

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES RACIONES EN EL  
PRIMER PERIODO DE CRECIMIENTO EN LECHONES DE LA  
LÍNEA CAMBOROUGH 22**

**OSWALDO MARCA QUISPE**

**La Paz – Bolivia**

**2009**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES RACIONES EN EL PRIMER PERIODO DE  
CRECIMIENTO EN LECHONES DE LA LINEA CAMBOROUGH 22**

**Tesis de grado presentado como  
requisito para optar el título de  
Ingeniero Agrónomo.**

**OSWALDO MARCA QUISPE**

**Tutor(es):**

Ing. Gino Catacora Tomsich .....

Ing. Eddy Pinto Mancilla .....

**Asesor:**

Ing. Zenón Martínez Flores .....

**Tribunal Examinador:**

M.V.Z. René J. Condori Equice .....

Ing. M.S.c. Eddy D. Gutiérrez Gonzáles .....

Ing. M.S.c. Héctor Cortéz Quispe .....

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador: .....

*“El vendedor mas grande del mundo”*

*Hoy comienzo una nueva vida*

*Hoy mudaré mi viejo pellejo que ha sufrido bastante tiempo, las contusiones del fracaso y las heridas de la mediocridad.*

*Hoy nazco de nuevo y mi lugar de nacimiento es una viña donde hay fruto para todos.*

*Hoy cosecharé uvas de sabiduría de las vides más altas y cargadas de fruta de la viña, porque éstas fueron plantadas por los más sabios de mi profesión que han venido antes que yo, de generación en generación.*

*Hoy saborearé el gusto de las uvas frescas de las vides, y ciertamente me tragaré la semilla del éxito encerrada en cada una y una nueva vida retoñara dentro de mí.*

*El fracaso es la incapacidad del hombre de alcanzar sus metas en la vida, cualesquiera que sean.  
El tiempo le enseña todas las cosas a aquel que vive para siempre, pero no puedo darme el lujo de la eternidad. Y sin embargo dentro de tiempo que se me ha asignado debo practicar el arte de la paciencia, porque la naturaleza no procede jamás con apresuramiento.*

*“El vendedor mas grande del mundo / Og Mandino”*

**DEDICATORIA**

*A mis padres: Armando Marca y  
Felicidad Quispe por el sacrificio y  
apoyo constante.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, por los conocimientos y experiencias impartidas en el transcurso de mi formación profesional.

Al Ing. Eddy Pinto, propietario de la Granja Porcicola "Pig Nic", por sus sugerencias y por hacer posible la realización del presente trabajo de tesis.

Al Ing. Gino Catacora por su enseñanza, valiosas observaciones y sugerencias en la realización del presente trabajo.

Al Ing. Zenón Martínez por sus ideas, el tiempo y el apoyo empleado en la corrección del documento. De manera similar hago extensivo mi agradecimiento al M.V.Z. René Equice, Ing. Eddy Gutiérrez, Ing. Héctor Córtez en calidad de revisores.

Al Ing. Juan Antezana y a la Ing. Irene Carita por la enseñanza de sus conocimientos, confianza, amistad y apoyo incondicional.

Mi sincero agradecimiento a la Sra. Donata Guarachi por su apoyo moral y cooperación desinteresada en el transcurso de la ejecución del trabajo de tesis.

A mis amigas(os): Claudia Jarandilla, Maria A. Huanca, Flor P. Nina, Aurora Patti, Yenny Tórrez, Isabel Uchani, Magdalena Miranda, Gabriela Huasco, Consuelo Morales, Erika Helguero, Julia Chura, Roberto Dorado, Jorge Mendoza, Octavio Carvajal, José L. Tarquino, Eduardo Córtez, Antonio Mamani, Edil Choque, Wilson Llusco, Álvaro Córdova, Venancio Tazola, Oliver Villarreal, Javier Ticona, Marco Vargas, Max Tintaya, Javier Condori, por la amistad sincera y apoyo constante, durante mi vida universitaria en la **Facultad de Agronomía**.

## INDICE GENERAL

	<b>Págs.</b>
Agradecimientos.....	i
Índice General.....	ii
Índice de Figuras.....	vi
Índice de Cuadros.....	vi
Índice de Gráficas.....	vii
Índice de Anexos.....	vii
Resumen.....	ix
<b>I. INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivo general.....	2
1.2 Objetivos específicos.....	2
<b>II. REVISION BIBLIOGRAFICA.....</b>	<b>3</b>
2.1 Producción del cerdo-carne.....	3
2.2 Fases de desarrollo del cerdo.....	4
2.2.1 Fase de inicio.....	4
2.3 Importancia del consumo de alimento.....	5
2.4 Adaptación al consumo de alimento.....	6
2.5 Desarrollo enzimático del lechón.....	6
2.6 Capacidad de acidificación.....	7
2.7 Reducción en la capacidad de absorción de nutrientes.....	8
2.8 Sistema inmunológico.....	8
2.9 Enfermedades digestivas al destete.....	9
2.9.1 Colibacilosis post-destete.....	10
2.9.2 Clostridios.....	10
2.9.3 Virus.....	11
2.10 Energía.....	11

2.11	Proteína.....	12
2.12	Aminoácidos.....	13
2.13	Vitaminas.....	14
2.14	Minerales.....	15
2.15	Agua.....	16
2.16	Harina de pescado.....	16
2.17	Sustituto lácteo.....	17
2.18	Pellets.....	18
2.19	Características de los cerdos de la línea Pic - Camborough 22.....	19
2.19.1	Origen e historia.....	19
2.19.2	Historia de la selección.....	19
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>21</b>
3.1	Localización.....	21
3.2	Ubicación geográfica.....	21
3.3	Descripción agroecológica.....	22
3.3.1	Fisiografía.....	22
3.3.2	Clima.....	22
3.4	Descripción de la granja porcicola “Pig Nic”.....	22
3.5	Materiales.....	23
3.5.1	Material biológico.....	23
3.5.2	Insumos alimenticios.....	23
3.5.2.1	Sustituto lácteo.....	23
3.5.2.2	Harina de Pescado.....	24
3.5.2.3	Pellets - Provilat super prestarter.....	24
3.5.3	Otros insumos.....	24
3.5.4	Material de campo.....	24
3.5.5	Insumos veterinarios.....	25
3.5.6	Material de escritorio.....	25
3.6	Método.....	25

3.6.1	Preparación de la instalación de experimentación.....	25
3.6.2	Limpieza de los ambientes.....	25
3.6.3	Adaptación de los lechones al experimento.....	26
3.6.3.1	Selección de reproductoras.....	26
3.6.3.2	Gestación.....	26
3.6.3.3	Parto.....	27
3.6.3.4	Manejo post-parto.....	27
3.6.3.5	Selección de lechones.....	28
3.6.4	Raciones alimenticias.....	28
3.6.5	Suministro de alimento.....	29
3.6.6	Manejo de temperatura ambiente.....	29
3.6.7	Plan sanitario.....	30
3.7	Diseño experimental.....	30
3.8	Croquis del experimento.....	31
3.9	Factores de estudio.....	32
3.9.1	Tratamientos.....	32
3.10	Variables de respuesta.....	32
3.10.1	Peso vivo final.....	32
3.10.2	Consumo de alimento.....	32
3.10.3	Calculo del tiempo en días para alcanzar 15 Kg. de peso vivo.....	33
3.10.4	Ganancia de peso.....	34
3.10.5	Ganancia media diaria.....	34
3.10.6	Conversión alimenticia.....	35
3.10.7	Eficiencia alimenticia.....	35
3.10.8	Porcentaje de incidencia de diarrea.....	35
3.11	Análisis económico.....	36
3.11.1	Costos de producción.....	36
3.11.2	Beneficio neto.....	36

<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>37</b>
4.1 Peso vivo final.....	37
4.2 Consumo de alimento.....	41
4.3 Calculo del tiempo en días para alcanzar 15 Kg. de peso vivo.....	44
4.4 Ganancia de peso.....	47
4.5 Ganancia media diaria.....	51
4.6 Conversión alimenticia.....	55
4.7 Eficiencia alimenticia.....	58
4.8 Porcentaje de incidencia de diarrea.....	61
4.9 Análisis económico.....	62
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>66</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>68</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>75</b>



## CONTENIDO DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b> Cerdos Pic - Camborough 22.....	20
<b>Figura 3.2</b> Mapa de Cochabamba – Localización de Sacaba.....	21
<b>Figura 3.3</b> Distribución del espacio experimental.....	31

## CONTENIDO DE CUADROS

<b>Cuadro 2.1</b> Países productores de carne porcina 2001/2006 en miles de toneladas.....	3
<b>Cuadro 2.2</b> Número de cabezas de ganado porcino en Bolivia.....	3
<b>Cuadro 2.3</b> Necesidades energéticas de los lechones.....	11
<b>Cuadro 2.4</b> Principales fuentes de proteína utilizadas en piensos para lechones.....	13
<b>Cuadro 2.5</b> Necesidades aminoácídicas de lechones.....	14
<b>Cuadro 2.6</b> Mejora genética por año (media de los últimos 8 años).....	19
<b>Cuadro 3.7</b> Datos climáticos de Sacaba – Cochabamba.....	22
<b>Cuadro 3.8</b> Tratamientos del experimento.....	32
<b>Cuadro 4.9</b> Analizas de varianza de peso vivo final en Kg.....	37
<b>Cuadro 4.10</b> Prueba de Duncan de peso vivo final.....	38
<b>Cuadro 4.11</b> Analizas de varianza del tiempo en días para alcanzar 15 Kg. de peso vivo.....	44
<b>Cuadro 4.12</b> Prueba de Duncan de del tiempo en días para alcanzar 15 Kg. de peso vivo.....	45
<b>Cuadro 4.13</b> Analizas de varianza de ganancia de peso en Kg.....	47
<b>Cuadro 4.14</b> Prueba de Duncan de ganancia de peso (Kg.).....	48
<b>Cuadro 4.15</b> Analizas de varianza de ganancia media diaria (Kg./día).....	51
<b>Cuadro 4.16</b> Prueba de Duncan de ganancia media diaria (Kg./día).....	52
<b>Cuadro 4.17</b> Analizas de varianza de conversión alimenticia.....	55
<b>Cuadro 4.18</b> Prueba de Duncan de conversión alimenticia.....	56

<b>Cuadro 4.19</b>	Analizas de varianza de eficiencia alimenticia (%).....	58
<b>Cuadro 4.20</b>	Prueba de Duncan de eficiencia alimenticia (%).....	59
<b>Cuadro 4.21</b>	Porcentaje de incidencia de diarrea (%) por tratamiento.....	61
<b>Cuadro 4.22</b>	Costos de producción (Bs.) de las raciones experimentales..	63
<b>Cuadro 4.23</b>	Ingresos (Bs.) de las raciones en estudio.....	64
<b>Cuadro 4.24</b>	Evaluación económica mediante el indicador Beneficio costo.....	64

## CONTENIDO DE GRAFICAS

<b>Gráfica 4.1</b>	Promedio de peso vivos semanales.....	40
<b>Gráfica 4.2</b>	Promedio de consumo de alimento semanal por tratamiento...	41
<b>Gráfica 4.3</b>	Consumo de alimento (Kg./día) por tratamiento.....	43
<b>Gráfica 4.4</b>	Promedios semanales de ganancia de peso (Kg.).....	50
<b>Gráfica 4.5</b>	Promedios de ganancia media diaria semanal.....	54
<b>Gráfica 4.6</b>	Promedios de conversión alimenticia por tratamiento.....	57
<b>Gráfica 4.7</b>	Promedios de eficiencia alimenticia por tratamiento.....	60

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b>	Ración testigo con sustituto lácteo (10%).....	76
<b>Anexo 2.</b>	Contenido de aminoácidos de la ración testigo.....	76
<b>Anexo 3.</b>	Ración experimental con harina de pescado (3%).....	77
<b>Anexo 4.</b>	Contenido de aminoácidos de la ración con harina de pescado	77
<b>Anexo 5.</b>	Composición química de Bigolac.....	78
<b>Anexo 6.</b>	Composición nutricional de los pellets.....	78
<b>Anexo 7.</b>	Análisis bromatológico de la harina de pescado.....	79
<b>Anexo 8.</b>	Costo de la ración Testigo (Bs.).....	79
<b>Anexo 9.</b>	Costo de la ración peletizada (Bs.).....	79
<b>Anexo 10.</b>	Costo de la ración con harina de pescado (Bs.).....	80
<b>Anexo 11.</b>	Pesos al nacimiento (Kg.) lechones del experimento.....	80

<b>Anexo 12.</b>	Pesos iniciales de los lechones del experimento.....	80
<b>Anexo 13.</b>	Registro de datos semanales.....	81
<b>Anexo 14.</b>	Pesos vivos finales (Kg.).....	82
<b>Anexo 15.</b>	Consumo de alimento por tratamiento (Kg.).....	82
<b>Anexo 16.</b>	Tiempo en días para alcanzar 15 Kg. de peso vivo por tratamiento.....	82
<b>Anexo 17.</b>	Ganancia de peso en Kg. por tratamiento.....	83
<b>Anexo 18.</b>	Ganancia media diaria (Kg. /día) por tratamiento.....	83
<b>Anexo 19.</b>	Conversión alimenticia (Kg. /Kg. PV) por tratamiento.....	83
<b>Anexo 20.</b>	Eficiencia alimenticia (%) por tratamiento.....	84
<b>Anexo 21.</b>	Grafica Peso vivo vs. Tiempo – Ración Testigo.....	84
<b>Anexo 22.</b>	Grafica Peso vivo vs. Tiempo – Ración con Harina de Pescado.....	85
<b>Anexo 23.</b>	Grafica Peso vivo vs. Tiempo – Ración Peletizada.....	85
<b>Anexo 24.</b>	Croquis de campo.....	87
<b>Anexo 25.</b>	Galpón de maternidad.....	86
<b>Anexo 26.</b>	Alimento Peletizado.....	87
<b>Anexo 27.</b>	Sustituto Lácteo – Bigolac.....	87
<b>Anexo 28.</b>	Bebedero tipo chupón y Comedero portátil.....	88
<b>Anexo 29.</b>	Lechones en el experimento.....	88
<b>Anexo 30.</b>	Lechón con características ideales.....	89
<b>Anexo 31.</b>	Granja porcicola “Pig Nic”.....	89

## RESUMEN

La alimentación y velocidad de crecimiento de los lechones desde el destete hasta los 8 -10 semanas de vida del lechón recién destetado, son aspectos críticos en la explotación porcina por su efecto significativo sobre el rendimiento futuro de los cerdos y la rentabilidad de las granjas.

El objetivo principal del presente trabajo es evaluar el efecto de tres raciones de pre-inicio al cabo de 35 días post destete, sobre la productividad de los lechones.

Para la experimentación se utilizó 3 raciones alimenticias: dieta testigo en base a un sustituto lácteo (Bigolac), ración con 3% de harina de pescado y una ración peletizada (Provilat super pre - starter).

El trabajo de Investigación se desarrollo en el Departamento de Cochabamba, localidad Sacaba, en la granja porcicola "Pig Nic".

El diseño experimental utilizado fue el diseño completamente al azar con dos factores, ración y sexo. Se utilizo 24 lechones, 12 machos castrados y 12 hembras distribuidos en 6 tratamientos con cuatro repeticiones.

El análisis de datos se efectuó a través del paquete estadístico Sas System v6.12, obteniéndose los siguientes resultados:

El factor ración presentó diferencias significativas para todas las variables de respuesta.

El factor sexo y la interacción ración\*sexo no presentaron diferencias, por lo tanto, ambos factores actúan en forma independiente.

La ración con harina de pescado y los pellets resultaron ser superiores y tienen efectos similares sobre peso vivo, consumo de alimento, número de días a 15 Kg. de peso vivo, ganancia de peso, ganancia media diaria, conversión alimenticia y eficiencia alimenticia respecto a la ración testigo.

Sobre la incidencia de diarrea, el efecto de la ración peletizada es superior a las demás dietas experimentales.

El análisis económico, reflejan que el uso de la ración con harina de pescado proporciona mayor beneficio en relación al Beneficio/Costo y costo de producción.

Por otro lado en base a resultados obtenidos, no se recomienda el uso de la ración peletizada en la alimentación de lechones. Su costo elevado y falta de rentabilidad son inadecuados en la producción porcina.

## **ABSTRACT**

The feeding and speed of growth of the pigs from the weaning until the 8 -10 weeks of life of the recently weaned pig, they are critical aspects in the swinish exploitation for their significant effect on the future yield of the pigs and the profitability of the farms.

The main objective of the present work is to evaluate the effect of three pre-beginning portions after 35 days post weaning, about the productivity of the pigs.

For the experimentation it was used 3 nutritious diets: diet witness based on a milky substitute (Bigolac), diet with 3% of fish flour and pellets (Provilat super pre-starter).

The work of Investigation you development in the Department of Cochabamba, town Sacaba out, in the farm porcicola Pig Nic."

The used experimental design was the design totally at random with two factors, portion and sex. You uses 24 pigs, 12 castrated males and 12 females distributed in 6 treatments with four repetitions.

The analysis of data was made through the statistical package Sas System v6.12, being obtained the following results:

The factor diet presented significant differences for all the answer variables.

The factor sex and the interaction diet\*sex didn't present differences, therefore, both factors act in independent form.

The diet with fish flour and the pellets turned out to be superior and they have similar effects on weight I live, I consummate of food, I number from days to 15 Kg. of weight I live, gain of weight, daily half gain, nutritious conversion and nutritious efficiency regarding the diets witness.

About the incidence of diarrhea, the effect of the pellets is superior to the other experimental diets.

The economic analysis, they reflect that the use of the diet with fish flour provides bigger benefit in relation to the Benefit/Cost and production cost.

On the other hand based on obtained results, the use of the pellets is not recommended in the feeding of pigs. Their high cost and lack of profitability are inadequate in the swinish production.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Las necesidades crecientes de la humanidad en cuanto a proteína animal demanda año tras año mayor cantidad y calidad de alimento de origen animal.

En la alimentación humana, el valor de la proteína depende de su riqueza en aminoácidos esenciales, dicho requisito es subsanado por la carne de cerdo que presenta esa cualidad positiva.

El cerdo es un animal omnívoro, de rápido crecimiento, con características de docilidad, prolificidad y alto rendimiento. Posee una elevada capacidad digestiva y asimilación de nutrientes, gracias a la cual aprovecha la mayoría de los alimentos y los transforma en carne comestible.

Desde el punto de vista del aprovechamiento industrial, el rendimiento a la canal es más del 74% del peso vivo, dicho rendimiento supera a cualquier especie domestica.

Los enormes adelantos logrados en la cría de la especie porcina, principalmente en la alimentación y nutrición, han aumentado la eficiencia de la producción porcina.

Sin embargo el éxito o fracaso de la cría de porcinos, esta determinado principalmente por la transición de los lechones, de la leche materna a raciones secas, sin producir muertes por trastornos digestivos o afectar el crecimiento.

La muerte de lechones significa kilogramos de ración perdidos, es decir gasto realizado en la alimentación, lo que se refleja inmediatamente en el costo de producción.

Ante está situación, el propósito de la presente investigación es la búsqueda de alternativas de alimentación con beneficios económicos, baja mortalidad por desordenes intestinales y mayor efecto en la productividad de cerdos en crecimiento.

## **1.1 OBJETIVO GENERAL**

- Ø Evaluar el efecto de tres raciones en el primer periodo de crecimiento (pre-inicio) de lechones de la línea Pic - Camborough 22.

## **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Ø Cuantificar el efecto de cada dieta en los índices de producción.
- Ø Identificar la ración que permita a lechones alcanzar 15 Kg. de peso vivo en el menor periodo de tiempo.
- Ø Identificar la ración con menor incidencia de desordenes gastrointestinales (Diarreas).
- Ø Determinar y comparar los beneficios y costos parciales de las tres raciones del experimento

## II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

### 2.1 PRODUCCIÓN DEL CERDO - CARNE

El objetivo principal de las explotaciones porcinas es la producción de carne para el consumo humano. La carne de cerdo es una valiosa fuente de proteína, energía, vitaminas y minerales. Por sí sola, la carne de cerdo representa alrededor de 40% de la carne de consumo humano. (Pomar, 1995).

