenido de lignina (7% y alto contenido de holocelulosa (29.2%). Dichas proporciones favorecen la digestibilidad de fibra cruda en los cerdos cuando son alimentados con harina de olote como componente del alimento concentrado.

#### **4.5. Análisis económico**

La evaluación económica presentada en el cuadro 8, muestra que la utilidad neta por animal en el tratamiento T0(¢170.06) fue mayor que los obtenidos en los tratamientos T1(¢146.41), T2(¢121.31) y T3(¢96.42), con una diferencia de ¢23.65, ¢48.75 y ¢73.64 con respecto a T0. El tratamiento T0 dejo mayor utilidad por cerdo (¢170.06), lo que incidió en una mejor relación beneficio/costo (¢1.29); el tratamiento T1 en segundo lugar, presentó una relación beneficio/costo de ¢1.26 y una utilidad neta de ¢146.41; en tercer lugar el tratamiento T2 presentó una relación beneficio / costo de ¢1.22 y una utilidad neta de ¢121.31; finalmente el tratamiento T3 demostró una relación beneficio / costo de ¢1.18 y una utilidad neta por cerdo de ¢96.46. Con respecto a los costos de producción el tratamiento T0(¢588.32), presento mayor costo de producción debido al alto costo que presenta la utilización del concentrado comercial como

**CUADRO 8.** Análisis económica por cerdo para cada uno de los tratamientos en estudio.

Concepto / cerdo	T0 (3.6% FC)	T1 (8% FC.)	T2 (10% FC.)	T3 (12% FC.)
Costo concentrado comercial. <sup>2/</sup>	¢225.61	¢169.15	¢142.60	¢121.90
Costo olote. <sup>3/</sup>	---	¢ 5.79	¢ 6.21	¢ 8.15
Costo soya. <sup>4/</sup>	---	¢ 20.03	¢ 27.03	¢ 32.86
Costo de alimentación.	¢225.61	¢194.97	¢175.84	¢162.91
Costo lechón. <sup>1/</sup>	¢ 280.00	¢ 280.00	¢ 280.00	¢ 280.00
Costo desinfectante.	¢ 1.46	¢ 1.46	¢ 1.46	¢ 1.46
Costo antibiótico.	¢ 3.13	¢ 3.13	¢ 3.13	¢ 3.13
Mano de obra. <sup>5/</sup>	¢ 78.12	¢ 78.12	¢ 78.12	¢ 78.12
Costo total / cerdo.	¢588.32	¢557.68	¢538.55	¢525.62
Peso vivo / cerdo (Kg.) al inicio del experimento.	13.78	13.64	14.00	13.52
Peso vivo / cerdo (Kg.) al final del experimento.	49.73	46.17	43.27	40.79
Ganancia de peso total /cerdo (kg).	35.95	32.53	29.27	27.27
Precio de venta / kg.	¢ 15.25	¢ 15.25	¢ 15.25	¢ 15.25
Ingreso / venta.	¢758.38	¢704.09	¢659.86	¢622.04
Utilidades netas / animal.	¢170.06	¢146.41	¢121.31	¢ 96.42
Relación B/C.	¢ 1.29	¢ 1.26	¢ 1.22	¢ 1.18

1/ Precio estimado del cerdo al destete.

2/ Concentrado comercial marca Aliansa = ¢120.00 / qq.

3/ Costo de harina de olote = ¢ 20.00 / qq

4/ Costo de harina de soya = ¢143.00 / qq

5/ Tomando como base un salario de ¢ 25.00 / jornada.



única fuente alimenticia para los cerdos, esta situación se ve reflejada en los demás tratamientos, lo cual, correspondió para T1(¢557.69), T2(¢538.55) y T3(¢525.62), ya que a medida que se fue aumentando la cantidad de olote molido como fuente de fibra cruda en la ración, se disminuye el costo total de alimentación por cerdo, los cuales al final del estudio fueron: T0(¢225.61), T1(¢194.97), T2(¢175.84) y T3(¢162.91) respectivamente. El mismo fenómeno se presenta con los ingresos / venta donde el tratamiento T0(¢704.09) presentó el mayor ingreso seguido por T1(¢704.09), T2(¢659.86) y T3(¢622.04) esto debido a que la ganancia de peso total /cerdo de T0(35.95kg.)respecto a T1(32.53 Kg.) fue mayor en 3.42kg., aunque esta diferencia fue aritmética, no así, T2(29.27kg.) y T3(27.27kg.) que resultaron estadísticamente diferente en comparación a T0.

Por lo tanto, de acuerdo a estos resultados es más conveniente utilizar el tratamiento que resulta más económico en la alimentación de los cerdos. En este caso, se recomienda el tratamiento T0(concentrado comercial) ya que la utilidad neta / animal (¢170.06) fue superior al resto de los tratamientos; en segundo lugar se recomienda T1(concentrado comercial mas 8% de harina de olote como suplemento de fibra cruda) ya que la utilidad neta por animal fue ¢146.41el cual se comporto similar a T0 durante la investigación.

Sin embargo el tratamiento T2 presento una utilidad neta / cerdo de ¢121.31 pero estadísticamente fue inferior a T0, este mismo comportamiento presento T3 lo que indica que la influencia de la harina de olote en porcentajes mayores del 8% afecta en la utilidad neta / animal.

Según Carrol (1967) la presencia de fibra bruta en la alimentación reduce la utilización eficaz por el cerdo, de su energía bruta en proporciones aproximadas a la cantidad de fibra que contiene y a la cuantía en que se incluye en la ración. Una cantidad de fibra superior al 6% u 8% en las raciones de cerdos en crecimientos - terminado reduce la rapidez y la economía de la ganancia de

peso. Esto viene a confirmar los resultados obtenidos que es recomendable la utilización de un 8 % como máximo de fibra cruda ya que porcentajes más altos generan problemas que se ven reflejados en las utilidades netas de los cerdos, tales son los casos del tratamiento T2(10% de FC.) y T3(12% FC.) que las utilidades netas fueron bajas en comparación al tratamiento T0.

## 5. CONCLUSIONES.

En base a los resultados obtenidos se presentan las conclusiones siguientes:

- 1) Los cerdos en etapa de crecimiento toleran eficientemente y sin ninguna restricción hasta un 8% de fibra cruda (FC).
- 2) Los diferentes niveles de fibra cruda (3.6%, 8%, 10%, 12%) existentes en los tratamientos no fueron obstáculo para el consumo de alimento en los cerdos.
- 3) En la conversión alimenticia los cerdos del ensayo utilizaron eficientemente el alimento hasta un nivel del 8% de fibra cruda.
- 4) De acuerdo al beneficio - costo, el tratamiento T0 fue el que presentó mejor rentabilidad (¢1.29), en comparación con los tratamientos T1(¢1.26), T2(¢1.22) y T3(1.18) por lo que niveles de fibra cruda superiores al 3.6% resultan menos económicos al explotar cerdos en etapa de crecimiento.
- 5) En resumen, el nivel de FC donde se obtienen los mejores resultados es de 3.6% FC para cerdos en fase de crecimientos.

## **6. RECOMENDACIONES.**

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio, se recomienda lo siguiente:

- 1) No alimentar cerdos con fibra cruda con niveles superiores al 8.0% en etapa de crecimiento, a partir de la inclusión de harina de olote en la ración.
- 2) Evaluar niveles de fibra cruda superiores al 3.6% utilizando harina de olote en cerdos en etapa de desarrollo.
- 3) Evaluar rendimiento en canal de cerdos alimentados con niveles superiores al 3.6% en etapa de crecimiento.
- 4) Utilizar otros subproductos como fuente de fibra cruda en la alimentación de cerdos en etapa de crecimiento.