Dadas sus características de animal omnívoro, la producción porcina se extiende a casi todos los países del mundo. (Pomar, 1995).

**Cuadro 2.1 Países productores de carne porcina – 2001/2006 en miles de toneladas**

Años	2001	2002	2003	2004	2005	2006
China	41.845	43.266	45.186	47.016	49.685	52.000
U.E.	20.427	20.938	21.150	21.192	21.200	21.520
EE.UU.	8.691	8.929	9.056	9.312	9.392	9.632
Brasil	2.230	2.565	2.560	2.600	2.800	2.775
Canadá	1.731	1.854	1.882	1.936	1.915	1.910
Rusia	1.560	1.630	1.710	1.725	1.755	1.785
<b>Total</b>	<b>83.881</b>	<b>86.802</b>	<b>89.231</b>	<b>91.393</b>	<b>94.202</b>	<b>97.207</b>

Fuente: USDA- FAS, 2006

**Cuadro 2.2 Número de cabezas de ganado porcino en Bolivia**

DESCRIPCIÓN	2005	2006
Machos	1,073,748.00	1,114,044.00
Hembras	1,316,345.00	1,374,443.00
<b>TOTAL</b>	<b>2,390,093.00</b>	<b>2,488,487.00</b>

Fuente: INE, 2006



El fin de la explotación es obtener un cerdo de tamaño medio, que alcance a los seis meses de edad un peso de 100 kilogramos. El cerdo-carne a los seis meses pesa por lo menos 100 Kg. y ha consumido, como máximo 350 Kg. de ración. Es decir implica un animal joven, con alta velocidad en el aumento de peso y excelente conversión alimenticia. (Flores y Agraz, 1993).

Si la conversión del cerdo-carne es buena, obviamente su costo de producción será menor. Solamente el cerdo sacrificado antes que supere los 100 Kg. rinde beneficios, porque a medida que aumenta de peso su conversión alimenticia disminuye de tal forma que la crianza comienza a ser antieconómica. (Pomar, 1995).

La mejora de la producción de carne de cerdo para el mercado es la única función del cerdo, y la consideración primordial de su explotación, es la obtención de un mayor beneficio económico para el ganadero. (Flores y Agraz, 1993).

## **2.2 FASES DE DESARROLLO DEL CERDO**

Bundy (1992), menciona los siguientes periodos de desarrollo del cerdo: Periodo de preiniciación, periodo de arranque o iniciación, periodo de crecimiento y periodo de engorde.

### **2.2.1 FASE DE INICIO**

Es una fase de la vida del cerdo de gran importancia, pues de ella depende prácticamente la buena conformación y desarrollo de los animales. En lo que a peso se refiere el periodo de iniciación es de los 5 a los 12 kilos, cuando ya se ha efectuado el destete. (Flores y Agraz, 1993).

Según Bundy (1992), el periodo de iniciación suele comenzar cuando los lechones tienen unas tres semanas de edad, y finaliza hacia la edad de 6 o 7 semanas.

### 2.3 IMPORTANCIA DEL CONSUMO DE ALIMENTO

El cambio de la leche materna al pienso suele ser dramática para el lechón, teniendo como resultado una baja apetencia y una baja o negativa tasa de crecimiento. (Danielsen, 1998).

El consumo de alimentos es extremadamente importante desde el punto de vista de la salud intestinal. En el caso del intestino, más ejercicio equivale a más consumo de alimento. (Touchette y Allee, 1998).

Ofrecer alimento sólido al lechón antes del destete, asegura un crecimiento razonable y un peso aceptable al destete. (English, 1995).

Por tanto, el consumo conduce a un mayor crecimiento de la mucosa intestinal, mientras que en los períodos de consumo reducido, como ocurre después del destete, la mucosa se atrofia. (Touchette y Allee, 1998).

Es crítico que los lechones empiecen a consumir pienso seco después del destete tan pronto como sea posible. Por tanto cualquier producto que mejore la ingestión de alimento después del destete puede mejorar indirectamente la morfología intestinal. (Flores y Agraz, 1993).

Según Cañas (1995), el lechón inicia su consumo de materia seca a los 15 días de vida y será destetado alrededor de los 26 días y este concentrado lo consume mientras este lactando, por lo tanto su aporte nutritivo es de menor importancia.

Lo importante de la ración iniciadora es palatabilidad e higiene, por lo que debe estar libre de bacterias como *Echerichia coli*, *Salmonella* y *Pasteurelas* que son la principal causa de diarreas. (Cañas, 1995).

## **2.4 ADAPTACIÓN AL CONSUMO DE ALIMENTO**

La precocidad en aprovechar la alimentación para abreviar la lactancia, es decisiva, se puede realizar a la semana de edad; se busca con ello, preparar a los lechones para el destete que es la etapa crítica. (Flores y Agraz, 1993).

Según Cañas (1995), el lechón inicia su consumo de materia seca alrededor de los 15 días de vida, este concentrado lo consume mientras este lactando, por lo tanto su aporte es de menor importancia. Lo importante de esta ración es su palatabilidad e higiene, debe estar libre de bacterias causantes de diarreas.

English (1992), argumenta que si el lechón consume grandes cantidades de la dieta temprana, el sistema inmunológico será tolerante a cualquier antígeno alimenticio, por el contrario si el consumo es mínimo, el sistema inmunológico es aislado y la respuesta puede ser muy dañina, tal daño puede tomar la forma de atrofia de las vellosidades del revestimiento de la pared intestinal, lo que resulta en una mala absorción de los alimentos y complicaciones con infecciones entéricas.

La capacidad de ingestión es muy limitada en los primeros días post destete, siendo frecuente la pérdida de peso en este periodo. El factor clave que limita la capacidad de ingesta es la digestibilidad del pienso. (Tolplis y Tibble, 1997).

## **2.5 DESARROLLO ENZIMÁTICO DEL LECHÓN.**

Según Flores y Agraz (1993), del nacimiento hasta las cuatro semanas de vida, las enzimas del lechón tienen la habilidad de digerir la caseína (proteína), lactosa (azúcar) y grasas de la leche.

Aproximadamente hasta los 21 ó 28 días de edad su sistema digestivo no produce cantidades apreciables de lipasas, amilasas y otras enzimas que degradan los nutrientes contenidos en materias primas de origen vegetal. (Makkink, 1994).

El desarrollo enzimático del páncreas en el lechón queda completo a las 8 semanas de vida, sin embargo a las 4 o 5 semanas ya está desarrollado para soportar el destete. (Jensen *et. al*, 1998)

## 2.6 CAPACIDAD DE ACIDIFICACIÓN

La acidez en el proceso de digestión cumple un papel relevante, los cuales son:

- Cataliza la transformación de pepsinógeno (inactivo) a pepsina (activa) en un pH óptimo de 2.
- Produce una precipitación de la proteína, lo que permite la actividad de la pepsina, por lo tanto la producción de péptidos
- Asimismo, el ácido proveniente del estómago es el estimulante primario de la secreción pancreática de bicarbonato. (Lucta, 2004).

La producción de ácido clorhídrico en lechones destetados precozmente es insuficiente para mantener una acidez gástrica similar a la de cerdos adultos. Este aumento en el pH reduce la actividad del pepsinógeno que es responsable del inicio de la digestión de la proteína en el estómago. La menor digestibilidad de la proteína y el mayor pH gástrico pueden conducir a una proliferación de bacterias potencialmente patógenas tales como *Echerichia coli*. (Touchette y Allee, 1999).

Hay dos estrategias principales para reducir el pH gástrico en lechones. En primer lugar, la lactosa incluida en la dieta no sólo es mejor digerida por la alta actividad de la lactasa, sino que también es un sustrato para los lactobacilos, lo que reduce el pH como resultado de los productos de la fermentación. En segundo lugar, acidificantes tales como el ácido cítrico, fumárico, fórmico y propiónico pueden añadirse a la dieta de lechones. (Touchette y Allee, 1999).

## **2.7 REDUCCIÓN EN LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE NUTRIENTES**

Campabadal y Navarro (1994), mencionan que la absorción de nutrientes del intestino delgado ocurre a través de numerosas vellosidades microscópicas que cubren el intestino delgado.

Según Pluske *et. al*, (1998), previo al destete, las vellosidades intestinales son largas, bien estructuradas y muy eficientes en la absorción de nutrientes. Sin embargo, en el momento del destete, su longitud se reduce casi a mitad y aumenta la profundidad de las criptas. Asimismo el área de absorción del intestino delgado se reduce y aparece una mayor proporción de enterocitos inmaduros en los extremos de las vellosidades. (Pluske *et. al*, 1998).

En este sentido las dietas para lechones deben ser de alta digestibilidad para evitar la llegada de un exceso de sustrato fermentable al intestino grueso y deben ir exentas de sustancias que puedan agravar este hecho tales como la glicina contenidas en la harina de soya. (Pluske *et. al*, 1998).

## **2.8 SISTEMA INMUNOLÓGICO**

Inman y Bailey (2006), señalan que el sistema inmunitario del lechón no está totalmente desarrollado hasta las 8 semanas después del nacimiento, es así que la exposición a nuevos patógenos y antígenos inocuos durante este período de tiempo podría dar lugar a respuestas ineficaces a los patógenos o bien a perjudicar las respuestas inmunitarias al alimento.

El calostro y la leche proporcionan cierta protección durante este primer período. Sin embargo, esta protección se restringe bruscamente en los lechones que son destetados a una edad precoz en que el sistema inmunitario está todavía sin desarrollarse completamente. (Inman y Bailey, 2006).

La capacidad del sistema inmunitario del lechón para funcionar eficazmente depende no sólo de la presencia de un número suficiente de células inmunitarias, sino también de la capacidad de estas células para distinguir entre antígenos patogénicos y no patogénicos. (Inman y Bailey, 2006).

Según English (1995), argumenta que si el lechón consume grandes cantidades de la dieta temprana, el sistema inmunológico será tolerante a cualquier antígeno alimenticio, si el consumo es de pequeñas cantidades de esta dieta entonces el sistema inmunológico es aislado y la respuesta puede ser muy dañina.

El mismo autor señala que el daño puede tomar la forma de atrofia de las vellosidades en forma de dedo del revestimiento de la pared intestinal, lo que resulta en una mala absorción de los alimentos y complicaciones con infecciones entéricas.

## **2.9 ENFERMEDADES DIGESTIVAS AL DESTETE**

Las enfermedades del tracto gastrointestinal en lechones recién destetados acaban en diarrea de una manera o de otra. Estas enfermedades pueden estar asociadas con la colonización y proliferación de bacterias, virus o parásitos intestinales, o con un desequilibrio nutricional causante de irritación. (FEDNA, 1999)

La diarrea tiene lugar principalmente a causa de la inflamación del tracto intestinal, o debido a la interrupción de los procesos de absorción y secreción de las células que recubren el epitelio del tracto digestivo, también a desórdenes de la motilidad intestinal. (Liebler -Tenorio *et. al*, 1999).

La diarrea se manifiesta como un aumento del contenido en agua de las heces, con un incremento diario de la deposición de los mismos. Se hace visualmente reconocible cuando el contenido en agua de las heces supera alrededor del 80%. (Pluske *et. al*, 2002).

Danielsen (2005), menciona que en problemas de diarreas postdestete, una buena estrategia es la restricción de alimento, generalmente la incidencia de diarrea termina transcurridos 10 a 12 días, periodo tras el cual se puede practicar la alimentación *ad limitum*.

Las bacterias que se han asociado con enfermedades diarreicas tras el destete incluyen *Escherichia coli* (colibacilosis post destete) y especies del género *Salmonella*, en particular *Salmonella enterica serovar*. (Pluske *et. al*, 2002).

### **2.9.1 COLIBACILOSIS POSTDESTETE**

Para Mackinnon (1998) y Bertschinger (1999), la colibacilosis post destete se caracteriza por diarrea, deshidratación, pérdida de peso, acidosis metabólica, cambios en el pelaje y temblores.

Bertschinger (1999), señala que las infecciones duran entre 4 y 14 días, se contagian principalmente por vía fecal oral, pero también por aerosoles. En ausencia de un tratamiento específico con antibióticos y/o soluciones de electrolitos, el animal muere.

### **2.9.2 CLOSTRIDIOS**

Hay 2 géneros de clostridios que pueden estar implicados en las diarreas neonatales: *Clostridium perfringens* al que se le atribuye la enteritis necrótica del lechón, el diagnóstico resulta más fácil por la observación de las lesiones provocadas al nivel del intestino delgado y la emisión de heces. (Le Guennec, 2005).

El mismo autor argumenta que el genero *Clostridium difficile* ocasiona lesiones de tiflocolitis, muchas veces asociadas con edema grave de mesocolon. En la necropsia de lechones con diarrea frecuentemente se observan la toxina de *Clostridium difficile*, que indica que podría ser un agente patógeno importante en las diarreas neonatales.

### 2.9.3 VIRUS

Los virus no son una causa de mortalidad importante inmediatamente después del destete. Los rotavirus y coronavirus (gastroenteritis transmisible, diarrea epidémica porcina) pueden proliferar en el intestino delgado tras el destete, pero son un problema más habitual en lechones lactantes más jóvenes. (Will *et. al*, 1994).

### 2.10 ENERGÍA

La energía es el combustible que el alimento aporta al cuerpo del animal. Es necesario para mantener las funciones vitales del cuerpo como mantenimiento, crecimiento y producción. (Church y Pond, 1990).

Los requerimientos están influenciados por el crecimiento, producción, trabajo corporal, edad, sexo, especie y medio ambiente. (Flores y Agraz, 1993).

**Cuadro 2.3 Necesidades energéticas de los lechones**

<b>Edad, semanas</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>Peso vivo (Kg.)</b>	<b>6.0</b>	<b>7.5</b>	<b>9.0</b>	<b>12.0</b>	<b>16.0</b>
Energía Metabolizable Kcal./kg.	3.321	3.343	3.296	3.248	3.200

*Fuente: Danielsen, 1998*

La energía puede ser proporcionada por fuentes de grasa, carbohidratos y proteínas, sin embargo la utilización de estas fuentes dependerá de su naturaleza, del desarrollo del sistema digestivo y proporción de éstas en la dieta. (Campabadal y Navarro, 1994).

En la primera etapa productiva del cerdo, las fuentes de energía deben ser cereales procesados (avena, maíz o sorgo), mediante procesos de extrusión. (Hancock, 1995).



## 2.11 PROTEÍNA

Las proteínas son compuestos orgánicos complejos, de alto peso molecular, contiene 50 a 55% de carbono 6.0 a 7.3% de hidrógeno y 19 a 24% de oxígeno pero, además contiene 13 a 14% de nitrógeno y generalmente 0.4% de azufre. (Mc Donald, 1993).

El valor nutritivo de la proteína de un alimento depende de su composición en aminoácidos, de su digestibilidad y de su disponibilidad. No todos los aminoácidos contenidos en la proteína de los alimentos son hidrolizados y absorbidos en el intestino. (Cromwell, 1998).

El mismo autor señala que la proteína digestible representa la fracción de la proteína del alimento que ha sido absorbida, o de forma más precisa y según el método de medida, que ha desaparecido del intestino delgado.

Los lechones son especialmente sensibles a la cantidad y a la calidad de la proteína de la dieta básicamente por cuatro razones:

- Los requerimientos con relación a la energía a estas edades son muy altos.
- El riesgo de procesos entéricos por la presencia en el intestino grueso de proteína sin digerir es muy alto, por lo que la proteína debe ser de alta calidad y muy digestible
- La capacidad de ingestión del lechón es muy limitada, por lo que, para conseguir unas buenas tasas de retención de proteína, son necesarias fuentes proteicas de palatabilidad adecuada con digestibilidades muy altas y bien balanceadas (proteína ideal). (FEDNA, 1999).

**Cuadro 2.4 Principales fuentes proteicas utilizadas en piensos para lechones**

	Harina de pescado			Haba soja extrusionada		
ED3, Kcal./Kg.	4.200			4.200		
EN3, Kcal./Kg.	2.370			3.100		
	Valor %	CD2, %	I.R.	Valor %	CD, %	I.R.
Proteína	72,0	88		36,3	85	
Lisina	7,77	88	100	6,50	85	100
Metionina	2,91	90	37,4	1,40	84	21,5
Met.+Cis.	3,78	86	48,6	2,90	80	44,6
Treonina	4,24	90	54,5	4,00	79	61,5
Triptófano	1,04	90	13,3	1,30	80	20,0
	Concentrado soja			Harina de sangre		
ED3, Kcal./Kg.	3.750			3.400		
EN3, Kcal./Kg.	2.060			1.920		
	Valor %	CD %	I.R.	Valor, %	CD, %	I.R.
Proteína	67,0	88		86,3	85	
Lisina	6,50	88	100	9,20	90	100
Metionina	1,40	89	21,5	1,18	86	12,8
Met.+Cis.	2,90	87	44,6	2,29	82	24,8
Treonina	4,00	88	61,5	4,17	85	45,3
Triptófano	1,30	87	20,0	1,22	86	13,2

(FEDNA, 1999).

1 Relativo al porcentaje de lisina (100%).

2 Coeficiente de digestibilidad.

3 ED: Energía digestible; EN: energía neta.

## 2.12 ANIMOACIDOS

El equilibrio en aminoácidos es fundamental para obtener los mayores consumos de pienso, y en consecuencia los mejores resultados zootécnicos. (Lizaso, 1995)

Los cerdos no tienen la capacidad de almacenar el excedente de aminoácidos para un uso posterior. Es necesario que los animales reciban todos los aminoácidos indispensables al mismo tiempo, ya que para la síntesis de los tejidos proteicos es necesario la presencia simultanea de todos ellos. (Flores y Agraz, 1993).

Las necesidades nutritivas en aminoácidos pueden suplirse mediante la, utilización de un alto nivel proteico, pero esto debería evitarse dado que un exceso de proteína

aumenta la incidencia de diarreas y reduce la utilización de la proteína. Por tanto, es recomendable cubrir las necesidades en aminoácidos con un nivel de proteína lo más bajo posible. (Danielsen, 1998).

**Cuadro 2.5 Necesidades aminoacídicas de lechones**

Edad, semanas	3	4	5	6	7
Peso vivo, Kg. (aprox.)	6,0	7,5	9,0	12,0	16,0
Aminoácidos digestibles, gr./Kg.					
Lisina	12,5	12,2	11,8	11,4	11,0
Metionina	3,9	3,8	3,6	3,5	3,3
Metionina + cistina	6,6	6,4	6,2	6,0	5,7
Treonina	7,2	7,0	6,7	6,4	6,2
Triptófano	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7
Isoleucina	7,3	7,0	6,8	6,6	6,4
Leucina	13,8	13,3	12,9	12,5	12,1
Histidina	4,1	3,9	3,7	3,6	3,5
Fenilalanina	6,8	6,6	6,4	6,2	6,1
Fenilalanina + tirosina	13,8	13,3	12,9	12,5	12,1
Valina	9,0	8,7	8,5	8,2	7,9

*Fuente: Danielsen, 1998*

### 2.13 VITAMINAS

Las vitaminas se definen como compuestos orgánicos, necesarios en pequeñas cantidades; para el normal crecimiento y mantenimiento de la vida animal. La deficiencia prolongada en la ración, determina alteraciones metabólicas y la correspondiente enfermedad carencial. (Mc Donald, 1993).

Las vitaminas se clasifican en dos grupos; aquellas solubles en agua (Complejo B y vitamina C) y las solubles en lípidos (A, D, E, K). Las primeras no son almacenadas en los tejidos, por lo que su presencia en los alimentos debe ser constante, la excepción a esta clasificación es la vitamina B12, las liposolubles se almacenan en el hígado y en otros tejidos. (Shimada, 1991).

Las necesidades de los animales en vitaminas son variables según la especie, edad, alimentación, composición de las sustancias que integran las dietas y el fin zootécnico a que son destinados. (Flores y Agraz, 1993).

Los mismos autores argumentan que como la mayoría de las vitaminas tienen influencia sobre el crecimiento, ya sea en forma directa o indirecta, en general, son mayores las necesidades en las edades tempranas de la vida.

Cline (1991), señala que en raciones prácticas para cerdos en iniciación, se añaden 10 vitaminas (Vitaminas A, D, E, y K, riboflavina, niacina, ácido pantoténico, B12, biotina y ácido fólico).

## **2.14 MINERALES**

Las sustancias minerales se agrupan en tres grupos: Los plásticos que forman parte de las células, tejidos y líquidos orgánicos, Los catalíticos que solo intervienen para acelerar algunas transformaciones orgánicas y los inconstantes que no siempre se encuentran en el organismo. (Flores y Agraz, 1993).

El N.R.C. (1998), presenta los requerimientos para 12 minerales Sin embargo, en raciones prácticas para cerdos en iniciación, se añaden 10 minerales (calcio, fósforo, cloro, sodio, hierro, zinc, manganeso, iodo, selenio y cobre).

Las cantidades en que estos elementos entran en la alimentación animal, son ínfimas comparados con los principios energéticos y proteicos, sin embargo las funciones de algunos son tan manifiestas, que con una ligera deficiencia o mala administración, provoca trastornos graves en las funciones vitales y puede ocasionar la muerte. (Flores y Agraz, 1993).

## **2.15 AGUA**

Propiamente no se le considera como alimento, pero es un elemento indispensable, para el normal desarrollo de los cerdos. (Flores y Agraz, 1993).

El agua funciona en el organismo como solvente en el que se transportan los nutrientes por todo el cuerpo y en el que se excretan los productos de desecho. La mayoría de las reacciones químicas en que intervienen las enzimas tienen lugar en solución y son procesos hidrolíticos. (Mc Donald, 1993).

Todos los experimentos han demostrado que el consumo de agua aumenta a medida que se eleva la temperatura. Sin embargo, a temperaturas muy altas el consumo no sigue subiendo, sino que en algunos casos disminuye. (Flores y Agraz, 1993).

La cantidad diaria que necesitan los cerdos, está de acuerdo con la edad y peso, con la temperatura ambiente y con la clase de alimento que consuman. Las cantidades varían desde un medio litro en animales chicos, hasta 7 o más litros en animales grandes. (Mc Donald, 1993).

## **2.16 HARINA DE PESCADO**

Conjuntamente con la harina de carne y hueso y con los subproductos lácteos, es la fuente proteica de origen animal mas utilizada. Esta harina es la que presenta mejor balance de nutrientes. Sin embargo su calidad depende del procesamiento, constituyentes que se empleen para su elaboración y a las adulteraciones en que puede ser sometida. (Latino editores, 2006).

Rojas *et. al*, (2005), señalan que las harinas de pescado, dependiendo de la especie y si proviene de pescado entero, varían en su composición nutricional, siendo las harinas del Perú elaboradas con pescado entero las de mayor calidad (mayor valor de proteína y menos desperdicios, además de estar libres de salmonella).

Continúan los mismos autores señalando que el nivel de proteína puede variar de 40 a 70 %, los valores de calcio de 5,5 a 8 % y el fósforo entre 2,2 a 3,9 %. El contenido energético depende del nivel de aceite, se reportan valores entre 2,8 a 3,2 Mcal./kg. Por otro lado los contenidos de cenizas van desde 15% hasta 25%, relacionándose este valor con la cantidad de desperdicios (cola, cabezas, etc.) utilizadas.

UCLA (2005), menciona que la harina de pescado es una fuente muy buena de vitaminas ya que la mayoría de las vitaminas liposolubles se pierden con la extracción del aceite, sin embargo es una de las fuentes más ricas de vitamina B<sub>12</sub> y de factores no identificados de crecimiento.

Los factores que limitan su calidad son el nivel de grasa, ceniza, procesamiento y contaminación bacteriana. En relación al contenido de grasa, es necesaria su estabilización con antioxidante para evitar que se peroxide. En cuanto al procesamiento es importante la cantidad y clase de calor que se utilice en su elaboración. (Rojas, *et. al*, 2005).

El nivel de harina de pescado en las raciones determina el sabor del producto animal (carne, huevo), en lechones puede utilizarse hasta 10 % de inclusión. Por el sabor que le imprime a la carne se limita su uso en raciones para animales próximos a salir al mercado (dos semanas) y no se emplea en gallinas ponedoras, por el sabor que obtienen los huevos. (Latino editores, 2006).

## **2.17 SUSTITUTO LÁCTEO**

Los substitutivos de la leche son una manera práctica y eficiente de facilitar el cambio de la leche materna por una ración seca, dando tiempo para el completo desarrollo del sistema digestivo de los lechones. (BAMN, 2001).

Su efecto beneficioso se debe tanto a su fracción hidrocarbonada (lactosa) como a su fracción proteica. La lactosa es una fuente energética fácilmente digestible y muy palatable. Además, es un sustrato específico para los lactobacilos, que pueden

regular la flora intestinal y resultan beneficiosos sobre para la digestión de la proteína al reducir el pH del estómago a través del ácido láctico. (Medel *et. al*, 1999).

Las principales fuentes de proteína utilizadas en la actualidad en la elaboración de sustitutos lácteos provienen de subproductos de la industria de la leche, productos derivados de la soya y productos derivados del pescado. (BAMN, 2001).

González *et. al*, (2003), señalan que el contenido de lactosa de los sustitutos lácteos no debe sobrepasar el 50% (base Materia seca) de incorporación, debido a que existe una alta posibilidad de que parte de ella escape a la degradación enzimática, produciéndose modificaciones osmóticas del contenido intestinal y transformaciones a ácido láctico, que conducen a un cuadro diarreico de origen dietético.

## **2.18 PELLETS**

La peletización es la aglomeración de los alimentos por presión. La mezcla es caramelizada y presionada por una matriz. A medida que sale de la matriz es cortada longitudinalmente, formando cilindros o cubos de diferentes tamaños destinados a distintas especies animales. En este proceso se pueden agregar mezclas minerales vitamínicas e incrementar o modificar los valores energéticos y proteicos de las raciones. (Hancock, 1995).

Continúa el mismo autor señalando que la digestibilidad de la fracción energética es mayor en los pellets, debido a que el proceso de calor destruye parte de la fibra cruda. Estos alimentos aumentan la ganancia diaria de peso y mejoran la eficiencia alimenticia entre un 5.9 y un 7.4%.

Por otra parte el alimento peletizado optimiza el control de alimento concentrado para que no se presente desperdicio lo que aparentemente podría llevar a la conclusión de que son mejor consumidos. (Lizaso, 1995).

## 2.19 CARACTERÍSTICAS DE LOS CERDOS DE LA LÍNEA PIC-CAMBOROUGH 22

### 2.19.1 ORIGEN E HISTORIA

La Camborough 22 es un cruce de un abuelo GP1075 por la abuela GP1050. El GP1075 es una línea blanca sintética, cuyo origen es el Leicoma, un Duroc-Landrace sintético desarrollado en la República democrática de Alemania. (Genus - Pic, 2006).

Los mismos autores señalan que el desarrollo de la línea empezó en 1971 y finalizó en 1978. La abuela GP 1050 es un cruce de (LW x LD), ambas líneas han sido desarrolladas por PIC desde hace más de 40 años.

### 2.19.2 HISTORIA DE LA SELECCIÓN

El objetivo de selección para la abuela 1050 está centrado en la prolificidad y durabilidad, combinado con caracteres de crecimiento, índice de conversión y canal.

El 1075 aporta caracteres que incrementan la longevidad y durabilidad de la cerda. Para ambas líneas, los caracteres que están incluidos en el valor económico son índice de crecimiento, espesor de la grasa dorsal, profundidad de músculo, ingesta media diaria, lechones nacidos vivos, peso al destete, edad a la primera cubrición, intervalo destete-cubrición, robustez estructural y ausencia de defectos hereditarios. (Genus - Pic, 2006)

**Cuadro 2.6 Mejora genética por año (media de los últimos 8 años).**

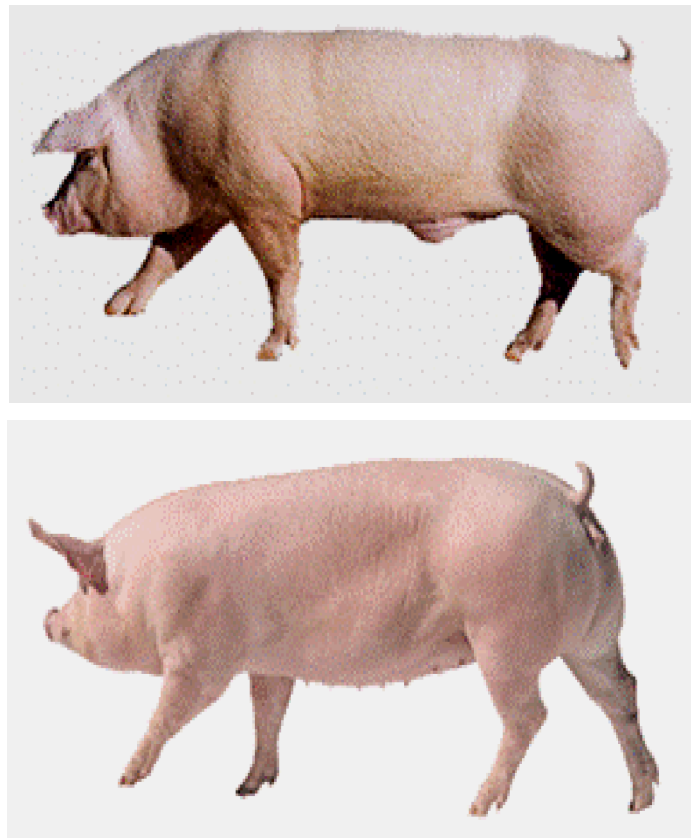
Carácter	Días a matadero	Índice de conversión	Porcentaje de magro %	Tamaño de camada	Total económ.
Camborough 22	-2.2 días	- 0.024	+ 0.30 %	+ 0.09	+ 1.63
Pic337 x C-22	-2.6 días	- 0.024	+ 0.24 %		+ 1.66

*Fuente: Genus - PIC, 2006.*



Las principales características de la Camborough 22 son las siguientes:

- Fácil manejo y buenas características maternas, excelente longevidad y durabilidad (Genus - Pic, 2006).
- Vienen determinados para una función determinada, sea para mejoradores genéticos o terminales (productores de carne). (Gómez, 2002).
- Producen más de 25 destetados por hembra/año. Los lechones pueden ser destetados desde los 18 días de edad con un peso de 12.5 Libras.
- La etapa reproductora de la marrana empieza a los 180 días de edad con peso promedio de 125 a 130 kilos, el verraco comienza su etapa reproductiva a los 7 meses de edad y con un peso de 130 kilos de peso corporal. (Gómez, 2002).

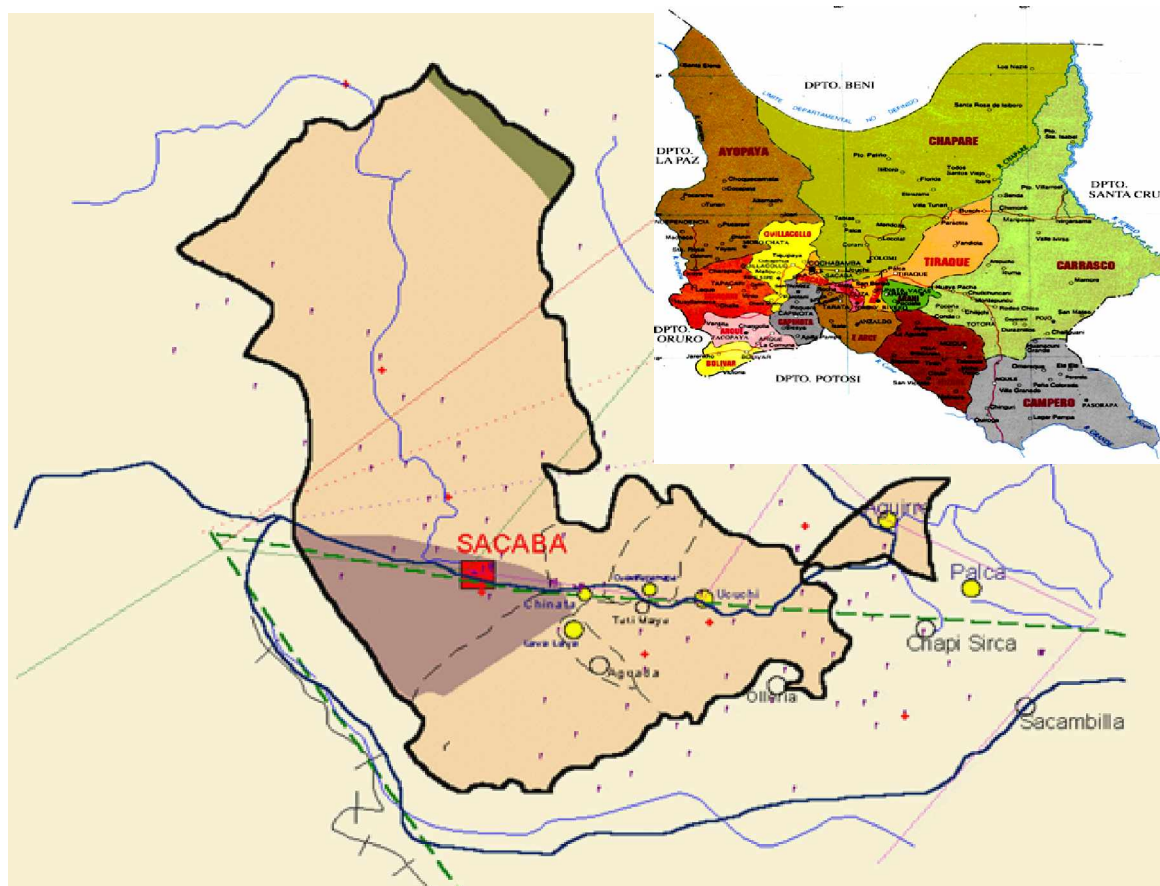


*Fuente: Genus - Pic, 2006*

**Figura 2.1 Cerdos Pic - Camborough 22**

### III. MATERIALES Y METODO

#### 3.1 LOCALIZACION



**Figura 3.2** *Mapa de Cochabamba - Localización de Sacaba*

#### 3.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El presente trabajo de investigación se realizó en la granja “Pig Nic”, propiedad ubicada en la zona Tacopoca de la población de Sacaba capital de la Provincia Chapare del Departamento de Cochabamba.

La granja se encuentra ubicada a 14.5 Km. de la ciudad de Cochabamba, con una ubicación geográfica de 17° 23' latitud sur y 66° 10' longitud oeste y a una altitud de 2618 msnm. (SENAMHI, 2005).

### 3.3 DESCRIPCIÓN AGROECOLOGICA

#### 3.3.1 FISIOGRAFÍA

Esta zona de vida está marcada por una topografía accidentada con valles estrechos y profundos, presenta extensas tierras frágiles, potencialmente adaptadas a la actividad agropecuaria (basada en sistemas productivos mixtos). (MER, 2004).

#### 3.3.2 CLIMA

El municipio de Sacaba se caracteriza por ser valle seco y presenta las siguientes características climáticas (Cuadro 3.7).

**Cuadro 3.7 Datos Climáticos de Sacaba - Cochabamba**

Temperatura Máxima mensual:	30.5 °C.
Temperatura Mínima mensual:	7.3 °C.
Temperatura Media mensual:	18.9 °C
Precipitación Total mensual:	7.1 mm.
Precipitación Total anual:	380 mm.
Media de Velocidad del Viento mensual:	4.73 m/s
Ráfagas Máximas de viento mensual:	29.9

*Fuente: Meteored, 2008*

### 3.4 DESCRIPCIÓN DE LA GRANJA PORCICOLA “PIG NIC”

EL objetivo principal de la granja porcicola Pig Nic, básicamente es la producción de lechones destinados a la venta para granjas de engorde y reproducción. El peso para la comercialización es 15 kilogramos, peso alcanzado en aproximadamente 35 a 40 días.

Los ambientes que presenta la granja son: galpón de maternidad con catres paritorios en piso y parrilla, corrales de gestación y galpón de destete. Asimismo como material genético cuenta con 48 vientres de la línea Camborough 22 y 2 verracos de la línea Pic: mejorador genético y mejorador de la canal (terminador).

El periodo de producción de las hembras y los machos en la granja es de 4 años, en este periodo las hembras tienen aproximadamente de 7 a 8 partos (2 partos/año).

### **3.5 MATERIALES**

#### **3.5.1 MATERIAL BIOLÓGICO**

Para el trabajo de investigación se utilizaron 24 lechones (12 hembras y 12 machos castrados) destetados a los 35 días con un peso promedio entre 7.0 y 7.3 kilogramos de peso vivo, todos de la línea Pic-Camborough 22.

#### **3.5.2 INSUMOS ALIMENTICIOS**

Los principales insumos utilizados las raciones experimentales se caracterizan por presentar altos contenidos de proteína. El sustituto lácteo (Bigolac) fue elaborado en base a proteína vegetal, la harina de pescado contiene proteína de origen animal, finalmente el alimento peletizado fue elaborado con proteína vegetal y animal.

##### **3.5.2.1 SUSTITUTO LÁCTEO**

Sus características principales son: alta concentración nutritiva, alta digestibilidad, fácil mezclado con el alimento y un largo periodo de almacenaje, gracias a su gran calidad bacteriológica y bajo contenido en grasa. (Veterquímica, 2006).

En la ración testigo el sustituto lácteo fue utilizado en una proporción del 10%. La composición nutricional se muestra en el anexo 5.

### **3.5.2.2 HARINA DE PESCADO**

La Harina de Pescado utilizada en la segunda ración en una proporción del 3%, es de tipo "Prime" de procedencia Peruana (Pesca 2004), libre de *Salmonella* e insectos. El análisis bromatológico se muestra en el anexo 7.

### **3.5.2.3 PELLETS PROVILAT SUPER PRE-STARTER**

Alimento completo, peletizado a 2 – 2.5 mm, hecho de excelentes ingredientes, como proteína de la leche, para asegurar una alta digestibilidad y reducir al mínimo los problemas de salud postdestete. (Veterquímica, 2006).

Destinado exclusivamente para el consumo de lechones de 5 días de edad hasta dos semanas después del destete. Antes del destete los lechones deben consumir como mínimo 250 gramos, después de destetados su consumo es libre. (Veterquímica, 2006).

El análisis químico del alimento peletizado se muestra en el anexo 6.

### **3.5.3 OTROS INSUMOS**

- Ø Harina de soya, maíz.
- Ø Vitaminas (Premix) y Minerales
- Ø Piedra Caliza
- Ø Fosfato Bicalcico

### **3.5.4 MATERIAL DE CAMPO**

- Ø Termómetro
- Ø Balanza
- Ø Comederos portátiles
- Ø Bebederos automáticos tipo chupón
- Ø Planilla de registro

### **3.5.5 INSUMOS VETERINARIOS**

- Ø Yodo
- Ø Hierro
- Ø Dimetric (Antibiótico)
- Ø Desparasitante (Ivomec)
- Ø Enro – Floxacina (Antibiótico)
- Ø Vacuna Cólera Porcina (Cepa China)

### **3.5.6 MATERIAL DE ESCRITORIO**

- Ø Computadora personal
- Ø Registros

## **3.6 MÉTODO**

### **3.6.1 PREPARACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE EXPERIMENTACIÓN**

La sala de destete destinado al experimento fue construido exclusivamente para la etapa de inicio de los lechones.

Sus dimensiones son: 7.40 metros de largo por 5.40 metros de ancho dividido en 6 corrales de 2.40 metros por 2.20 metros.