## 7. BIBLIOGRAFÍA.

1. ALBA, J. 1951. Ensayo de engorde de cerdos con raciones a base de maíz, yuca y banano. Turrialba. 332 p.
2. ARAYA, J. L.; PADILLA, M. 1969. Producción porcina. 2ed. San José, Costa Rica. 51,98-100 p.
3. ARSAL. (sf). Complejo vitamínico “ADE” veterinario. San salvador, El Salvador, C.A. 1 p.
4. AGRAZ, E. A. 1987. Ganado porcino, cría y explotación. Enfermedades e industrialización. 4ed. Tomo I. México. Limusa. 332-333, 730-731 p.
5. BAIRD, D. M; MC CAMPBELL, H. C.; ALLISON. 1975. Efectos de niveles de fibra cruda, proteína y energía en dietas para cerdo en crecimiento. Journal of animal science. V. 41. 1038-1051 p.
6. BERLING, D; OROSCO LUNA, F. 1982. Porcinos. México. D. F. Trillas, S. A. De C. V. 50,60 p.
7. CARROL, P. H. 1967. Explotación del cerdo. Trad. Andrés Suárez y Suárez. Zaragoza, España. Acribia. 226-239 p.
8. COLE; H. H. 1973. Producción animal. Trad. Jaime Esain Escobar. 2ed. Zaragoza, España. Acribia. 659-663 p.

9. CUBILLO, O. G. 1983. Producción animal; programa cooperativo Centro Americano para el mejoramiento de cultivos alimenticios (PCCMCA) Instituto de investigación Agropecuaria de Panamá. 231-233 p.
10. CUNHA, T. J. 1960. Alimentación del cerdo. Apartado 466, Zaragoza, España. Acribia. 127-139 p.
11. CLARENCE, E. B.; RONALD, V. D. 1981. Producción porcina. Trad. Alfonso de Mena Calvet. Barcelona, España. Continental S. A. 197-199 p.
12. DI COOPER. 1987. Nutrición y dieta. México, Interamericana. 20, 23-25 p.
13. DUNNE, H. W. 1975. Enfermedades del cerdo. Trad. José Pérez Lías y Alfredo Beltrán. México. UTEHA. 867-888 p.
14. ENSMINGER, M. E. 1970. Producción porcina. México-Buenos Aires. Centro Regional de ayuda técnica y AID. 220, 234 p.
15. ESCAMILLA ARCE, L. 1996. El cerdo. Trad. L. Pérez. 2ed. México. Trillas. 79-81 p.
16. \_\_\_\_\_, 1979. El cerdo, su cría y explotación. México. Continental, S. A. 113-115 p.

- 17.FAZIO, F. M. (sf) Cría rentable del cerdo. Manual practico. De vecchi, S. A. Barcelona. 70, 94, 99 p.
- 18.FIGUEROA, V. 1996. Producción porcina con cultivos tropicales y reciclaje de nutrientes. Valle del cauca, Colombia. 9-10,100 p.
- 19.FLORES MENENDEZ, J. A. 1965. Ganado porcino cría y explotación. México. Limusa. 656-673 p.
- 20.GRANILLO G, J. R.. ; RAMOS O, J. C. 1999. Efecto del suministro de diferentes niveles de fibra cruda, utilizando harina de olote en la ración sobre el rendimiento de cerdos YORKSHIRE x LANDRACE en la fase post-destete. El Salvador. Tesis Ing. Agr. Universidad de El Salvador. 50, 51,56-57 p.
- 21.KOESLAG, J. H. 1982. Manuales para la educación agropecuaria; porcinos. México. Trillas. 32-48 p.
- 22.LOPEZ MAGALDI, M. A. 1981. Producción de porcinos. Buenos Aires, Argentina. Albatros. 219-242 p.
- 23.LUCAS, A. M.; LODGE, G. A. 1964. Alimentación de lechones. Trad. Jaime Esain Escobar. Zaragoza, España. Acribia. 142-166 p.
- 24.MAYNARD, I. A.; LOOSLI, J. K.; HINTZ, W. R. 1981. Nutrición animal. Trad. Alfonso Ortega Said. 4ed. México. 95-97,197-198 p.

- 25.MERTZ, EDWINT. 1971Bioquímica. 1ed. En español. México. 119 p.
- 26.MORGAN, J. T. 1965. Nutrición de cerdos y aves. Zaragoza, España. Acribia. 46-48 p.
- 27.MORRISON, F. B. 1965. Alimento y alimentación del ganado. Trad. José Luis de la Loma. México. UTEHA. 29-31,512-521,1076-1080 p.
- 28.NEUNDORF, R. 1974. Enfermedades del cerdo. Trad. José Romero Muñoz de Arenillas. Zaragoza, España. Acribia. 93-100 p.
- 29.PHINEIRO MACHADO, L. C. 1973. Los cerdos. Trad. Carlos m. Vieites. Buenos Aires, Argentina. Hemisferio Sur. 408-410 p.
- 30.REVENGA, L. 1964. Cría lucrativa del cerdo. 6ed. Universidad de Barcelona. 209-212 p.
- 31.RODRIGUEZ PERUSQUIA, C. 1984. Tabla de ganancia de peso (Kg.), consumo de alimento (Kg.) y necesidades de espacio vital (m<sup>2</sup>) para cerdos genéticamente mejorados; México. 1 p.
- 32.SAHLI, R. 1974. Concurso de porcicultura. El Salvador. 2-12 p.
- 33.SCARBOROUGH, C.C. 1965. Cría del ganado porcino. Trad. Esdel Jorge Bixler. México. Limusa Wiley S. A. 48-57 p.



- 34.VAN SOEST, P.J. JOHNSON W.L. 1964. Evaluación nutritiva de los forrajes. Universidad Estatal de Carolina del Norte. Peru. 7-17 p.
- 35.ZERT, P. 1969. VADEMECUN del productor de cerdos. Trad. Elías Fernández González. Zaragoza, España. Acribia. 32-48 p.

## 8. ANEXOS.

**CUADRO A-1.** Peso vivo promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento al inicio de la fase experimental.

TRATAMIENTOS.	REPETICIONES.						TOTAL.	MEDIA.
	R1	R2	R3	R4	R5	R6		
T0 (3.6% F.C.)	11.8182	15.4545	15.6818	14.0909	12.5000	13.1818	82.7272	13.7879
T1 (8.0% F.C.)	14.0909	14.0909	13.4091	13.6364	12.5000	14.0909	81.8182	13.6364
T2 (10.0% F.C.)	16.1364	14.7727	12.7273	---	14.0909	12.2727	70.0000	14.0000
T3 (12.0% F.C.)	15.0000	14.0909	12.2727	13.8636	12.9545	12.9545	81.1362	13.5227

**CUADRO A-2.** Análisis de varianza para el peso vivo promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento al inicio de la fase experimental.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5% F.T.	1%
TRATAMIENTOS.	3	0.6946	0.2315	0.1521 ns	3.13	5.01
ERROR EXP.	19	28.9273	1.5225			
TOTAL.	22	29.6291				

ns = Diferencias estadísticas no significativo.

**CUADRO A-3.** Peso vivo promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento al final del primer período (7 días de estudio).

TRATAMIENTOS.	REPETICIONES.						TOTAL.	MEDIA.
	R1	R2	R3	R4	R5	R6		
T0 (3.6% F.C.)	14.0909	17.2727	17.7273	18.1818	14.5455	15.2273	97.0455	16.1743
T1 (8.0% F.C.)	17.2727	17.0455	16.8182	17.0455	15.0000	17.0455	100.2274	16.7046
T2 (10.0% F.C.)	18.8636	15.6818	15.4545	---	15.9091	14.5455	80.4545	16.0909
T3 (12.0% F.C.)	19.0909	17.7273	14.0909	17.2727	14.0909	16.3636	98.6363	16.4394

**CUADRO A-4.** Análisis de varianza para el peso vivo promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento al final de los 7 días de estudio.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5% F.T.	1%
TRATAMIENTOS.	3	1.3189	0.4396	0.1663 ns	3.13	5.01
ERROR EXP.	19	50.2304	2.6437			
TOTAL.	22	51.5493				

ns = Diferencias estadísticas no significativo.

**CUADRO A-5.** Peso vivo promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento al final del segundo periodo (14 días de estudio).