Asimismo se tiene en el ambiente comederos portátiles con 4 divisiones, bebederos automáticos tipo chupón y camas de madera.

### **3.6.2 LIMPIEZA DE LOS AMBIENTES**

La limpieza de los ambientes se realizó con agua, detergente y cloro (Lavandina), posteriormente fueron quemados con ayuda de lanzallamas y fumigados con formol, finalmente fueron encalados para eliminar organismos patógenos.

Para la prevención y control de enfermedades procedentes del exterior, se colocó en la puerta del galpón un recipiente de madera con cal en polvo (pediluvio).

En el transcurso de la investigación, la limpieza de los corrales se realizó diariamente y el lavado cada dos días.

### **3.6.3 ADAPTACIÓN DE LOS LECHONES AL EXPERIMENTO**

#### **3.6.3.1 SELECCIÓN DE REPRODUCTORAS**

Para la homogeneidad del material de estudio, se seleccionó reproductoras de 1 año y 9 meses de edad, de la misma generación, con número de parto similar (cuarto parto) y peso promedio de 210 kilos.

Para el servicio a las cerdas se seleccionó al verraco de la línea Pic (tipo terminador), de conformación física y estado sanitario bueno. El reproductor tenía 1 año y 9 meses de edad y un peso de 290 Kg.

#### **3.6.3.2 GESTACION**

El periodo de gestación de las cerdas gestantes se dividió en dos fases:

- a) Gestación de 1 a 62 días
- b) Gestación de 63 a 114 días

En la primera fase las cerdas se agruparon en corrales colectivos, en grupos de tres y se proporcionó 1.8 Kg. de ración para gestantes/día, a fin de evitar un excesivo engorde y dificultad en el parto.

En la segunda fase, las cerdas gestantes fueron trasladadas a corrales individuales, donde permanecieron hasta completar la gestación. El suministro de alimento se incrementó a 2.5 Kg./día.

### **3.6.3.3 PARTO**

Transcurrido el periodo de gestación (aproximadamente 114 días) de las cerdas, se produjeron los partos correspondientes.

El intervalo entre partos de las reproductoras seleccionadas fue entre 1 y 2 días. Las operaciones básicas de manejo fueron las siguientes:

Hembras:

- Limpieza de las glándulas mamarias
- Suministro de agua
- Suministro de una dieta especial.

Lechones:

- Limpieza de las membranas fetales y secado
- Desinfección de ombligo
- Corte de colmillos
- Control de peso

### **3.6.3.4 MANEJO POST-PARTO**

Al segundo día de nacidos, se suministró hierro dextrano vía intramuscular, 1 ml. a cada lechón.

A los 15 días de edad los lechones machos fueron castrados mediante una operación quirúrgica simple.

El estímulo al consumo de alimento sólido, se realizó a los 10 días de edad, utilizando para este fin una mezcla de la ración testigo con pellets.

La desparasitación se llevó a cabo a los 25 días de edad, fue vía subcutánea y se utilizó Ivomec en una dosis de 0.5 ml. por lechón



Los lechones seleccionados y no seleccionados fueron destetados a 30 días edad (destete utilizado en la granja "Pig Nic").

Para minimizar el estrés del destete los lechones permanecieron 5 días postdestete en los corrales de maternidad.

### **3.6.3.5 SELECCIÓN DE LECHONES**

De las reproductoras seleccionadas se obtuvo un grupo de 40 lechones destetados con una edad promedio de 35 días.

De la progenie obtenida fueron seleccionados 24 lechones al azar (12 machos y 12 hembras) en base a los siguientes criterios:

- Peso de 7.0 Kg. con una variación de  $\pm 0.5$  Kg.
- Conformación física (Patas sanas, aplomo recto).
- Estado sanitario (sin enfermedad aparente)
- Con buen apetito.

Se descartó 16 lechones por falta o exceso de peso y mala conformación física.

### **3.6.4 RACIONES ALIMENTICIAS**

En el trabajo de investigación se utilizó tres dietas alimenticias, dos de consistencia granulosa (Harina) y la tercera peletizada.

La formulación fue realizada mediante el método de ecuaciones lineales, en función a los requerimientos del cerdo en la fase de pre-inicio (Anexos 1,2 y 3). La ración testigo es la dieta regular de la Granja "Pig Nic", con adición de sustituto lácteo (Bigolac) en una proporción del 10% por cada 100 Kg. de alimento balanceado.

En la segunda ración se utilizó 3% de harina de pescado (proteína animal) por cada 100 Kilos de alimento.

Las raciones mencionadas fueron complementadas con insumos tales como: harina de maíz (precocido), harina de sorgo (precocido), afrechillo de arroz, torta de soya, minerales y vitaminas.

El alimento peletizado fue elaborado con ingredientes de primera calidad, adquirido de la empresa VETERQUIMICA BOLIVIA.

### **3.6.5 SUMINISTRO DE ALIMENTO**

La cantidad total de alimento determinado por lechón/día fue distribuido en tres partes iguales. Cada porción fue previamente pesada y distribuida a los diferentes tratamientos en horarios determinados.

El horario de distribución del alimento fue el siguiente:

- 8:00 a 8:30 a.m. primera porción.
- 12:00 a 12:30 p.m. segunda porción.
- 17:00 a 17:30 p.m. tercera porción

### **3.6.6 MANEJO DE TEMPERATURA AMBIENTE**

Para minimizar los cambios de temperatura en la noche y mantener una temperatura entre 17° - 18° centígrados dentro el galpón de experimentación, se utilizó campanas de gas y cortinas dobles en ventanas y puertas.

En el transcurso del día, la temperatura normal en el galpón fue de 22° - 24° C. En horas de excesivo calor, se abrieron las cortinas para permitir mayor flujo de aire y equilibrar la temperatura dentro el galpón.

### 3.6.7 PLAN SANITARIO

Durante el experimento se realizó los siguientes tratamientos sanitarios:

- Vacuna contra la Peste Porcina a los 45 días de edad, se utilizó CEPA CHINA, en dosis de 2 ml./ lechón.
- Las infecciones digestivas se controlaron con:
  - Trimedic, tres repeticiones en dosis de 0.5 ml /animal.
  - Hidralona-Enro tres repeticiones en dosis de 0.5 ml/animal.

### 3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL

En el trabajo experimental para la interpretación y análisis de las variables de respuesta se considero el Diseño Completamente al azar con dos factores, donde el factor principal fue raciones y como segundo factor el sexo.

El Modelo Lineal Aditivo utilizado para evaluar el efecto de los factores de estudio en los lechones, fue el siguiente: (Padrón, 1996).

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Cualquier observación.

$\mu$  = Media general del experimento.

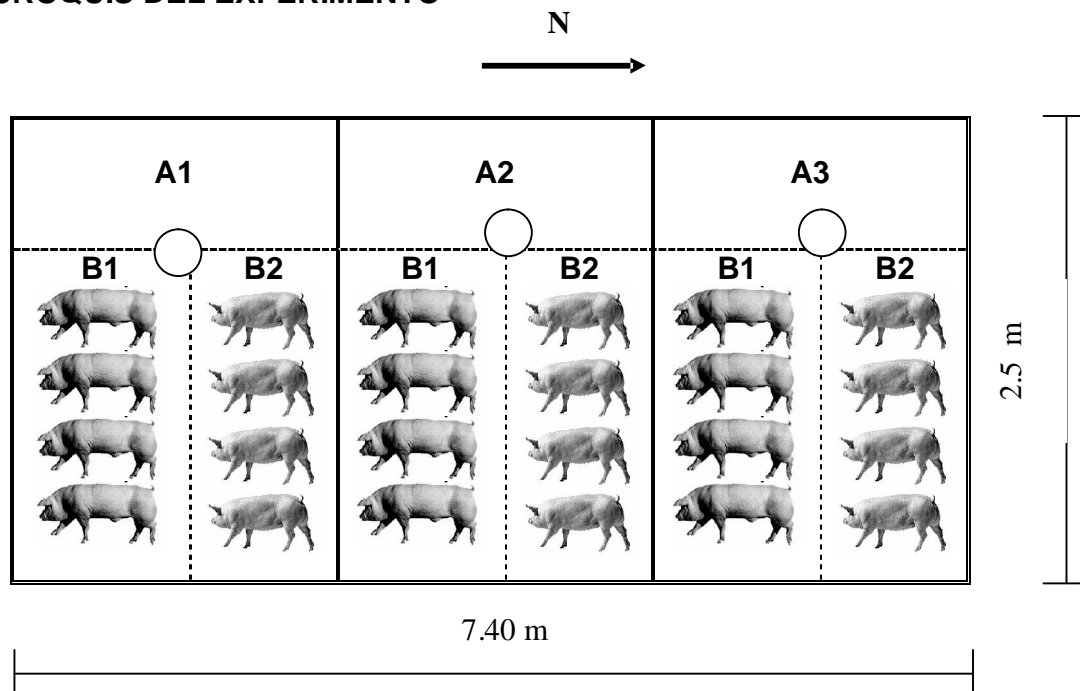
$\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo nivel del factor ración (A).

$\beta_j$  = Efecto del j-ésimo nivel del factor sexo (B).

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Interacción del i-ésima ración con el j-ésimo sexo

$\varepsilon_{ijk}$  = Error Experimental.

### 3.8 CROQUIS DEL EXPERIMENTO



**Figura 3.3** *Distribución del espacio experimental*

### 3.9 FACTORES DE ESTUDIO

En el presente experimento se utilizaron los siguientes factores de estudio:

**FACTOR A = RACIONES**

A<sub>1</sub> = Testigo (Ración en base a sustituto lácteo)

A<sub>2</sub> = Ración con harina de pescado

A<sub>3</sub> = Pellets

**FACTOR B = SEXO**

B<sub>1</sub> = Macho

B<sub>2</sub> = Hembra

### 3.9.1 TRATAMIENTOS

De acuerdo a los dos factores de estudio del experimento, se trabajó con 6 tratamientos experimentales. Cada tratamiento fue distribuido al azar dentro el galpón de experimentación. Cada tratamiento fue representado por un lechón y se trabajo con 4 repeticiones por tratamiento.

**Cuadro 3.8 Tratamientos del experimento**

Raciones	Repetición ♂	Repetición ♀	Lechones/ración
Testigo	4	4	8
Harina de Pescado	4	4	8
Pellets	4	4	8
Total	12	12	24

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.10 VARIABLES DE RESPUESTA

#### 3.10.1 PESO VIVO FINAL

Dato utilizado para conocer el desarrollo del animal, es el peso que da un animal en la báscula. (Alcázar, 2002).

El registro de peso vivo de los lechones del experimento se realizó con ayuda de una balanza de 50 Kg. semanalmente y en kilogramos, hasta los 35 días postdestete.

#### 3.10.2 CONSUMO DE ALIMENTO

El control de alimento consumido por los lechones, se registro diariamente, considerando el alimento ofrecido menos el alimento rechazado o sobrante.

(Reese y Lewis, 1998).

Los datos obtenidos están calculados mediante la formula:

$$CA = AO - AR$$

Donde:

**CA** = Consumo de Alimento

**AO** = Alimento Ofrecido

**AR** = Alimento Rechazado

### **3.10.3 CALCULO DEL TIEMPO EN DIAS PARA ALCANZAR 15 Kg. DE PESO VIVO**

Los días para alcanzar 15 kilos de peso vivo por tratamiento fueron calculados mediante regresión lineal, con la siguiente formula:

$$Y = A + BX$$

Donde:

**Y** = Tiempo (Días)

**X** = Peso Vivo (Kg.)

**A y B** = Constantes

Con datos de peso vivo final (eje X) tomados cada 7 días (eje Y) se construyó la gráfica peso vivo (Kg.) vs tiempo (días). (Anexos 9, 10,11).

En la representación grafica del comportamiento del peso vivo según el tiempo, se realizó el ajuste de curvas y utilizando el coeficiente de correlación (r), se determino que la grafica corresponde a una función lineal (r = 0.999). (Álvarez y Huayta, 1998).

#### 3.10.4 GANANCIA DE PESO

La ganancia de peso es el parámetro que permitió evaluar el incremento de peso de los animales, no es más que la diferencia del peso final menos el peso inicial, en un determinado momento (En el experimento 35 días postdestete) (Talbot, 1998).

La formula utilizada fue la siguiente:

$$GP = Pf - Pi$$

Donde:

**GP** = Ganancia de peso

**Pf** = Peso final

**Pi** = Peso Inicial

#### 3.10.5 GANANCIA MEDIA DIARIA

Según Alcázar (2002), la ganancia media diaria (GMD) es el cambio positivo de peso de un animal en un determinado lapso de tiempo.

Para calcular la GMD se utilizó el peso inicial y el peso vivo final en un periodo de 35 días postdestete.

La formula utilizada fue la siguiente:

$$GMD = \frac{(Pf - Pi)}{N^{\circ} \text{ de dias del proceso}}$$

Donde: **GMD** = Ganancia Media Diaria

### 3.10.6 CONVERSIÓN ALIMENTICIA

La conversión alimenticia se refiere a la transformación de los alimentos que recibe un animal, en productos animales (carne, huevo, leche, etc.) (Alcázar, 2002).

Es determinado por la siguiente formula:

$$CA = \frac{CoA}{GP}$$

Donde:

**CA** = Conversión Alimenticia

**CoA** = Consumo de Alimento

**GP** = Ganancia de peso

### 3.10.7 EFICIENCIA ALIMENTICIA

La eficiencia alimenticia es la cantidad de producto animal obtenido por unidad de alimento consumido. (Alcázar, 2002).

La formula utilizada fue la siguiente:

$$EA = \left( \frac{Pf - Pi}{CA} \right) * 100$$

Donde:

**EA** = Eficiencia Alimenticia

### 3.10.8 PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE DIARREA POSTDESTETE

El porcentaje de incidencia de diarrea se determino desde el momento del destete hasta los 35 días postdestete, tomando el número de lechones enfermos y el total de lechones por tratamiento. La formula utilizada fue:



$$\left( \frac{N^{\circ} \text{lechones enfermos}}{N^{\circ} \text{total de lechones}} \right) * 100$$

### 3.11 ANÁLISIS ECONÓMICO

#### 3.11.1 COSTOS DE PRODUCCIÓN

El cálculo los de costos de producción se realizó utilizando la formula citada por Brevis (1990).

$$CP = CV + CF$$

Donde:

**CP** = Costos de Producción

**CV** = Costo Variables

**CF** = Costos Fijos

#### 3.11.2 BENEFICIO NETO

El Beneficio neto fue calculado por tratamiento, según la siguiente formula citada por el CIMMYT, (1998):

$$BN = BB - CP$$

Donde:

**BN**= Beneficio Neto

**BB** = Beneficio Bruto

**CP** = Costos de Producción

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados obtenidos en el trabajo de investigación fueron los siguientes:

##### 4.1 PESO VIVO FINAL

El cuadro 4.9 muestra el análisis de varianza de peso vivo final al cabo de 35 días postdestete.

**Cuadro 4.9 Análisis de varianza de peso vivo final en Kg.**

FV	GL	SC	CM	FC	P.
RACIÓN	2	318.84	159.42	286.74	0.0001 *
SEXO	1	1.98	1.98	3.57	0.08 NS
RACIÓN*SEXO	2	3.03	1.52	2.73	0.09 NS
ERROR	18	10.01	0.56		
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>333.86</b>	<b>CV: 3.59 %</b>		

\* = Significativo (Pr. < 0.05)    **NS** = No Significativo (Pr.> 0.05)

El coeficiente de variación para peso vivo es de 3,59 %, el mencionado valor es menor a 30 % y se encuentra dentro el rango exigido para trabajos de campo, asimismo indica que los datos obtenidos son confiables.

El análisis de varianza, muestra que existen diferencias significativas (Pr < 0.05), entre raciones, indicando que las dietas utilizadas afectan el rendimiento productivo del lechón.

Se aprecia también que el factor sexo no presentó diferencias significativas (Pr. > 0.05), esto significa que machos y hembras tienen comportamiento similar.

Al respecto English *et. al.* (1992), mencionan que hasta los 50 kilos de peso vivo, la velocidad de crecimiento de tejido magro de machos y hembras son similares.

Para diferenciar el comportamiento de las raciones, se realizó la prueba de Duncan que se muestra en el cuadro 4.10.

**Cuadro 4.10 Prueba de Duncan de peso vivo final.**

RACIONES	PROMEDIO (Kg.)	OBSERVACIONES	COMPARACIÓN
Ha. Pescado (3%)	23.39	8	A
Pellets	23.28	8	A
Testigo	15.60	8	B

Letras distintas indican diferencias significativas

La prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) muestra que la ración con harina de pescado y pellets son estadísticamente similares con promedios de 23.39 y 23.28 Kg, diferenciándose significativamente de la dieta testigo (15.60 Kg.).

Ambas raciones a su vez presentaron los mayores pesos vivos finales al cabo de 35 días postdestete. Estos resultados se atribuyen a la digestibilidad de las dietas, ya que al mejorar la digestión y asimilación de nutrientes, se minimizó los trastornos intestinales (atrofia de las vellosidades del tracto intestinal), incidencia de diarreas y estrés del destete.

Touchette *et. al*, (1998), señala que la digestión de los diferentes componentes alimenticios y absorción de nutrimentos ocurren principalmente en la parte superior y media del intestino delgado. La absorción de nutrimentos del intestino delgado ocurre a través de numerosas vellosidades microscópicas que cubren el mismo.

Danielsen (1998), menciona que después del período de destete existe un período de atrofia del tracto intestinal. Este efecto negativo podría reducirse mediante la formulación de piensos que disminuyan la severidad del estado de atrofia y faciliten la recuperación del intestino permitiendo un crecimiento normal del cerdo.

Por otro lado el resultado obtenido por efecto de la dieta con harina de pescado (23.39 Kg.), es superior al hallado por Gracia *et. al*, (1999), quienes evaluando 2.14% de harina de pescado, obtuvieron un peso vivo promedio de 20.2 Kg. en el mismo periodo de tiempo (35 días postdestete).

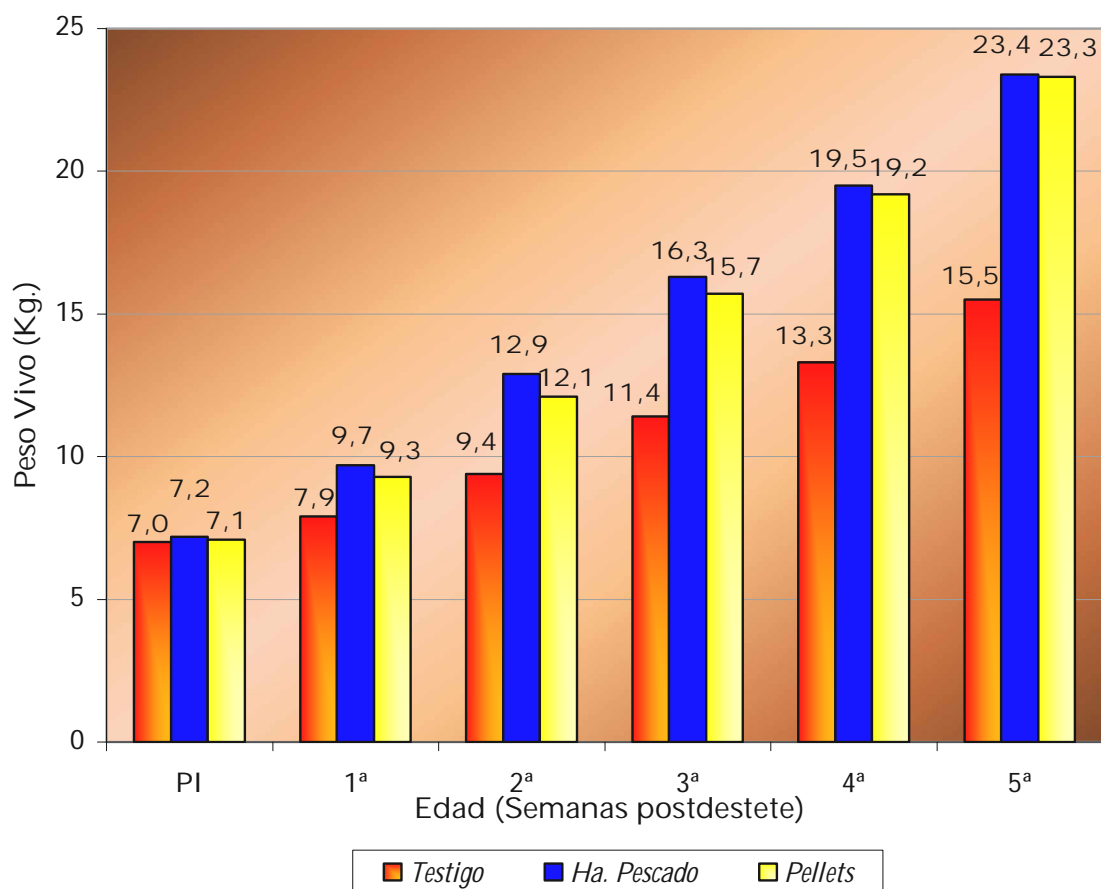
Por su parte Medel *et. al*, (1999b), al evaluar 5 % de harina de pescado, obtuvieron un peso vivo promedio de 25.1 Kg. en un periodo de 7 a 35 días postdestete

En relación al efecto del alimento peletizado, el valor promedio hallado (23.28 Kg.), es superior al promedio de peso vivo de 21.2 Kg. obtenido por Stark *et. al*, (1997).

Por otro lado el comportamiento de la dieta testigo sobre peso vivo final indica un crecimiento inferior respecto a las demás raciones. Este resultado se atribuye a la baja digestibilidad de la proteína vegetal existente en la ración testigo, proveniente de la soya y el sustituto lácteo.

Como consecuencia de la baja digestibilidad, los lechones presentaron trastornos digestivos (diarreas) en un 75% y mayor efecto del destete. Esto indica mala digestión y reducida asimilación de los nutrientes como consecuencia de la atrofia intestinal (reducción del tamaño de las microvellosidades del intestino).

Al respecto Fowler (1995), menciona que la inclusión de proteínas vegetales podría ser un freno no solo por la baja digestibilidad sino también por la presencia de ciertos factores, que pueden desencadenar reacciones de tipo alérgico. La respuesta a estos antígenos de la dieta, provoca alteraciones intestinales y erosión en las vellosidades, afectándose la absorción de nutrientes y por ende el crecimiento de los cerdos.



**Gráfica 4.1 Promedios de pesos vivos semanales**

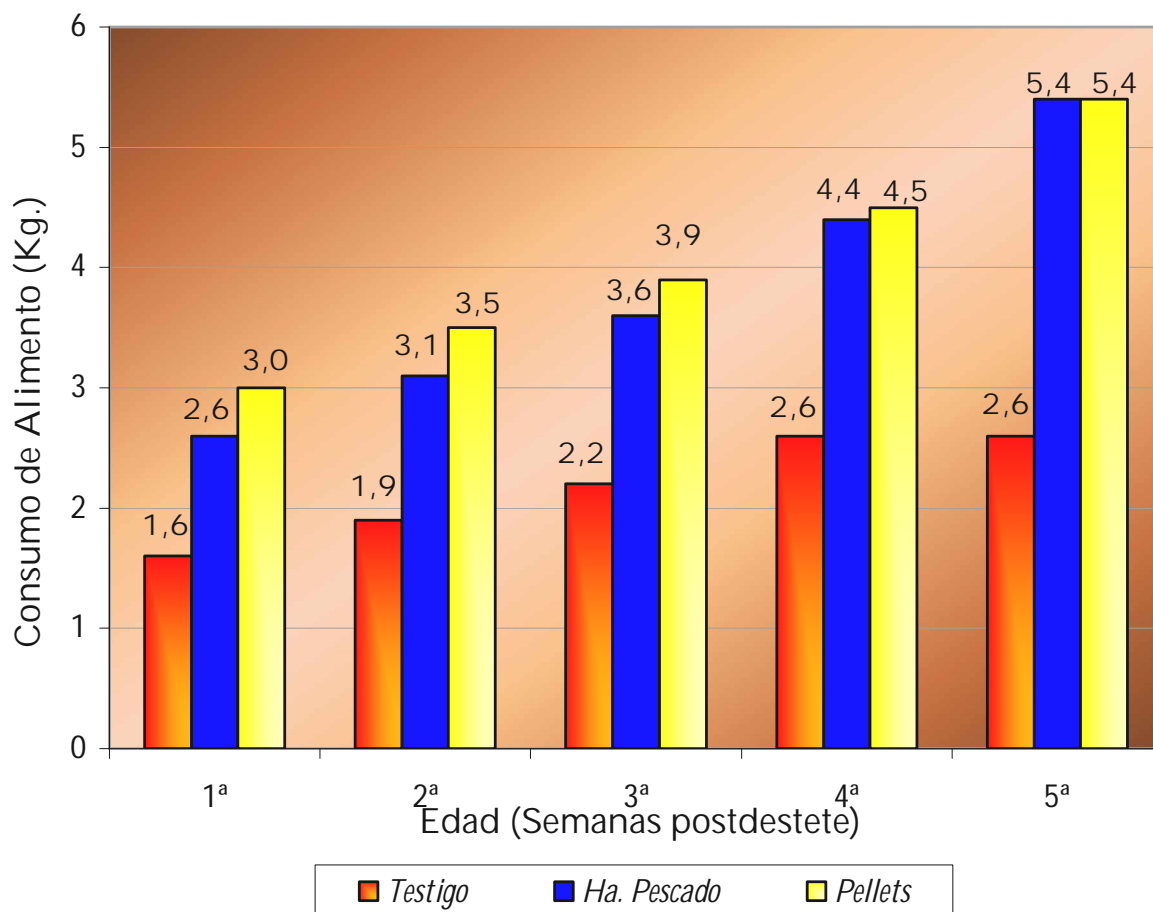
En la grafica 4.1 se observa en forma clara que hasta los 35 días postdestete, los lechones alimentados con la ración con harina de pescado y pellets, presentaron mayor velocidad de crecimiento semanal respecto a la dieta testigo.

Rojas *et. al*, (2005), señalan que la adición de 3 – 5% de solubles de pescado a dietas alimenticias, proporciona mayor rendimiento en el crecimiento del lechón.

Por otro lado Touchette *et. al*, (1999), mencionan que la velocidad de crecimiento de los lechones del destete a los 5 - 10 semanas de edad, es crítico para el rendimiento del cebo y la rentabilidad de las granjas.

## 4.2 CONSUMO DE ALIMENTO

La grafica 4.2 muestra en forma objetiva las cantidades de alimento semanal consumido por los lechones.



**Grafica 4.2 Promedios de consumo de alimento semanal por tratamiento**

En general se observa que la ración peletizada fue el alimento mejor consumido en el transcurso del experimento, seguido por la dieta con harina de pescado, finalmente la ración testigo.

Los pellets fueron consumidos en mayor cantidad debido a sus características organolépticas como sabor dulce, aroma agradable, buena textura y elevada digestibilidad. Esta afirmación coincide con Alcázar (1997), quien menciona que el consumo de alimento en los cerdos, está relacionado con diferentes factores que influyen en la ración como ser; la aceptabilidad, apetito, gusto, aroma, textura, estos aspectos son importantes para obtener niveles altos de productividad.

Asimismo el alimento pelletizado no presentó desperdicios en los comederos es decir fue consumido en su totalidad por los lechones, por el contrario las raciones en forma de harina fueron en cierta manera desperdiciados en el momento de su consumo.

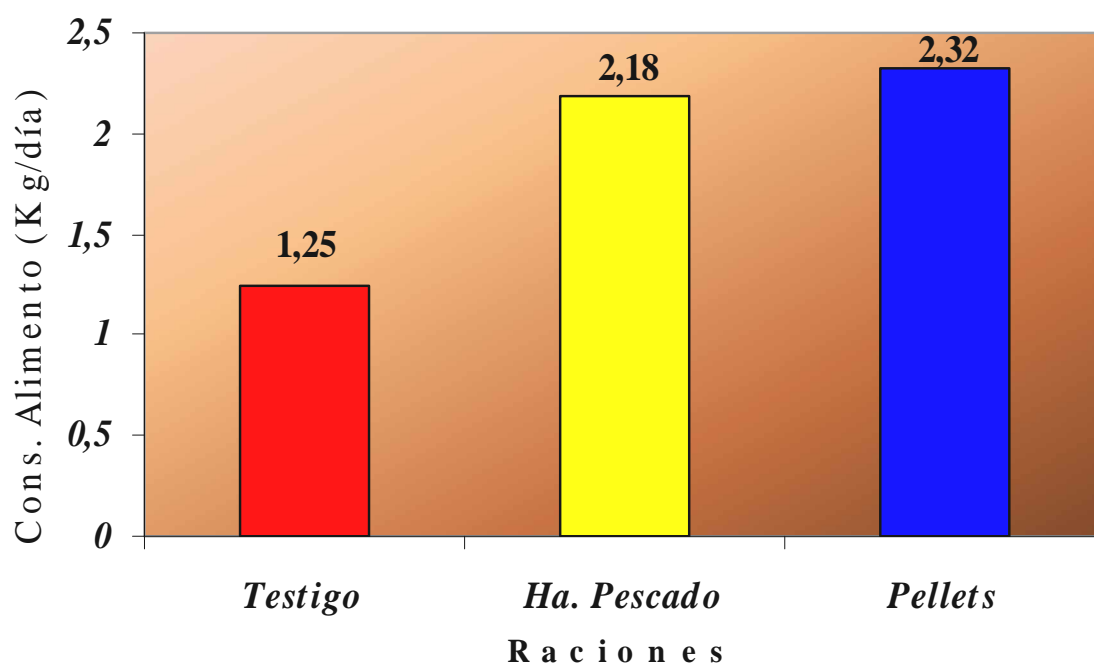
Al respecto Stark *et. al*, (1997), mencionan que los piensos en harina tienen generalmente más desperdicios que piensos en forma de pellets, lo que podría llevar a la conclusión de que son mejor consumidos.

Por otro lado de acuerdo al gráfico 4.2, la ración con harina de pescado, fue la segunda dieta mejor consumida. Este resultado es atribuido al uso de un saborizante sabor a vainilla (500 gr. /100 Kg.) en el alimento, que permitió disminuir el olor característico de la harina de pescado e incrementar la aceptabilidad de los lechones a dicha ración.

Campbell, (1998), menciona que el uso de aromas y saborizantes tienen un efecto marcado con animales de bajo peso, y actúa como enmascarador de materias primas inapetentes incrementando el consumo de alimento.

Respecto a la ración testigo presento el menor consumo de alimento debido a su baja digestibilidad y poca palatabilidad. Estos factores incrementaron el efecto del destete, trastorno intestinal y consecuentemente la incidencia de diarreas en los lechones.

Por otro lado la apariencia polvosa del alimento, producto de la adición de sustituto lácteo en polvo fue otro limitante del consumo de alimento. Al respecto Medel *et. al*, (1999a), señalan que piensos en forma de harina, resultan pegajosos o pastosos en la boca del animal, y constata una reducción del 13% en el consumo de alimento.



**Grafica 4.3 Consumo de alimento (Kg./día) por tratamiento**

La grafica 4.3 muestra en forma clara que el consumo de alimento por día fue diferente para cada ración experimental. La ración peletizada presento el mayor consumo de alimento con un promedio de 2.32 Kg./día, debido a su elevada palatabilidad, la ración con harina de pescado presento un promedio de 2.18 Kg./día, finalmente el testigo con un promedio de 1.25 Kg./día fue considerada la ración menos consumida.



#### 4.3 CALCULO DEL TIEMPO EN DIAS PARA ALCANZAR 15 KG. DE PESO VIVO

El Cuadro 4.11 muestra el análisis de varianza para la variable tiempo en días para alcanzar 15 Kg. de peso vivo.

**Cuadro 4.11 Análisis de varianza del tiempo en días para alcanzar 15 Kg. de peso vivo**

FV	GL	SC	CM	FC	Pr.
RACIÓN	2	1022.13	511.06	153.40	0.0001 *
SEXO	1	1.45	1.45	0.44	0.52 NS
RACIÓN*SEXO	2	19.60	9.80	2.94	0.08 NS
ERROR	18	59.97	3.33		
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>1103.15</b>	<b>CV: 7.71 %</b>		

\* = Significativo (Pr. < 0.05)    **NS**= No Significativo (Pr. > 0.05)

El coeficiente de variación obtenido, tiene un valor de 7.71 %, dicho valor es menor a 30 %, el mismo indica que los datos obtenidos son confiables.

El análisis de varianza para número de días a 15 Kg. de peso vivo muestra la existencia de significancia (Pr < 0.05) para el factor ración. El resultado permite afirmar que cada ración determinó diferentes periodos de tiempo en días para que los lechones alcancen 15 Kg. de peso vivo.

En el mismo cuadro (4.11) se observa que para el factor sexo y la interacción ración \*sexo no existe diferencias significativas (P > 0.05), que indica que ambos factores actúan independientemente.

**Cuadro 4.12 Prueba de Duncan de tiempo en días para alcanzar 15 Kg. de peso vivo**

<b>RACIONES</b>	<b>PROMEDIOS (días)</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>COMPARACIÓN</b>
Testigo	32.90	8	A
Ha. de Pescado	19.06	8	B
Pellets	19.05	8	B

Letras distintas indican diferencias significativas

La prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para tiempo en días para alcanzar 15 kilos de peso vivo postdestete muestra que la ración con harina de pescado (19.06 días) y pellets (19.05 días) fueron estadísticamente similares y representaron el mejor periodo de tiempo en días respecto al promedio de días de la ración testigo (32.90 días).

Las diferencias significativas se atribuyen a la velocidad de crecimiento que está ligado al consumo de alimento y digestibilidad de la ración. La digestibilidad de la dieta con harina de pescado y pellets fueron apropiados para la capacidad digestiva del lechón, ambas raciones minimizaron la atrofia intestinal e incidencia de diarrea postdestete, permitiendo que el tracto digestivo del cerdo funcione correctamente después del destete sin reducir la velocidad de crecimiento.

Al respecto Toplis y Tible (1997), mencionan que en la etapa de postdestete se deberá buscar alimentos de elevada digestibilidad, tales como los suplementos proteicos de origen animal (harina de carne, harina de pescado) que son más rápidamente digeridos por el lechón.

Lizaso (1995), menciona que la mejora de la estructura intestinal de los lechones después del destete se traduce en un aumento de la digestibilidad de nutrientes, actúa como una barrera para microorganismos potencialmente patógenos y por ende se obtiene un aumento de la velocidad de crecimiento.

Por otra parte los lechones alimentados con la ración testigo necesitan en promedio 32.9 días para alcanzar 15 kilogramos de peso vivo, este resultado permite afirmar que la velocidad de crecimiento fue menor respecto a las demás raciones, a su vez la capacidad de digestión de los lechones fue reducida por efecto de dicha ración.

Touchette y Allee, (1999), menciona al respecto que la reducida capacidad de digestión puede provocar la llegada de cantidades importantes de proteína sin digerir al intestino grueso, que allí son susceptibles de ser fermentadas y de inducir procesos diarreicos. Para minimizar este efecto es muy importante que las fuentes proteicas que se incluyan en la dieta tengan una digestibilidad elevada de manera que se reduzca en la medida de lo posible la llegada de nutrientes sin digerir a la última porción del aparato digestivo.

Por otro lado la incidencia de diarrea (75%), indica también que el tracto digestivo de los lechones sufrió alteraciones (atrofia de las vellosidades intestinales) por efecto de la proteína vegetal de la soya. Medel *et. al.* (1999), señala que un cambio drástico de la leche materna a una dieta basada en cereales y proteínas de soya será acompañada de una reducción en el crecimiento y la presencia de diarrea postdestete. Asimismo si las vellosidades son dañadas, baja la secreción de enzimas digestivas afectándose la absorción de nutrimentos y por ende el crecimiento de los cerdos.

#### 4.4 GANANCIA DE PESO

El Cuadro 4.13 muestra el análisis de varianza para ganancia de peso desde el destete hasta los 35 días postdestete.

**Cuadro 4.13 Análisis de varianza de ganancia de peso en Kg.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>Pr.</b>
RACIÓN	2	301.50	150.75	347.78	0.0001 *
SEXO	1	1.76	1.76	4.06	0.06 NS
RACIÓN*SEXO	2	2.84	1.42	3.28	0.06 NS
ERROR	18	7.80	0.43		
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>313.91</b>	<b>CV: 4.84%</b>		

\* = Significativo (Pr. < 0.05)    **NS**= No Significativo (Pr. > 0.05)

El coeficiente de variación 4.84 %, alcanzado indica que el valor obtenido es menor al 30%, el cual se encuentra dentro el rango permitido para trabajos de campo.

En el análisis de varianza para ganancia de peso, se observó que existen diferencias significativas (Pr. < 0.05) entre los niveles del factor ración. La ganancia de peso en los lechones es diferente por efecto de cada ración experimental.

Para el factor sexo no existe diferencias significativas (Pr. > 0.05), este resultado indica que los machos y hembras presentaron ganancias de peso similares.

Según English (1992), para esta variable de estudio, encontró que los machos y las hembras tienen una velocidad de crecimiento del tejido magro similar, bajo raciones de un alto nivel de ingestión.

Para diferenciar el comportamiento de las raciones, se realizó la prueba de Duncan que se muestra en el cuadro 4.14.

**Cuadro 4.14 Prueba de Duncan de ganancia de peso (Kg.)**

RACIONES	PROMEDIOS (Kg.)	OBSERVACIONES	COMPARACIÓN
Pellets	16.1	8	A
Ha. de Pescado	16.1	8	A
Testigo	8.6	8	B

Letras distintas indican diferencias significativas

La prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), para ganancia de peso, muestra que la dieta peletizada (16.1 Kg.) y la ración con harina de pescado (16.1 Kg.), resultaron estadísticamente similares, diferenciándose significativamente del testigo (8.6 Kg.).

Las diferencias encontradas se atribuyen al efecto de cada ración sobre la morfología intestinal del lechón y estrés del destete. El grado de alteración del tracto digestivo (atrofia de las microvellosidades del intestino), determino menor ó mayor ganancia de peso según el aprovechamiento del alimento y la incidencia de diarrea.

Al respecto Pluske et. al, (2002), menciona que previo al destete, las vellosidades intestinales son largos, bien estructurados, y muy eficientes en la absorción de nutrientes. Sin embargo, en el momento del destete, su longitud se reduce casi a la mitad. El área de absorción del intestino delgado se reduce por lo que las dietas para lechones deben ser de alta digestibilidad para evitar la llegada de un exceso de sustrato fermentable al intestino grueso y deben ir exentas de sustancias que puedan agravar la alteración del tracto digestivo.

La mejor respuesta de ganancia de peso fue por efecto de la ración con harina de pescado y los pellets. Este resultado fue debido al mayor desarrollo intestinal y mínima alteración de las microvellosidades. La mejora intestinal permitió utilizar los alimentos en forma más eficiente. Además ayudo a prevenir la llamada "caída del destete" y las enfermedades digestivas (diarreas).

Esta afirmación coincide con Touchette y Allee, (1999), quienes mencionan que el objetivo en el diseño de dietas postdestete debería ser disminuir el tiempo en que el intestino permanece en un estado atrofiado ó alcanzar el estado de recuperación más rápidamente.