TRATAMIENTOS.	REPETICIONES.						TOTAL.	MEDIA.
	R1	R2	R3	R4	R5	R6		
T0 (3.6% F.C.)	17.2727	22.0455	22.9545	22.2727	17.9545	18.4091	120.9090	20.1515
T1 (8.0% F.C.)	19.5455	20.2273	20.4545	20.0000	18.1818	19.0909	117.5000	19.5833
T2 (10.0% F.C.)	21.8182	17.5000	17.7273	---	19.5455	17.2727	93.8637	18.7727
T3 (12.0% F.C.)	21.5909	18.8636	17.2727	19.5455	16.8182	18.6364	112.7273	18.7879

**CUADRO A-6.** Análisis de varianza para el peso vivo promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento al final de los 14 días de estudio.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5% F.T.	1%
TRATAMIENTOS.	3	7.7429	2.5810	0.7531 ns	3.13	5.01
ERROR EXP.	19	65.1192	3.4273			
TOTAL.	22	72.8621				

ns = Diferencias estadísticas no significativo.

**CUADRO A-7.** Peso vivo promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento al final del tercer período (21 días de estudio).

TRATAMIENTOS.	REPETICIONES.						TOTAL.	MEDIA.
	R1	R2	R3	R4	R5	R6		
T0 (3.6% F.C.)	19.3182	23.8636	26.1364	25.6818	20.6818	20.2273	135.9091	22.6515
T1 (8.0% F.C.)	22.5000	20.6818	22.9545	22.5000	19.7727	21.5909	129.9999	21.6667
T2 (10.0% F.C.)	23.4091	20.2273	18.8636	---	21.5909	19.3182	103.4091	20.6818
T3 (12.0% F.C.)	24.3182	20.6818	17.9545	22.2727	17.9545	20.6818	123.8635	20.6439

**CUADRO A-8.** Análisis de varianza para el peso vivo promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento al final de los 21 días de estudio.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5% F.T.	1%
TRATAMIENTOS.	3	15.7914	5.2638	1.0469 ns	3.13	5.01
ERROR EXP.	19	95.5325	5.0280			
TOTAL.	22	111.3239				

ns = Diferencias estadísticas no significativo.

**CUADRO A-9.** Peso vivo promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento al final del cuarto periodo (28 días de estudio).

TRATAMIENTOS.	REPETICIONES.						TOTAL.	MEDIA.
	R1	R2	R3	R4	R5	R6		
T0 (3.6% F.C.)	22.9545	28.8636	31.5909	30.2273	25.6818	24.7727	164.0908	27.3485
T1 (8.0% F.C.)	26.1364	25.2273	27.0455	26.5909	23.8636	24.7727	153.6364	25.6061
T2 (10.0% F.C.)	27.5000	24.7727	23.4091	---	25.6818	21.1364	122.5000	24.5000
T3 (12.0% F.C.)	27.5000	23.8636	21.1364	26.1364	20.2273	23.4091	142.2728	23.7121

**CUADRO A-10.** Análisis de varianza para el peso vivo promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento al final de los 28 días de estudio.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5% F.T.	1%
TRATAMIENTOS.	3	44.0516	14.6839	2.2039 ns	3.13	5.01
ERROR EXP.	19	126.5912	6.6627			
TOTAL.	22	170.6428				

ns = Diferencias estadísticas no significativo.

**CUADRO A-11.** Peso vivo promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento al final del quinto periodo (35 días de estudio).

TRATAMIENTOS.	REPETICIONES.						TOTAL.	MEDIA.
	R1	R2	R3	R4	R5	R6		
T0 (3.6% F.C.)	26.3636	33.6364	35.0000	34.0909	28.6364	27.7273	185.4546	30.9091
T1 (8.0% F.C.)	29.5455	28.1818	30.0000	29.0909	27.2727	27.2727	171.3636	28.5606
T2 (10.0% F.C.)	30.0000	27.2727	25.9091	---	28.6364	24.5455	136.3637	27.2727
T3 (12.0% F.C.)	30.9091	26.3636	23.1818	28.1818	22.2727	26.8182	157.7272	26.2879

**CUADRO A-12.** Análisis de varianza para el peso vivo promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento al final de los 35 días de estudio.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5% F.T.	1%
TRATAMIENTOS.	3	70.8202	23.6067	3.0590 ns	3.13	5.01
ERROR EXP.	19	146.6260	7.7172			
TOTAL.	22	217.4462				

ns = Diferencias estadísticas no significativo.



**CUADRO A-13.** Peso vivo promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento al final del sexto periodo (42 días de estudio).

TRATAMIENTOS.	REPETICIONES.						TOTAL.	MEDIA.
	R1	R2	R3	R4	R5	R6		
T0 (3.6% F.C.)	33.6364	40.6818	42.5000	39.7727	35.6818	33.8636	226.1363	37.6894
T1 (8.0% F.C.)	35.2273	34.7727	35.6818	34.7727	33.6364	33.1818	207.2727	34.5455
T2 (10.0% F.C.)	34.5455	33.4091	31.5909	---	33.6364	29.5455	162.7274	32.5455
T3 (12.0% F.C.)	36.5909	31.5909	28.4091	33.6364	27.2727	31.3636	188.8636	31.4773

**CUADRO A-14.** Análisis de varianza para el peso vivo promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento al final de los 42 días de estudio.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5% F.T. 1%
TRATAMIENTOS.	3	131.8263	43.9421	5.5715 **	3.13
ERROR EXP.	19	149.8520	7.8869		
TOTAL.	22	281.6783			

\*\* = Diferencias estadísticas significativa (P<0.01).

**CUADRO A-15.** Prueba de Duncan para el peso vivo promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento al final de los 42 días de estudio.

1. Medias de cada tratamiento ordenadas de mayor a menor.

$$T0 = 37.6894$$

$$T1 = 34.5455$$

$$T2 = 32.5455$$

$$T3 = 31.4773$$

2. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa.) con igual número de observaciones.

$$DMS = t \times \sqrt{\frac{2 \times CME}{n}}$$

$$DMS 5\% = 2.093 \sqrt{\frac{2 \times 7.8869}{6}} = 3.3936$$

$$DMS 1\% = 2.861 \sqrt{\frac{2 \times 7.8869}{6}} = 4.6389$$

3. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa.) con diferente número de observaciones.

$$DMS \neq t \times \sqrt{\frac{CME}{n} + \frac{CME}{n}}$$

$$DMS 5\% \neq 2.093 \sqrt{\frac{7.8869}{6} + \frac{7.8869}{5}} = 3.5592$$

$$DMS 1\% \neq 2.861 \sqrt{\frac{7.8869}{6} + \frac{7.8869}{5}} = 4.8653$$

## 4. Calculo de "D" (Diferencia relativa en arreglo de medias)

Arreglo de medias	T0	T1	T2	T3
De mayor a menor	37.6894	34.5455	32.5455	31.4773
Posición relativa de media	-----	2	3	4
Valores de R 5%	-----	1.00	1.05	1.08
Valores de R1%	-----	1.00	1.05	1.07
D 5% = R5%(DMS 5%)	-----	3.3936	3.5633	3.6651
D 1% = R1%(DMS 1%)	-----	4.6389	4.8708	4.9636
D 5% ≠ R5%(DMS 5%)	-----	3.5592	3.7372	3.8439
D 1% ≠ R1%(DMS 1%)	-----	4.8653	5.1086	5.2059

## 5. Arreglo de medias en orden de magnitud.

Medias por Tratamiento.	T0	T1	T2	T3
	37.6894	34.5455	32.5455	31.4773
T0 = 37.6894	-----	3.1439ns	5.1439**	6.2121**
T1 = 34.5455	-----	-----	2.0000ns	3.0682ns
T2 = 32.5455	-----	-----	-----	1.0682ns
T3 = 31.4773	-----	-----	-----	-----

\*\* = Diferencia estadística altamente significativa (P < 0.01)

ns = Diferencia estadística no significativa.

**CUADRO A-16.** Peso vivo promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento al final del séptimo período (49 días de estudio).