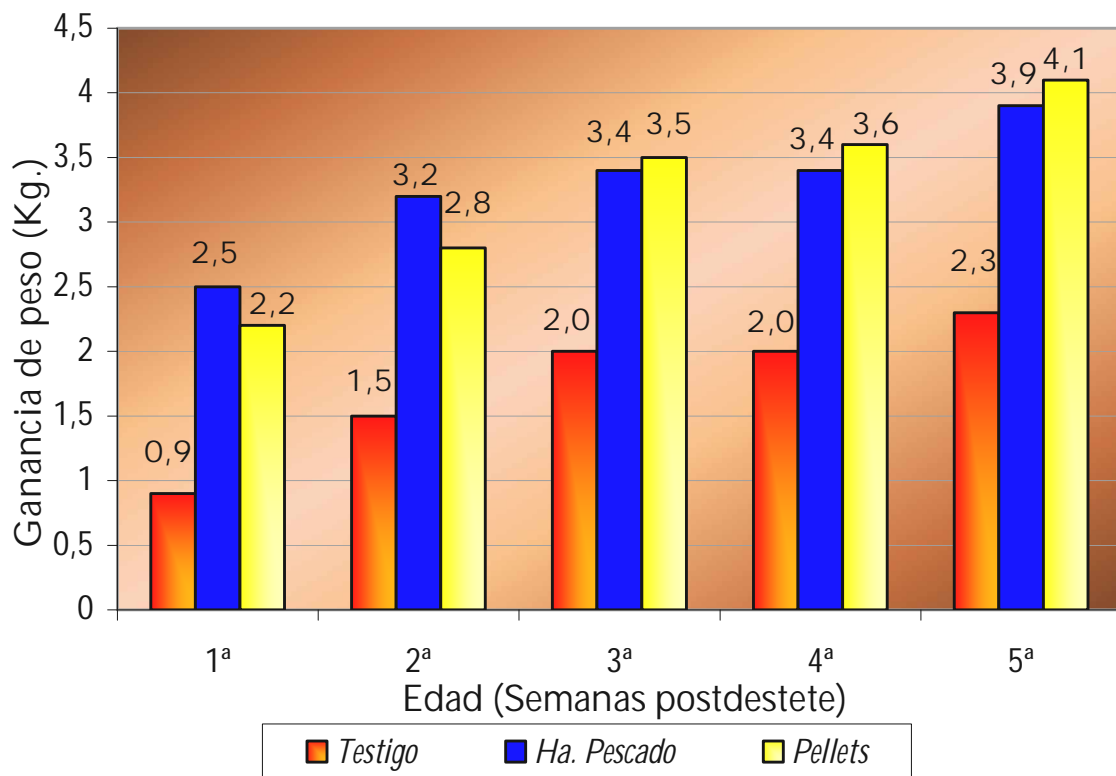
Por otra parte el promedio obtenido (16.1 Kg.) con el uso de harina de pescado se encuentra entre los parámetros obtenidos por Medel *et. al*, (1999b) quienes lograron un promedio de 16.97 Kg. (5% de harina de pescado ) y Veum, *et. al*, (1997), cuyo promedio obtenido fue 10.6 Kg. con 2.94% de harina de pescado.

Respecto a la ración peletizada el promedio obtenido (16.12 Kg.) es superior al hallado por Stark *et. al*, (1997), quienes obtuvieron 13.6 Kg. de ganancia de peso.

En relación al dieta testigo presento el menor promedio de ganancia de peso (8.6 Kg.), debido al bajo crecimiento de los lechones, producto de la lenta recuperación del tracto digestivo por efecto del destete y la baja digestibilidad del alimento.

La ingestión de la ración testigo con elevado contenido de proteína vegetal incremento la atrofia de las vellosidades del intestino y el proceso de fermentación de los nutrientes, provocando trastornos digestivos, bajo consumo de alimento y consecuentemente reducida ganancia de peso.

Easter (1998), menciona al respecto que existen referencias de que la harina de soja es uno de los principales ingredientes de la dieta de lechones que puede causar un aumento de la atrofia de las vellosidades. Se cree que proteínas inmunológicamente activas de la harina de soja, tales como la glicinina y R-conglicinina, son responsables de las reacciones de hipersensibilidad que causan la atrofia de las vellosidades. Estos resultados sugieren que la harina de soja causa más daño al intestino delgado después del destete y que retrasa la recuperación de la estructura óptima de la mucosa intestinal.



**Gráfica 4.4 Promedios semanales de ganancia de peso (Kg.) por tratamiento.**

La grafica 4.4 muestra que inicialmente la ración con harina de pescado presento mayor ganancia de peso respecto a las otras raciones, posteriormente la dieta peletizada generó mayor ganancia de peso en los lechones. Sin embargo ambas raciones generan promedios similares de ganancia de peso cuyos valores son 16.1 y 16.1 Kg. respectivamente.

Al respecto el informe Alltech (2001) menciona que la importancia del crecimiento y ganancia de peso del lechón en las primeras semanas postdestete es vital para la rentabilidad económica, por influir en el crecimiento posterior.

Respecto al testigo, presentó un bajo promedio de ganancia de peso en el transcurso del experimento debido a la falta de madurez del tracto intestinal resultado de la baja digestibilidad de la ración y la incidencia de diarrea.

#### 4.5 GANANCIA MEDIA DIARIA

En el cuadro 4.15 se detalla el análisis de varianza de ganancia media diaria al cabo de 35 días postdestete.

**Cuadro 4.15 Análisis de varianza de ganancia media diaria (Kg. /día)**

FV	GL	SC	CM	FC	Pr.
RACIÓN	2	0.25	0.12	335.06	0.0001 *
SEXO	1	0.001	0.001	3.63	0.07 NS
RACIÓN*SEXO	2	0.002	0.001	2.82	0.09 NS
ERROR	18	0.01	0.0003		
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>0.26</b>	<b>CV: 4.96 %</b>		

\* = Significativo (Pr. < 0.05) NS= No Significativo (Pr. > 0.05)

El coeficiente de variación obtenido para la variable ganancia media diaria fue de 4.96 %, el mismo indica que los datos obtenidos son confiables, ya que su valor es menor a 30% y se encuentra dentro el rango exigido para trabajos de campo.

El análisis de varianza de ganancia media diaria, indica que existen diferencias significativas (Pr. < 0.05) entre las raciones experimentales debido a la calidad nutricional de los mismos y al grado de madurez del tracto digestivo del lechón.

Para el factor sexo no existen diferencias significativas (Pr. > 0.05), coincidiendo al respecto con English (1992), quién menciona al respecto que debido probablemente a la ausencia de actividad hormonal en las etapas iniciales del cerdo, no se observa diferencias entre sexos antes de los 50 Kg. de peso vivo.

Las diferencias encontradas entre raciones fueron analizadas por la prueba de Duncan, como se observa en el cuadro 4.16.



**Cuadro 4.16 Prueba de Duncan de ganancia media diaria (Kg./día)**

RACIONES	PROMEDIOS (Kg./día)	OBSERVACIONES	COMPARACIÓN
Pellets	0.461	8	A
Ha. de Pescado	0.460	8	A
Testigo	0.245	8	B

Letras distintas indican diferencias significativas

Según la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para ganancia media diaria, la ración peletizada con 0.461 Kg./día y la dieta con harina de pescado (0.460 Kg./día), son estadísticamente similares, análogamente representan la mayor ganancia media diaria respecto a la ración testigo (0.245 Kg./día).

El resultado obtenido con ambas raciones, se atribuye a su composición nutricional y al efecto que tienen sobre la salud intestinal de los lechones. La calidad nutricional y elevada digestibilidad permitieron una rápida recuperación del tracto digestivo causado por el cambio de alimento y el destete, la mejora intestinal derivó en mejor asimilación de los nutrientes y mayor ganancia diaria de peso.

Al respecto Medel et. al, (1999a), menciona que el tracto gastrointestinal experimenta muchos cambios en el período del destete, el más importante un período de atrofia, el cual puede controlarse diseñando dietas adecuadas que reduzcan la atrofia o faciliten el alargamiento de las vellosidades para mejorar la digestión y absorción.

La ganancia media diaria (0.460Kg./día), obtenida con la ración con harina de pescado (3%), es similar al obtenido por Medel et. al, (1999), quienes reportaron un valor de 0.495 Kg./día utilizando 5% de harina de pescado.

Por su parte Veum, et.al, (1997), utilizando 2.94% de harina de pescado, obtuvieron una ganancia media diaria de 0.305 Kg./día. Este valor hallado es inferior al obtenido con 3% de harina de pescado.

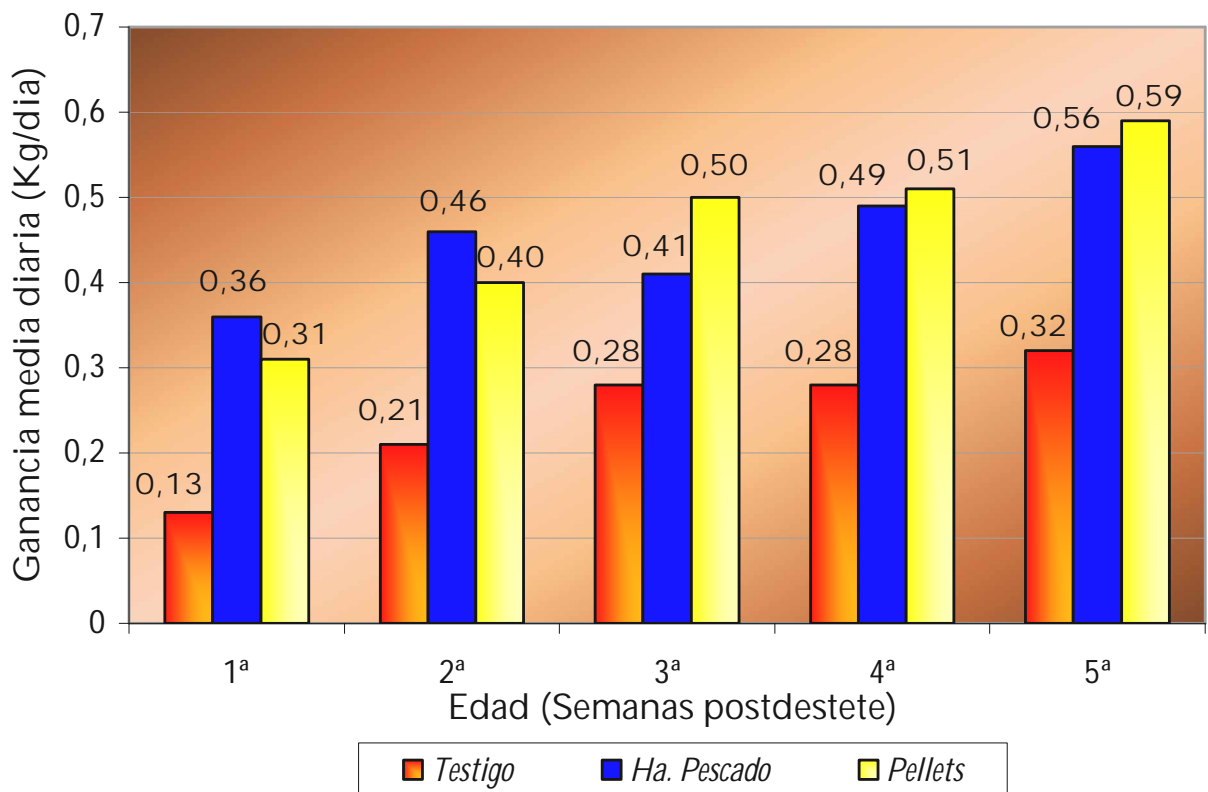
En relación a la ganancia diaria (0.461 Kg./día) por efecto del pellets, el valor hallado es superior al obtenido por Stark *et. al*, (1997), cuya ganancia media diaria fue 0.486 Kg./día.

Con respecto a la ración testigo, el valor hallado 0.245 Kg./día representó la menor ganancia media diaria. Este resultado es atribuido al bajo consumo de alimento por efecto de la baja palatabilidad y digestibilidad de la dieta.

El consumo reducido de alimento y la baja digestibilidad por el contenido elevado de proteína vegetal, acentuaron el efecto del estrés y la atrofia intestinal provocando alteraciones intestinales por fermentaciones ya que el alimento consumido no fue digerido adecuadamente.

Al respecto Touchette *et al.* (1998) menciona que cuando los lechones se destetan con un pienso seco, el consumo de alimento disminuye drásticamente. Con esta disminución del consumo el intestino entra en un estado considerable de atrofia, que puede resultar indirectamente en un deterioro adicional del intestino y en un retraso de la fase de recuperación.

Asimismo Easter (1998) señala la falta de capacidad digestiva posterior al destete y el cambio de alimentación líquida a una ración seca, afecta la digestión del alimento y gran cantidad de éste pasa sin digerir a través del intestino grueso, fermentándose y causando problemas de diarrea.



**Gráfica 4.5 Promedios de ganancia media diaria semanal (Kg.) por tratamiento experimental**

La grafica 4.5 muestra en forma objetiva los diferentes comportamientos de las dietas experimentales sobre la ganancia media diaria en 35 días postdestete.

La ración peletizada y la dieta con harina de pescado presentaron las mejores ganancias de peso debido a que según transcurría el tiempo el aparato digestivo fue adquiriendo mayor capacidad para digerir el alimento. Sin embargo en el caso de la ración testigo, el tracto digestivo fue madurando lentamente causando reducido consumo de alimento, atrofia intestinal y problemas digestivos. Al respecto Easter (1998), señala que el desarrollo digestivo y enzimático para una mejor utilización de los nutrimentos mejora conforme avanza el período postdestete.

#### 4.6 CONVERSIÓN ALIMENTICIA

En el cuadro 4.17 se muestra el análisis de varianza de conversión alimenticia al cabo de 35 días postdestete.

**Cuadro 4.17 Análisis de varianza de conversión alimenticia por tratamiento**

FV	GL	SC	CM	FC	Pr.
RACIÓN	2	0.03	0.02	14.71	0.0002 *
SEXO	1	0.00	0.00	0.24	0.63 NS
RACIÓN*SEXO	2	0.01	0.003	3.36	0.06 NS
ERROR	18	0.02	0.001		
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>0.06</b>	<b>CV: 2.66 %</b>		

\* = Significativo (Pr. < 0.05) NS= No Significativo (Pr. > 0.05)

El coeficiente de variación hallado fue de 2.66 %, valor que se encuentra dentro el rango admisible para trabajos de investigación.

El análisis de varianza para conversión alimenticia existen diferencias significativas (Pr. < 0.05), por efecto de las raciones del experimento. Esto significa que cada ración según su calidad nutritiva debe ser consumida en determinada cantidad para producir un Kg. de carne de cerdo.

Para el factor sexo, el análisis de varianza no presentó significancia (Pr. > 0.05) sobre la conversión alimenticia. Según Cañas (1995), indica que las hembras y machos tienen similares conversiones alimenticias antes de llegar a un determinado peso y edad.

Las diferencias encontradas entre raciones en la conversión alimenticia fueron analizadas por la prueba de Duncan, como se observa en el cuadro 4.18.

**Cuadro 4.18 Prueba de Duncan de conversión alimenticia entre raciones**

RACIONES	PROMEDIOS	OBSERVACIONES	COMPARACIÓN
Testigo	1.28	8	A
Pellets	1.25	8	A
Ha. de Pescado	1.19	8	B

Letras distintas indican diferencias significativas

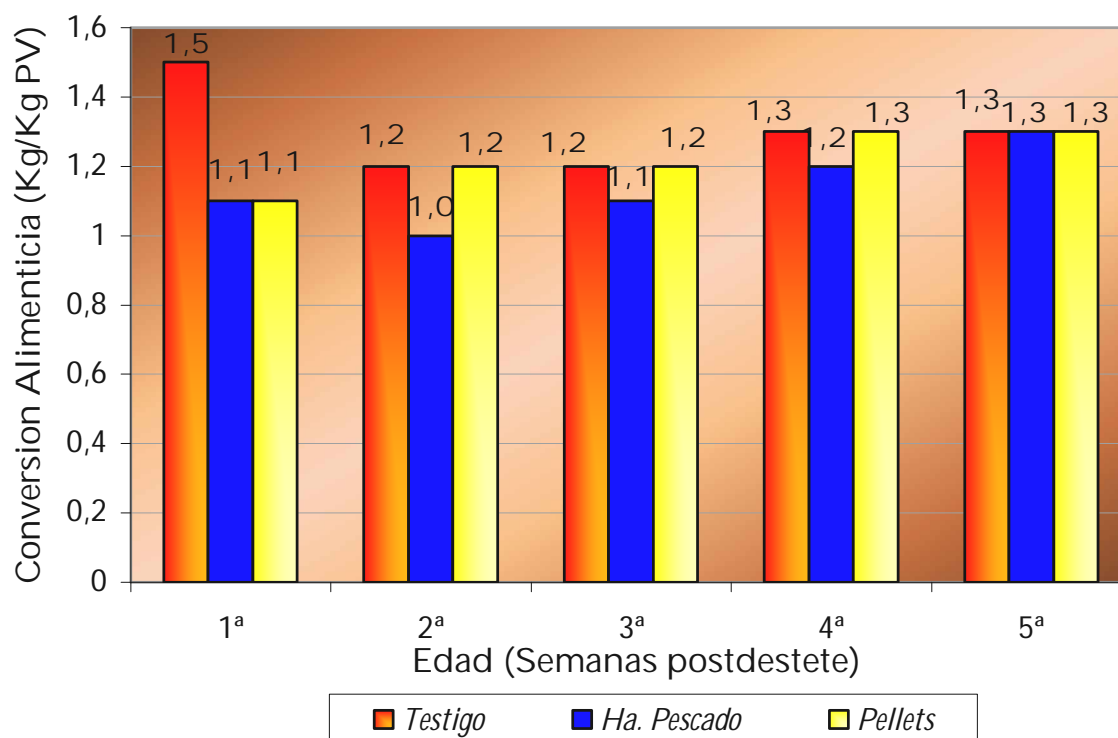
Según la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), para conversión alimenticia, la ración testigo (1.28 Kg./Kg. PV) y los pellets (1.25 Kg./Kg. PV) son estadísticamente similares, diferenciándose significativamente de la dieta con harina de pescado .

Sin embargo la ración con harina de pescado presento el mejor índice de conversión alimenticia con una promedio de 1.19 Kg./Kg. PV), este valor indica que se obtiene un Kg. de carne de cerdo con 1.19 Kg. de alimento.

El resultado hallado es atribuido a la calidad nutricional y digestibilidad de la ración, ambos factores ligados al efecto de la harina de pescado que tiene proteína de alta calidad y factores estimulantes de crecimiento. Al respecto Harper (2002), menciona que la harina de pescado tiene una alta proporción de aminoácidos esenciales en una forma altamente digerible, particularmente metionina, cisteína, lisina, treonina y triptófano presentes en la forma natural de péptidos, éstos pueden ser usados con alta eficiencia para mejorar el equilibrio de los aminoácidos esenciales dietéticos.

También se observó que los lechones alimentados con la ración con harina de pescado consumieron menos alimento (19.05 Kg.) y obtuvieron mayor ganancia de peso (16.11 Kg.) respecto a los demás tratamientos. Con relación a dicha afirmación Vietes (1997), señala que según sea más adecuado el alimento balanceado para el crecimiento del cerdo, menor cantidad de alimento es necesario para producir una unidad de ganancia de peso, es decir la conversión alimenticia será mas eficiente.

Por otro lado el índice de conversión alimenticia encontrado con la harina de pescado se encuentra dentro el parámetro obtenido por Medel *et. al.* (1999), quienes reportaron promedio de conversión alimenticia es 1.29 Kg../Kg. PV, con 5 % de harina de pescado.



**Grafica 4.6 Promedios de conversión alimenticia por tratamiento**

Como se observa en la grafica 4.6, la ración con harina de pescado (3%), presento las mejores conversiones alimenticias semanales, esto significa que por la calidad nutricional de la dieta, los lechones generaron mayor cantidad de producto animal consumiendo menor cantidad de alimento comparado con las demás raciones.

Respecto a la ración testigo y los pellets, presentaron mayores conversiones alimenticias, debido a que la calidad nutricional de sus insumos son inferiores a los insumos de la ración con harina de pescado, por lo tanto que requieren mayores cantidades de ambas raciones para cubrir las demandas nutricionales de los lechones.