TRATAMIENTOS.	REPETICIONES.						TOTAL.	MEDIA.
	R1	R2	R3	R4	R5	R6		
T0 (3.6% F.C.)	38.6364	47.2727	48.8638	45.9091	41.5909	40.0000	262.2729	43.7122
T1 (8.0% F.C.)	41.8182	40.0000	40.0000	40.4545	39.3182	38.4091	240.0000	40.0000
T2 (10.0% F.C.)	38.4091	38.6364	35.9091	---	37.7273	33.6364	184.3183	36.8637
T3 (12.0% F.C.)	41.5909	37.0455	32.2722	38.6354	30.6818	35.2273	215.4541	35.9090

**CUADRO A-17.** Análisis de varianza para el peso vivo promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento al final de los 49 días de estudio.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5% F.T. 1%	
TRATAMIENTOS.	3	218.2591	72.7530	7.1172 **	3.13	5.01
ERROR EXP.	19	194.2214	10.2222			
TOTAL.	22	412.4805				

\*\* = Diferencias estadísticas altamente significativa ( $P < 0.01$ ).

**CUADRO A-18.** Prueba de Duncan para el peso vivo promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento al final de los 49 días de estudio.

1. Medias de cada tratamiento ordenadas de mayor a menor.

$$T0 = 43.7122$$

$$T1 = 40.0000$$

$$T2 = 36.8637$$

$$T3 = 35.9090$$

2. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa.) con igual número de observaciones.

$$DMS = t \times \sqrt{\frac{2 \times CME}{n}}$$

$$DMS 5\% = 2.093 \sqrt{\frac{2 \times 10.2225}{6}} = 3.8636$$

$$DMS 1\% = 2.861 \sqrt{\frac{2 \times 10.2225}{6}} = 5.2812$$

3. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa.) con diferente número de observaciones.

$$DMS \neq t \times \sqrt{\frac{CME}{n} + \frac{CME}{n}}$$

$$DMS 5\% \neq 2.093 \sqrt{\frac{10.2225}{6} + \frac{10.2225}{5}} = 4.0522$$

$$DMS 1\% \neq 2.861 \sqrt{\frac{10.2225}{6} + \frac{10.2225}{5}} = 5.5390$$

## 4. Calculo de "D" (Diferencia relativa en arreglo de medias)

Arreglo de medias	T0	T1	T2	T3
De mayor a menor	43.7122	40.0000	36.8637	35.9090
Posición relativa de media	-----	2	3	4
Valores de R 5%	-----	1.00	1.05	1.08
Valores de R1%	-----	1.00	1.05	1.07
D 5% = R5%(DMS 5%)	-----	3.8636	4.0568	4.1727
D 1% = R1%(DMS 1%)	-----	5.2812	5.5453	5.6509
D 5% ≠ R5%(DMS 5%)	-----	4.0522	4.2580	4.3796
D 1% ≠ R1%(DMS 1%)	-----	5.5390	5.8160	5.9267

## 5. Arreglo de medias en orden de magnitud.

Medias por Tratamiento.	T0	T1	T2	T3
	43.7122	40.0000	36.8637	35.9090
T0 = 43.7122	-----	3.7122ns	6.8485**	7.8030**
T1 = 40.0000	-----	-----	3.1363ns	4.0909ns
T2 = 36.8637	-----	-----	-----	0.9546ns
T3 = 35.9090	-----	-----	-----	-----

\*\* = Diferencia estadística altamente significativa (P < 0.01)

ns = Diferencia estadística no significativa.



**CUADRO A-19.** Peso vivo promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento al final del octavo período (56 días de estudio).

TRATAMIENTOS.	REPETICIONES.						TOTAL.	MEDIA.
	R1	R2	R3	R4	R5	R6		
T0 (3.6% F.C.)	43.4091	55.2273	54.7727	52.0455	47.7273	45.2273	298.4092	49.7349
T1 (8.0% F.C.)	48.8636	45.4545	47.2727	45.9091	45.6818	43.8636	277.0453	46.1742
T2 (10.0% F.C.)	44.7727	45.6818	41.8182	---	43.8636	40.2273	216.3636	43.2727
T3 (12.0% F.C.)	46.3636	40.9091	39.3182	43.1818	35.2273	39.7727	244.7727	40.7955

**CUADRO A-20.** Análisis de varianza para el peso vivo promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento al final de los 56 días de estudio.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5% F.T.	1%
TRATAMIENTOS.	3	263.6634	87.8878	7.2416 **	3.13	5.01
ERROR EXP.	19	230.5960	12.1366			
TOTAL.	22	494.2594				

\*\* = Diferencias estadísticas altamente significativa ( $P < 0.01$ ).



**CUADRO A-21.** Prueba de Duncan para el peso vivo promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento al final de los 56 días de estudio.

1. Medias de cada tratamiento ordenadas de mayor a menor.

$$T0 = 49.7349$$

$$T1 = 46.1742$$

$$T2 = 43.2727$$

$$T3 = 40.7955$$

2. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa.) con igual número de observaciones.

$$DMS = t \times \sqrt{\frac{2 \times CME}{n}}$$

$$DMS 5\% = 2.093 \sqrt{\frac{2 \times 12.1366}{6}} = 4.2098$$

$$DMS 1\% = 2.861 \sqrt{\frac{2 \times 12.1366}{6}} = 5.7545$$

3. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa.) con diferente número de observaciones.

$$DMS \neq t \times \sqrt{\frac{CME}{n} + \frac{CME}{n}}$$

$$DMS 5\% \neq 2.093 \sqrt{\frac{12.1366}{6} + \frac{12.1366}{5}} = 4.4152$$

$$DMS 1\% \neq 2.861 \sqrt{\frac{12.1366}{6} + \frac{12.1366}{5}} = 6.0353$$

## 4. Calculo de "D" (Diferencia relativa en arreglo de medias)

Arreglo de medias	T0	T1	T2	T3
De mayor a menor	49.7349	46.1742	43.2727	40.7955
Posición relativa de media	-----	2	3	4
Valores de R 5%	-----	1.00	1.05	1.08
Valores de R1%	-----	1.00	1.05	1.07
D 5% = R5%(DMS 5%)	-----	4.2098	4.4203	4.5466
D 1% = R1%(DMS 1%)	-----	5.7546	6.0423	6.1574
D 5% ≠ R5%(DMS 5%)	-----	4.4152	4.6360	4.7684
D 1% ≠ R1%(DMS 1%)	-----	6.0353	6.3371	6.4578

## 5. Arreglo de medias en orden de magnitud.

Medias por Tratamiento.	T0	T1	T2	T3
	49.7349	46.1742	43.2727	40.7955
T0 = 37.6894	-----	3.5607ns	6.4622**	8.9394**
T1 = 34.5455	-----	-----	2.9015ns	5.8787*
T2 = 32.5455	-----	-----	-----	2.4772ns
T3 = 31.4773	-----	-----	-----	-----

\*\* = Diferencia estadística altamente significativa (P < 0.01)

\* = Diferencia estadística significativa (P < 0.05)

ns = Diferencia estadística no significativa.



**CUADRO A-22.** Ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulado al final del primer periodo (7 días de estudio).

TRATAMIENTOS.	REPETICIONES.						TOTAL.	MEDIA.
	R1	R2	R3	R4	R5	R6		
T0 (3.6% F.C.)	0.3247	0.2597	0.2922	0.5844	0.2922	0.2922	2.0454	0.3409
T1 (8.0% F.C.)	0.4545	0.4221	0.4870	0.4870	0.3571	0.4221	2.6298	0.4383
T2 (10.0% F.C.)	0.3896	0.1299	0.3896	- - -	0.2597	0.3247	1.4935	0.2987
T3 (12.0% F.C.)	0.5844	0.5195	0.2597	0.4870	0.1623	0.4870	2.4999	0.4167

**CUADRO A-23.** Análisis de varianza de ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulada durante los primeros 7 días de estudio.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5% F.T. 1%
TRATAMIENTOS.	3	0.0704	0.0235	1.6549 ns	3.13
ERROR EXP.	19	0.2706	0.0142		5.01
TOTAL.	22	0.3410			

ns = Diferencias estadísticas no significativo.

**CUADRO A-24.** Ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulado al final del segundo período (14 días de estudio).

TRATAMIENTOS.	REPETICIONES.						TOTAL.	MEDIA.
	R1	R2	R3	R4	R5	R6		
T0 (3.6% F.C.)	0.3896	0.4708	0.5195	0.5844	0.3896	0.3734	2.7273	0.4546
T1 (8.0% F.C.)	0.3896	0.4383	0.5032	0.4545	0.4058	0.3571	2.5485	0.4248
T2 (10.0% F.C.)	0.4058	0.1948	0.3571	---	0.3896	0.3571	1.7044	0.3409
T3 (12.0% F.C.)	0.4708	0.3409	0.3571	0.4059	0.2760	0.4059	2.2566	0.3761

**CUADRO A-25.** Análisis de varianza de ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulada durante los 14 días de estudio.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5% F.T. 1%
TRATAMIENTOS.	3	0.0424	0.0141	2.6604 ns	3.13
ERROR EXP.	19	0.1006	0.0053		5.01
TOTAL.	22	0.1430			

ns = Diferencias estadísticas no significativo.

**CUADRO A-26.** Ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulado al final del tercer periodo (21 días de estudio).

TRATAMIENTOS.	REPETICIONES.						TOTAL.	MEDIA.
	R1	R2	R3	R4	R5	R6		
T0 (3.6% F.C.)	0.3571	0.4004	0.4978	0.5519	0.3896	0.3355	2.5323	0.4221
T1 (8.0% F.C.)	0.4004	0.3139	0.4545	0.4221	0.3463	0.3571	2.2943	0.3824
T2 (10.0% F.C.)	0.3463	0.2597	0.2922	---	0.3571	0.3355	1.5908	0.3182
T3 (12.0% F.C.)	0.4437	0.3139	0.2706	0.4004	0.2381	0.3680	2.0347	0.3391

**CUADRO A-27.** Análisis de varianza de ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulada durante los 21 días de estudio.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5% F.T. 1%
TRATAMIENTOS.	3	0.0362	0.0121	2.6304 ns	3.13
ERROR EXP.	19	0.0873	0.0046		5.01
TOTAL.	22	0.1235			

ns = Diferencias estadísticas no significativo.

**CUADRO A-28.** Ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulado al final del cuarto periodo (28 días de estudio).

TRATAMIENTOS.	REPETICIONES.						TOTAL.	MEDIA.
	R1	R2	R3	R4	R5	R6		
T0 (3.6% F.C.)	0.3977	0.4789	0.5682	0.5763	0.4708	0.4140	2.9059	0.4843
T1 (8.0% F.C.)	0.4302	0.3977	0.4870	0.4627	0.4058	0.3815	2.5649	0.4275
T2 (10.0% F.C.)	0.4058	0.3571	0.3815	- - -	0.4140	0.3166	1.8750	0.3750
T3 (12.0% F.C.)	0.4464	0.3490	0.3166	0.4383	0.2597	0.3734	2.1834	0.3639

**CUADRO A-29.** Análisis de varianza de ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulada durante los 28 días de estudio.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5% F.T. 1%
TRATAMIENTOS.	3	0.0534	0.0178	4.9444 *	3.13
ERROR EXP.	19	0.0684	0.0036		5.01
TOTAL.	22	0.1218			

\* = Diferencias estadísticas significativa (P<0.05).

**CUADRO A-30.** Prueba de Duncan para ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulado durante los 28 día de estudio.

1. Medias de cada tratamiento ordenadas de mayor a menor.

$$T0 = 0.4843$$

$$T1 = 0.4275$$

$$T2 = 0.3750$$

$$T3 = 0.3639$$

2. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa.) con igual número de observaciones.

$$DMS = t \times \sqrt{\frac{2 \times CME}{n}}$$

$$DMS 5\% = 2.093 \sqrt{\frac{2 \times 0.0036}{6}} = 0.0725$$

$$DMS 1\% = 2.861 \sqrt{\frac{2 \times 0.0036}{6}} = 0.0991$$

3. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa.) con diferente número de observaciones.

$$DMS \neq t \times \sqrt{\frac{CME}{n} + \frac{CME}{n}}$$

$$DMS 5\% \neq 2.093 \sqrt{\frac{0.0036}{6} + \frac{0.0036}{5}} = 0.0760$$

$$DMS 1\% \neq 2.861 \sqrt{\frac{0.0036}{6} + \frac{0.0036}{5}} = 0.1032$$



## 4. Calculo de "D" (Diferencia relativa en arreglo de medias)

Arreglo de medias	T0	T1	T2	T3
De mayor a menor	0.4843	0.4275	0.3750	0.3639
Posición relativa de media	-----	2	3	4
Valores de R 5%	-----	1.00	1.05	1.08
Valores de R1%	-----	1.00	1.05	1.07
D 5% = R5%(DMS 5%)	-----	0.0725	0.0761	0.0783
D 1% = R1%(DMS 1%)	-----	0.0991	0.1041	0.1060
D 5% ≠ R5%(DMS 5%)	-----	0.0760	0.0798	0.0821
D 1% ≠ R1%(DMS 1%)	-----	0.1032	0.1084	0.1104

## 5. Arreglo de medias en orden de magnitud.

Medias por Tratamiento.	T0	T1	T2	T3
	0.4843	0.4275	0.3750	0.3639
T0 = 0.4843	-----	0.0568ns	0.1093**	0.1204**
T1 = 0.4275	-----	-----	0.0525ns	0.0636ns
T2 = 0.3750	-----	-----	-----	0.011ns
T3 = 0.3639	-----	-----	-----	-----

\*\* = Diferencia estadística altamente significativa (P < 0.01)

ns = Diferencia estadística no significativa.

**CUADRO A-31.** Ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulado al final del quinto periodo (35 días de estudio).

TRATAMIENTOS.	REPETICIONES.						TOTAL.	MEDIA.
	R1	R2	R3	R4	R5	R6		
T0 (3.6% F.C.)	0.4156	0.5195	0.5519	0.5714	0.4610	0.4156	2.9350	0.4892
T1 (8.0% F.C.)	0.4416	0.4026	0.4740	0.4416	0.4221	0.3766	2.5585	0.4264
T2 (10.0% F.C.)	0.3961	0.3571	0.3766	- - -	0.4156	0.3507	1.8961	0.3792
T3 (12.0% F.C.)	0.4545	0.3506	0.3117	0.4091	0.2662	0.3961	2.1882	0.3647

**CUADRO A-32.** Análisis de varianza de ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulada durante los 35 días de estudio.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5% F.T. 1%	
TRATAMIENTOS.	3	0.0553	0.0184	6.3448 **	3.13	5.01
ERROR EXP.	19	0.0557	0.0029			
TOTAL.	22	0.1110				

\*\* = Diferencias estadísticas altamente significativa ( $P < 0.01$ ).

**CUADRO A-33.** Prueba de Duncan para ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulado durante los 35 días de estudio.

1. Medias de cada tratamiento ordenadas de mayor a menor.

$$T0 = 0.4892$$

$$T1 = 0.4264$$

$$T2 = 0.3792$$

$$T3 = 0.3647$$

2. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa.) con igual número de observaciones.

$$DMS = t \times \sqrt{\frac{2 \times CME}{n}}$$

$$DMS 5\% = 2.093 \sqrt{\frac{2 \times 0.0029}{6}} = 0.0651$$

$$DMS 1\% = 2.861 \sqrt{\frac{2 \times 0.0029}{6}} = 0.0890$$

3. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa.) con diferente número de observaciones.

$$DMS \neq t \times \sqrt{\frac{CME}{n} + \frac{CME}{n}}$$

$$DMS 5\% \neq 2.093 \sqrt{\frac{0.0029}{6} + \frac{0.0029}{5}} = 0.0683$$

$$DMS 1\% \neq 2.861 \sqrt{\frac{0.0029}{6} + \frac{0.0029}{5}} = 0.0933$$

## 4. Calculo de "D" (Diferencia relativa en arreglo de medias)

Arreglo de medias	T0	T1	T2	T3
De mayor a menor	0.4892	0.4264	0.3792	0.3647
Posición relativa de media	-----	2	3	4
Valores de R 5%	-----	1.00	1.05	1.08
Valores de R1%	-----	1.00	1.05	1.07
D 5% = R5%(DMS 5%)	-----	0.0651	0.0684	0.0703
D 1% = R1%(DMS 1%)	-----	0.0890	0.0935	0.0952
D 5% ≠ R5%(DMS 5%)	-----	0.0683	0.0717	0.0738
D 1% ≠ R1%(DMS 1%)	-----	0.0933	0.0980	0.0998

## 5. Arreglo de medias en orden de magnitud.

Medias por Tratamiento.	T0	T1	T2	T3
	0.4892	0.4264	0.3792	0.3647
T0 = 0.4892	-----	0.0628ns	0.1100**	0.1245**
T1 = 0.4264	-----	-----	0.0472ns	0.0617ns
T2 = 0.3792	-----	-----	-----	0.0145ns
T3 = 0.3647	-----	-----	-----	-----

\*\* = Diferencia estadística altamente significativa (P < 0.01)

ns = Diferencia estadística no significativa.