Sin embargo los promedios de conversión alimenticia de las raciones experimentales se encuentran dentro el rango establecido por el NRC (1998), que señala que el valor de la conversión alimenticia entre los 5 y 20 Kg. de peso vivo es de 2 Kg./Kg.

#### 4.7 EFICIENCIA ALIMENTICIA

**Cuadro 4.19** *Análisis de varianza de eficiencia alimenticia en % por tratamiento*

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>Pr.</b>
RACIÓN	2	160.50	80.25	24.50	0.0001 *
SEXO	1	1.65	1.65	0.50	0.48 NS
RACIÓN*SEXO	2	32.87	16.44	5.02	0.02 NS
ERROR	18	58.96	3.28		
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>253.99</b>	<b>CV: 2.24 %</b>		

\* = Significativo (Pr. < 0.05)      **NS**= No Significativo (Pr. > 0.05)

El coeficiente de variación obtenido tuvo un valor de 2.24 %, el mismo fue menor al 30% lo cual indica que los datos son confiables y se encuentra dentro el rango exigido para investigaciones agropecuarias.

El análisis de varianza para eficiencia alimenticia, existe significancia (Pr < 0.05) entre raciones experimentales. Las diferencias significativas encontradas son atribuidas a la composición nutricional de cada ración experimental.

El factor sexo no presentó diferencias significativas ( $Pr > 0.05$ ) sobre la eficiencia alimenticia, es decir hembras y machos presentaron similar eficiencia alimenticia. La eficiencia alimenticia entre sexos se manifiesta por encima de los 20 a 25 Kg. de peso vivo, una vez alcanzado pleno desarrollo digestivo. (Buxade, 1996)

**Cuadro 4.20 Prueba de Duncan para eficiencia alimenticia en %.**

RACIONES	PROMEDIOS (%)	OBSERVACIONES	COMPARACIÓN
Ha. de Pescado	84.50	8	A
Pellets	79.58	8	B
Testigo	78.59	8	B

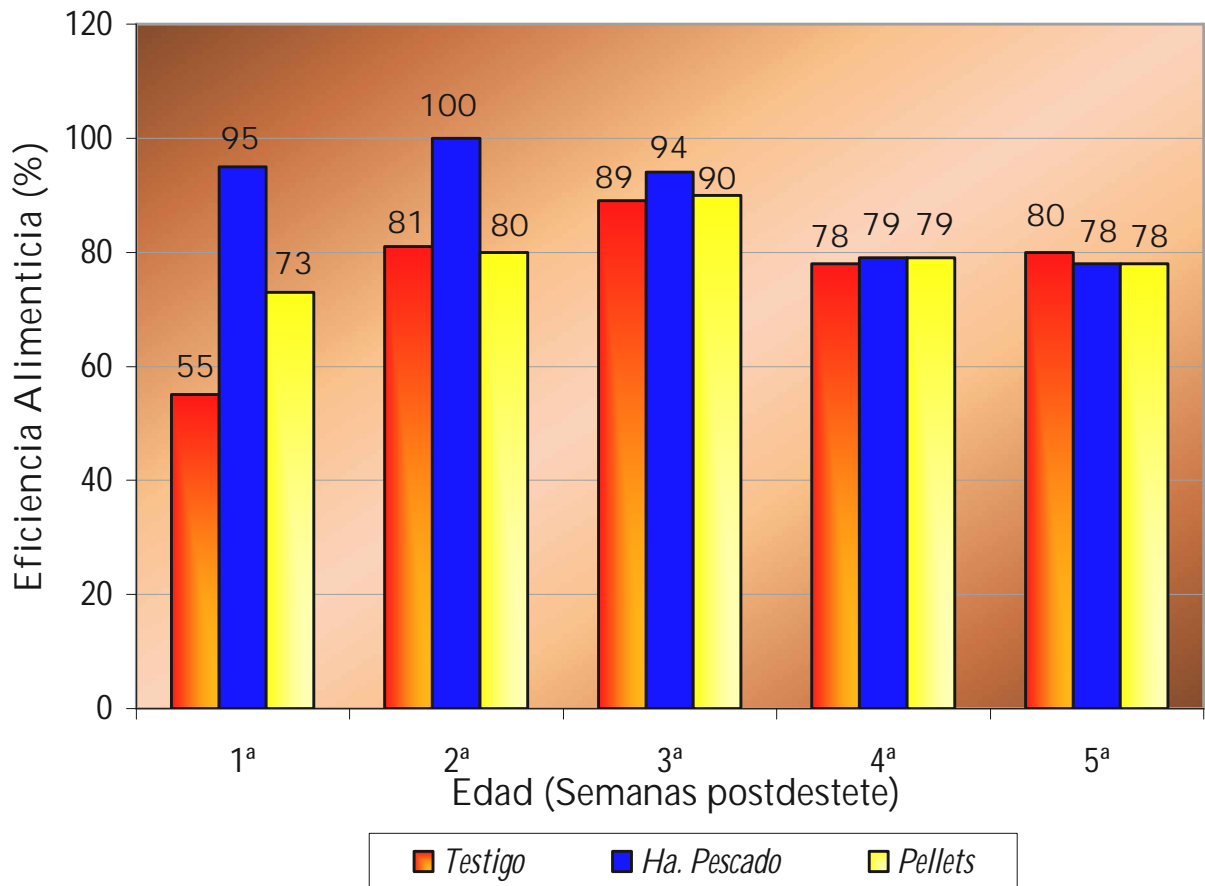
Letras distintas indican diferencias significativas

La prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) muestra que la ración peletizada (79.58 %) y el testigo (78.59 %) son estadísticamente similares y se diferencian significativamente de la ración con harina de pescado (84.50 %).

Sin embargo la dieta con harina de pescado presentó la mayor eficiencia alimenticia, debido a su mejor composición y calidad nutricional, que permitió generar mayor cantidad de producto animal por unidad de alimento consumido, respecto a las otras raciones experimentales. Al respecto Quiniou *et. al*, (2002), señala que la alta calidad nutricional y la buena digestibilidad la dieta alimenticia permiten que sea asimilado en su gran mayoría por el tracto digestivo, mejorando la productividad del lechón.

Sin embargo los promedios de eficiencia alimenticia hallados en el trabajo se encuentran dentro el parámetro establecido por el NRC (1998), quienes señalan que la eficiencia alimenticia permitida entre animales que se encuentran entre 5 a 20 Kg. de peso vivo es de 51%.





**Grafica 4.7 Promedios de eficiencia alimenticia semanal (%) por tratamiento.**

La grafica 4.7 muestra el comportamiento de las dietas experimentales sobre la eficiencia alimenticia en el transcurso del experimento (35 días postdestete).

La ración con harina de pescado presentó mayor eficiencia alimenticia debido a la mejor calidad de sus ingredientes y mayor absorción a nivel intestinal. Respecto a los lechones alimentados con el testigo y los pellets, presentaron menor eficiencia alimenticia debido a que consumieron mayor cantidad de alimento para cubrir sus necesidades de nutrientes.

#### 4.8 PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE DIARREA POSTDESTETE

**Cuadro 4.21** *Porcentaje de incidencia de diarrea (%) por tratamiento experimental*

TRATAMIENTO	♂(%)	♀(%)	Promedio (%)
Testigo	83.3	66.7	75.0
Harina de Pescado	8.30	25.0	16.6
Pellets	0.0	0.0	0.0
Promedio	30.5	30.6	

*Fuente: Propia*

Easter, (1998), menciona que la diarrea postdestete es el producto de residuos no digeridos de carbohidratos, proteínas y grasas que llegan al intestino grueso del cerdo y que representan un substrato ideal para la fermentación microbial.

De acuerdo al cuadro 4.21, la ración testigo presentó el mayor promedio de incidencia (75 %), debido a que su baja digestibilidad incremento la atrofia intestinal y el efecto del destete. Al respecto Le Guenec (2005), menciona que la reducción en el tamaño de las vellosidades es el producto de la atrofia intestinal y produce una disminución en el área de superficie para la absorción de nutrimentos 7 días a 14 días postdestete y corresponde al tiempo en que se presenta el problema llamado “caída del destete”, caracterizado por problemas de reducción en la absorción de nutrimentos y problemas de deshidratación y diarreas.

La baja digestibilidad de la dieta testigo fue debido al alto contenido de proteína vegetal de soya provenientes del sustituto lácteo y la harina de soya. Rojas, *et. al*, (2005), en referencia a la soya, menciona que las proteínas inmunológicamente activas tales como la glicinina y  $\beta$ - conglucina, ejercen un efecto negativo sobre el lechón, ya que son responsables de las reacciones de hipersensibilidad que causan la atrofia de las vellosidades intestinales.

Por ello el uso está restringido a niveles máximos de utilización que son: 10 % para animales con pesos menores a 12 Kg., 15 % para animales con pesos entre 12 a 18 Kg. y sin restricción para animales de mayores de 18 Kg.

Por otro lado los lechones alimentados con la ración en base a harina de pescado, presentaron una incidencia de diarrea de 16.6% en los primeros tres días postdestete, debido al estrés del destete y cambio de alimento.

La dieta peletizada no presentó incidencia de diarrea debido a su elevada digestibilidad, que evitó crear sustratos en el tracto digestivos para la proliferación de agentes patógenos causantes de diarreas

#### **4.9 ANALISIS ECONÓMICO**

En el análisis económico se evaluó inicialmente los costos fijos y variables, costos de producción, ingresos, para posteriormente evaluar el Beneficio Neto y la relación Beneficio/Costo.

La tasa de cotización de cambio de dólar utilizado para el análisis económico fue de Bs. 8.08 vigente en el periodo de tiempo (año 2005) en el que se realizó el trabajo de investigación.

El costo de cada ración experimental utilizadas en el trabajo de investigación se muestran en anexos 5, 6 y 7.

**Cuadro 4.22 Costos de producción (Bs.) de las raciones experimentales.**

<b>COSTOS FIJOS (Bs.)</b>			
<b>Ítem</b>	<b>Ración Testigo</b>	<b>Ración con Ha. de Pescado (3%)</b>	<b>Ración Peletizada</b>
Costo de mano de obra (Bs.)	150	150	150
Costo alquiler galpón (Bs.)	100	100	100
Servicios básicos (Bs.)	50	50	50
<b>Total (Bs.)</b>	<b>300.0</b>	<b>300.0</b>	<b>300.0</b>
<b>COSTOS VARIABLES (Bs.)</b>			
<b>Ítem</b>	<b>Ración Testigo</b>	<b>Ración Ha. de Pescado</b>	<b>Ración Peletizada</b>
Costo de Alimentación			
Costo de un Kg. de ración (Bs.)	2.38	1.75	8.08
Consumo de alimento (Kg./ lechón)	10.98	19.05	20.35
Número de animales	8	8	8
<b>Costo total de alimentación</b>	<b>209.05</b>	<b>266.70</b>	<b>1315.42</b>
Costo del animal			
Costo de un Kg. de PV - lechón (Bs.)	16.0	16.0	16.0
Peso inicial del lechón (Kg.)	7.0	7.25	7.12
Costo del lechón (Bs.)	112.0	116	113.92
Número de animales	8	8	8
<b>Costo total de los animales (Bs.)</b>	<b>896.0</b>	<b>928.0</b>	<b>911.36</b>
Costo insumos sanitarios			
Oxitocina (Bs.)	1.98	1.98	1.98
Hierro (Duplafer) (Bs.)	4.7	4.7	4.7
Peste porcina (cepa china) (Bs.)	16.5	16.5	16.5
Desparasitante (Ivomec) (Bs.)	6.6	6.6	6.6
Antibióticos (Enro-floxacina) (Bs.)	24.5	12.2	0.0
<b>Total medicamentos (Bs.)</b>	<b>54.28</b>	<b>41.98</b>	<b>29.78</b>
<b>Total costos variables (Bs.)</b>	<b>1159.33</b>	<b>1236.68</b>	<b>2256.56</b>
<b>COSTOS DE PRODUCCIÓN (Bs.)</b>			
<b>Ítem</b>	<b>Ración Testigo</b>	<b>Ración - Ha. de Pescado (3%)</b>	<b>Ración Peletizada</b>
Costos fijos (Bs.)	300.0	300.0	300.0
Costos variables (Bs.)	1159.33	1236.68	2256.56
<b>Total costos de producción (Bs.)</b>	<b>1459.33</b>	<b>1536.68</b>	<b>2556.56</b>

*Fuente: Elaboración propia*

**Cuadro 4.23 Ingresos (Bs.) de las raciones en estudio**

<b>INGRESOS (Bs.)</b>			
<b>Ítem</b>	<b>Ración Testigo</b>	<b>Ración Ha. de Pescado (3%)</b>	<b>Ración Peletizada</b>
Precio de venta de un Kg. PV - Lechón (Bs.)	15	15	15
Peso Final del Lechón (Kg.)	15.60	23.39	23.28
Rendimiento ajustado al 10% (PV/animal)	14.04	21.05	20.95
Precio de venta Lechón (Bs.)	210.6	315.75	314.25
Número de Animales	8	8	8
<b>Ingreso Total (Bs.)</b>	<b>1684.8</b>	<b>2526.0</b>	<b>2514.0</b>

*Fuente: Elaboración propia*

El rendimiento ajustado al 10% (PV/animal), se utilizó para reducir el rendimiento experimental frente al rendimiento que lograría obtener un porcicultor de la zona, utilizando la alternativa tecnológica propuesta Según el CIMMYT (1998), se aplica un ajuste entre 5 y 30%.

**Cuadro 4.24 Evaluación económica mediante el indicador Beneficio – costo**

<b>Ítem</b>	<b>Ración Testigo</b>	<b>Ración con Ha. de Pescado</b>	<b>Ración Peletizada</b>
Costo de producción (Bs.)	1459.33	1536.68	2556.56
Ingreso total (Bs.)	1684.8	2526.0	2514.0
Ingreso neto	225.47	989.32	-42.56
<b>Beneficio/Costo</b>	<b>1.15</b>	<b>1.64</b>	<b>0.98</b>

*Fuente: Elaboración propia*

La evaluación económica del cuadro 4.24, indica que la ración con harina de pescado presento el mas alto beneficio neto (989.32 Bs.), seguido de la dieta testigo (225.47 Bs.), finalmente la ración peletizada presento un déficit de 42.56 Bs.

Analizando el indicador Beneficio/Costo se determinó que la ración con harina de pescado con 1.64 de beneficio costo generó una utilidad de 0.64 Bs. Es decir que por cada 1 Bs. invertido en este tratamiento, se recupera la inversión y se obtiene una ganancia de 0.64 Bs.

El beneficio/costo de la ración testigo (1.15), indica que se obtuvo una utilidad de 0.15 Bs. sin embargo comparado con la dieta con harina de pescado representa una utilidad baja.

Aplicando el mismo criterio a la ración peletizada, se determinó que su beneficio/costo no se encuentra dentro el margen de utilidad, ya que no se generó ganancia utilizando pellets en la alimentación de lechones, por el contrario se obtuvo una pérdida de 0.02 Bs.

## V. CONCLUSIONES

Según los objetivos trazados y los resultados obtenidos en el experimento se establece las siguientes conclusiones:

- Ø El mayor peso vivo obtenido en el experimento fue 23.39 Kg. registrado por efecto de la ración con harina de pescado, seguido de la ración peletizada con 23.27 Kg. finalmente la ración testigo presentó el menor peso vivo con un promedio de 15.6 Kg. al cabo de 35 días postdestete.
- Ø La ración peletizada debido a su elevada palatabilidad y digestibilidad presentó un mayor consumo de alimento con un promedio de 20.35 Kg. seguido de la dieta con harina de pescado con 19.05 Kg. y el testigo con un promedio de 10.97 Kg.
- Ø Los lechones alimentados con la ración con harina de pescado alcanzaron 15 Kg. de peso vivo en 19.05 días, seguido por el tratamiento con la dieta peletizada (19.06 días), finalmente la ración testigo con un promedio de 32.9 días. En conclusión los lechones alimentados con pellets y Harina de pescado, requieren menor espacio de tiempo para obtener 15 Kg. de peso vivo.
- Ø La mayor ganancia media diaria, indica que los pellets y la dieta con harina de pescado incrementaron el peso de los lechones en 0.46 Kg./día. La ración testigo presentó el menor promedio de ganancia media diaria con un valor de 0.245 Kg./día respectivamente.
- Ø Respecto al índice de conversión y eficiencia alimenticia la ración con harina de pescado presento la mejor conversión 1.19 Kg./Kg. PV, y resulto ser la mas eficiente en un 84.5 % en términos de alimentación , respecto a las demás raciones experimentales.

- Ø Respecto a la incidencia de diarrea, la ración testigo presento la mayor incidencia de diarrea (75 %), debido a su baja digestibilidad por efecto de la proteína vegetal. La ración con harina de pescado y los pellets minimizaron la incidencia de diarrea en los lechones.
  
- Ø El análisis económico, indica que la ración con harina de pescado con un Beneficio/Costo de 1.64, es más rentable respecto a las restantes raciones experimentales, seguido por la dieta testigo con 1.15 finalmente los pellets no presentaron utilidad.



## VI. RECOMENDACIONES

- Ø Se recomienda utilizar niveles entre 2 a 3% de harina de pescado en la alimentación de lechones destetados.
- Ø Desde el punto de vista técnico se recomienda al porcinocultor hacer uso de la ración con harina de pescado (3%), para obtener mejores resultados tanto en ganancia de peso, consumo de alimento y rentabilidad económica.
- Ø Se recomienda utilizar saborizantes ó aromas para incrementar la palatabilidad de la ración en base a harina de pescado.
- Ø Desde el punto de vista económico, por el costo elevado de adquisición y falta de utilidad ración peletizada se recomienda no alimentar con pellets a los lechones.
- Ø Se recomienda utilizar pellets como tratamiento sanitario para recuperar lechones debilitados por enfermedades gastrointestinales.
- Ø Se recomienda utilizar sustituto lácteo (Bigolac), en raciones que presenten en su composición proteína de origen animal.
- Ø Se sugiere en futuros trabajos de investigación experimentar dosis de harina de pescado por encima y por debajo del 3%.
- Ø Se sugiere realizar trabajos de investigación comparando otras fuentes de proteína animal con la harina de pescado.

## VII. BIBLIOGRAFIA

ALCÁZAR, J. 1997. Bases para la Alimentación Animal y la Formulación Manual de Raciones. Ed. La palabra. La Paz, Bolivia. 215 p.

ALVAREZ, A. Y HUAYTA, E. 1998. Medidas y Errores. La Paz- Bolivia. 150 p.

BAMN (Alianza bovina en el Manejo y Nutrición) 2001. Una guía de reemplazo de leche en Terneros, tipos, uso y calidad. Asociación Americana de Industria de Alimentos.

BERTSCHINGER, H. FAIRBROTHER, J. 1999. Las enfermedades de Cerdo. Eds. Straw, S. D'Allaire, W. Mengeling y D. Taylor. 8º. Edición. Estado de Iowa. pp. 431-433.

BREVIS, O. 1990. Manual de administración de las empresas agrícolas. Instituto de Capacitación e Investigación de Reforma Agraria. Santiago de Chile. pp.70 -75.

BUNDY, CL. 1992. Producción Porcina. Ed. Continental. 2º Edición. México. 429 p.

BUXADE, C. 1996. Porcino cultura Intensiva y Extensiva. Ed. Mundi – Prensa. 6º Edición. Madrid, España. 379p.

CAMPABADAL, C. NAVARRO H. 1994. Manejo y alimentación del lechón pre y posdestete. Asociación Americana de Soya. N°. 92. México D.C., 21 p.

CAMPBELL, J. *et, al.* 1998a. Revista de Ciencia animal N° 76. (Suplemento 1).180p.

CAÑAS, R. 1995. Alimentación y Nutrición animal. Pontificia Universidad Católica de Chile. Colección en agricultura. Facultad de Agronomía. pp: 267-345.