**CUADRO A-34.** Ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulado al final del sexto periodo (42 días de estudio).

TRATAMIENTOS.	REPETICIONES.						TOTAL.	MEDIA.
	R1	R2	R3	R4	R5	R6		
T0 (3.6% F.C.)	0.5195	0.6007	0.6385	0.6115	0.5519	0.4924	3.4145	0.5691
T1 (8.0% F.C.)	0.5032	0.4924	0.5303	0.5032	0.5032	0.4545	2.9868	0.4978
T2 (10.0% F.C.)	0.4383	0.4437	0.4491	- - -	0.4654	0.4113	2.2078	0.4416
T3 (12.0% F.C.)	0.5141	0.4167	0.3842	0.4708	0.3409	0.4383	2.5650	0.4275

**CUADRO A-35.** Análisis de varianza de ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulada durante los 42 días de estudio.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5% F.T. 1%	
TRATAMIENTOS.	3	0.0727	0.0242	11.5238 **	3.13	5.01
ERROR EXP.	19	0.0398	0.0021			
TOTAL.	22	0.1125				

\*\* = Diferencias estadísticas altamente significativa ( $P < 0.01$ ).

**CUADRO A-36.** Prueba de Duncan para ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulado durante los 42 días de estudio.

1. Medias de cada tratamiento ordenadas de mayor a menor.

$$T0 = 0.5691$$

$$T1 = 0.4978$$

$$T2 = 0.4416$$

$$T3 = 0.4275$$

2. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa.) con igual número de observaciones.

$$DMS = t \times \sqrt{\frac{2 \times CME}{n}}$$

$$DMS 5\% = 2.093 \sqrt{\frac{2 \times 0.0021}{6}} = 0.0554$$

$$DMS 1\% = 2.861 \sqrt{\frac{2 \times 0.0021}{6}} = 0.0757$$

3. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa.) con diferente número de observaciones.

$$DMS \neq t \times \sqrt{\frac{CME}{n} + \frac{CME}{n}}$$

$$DMS 5\% \neq 2.093 \sqrt{\frac{0.0021}{6} + \frac{0.0021}{5}} = 0.0581$$

$$DMS 1\% \neq 2.861 \sqrt{\frac{0.0021}{6} + \frac{0.0021}{5}} = 0.0794$$

## 4. Calculo de "D" (Diferencia relativa en arreglo de medias)

Arreglo de medias	T0	T1	T2	T3
De mayor a menor	0.5691	0.4978	0.4416	0.4275
Posición relativa de media	-----	2	3	4
Valores de R 5%	-----	1.00	1.05	1.08
Valores de R1%	-----	1.00	1.05	1.07
D 5% = R5%(DMS 5%)	-----	0.0554	0.0582	0.0598
D 1% = R1%(DMS 1%)	-----	0.0757	0.0795	0.0810
D 5% ≠ R5%(DMS 5%)	-----	0.0581	0.0610	0.0627
D 1% ≠ R1%(DMS 1%)	-----	0.0794	0.0834	0.0850

## 5. Arreglo de medias en orden de magnitud.

Medias por Tratamiento.	T0	T1	T2	T3
	0.5691	0.4978	0.4416	0.4275
T0 = 0.5691	-----	0.0713*	0.1275**	0.1416**
T1 = 0.4978	-----	-----	0.0562ns	0.0703*
T2 = 0.4416	-----	-----	-----	0.0141ns
T3 = 0.4275	-----	-----	-----	-----

\*\* = Diferencia estadística altamente significativa (P < 0.01)

\* = Diferencia estadística significativa (P < 0.05)

ns = Diferencia estadística no significativa.





**CUADRO A-37.** Ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulado al final del séptimo periodo (49 días de estudio).

TRATAMIENTOS.	REPETICIONES.						TOTAL.	MEDIA.
	R1	R2	R3	R4	R5	R6		
T0 (3.6% F.C.)	0.5473	0.6494	0.6772	0.6494	0.5937	0.5473	3.6643	0.6107
T1 (8.0% F.C.)	0.5659	0.5288	0.5427	0.5473	0.5473	0.4963	3.2283	0.5381
T2 (10.0% F.C.)	0.4545	0.4870	0.4731	---	0.4824	0.4360	2.3330	0.4666
T3 (12.0% F.C.)	0.5427	0.4685	0.4082	0.5056	0.3618	0.4545	2.7413	0.4569

**CUADRO A-38.** Análisis de varianza de ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulada durante los 49 días de estudio.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5% F.T. 1%
TRATAMIENTOS.	3	0.0895	0.0298	13.5455 **	3.13
ERROR EXP.	19	0.0416	0.0022		5.01
TOTAL.	22	0.1311			

\*\* = Diferencias estadísticas altamente significativa ( $P < 0.01$ ).

**CUADRO A-39.** Prueba de Duncan para ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulado durante los 49 días de estudio.

1. Medias de cada tratamiento ordenadas de mayor a menor.

$$T0 = 0.6107$$

$$T1 = 0.5381$$

$$T2 = 0.4666$$

$$T3 = 0.4569$$

2. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa.) con igual número de observaciones.

$$DMS = t \times \sqrt{\frac{2 \times CME}{n}}$$

$$DMS 5\% = 2.093 \sqrt{\frac{2 \times 0.0022}{6}} = 0.0567$$

$$DMS 1\% = 2.861 \sqrt{\frac{2 \times 0.0022}{6}} = 0.0775$$

3. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa.) con diferente número de observaciones.

$$DMS \neq t \times \sqrt{\frac{CME}{n} + \frac{CME}{n}}$$

$$DMS 5\% \neq 2.093 \sqrt{\frac{0.0022}{6} + \frac{0.0022}{5}} = 0.0594$$

$$DMS 1\% \neq 2.861 \sqrt{\frac{0.0022}{6} + \frac{0.0022}{5}} = 0.0813$$

## 4. Calculo de "D" (Diferencia relativa en arreglo de medias)

Arreglo de medias	T0	T1	T2	T3
De mayor a menor	0.6107	0.5381	0.4666	0.4569
Posición relativa de media	-----	2	3	4
Valores de R 5%	-----	1.00	1.05	1.08
Valores de R1%	-----	1.00	1.05	1.07
D 5% = R5%(DMS 5%)	-----	0.0567	0.0595	0.0612
D 1% = R1%(DMS 1%)	-----	0.0775	0.0814	0.0829
D 5% ≠ R5%(DMS 5%)	-----	0.0594	0.0624	0.0642
D 1% ≠ R1%(DMS 1%)	-----	0.0813	0.0854	0.0870

## 5. Arreglo de medias en orden de magnitud.

Medias por Tratamiento.	T0	T1	T2	T3
	0.6107	0.5381	0.4666	0.4569
T0 = 0.6107	-----	0.0726*	0.1441**	0.1538**
T1 = 0.5381	-----	-----	0.0715*	0.0812*
T2 = 0.4666	-----	-----	-----	0.0097ns
T3 = 0.4569	-----	-----	-----	-----

\*\* = Diferencia estadística altamente significativa (P < 0.01)

\* = Diferencia estadística significativa (P < 0.05)

ns = Diferencia estadística no significativa.



**CUADRO A-40.** Ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulado al final del octavo periodo (56 días de estudio).

TRATAMIENTOS.	REPETICIONES.						TOTAL.	MEDIA.
	R1	R2	R3	R4	R5	R6		
T0 (3.6% F.C.)	0.5641	0.7102	0.6981	0.6778	0.6291	0.5722	3.8515	0.6419
T1 (8.0% F.C.)	0.6209	0.5601	0.6047	0.5763	0.5925	0.5317	3.4862	0.5810
T2 (10.0% F.C.)	0.5114	0.5519	0.5195	---	0.5317	0.4992	2.6137	0.5227
T3 (12.0% F.C.)	0.5601	0.4789	0.4830	0.5235	0.3977	0.4789	2.9221	0.4870

**CUADRO A-41.** Análisis de varianza de ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulada durante los 56 días de estudio.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5% F.T. 1%
TRATAMIENTOS.	3	0.0818	0.0273	12.4091 **	3.13
ERROR EXP.	19	0.0418	0.0022		5.01
TOTAL.	22	0.1236			

\*\* = Diferencias estadísticas altamente significativa ( $P < 0.01$ ).

**CUADRO A-42.** Prueba de Duncan para ganancia diaria de peso promedio (kg) por cerdo acumulado durante los 56 días de estudio.

1. Medias de cada tratamiento ordenadas de mayor a menor.

$$T0 = 0.6419$$

$$T1 = 0.5810$$

$$T2 = 0.5227$$

$$T3 = 0.4870$$

2. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa.) con igual número de observaciones.

$$DMS = t \times \sqrt{\frac{2 \times CME}{n}}$$

$$DMS 5\% = 2.093 \sqrt{\frac{2 \times 0.0022}{6}} = 0.0567$$

$$DMS 1\% = 2.861 \sqrt{\frac{2 \times 0.0022}{6}} = 0.0775$$

3. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa.) con diferente número de observaciones.

$$DMS \neq t \times \sqrt{\frac{CME}{n} + \frac{CME}{n}}$$

$$DMS 5\% \neq 2.093 \sqrt{\frac{0.0022}{6} + \frac{0.0022}{5}} = 0.0813$$

$$DMS 1\% \neq 2.861 \sqrt{\frac{0.0022}{6} + \frac{0.0022}{5}} = 0.0813$$

## 4. Cálculo de "D" (Diferencia relativa en arreglo de medias)

Arreglo de medias	T0	T1	T2	T3
De mayor a menor	0.6419	0.5810	0.5227	0.4870
Posición relativa de media	-----	2	3	4
Valores de R 5%	-----	1.00	1.05	1.08
Valores de R1%	-----	1.00	1.05	1.07
D 5% = R5%(DMS 5%)	-----	0.0567	0.0595	0.0612
D 1% = R1%(DMS 1%)	-----	0.0795	0.0814	0.0829
D 5% ≠ R5%(DMS 5%)	-----	0.0594	0.0624	0.0642
D 1% ≠ R1%(DMS 1%)	-----	0.0813	0.0854	0.0870

## 5. Arreglo de medias en orden de magnitud.

Medias por Tratamiento.	T0	T1	T2	T3
	0.6419	0.5810	0.5227	0.4870
T0 = 0.6419	-----	0.0609*	0.1192**	0.1549**
T1 = 0.5810	-----	-----	0.0583ns	0.0940**
T2 = 0.5227	-----	-----	-----	0.0357ns
T3 = 0.4870	-----	-----	-----	-----

\*\* = Diferencia estadística altamente significativa ( $P < 0.01$ )

\* = Diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ )

ns = Diferencia estadística no significativa.



**CUADRO A-43.** Consumo de alimento promedio acumulado (kg) por cerdo en cada tratamiento y período durante el estudio (56 días).

TRATAMIENTOS.	PERIODO.								TOTAL.	MEDIA.
	1	2	3	4	5	6	7	8		
T0 (3.6% F.C.)	0.7924	0.8610	0.9600	1.0455	1.1507	1.2550	1.3852	1.5261	8.9759	1.1220
T1 (8.0% F.C.)	0.7837	0.8719	0.9564	1.0286	1.1172	1.2046	1.3161	1.4390	8.7175	1.0897
T2 (10.0% F.C.)	0.8046	0.8647	0.9361	0.9992	1.0810	1.1621	1.2632	1.3702	8.4811	1.0601
T3 (12.0% F.C.)	0.7772	0.8610	0.9339	0.9971	1.0702	1.1436	1.2387	1.3418	8.3635	1.0454

**CUADRO A-44.** Análisis de varianza para el consumo de alimento promedio acumulado (kg) por cerdo en cada tratamiento y período durante el estudio (56 días).

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5% F.T. 1%
TRATAMIENTOS.	3	0.0675	0.0225	0.4717 <sup>ns</sup>	2.95
ERROR EXP.	28	1.3368	0.0477		4.57
TOTAL.	31	1.4043			

ns = Diferencias estadísticas no significativo.

**CUADRO A-45.** Consumo real de alimento promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento y período durante el estudio (56 días).

TRATAMIENTOS.	CONSUMO DIARIO POR PERIODOS.							
	1	2	3	4	5	6	7	8
T0 (3.6% F.C.)	0.7924	0.9296	1.1581	1.3018	1.5718	1.7764	2.1661	2.5122
T1 (8.0% F.C.)	0.7837	0.9600	1.1255	1.2452	1.4716	1.6414	1.9854	2.2989
T2 (10.0% F.C.)	0.8046	0.9248	1.0789	1.1886	1.4080	1.5674	1.8704	2.1186
T3 (12.0% F.C.)	0.7772	0.9448	1.0798	1.1864	1.3628	1.5108	1.8090	2.0637
TOTAL.	3.1579	3.7592	4.4423	4.9220	5.8142	6.4960	7.8309	8.9934
MEDIA.	0.7895	0.9398	1.1106	1.2305	1.4536	1.6240	1.9577	2.2484

**CUADRO A-46.** Análisis de varianza para el consumo real de alimento promedio (kg) por cerdo en cada tratamiento y período durante el estudio (56 días).

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5% F.T. 1%
SEMANAS.	7	7.1114	1.0159	88.4032**	2.42 3.50
ERROR EXP.	24	0.2758	0.0115		
TOTAL.	31	7.3872			

\*\* = Diferencias estadísticas altamente significativo ( $P < 0.01$ ).

**CUADRO A-47.** Prueba de Duncan para consumo real de alimento promedio (kg.) por cerdo en cada tratamiento y periodo durante el estudio (56 días.)

1. Medias de cada tratamiento ordenadas de mayor a menor.

$$P8 = 2.2484$$

$$P7 = 1.9577$$

$$P6 = 1.6240$$

$$P5 = 1.4536$$

$$P4 = 1.2305$$

$$P3 = 1.1106$$

$$P2 = 0.9398$$

$$P1 = 0.7895$$

2. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa.).

$$DMS = t \times \sqrt{\frac{2 \times CME}{n}}$$

$$DMS 5\% = 2.064 \sqrt{\frac{2 \times 0.0115}{4}} = 0.1565$$

$$DMS 1\% = 2.797 \sqrt{\frac{2 \times 0.0115}{4}} = 0.2121$$

### 3. Cálculo de “D” (Diferencia relativa en arreglo de medias)

Arreglo de medias.	P8	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1
De mayor a menor	2.2484	1.9577	1.6240	1.4536	1.2305	1.1106	0.9398	0.7895
Posición relativa de media	---	2	3	4	5	6	7	8
Valores de R 5%	---	1.00	1.05	1.08	1.10	1.12	1.13	1.14
Valores de R1%	---	1.00	1.05	1.07	1.09	1.11	1.12	1.13
D 5% = R5%(DMS 5%)	---	0.1565	0.1643	0.1690	0.1721	0.1753	0.1768	0.1784
D 1% = R1%(DMS 1%)	---	0.2121	0.2227	0.2269	0.2312	0.2354	0.2375	0.2397

### 4. Arreglo de medias en orden de magnitud.

Medias por Tratamiento.	P8	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1
P8 = 2.2484	---	0.2907**	0.6244**	0.7948**	1.0179**	1.1378**	1.3086**	1.4589**
P7 = 1.9577	---	---	0.3337**	0.5041**	0.7272**	0.8471**	1.0179**	1.1682**
P6 = 1.6240	---	---	---	0.1704*	0.3935**	0.5134**	0.6842**	0.8345**
P5 = 1.4536	---	---	---	---	0.2231*	0.3430**	0.5138**	0.6641**
P4 = 1.2305	---	---	---	---	---	0.1199ns	0.2907**	0.4410**
P3 = 1.1106	---	---	---	---	---	---	0.1708*	0.3211**
P2 = 0.9398	---	---	---	---	---	---	---	0.1503ns
P1 = 0.7895	---	---	---	---	---	---	---	-----

\*\* = Diferencia estadística altamente significativa ( $P < 0.01$ )

\* = Diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ )

ns = Diferencia estadística no significativa.



**CUADRO A-48.** Conversión alimenticia promedio acumulada (kg) por cerdo en cada tratamiento y período durante el estudio (56 días).

TRATAMIENTOS.	PERIODOS.								TOTAL.	MEDIA.
	1	2	3	4	5	6	7	8		
T0 (3.6% F.C.)	2.3244	1.8940	2.2743	2.1588	2.3522	2.2052	2.2682	2.3775	17.8546	2.2318
T1 (8.0% F.C.)	1.7880	2.0525	2.5010	2.4061	2.6201	2.4198	2.4458	2.4768	18.7101	2.3388
T2 (10.0% F.C.)	2.6937	2.5365	2.9419	2.6645	2.8507	2.6316	2.7072	2.6214	21.6475	2.7059
T3 (12.0% F.C.)	1.8651	2.2893	2.7541	2.7400	2.9345	2.6751	2.7111	2.8018	21.7710	2.7214

**CUADRO A-49.** Análisis de varianza para la conversión alimenticia promedio acumulada (kg) por cerdo en cada tratamiento y período de estudio (56 días).

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5% F.T. 1%
TRATAMIENTOS.	3	1.5147	0.5049	13.0465 **	2.95
ERROR EXP.	28	1.0827	0.0387		4.57
TOTAL.	31	2.5974			

\*\* = Diferencias estadísticas altamente significativa (P<0.01).

**CUADRO A-50.** Prueba de Duncan para conversión alimenticia promedio acumulada (kg) por cerdo en cada tratamiento y período de estudio (56 días).

1. Medias de cada tratamiento ordenadas de mayor a menor.

$$T3 = 2.7214$$

$$T2 = 2.7059$$

$$T1 = 2.3388$$

$$T0 = 2.2318$$

2. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa.).

$$DMS = t \times \sqrt{\frac{2 \times CME}{n}}$$

$$DMS 5\% = 2.064 \sqrt{\frac{2 \times 0.0387}{8}} = 0.2030$$

$$DMS 1\% = 2.797 \sqrt{\frac{2 \times 0.0387}{8}} = 0.2751$$

3. Calculo de "D" (Diferencia relativa en arreglo de medias)

Arreglo de medias	T3	T2	T1	T0
De mayor a menor	2.7214	2.7059	2.3388	2.2318
Posición relativa de media	-----	2	3	4
Valores de R 5%	-----	1.00	1.05	1.08
Valores de R1%	-----	1.00	1.05	1.07
D 5% = R5%(DMS 5%)	-----	0.2030	0.2132	0.2172
D 1% = R1%(DMS 1%)	-----	0.2751	0.2889	0.2944

## 4. Arreglo de medias en orden de magnitud.

Medias por	T3	T2	T1	T0
Tratamiento.	2.7214	2.7059	2.3388	2.2218
T3 = 2.7214	-----	0.0155ns	0.3826**	0.4896**
T2 = 2.7059	-----	-----	0.3671**	0.4741**
T1 = 2.3388	-----	-----	-----	0.1070ns
T0 = 2.2218	-----	-----	-----	-----

\*\* = Diferencia estadística altamente significativa ( $P < 0.01$ )

ns = Diferencia estadística no significativa.





**CUADRO A-51.** Conversión alimenticia promedio real (kg) por cerdo en cada tratamiento y periodo durante el estudio (56 días).

TRATAMIENTOS.	PERIODOS.								TOTAL.	MEDIA.
	1	2	3	4	5	6	7	8		
T0 (3.6% F.C.)	2.3244	1.6360	3.2431	1.9401	3.0898	1.8340	2.5175	2.9198	19.5047	2.4381
T1 (8.0% F.C.)	1.7880	2.3346	3.7819	2.2125	3.4864	1.9198	2.5480	2.6065	20.6777	2.5847
T2 (10.0% F.C.)	2.6937	2.4140	3.9564	2.1789	3.5547	2.0807	3.0319	2.3139	22.2242	2.7778
T3 (12.0% F.C.)	1.8651	2.8161	4.0732	2.7074	3.7033	2.0380	2.8574	2.9562	23.0167	2.8771

**CUADRO A-52.** Análisis de varianza para la conversión alimenticia promedio real (kg) por cerdo en cada tratamiento y periodo de estudio (56 días).

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5% F.T. 1%
TRATAMIENTOS.	3	0.9249	0.3083	0.6518 ns	2.95
ERROR EXP.	28	13.2435	0.4730		4.57
TOTAL.	31	14.1684			

ns = Diferencias estadísticas no significativo.

**CUADRO A-53.** Resumen de los resultados obtenidos por cada una de la variables al final del experimento.

TRATAMIENTOS.	PESO VIVO (KG)	GANANCIA DIARIA (KG).	CONSUMO PROMEDIO ACUMULADO (KG).	CONVERSIÓN PROMEDIO ACUMULADA (KG).	RELACIÓN B/C.
T0 (3.6% F.C.)	49.7349 a	0.6419 a	1.5261 ns	2.2378 a	ϕ1.29
T1 (8.0% F.C.)	46.1742 ab	0.5810 b	1.4390	2.3388 a	ϕ1.26
T2 (10.0% F.C.)	43.2727 bc	0.5227 b	1.3702	2.7059 b	ϕ1.22
T3 (12.0% F.C.)	40.7955 c	0.4870 bc	1.3418	2.7214 b	ϕ1.18

ns = Diferencias estadísticas no significativas entre tratamiento .

a,b,c = Media con diferencia estadística significativa. (P<0.05 y P<0.01)

**CUADRO A-54.** Análisis bromatológico de las materias primas utilizadas en la formulación de las raciones.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA.	HARINA DE OLOTE.	CONCENTRADO DE CERDO (CRECIMIENTO)	HARINA DE SOYA
Humedad %	9.36	11.43	13.00
Cenizas %	1.45	5.03	5.00
Extracto Etéreo %	3.21	2.62	1.00
Proteína %	3.93	17.45	48.50
Fibra Cruda %	30.21	3.60	2.00
Carbohidrato %	61.20	71.30	43.50
Fósforo %			
Calcio %			

**FUENTE:** Universidad de El Salvador.  
 Facultad de Ciencias Agronómicas.  
 Departamento de Química Agrícola.

**CUADRO A-55.** Composición bromatológica de olote molido procedente de residuos agrícolas de Centro América y Panamá.

ANÁLISIS PROXIMAL	Nº ANALÍTICO	MÁXIMO	MÍNIMO	MEDIA
Materia Seca %	5	95.50	87.20	91.90
Extracto Libre de N %	5	57.40	36.70	48.10
Extracto Etéreo %	5	1.30	0.40	0.90
Fibra Cruda %	5	43.60	35.20	38.90
Nitrógeno %	5	0.49	0.25	0.39
Proteína %	5	3.10	1.60	2.40
Cenizas %	4	2.50	0.90	1.60
Calorías				1.86
MINERALES				
Calcio mg/100g.	2	904	626	765
Fósforo mg/100g.	2	296	251	274
Hierro mg/100g.	2	8.90	5.80	7.40

**FUENTE:** Instituto de nutrición de Centro América y Panamá.