- CARITA, I. 2006. Determinación de la mejor edad de Destete en Lechones de la Línea Camborough 22 en la Localidad de Sacaba Cochabamba. Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, La Paz. 84p.
- CLINE, T. 1991. Nutrición del cerdo. Alimentando cerdos destetados a tres a cuatro semanas de edad. Eds. Butterworth - Heinemann. pp. 497-508.
- CROMWELL, G. 1998. XIV Curso de especialización. Avances en nutrición y alimentación animal. pp: 213 - 226.
- CHURCH, D. Y POND W. 1990. Fundamentos de nutrición y alimentación de los animales, México DF. Ed. Limusa. pp. 256 – 265.
- DANIELSEN, V. (1998) Nutrición y Alimentación de lechones en condiciones de manejo del Norte de España. En: Avances en Nutrición y Alimentación Animal. Mateos, G. G., García, P. y de Blas, J. C. (Eds.). FEDNA. pp: 205-209.
- DREAU, D. LALLES, J. PHILOUZE ROME, V. TOULLEC, R. (1994). Revista de Ciencia animal N° 72.
- EASTER, R. 1998. Los recientes adelantos en la nutrición animal; Acidificación en las dietas para cerdos. Ed. Butterworths. Londres R.U. pp. 61 - 72.
- ENGLISH, P. 1992. Crecimiento y finalización del cerdo. Ed. El manual moderno SA. 2º Edición. Mexico DF. 512 p.
- FEDNA. 1999. Normas FEDNA para la composición de piensos compuestos. Blas, C. Mateos, G.G. Revollar, P. Ga. (Eds). Madrid España.
- FLORES, J. y AGRAZ, A. 1993. Enciclopedia técnica del ganado porcino. Ed. Limusa S.A. México. pp: 650 - 670.

FOWLER, V. 1995. Avances en el manejo de cerdos; La nutrición del cerdo destetado. Curso de tecnología de producción. Universidad de Illinois. 9 p.

GENUS – PIC. 2006. Mejora genética del porcino. España

GYLES, C. 1993. La patogénesis de Infecciones bacterianas en los animales. Eds. C. Gyles y C. Thoen. Prensa Universitaria del Estado de Iowa., Ames, Iowa. pp. 164-187.

GOMEZ, F. 1999. Publicaciones PIC. Técnica al día. Volumen 3 N° 1.

GONZÁLEZ, F. MORENO, J. y MUJICA, C. 2003. Trabajo de residencia.

GRACIA, M.I., MEDEL P., CASTELLANOS I. y MATEOS G.G. (1999) ITEA Vol. Extra20.448 p.

HAMPSON, D. 1994. Animales domésticos y humanos. Ed. C. Gyles. *Escherichia coli* en CAB Internacional, Wallingford, Inglaterra. pp. 171-191.

HANCOCK, J. 1995. El uso de productos de la soja especialmente procesados para reemplazar las proteínas de leche en dietas de inicio en lechones; Memorias Curso Lance. Atenas, Costa Rica.

HARPER, A y ESTIENNE, M. 2002. Efficacy of three potential alternatives to antimicrobial feed additives for weanling pigs. Prof. Animal Scientist 18: 343-350.

IGM. 2000. Atlas Digital de Bolivia. Software Multimedia MULTISOFT. La Paz, Bolivia.

Informe Técnico ALLTECH. 2001. Guía de uso de productos en Cerdos. Santa Cruz Bolivia. 8 p.

INMAN, C y BAILEY, M. 2006. Efecto del entorno en el desarrollo del sistema inmunitario de los lechones. Universidad de Bristol. Reino Unido.

JENSEN, M. KNUDSEN, K. INBORR, J. JAKOBSEN, K. (1998) Ciencia de la alimentación animal N° 72. p. 329.

KATS, L. NELSSSEN, J. TOKACH, M. 1997. Ciencia Animal N° 72.

LATINO EDITORES, 2006. Volvamos al campo. Tomo I. Colombia. 78 -81 p.

LE GUENEC, J. 2005. Diagnóstico de las diarreas neonatales. Francia.

LIEBLER-TENORIO, E. POHLENZ, J. y WHIPP, S. 1999. Las enfermedades del cerdo. Eds. B. Straw, S. D'Allaire, W. Mengeling y D. Taylor. Prensa Universitaria del Estado de Iowa, Ames, Iowa, USA. pp. 821-831.

LIZASO, J. 1995. XI Curso de especialización FEDNA. Barcelona – España. 10p.

MC DONALD, P. 1993. Nutrición animal. 4º Ed. Zaragoza - España 568 p.

MACKINNON, J. 1998. El Cerdo. Revista N° 41. pp. 227-255.

MAKKINK, C. NEGULESCU, G. GUIXIN, Q. VERSTEGEN, M. 1994. Revista de nutrición N° 72. pp. 353 – 368.

MATHEW, A. ROBBINS, C. CHATTIN, S. 1997. Ciencia animal N° 75.

MEDEL, P. SALADO, S. MATEOS, G. y BLAS, C. 1999a. Tecnología de la alimentación animal.

MEDEL, P. LATORRE, A. MATEOS G. 1999b. Nutrición y alimentación de lechones destetados precozmente.

MER, 2004. Caracterización de las macroecoregiones de Bolivia.

METEORED, 2008. Clima en Cochabamba. [www.Meteored.com](http://www.Meteored.com).

NRC. 1998. Los Requerimientos Nutricionales del Cerdo. Ed. La Prensa Académica Nacional. 10<sup>o</sup>. Edición. Washington, D.C.

PADRÓN, E. 1996. Diseños Experimentales con aplicación a la Agricultura y Ganadería. Edit. Trillas. México. 109 -118 p.

PLUSKE, J. *et. al.* 1998. Revista de nutrición N<sup>o</sup> 128: pag. 1737-1744.

PLUSKE, J.R., PETHICK D.W., HOPWOOD, D.E. y HAMPSON, D.J. (2002) *Nutr. Res. Rev.* 15: 333-371 p.

POMAR, C. 1995. La Investigación de la ciencia animal y desarrollo: Sociedad Canadiense de Ciencia Animal. Ottawa, Ontario, pp: 361-375.

QUINIOU *et. al.* 2002. Manejo de Porcinos. Zaragoza – España.

ROJAS, J. *et. al.* 2005. Los Alimentos. Departamento de Producción Animal Nutrición y Alimentación Animal. Universidad Lisandro Alvarado.

SENAMHI. 2005. Boletín Agroclimatológico. M.T.C.A.N. La Paz, Bolivia.

SHIMADA, A. 1991. Fundamentos de Nutrición Animal comparativa patronato de apoyo a la investigación y Experimentación Pecuaria en México., Toluca México. Ed.. Noriega, pp: 36 - 40.

- STARK, C. BEHNKE, J. 1993. Efecto de la calidad de los pellets sobre el crecimiento de lechones y los cerdos acabados. Universidad Estatal de Kansas. Manhattan, Kansas. Pag. 67-70.
- TALBOTT, CW. 1998. Curso Internacional de Nutrición y Genética animal. Universidad Mayor de San Simón Universidad de Carolina del Norte. Julio 1988. Cochabamba – Bolivia.
- TOLPLIS, P. y TIBBLE, S. 1997. Simposio de los procedimientos de 1995 en la Industria del CerdoSaskatoon, Canadá, pp. 23-33.
- TOUCHETTE, K. ALLEE G. y NEWCOMB, M. 1998. Ciencia Animal Nº 76 (Suplemento. 1). Resumen 180.
- TOUCHETTE, K. MATTERI, R. DYER, C. CARROLL, J y ALLEE, G. 1999. Ciencia Animal Nº 77(Suplemento. 1). Resumen 194.
- USDA–FAS. 2006. El ganado y Pollaría: El Mercado mundial y Comercio. Argentina.
- VETERQUIMICA. 2006. Vademécum Veterquímica. Santiago de Chile. 206p.
- VIETES, C. 1997. Producción Porcina, Estrategias para una actividad sustentable. Ed. Hemisferio Sur Buenos Aires, Argentina 506 p.
- WILL, L. *et al.* 1994. Revista de investigación en Diagnostico Veterinario Nº 6. España. 416-422 p.

*ANEXOS*



**Anexo 1. Ración Testigo con Sustituto Lácteo (10%).**

INSUMO	%	ED Kcal./Kg.	Prot. Cruda %	Grasa %	Fibra %	Ceniza %	Calcio %	Fósforo %	Fósforo (d) %	Sodio %	Cloro %	Hierro mg./Kg.
T. Soya	0.334	1169	14.6	0.367	2.438	2.1042	0.1002	0.2171	0.090	0.0134	0.013	46.76
H. Maíz	0.536	1892. 0	4.56	1.93	1.233	0.6968	0.0161	0.1501	0.042 9	0.0107	0.027	20.37
Sal	0.003	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1182	0.182	
Vitaminas	0.0007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minerales	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sust. Lácteo	0.102	348.8	3.85	0.10	0	0.714	0.0612	0.0741	0	0.051	0.224	17.85
Curitox plus	0.0015	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0225	0	0
P. Caliza	0.0047	0	0	0	0	0	0.1692	0	0	0	0	0
Fosfato Bi Ca	0.0185	0	0	0	0	0	0.37	0.3423	0.342	0.011	0	266.4
Lisina 99%	0.00032	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacitracina Zinc.	0.0004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>1.0023</b>	<b>3410</b>	<b>23.1</b>	<b>2.4</b>	<b>3.7</b>	<b>3.5</b>	<b>0.72</b>	<b>0.78</b>	<b>0.48</b>	<b>0.23</b>	<b>0.45</b>	<b>367.8</b>

Fuente: Albasa (2005)

**Anexo 2. Contenido de aminoácidos de la ración Testigo**

INSUMO	Arginina. %	Histina %	Isoleucina %	Leucina %	Lisina %	Metionina %	Cistina %	Treonina %	Triptofano %	Valina %	Ac. Lin. %
T. Soya	1.0688	0.391	0.668	1.152	0.9519	0.2071	0.251	0.5778	0.21376	0.67468	0.1336
H. Maíz	0.2305	0.129	0.1876	0.638	0.134	0.0965	0.107	0.193	0.04288	0.23584	1.1792
Sal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vitaminas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minerales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sust. Lácteo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Curitox plus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P. Caliza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fosfato Bi Ca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lisina 99%	0	0	0	0	0.0285	0	0	0	0	0	0
Bacitracina Zinc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>1.33</b>	<b>0.54</b>	<b>0.94</b>	<b>1.91</b>	<b>1.37</b>	<b>0.36</b>	<b>0.41</b>	<b>0.86</b>	<b>0.28</b>	<b>0.98</b>	<b>1.31</b>

Fuente: Albasa (2005)

### Anexo 3. Ración Experimental con Harina de Pescado (3%)

INSUMO	Arginina %	Histina %	Isoleucina %	Leucina %	Lisina %	Metionina %	Cistina %	Treonina %	Triptofano %	Valina %	Ac. Lin. %
H. Pescado	0.1155	0.0048	0.0951	0.152	0.1512	0.0591	0.019	0.0846	0.0228	0.105	0.006
H. Sangre	0.0334	0.051	0.0091	0.11	0.0705	0.0099	0.011	0.0405	0.0108	0.0705	0.001
T. Soya	0.2032	0.44	0.752	1.297	1.0716	0.2331	0.282	0.6505	0.2406	0.75952	0.1504
H. Maiz	0.2339	0.131	0.1904	0.647	0.136	0.0979	0.109	0.1958	0.0435	0.23936	1.1968
Sal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vitaminas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minerales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Curitox plus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P. Caliza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fosfato B.Ca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Afrechillo de Arroz	0.0107	0.004	0.0052	0.011	0.0066	0.0029	0.003	0.0056	0.00176	0.00803	0.03927
Bacitracina Zn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>1.60</b>	<b>0.67</b>	<b>1.05</b>	<b>2.22</b>	<b>1.44</b>	<b>0.40</b>	<b>0.42</b>	<b>0.98</b>	<b>0.32</b>	<b>1.18</b>	<b>1.39</b>

Fuente: Albasa (2005)

### Anexo 4. Contenido de aminoácidos de la ración con Harina de Pescado

INSUMO	%	ED Kcal./Kg.	Prot. Cruda %	Grasa %	Fibra %	Ceniza %	Calcio %	Fósforo %	Fósforo (d) %	Sodio %	Cloro %	Hierro mg./Kg.
H. Pescado	0.03	90.6	2.1	0.3	0.03	0.429	0.1119	0.0729	0.069	0.0261	0.024	6.6
H. Sangre	0.01	28.5	0.775	0.016	0.01	0.058	0.0037	0.0027	0.0013	0.005	0.003	19.22
T. Soya	0.376	1316	16.544	0.414	2.745	2.3688	0.1128	0.2444	0.1015	0.015	0.015	32.64
H. Maiz	0.544	1920.32	4.624	1.958	1.251	0.7072	0.0163	0.0435	0.07344	0.0109	0.027	0.672
Sal	0.0037	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1458	0.225	0
Vitaminas	0.0007		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minerales	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Curitox plus	0.0015	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0225	0	0
P. Caliza	0.011	0	0	0	0	0	0.396	0	0	0	0	38.5
Fosfato Bi.Ca	0.012	0	0	0	0	0	0.24	0.222	0.222	0.0072	0	172.8
Afrechillo de Arroz	0.011	40.843	0.132	0.132	0.154	0.0891	0.001	0.0167	0.0024	0.0008	0.0004	2.068
Bacitracina Zn	0.004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>1.0013</b>	<b>3396</b>	<b>24.2</b>	<b>2.8</b>	<b>4.2</b>	<b>3.7</b>	<b>0.88</b>	<b>0.71</b>	<b>0.44</b>	<b>0.23</b>	<b>0.29</b>	<b>312.5</b>

Fuente: Albasa (2005)

### Anexo 5. Composición química de BIGOLAC

COMPOSICIÓN GENERAL	%
Proteína Total	37.0
Materia Grasa	1.0
Humedad máxima	5,00
Fibra	1,90
Cenizas	7.0
Calcio	0.7
Fósforo Total	0.80
Lisina	2,54
Metionina	0,58
Met. + Cistina.	1,10
Treonina	1,52
Triptofano	0,45
Energía Metabolizable	3.090 Kcal./Kg.
Energía Neta	2.200 Kcal./Kg.

Fuente: Vademécum Veterquímica 2006.

### Anexo 6. Composición nutricional de los pellets

Contenido	Cantidad
Energía neta (NE)	2.500 Kcal./Kg.
Energía met. (EM)	3.440 Kcal./Kg.
Proteína cruda	21.5 %
Grasa cruda	7,5 %
Fibra cruda	3,5 %
Cenizas	6,5 %
Lisina	1,30%
Calcio	0.75 %
Fósforo	0,64 %
Vitamina A	22.500 IU/Kg.
Vitamina D3	2.000 IU/Kg.
Vitamina E	50 IU/Kg.
Cobre	160 mg/Kg.
Humedad	12.0%

Fuente: Vademécum Veterquímica 2006

### Anexo 7. Análisis bromatológico de la harina de pescado

Contenido	
Energía	3.1 Mcal./Kg.
Proteína Cruda	66.88 %
Materia Grasa	9.78 %
Humedad	9.8 %
Calcio	5.8 %
Fósforo	3.0 %

Fuente: Análisis Bromatológico SGS, Albasa (2005)

### Anexo 8. Costo de la ración Testigo (Bs.)

Insumo	Cantidad(Kg.)	Costo (Bs. /Kg.)	Costo Total (Bs.)
Torta de Soya	33.4	1.85	62.07
Harina de Maíz	53.6	1.09	58.47
Sal	0.3	0.323	0.119
Sustituto Lácteo	10.2	9.66	98.58
Vitaminas	0.07	80.8	5.66
Minerales	0.10	14.54	1.45
Curitox plus	0.15	6.06	0.91
Piedra Caliza	0.47	0.33	0.155
Fosfato Bi-Calcico	1.85	3.88	7.17
Lisina 99%	0.032	30.3	0.97
Bacitracina Zinc	0.04	72.72	2.91
<b>Total</b>	<b>100.2</b>	<b>2.38</b>	<b>238.5</b>

Fuente: Albasa (2005)

### Anexo 9. Costo de la ración peletizada (Bs.)

Ración	Cantidad(Kg.)	Costo (Bs. /Kg.)	Costo Total (Bs.)
Pellets	100	8.08	808.0

Fuente: Veterquímica (2006)

**Anexo 10. Costo de la ración con Harina de Pescado (Bs.)**

Insumo	Cantidad(Kg.)	Costo (Bs. /Kg.)	Costo Total (Bs.)
Harina de Pescado	3	8.89	26.66
Harina Sangre	1	2.10	2.10
Torta de Soya	37.6	1.86	69.87
Harina de Maíz	54.4	1.09	59.34
Sal	0.37	0.323	0.119
Vitaminas	0.07	80.8	5.66
Minerales	0.1	14.54	1.45
Curitox plus	0.15	6.06	0.91
Piedra Caliza	1.1	0.33	0.36
Fosfato Bi-Calcico	1.2	3.88	4.65
Afrechillo de Arroz	1.1	0.43	1.02
Bacitracina Zinc	0.04	72.72	2.91
<b>Total</b>	<b>100.3</b>	<b>1.75</b>	<b>175.06</b>

*Fuente: Albasa (2005)*

**Anexo 11. Pesos al nacimiento (Kg.) de los lechones del experimento**

TRATAMIENTO	REPETICIÓN								Prom.	Desv.
	I		II		III		IV			
	♂(Kg.)	♀(Kg.)	♂(Kg.)	♀(Kg.)	♂(Kg.)	♀(Kg.)	♂(Kg.)	♀(Kg.)		
Testigo	1.4	1.3	1.3	1.4	1.2	1.3	1.4	1.3	1.32	0.07
Ha. Pesc. (3%)	1.5	1.4	1.3	1.4	1.5	1.4	1.5	1.4	1.40	0.06
Pellets	1.4	1.3	1.5	1.3	1.5	1.3	1.4	1.3	1.37	0.09
Promedio	1.43	1.33	1.37	1.37	1.40	1.33	1.37	1.33	Prom. Gral.	
Des. Estándar	0.06	0.06	0.11	0.06	0.17	0.06	0.06	0.06	1.36	

*Fuente: Propia*

**Anexo 12. Pesos Iniciales (Kg.)**

TRATAMIENTO	REPETICIÓN								Prom.	Desv.
	I		II		III		IV			
	♂(Kg.)	♀(Kg.)	♂(Kg.)	♀(Kg.)	♂(Kg.)	♀(Kg.)	♂(Kg.)	♀(Kg.)		
Testigo	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	0.00
Ha. Pesc. (3%)	7.5	7.5	7.0	7.5	7.5	7.0	7.0	7.0	7.3	0.27
Pellets	7.5	7.5	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.1	0.23
Promedio	7.3	7.3	7.0	7.2	7.2	7.0	7.0	7.0	Prom. Gral.	
Des. Estándar	0.29	0.29	0.00	0.29	0.29	0.00	0.00	0.00	7.13	

*Fuente: Propia*

**Anexo 13. Registro de datos semanales (Kg.)**

<b>Consumo de alimento (Kg.)</b>						
<b>Ración</b>	<b>1ª Semana</b>	<b>2ª Semana</b>	<b>3ª Semana</b>	<b>4ª Semana</b>	<b>5ª Semana</b>	<b>TOTAL</b>
Testigo	1.6	1.9	2.2	2.6	2.6	10.9
Ha. Pescado	2.6	3.1	3.6	4.4	5.4	19.1
Pellets	3.0	3.5	3.9	4.5	5.4	20.3
<b>Peso Vivo (Kg.)</b>						
	<b>Indiv.</b>	<b>1ª Semana</b>	<b>2ª Semana</b>	<b>3ª Semana</b>	<b>4ª Semana</b>	<b>5ª Semana</b>
Ración Testigo	1♀	8	9.5	11.1	13	15.2
	2♀	8.2	10	12	14	16
	3♀	8	9.5	12	14.2	16.5
	4♀	8.2	10	11.6	13.5	15.5
	1♂	8	10	12	13	16
	2♂	7.5	8.6	10.3	12.5	15
	3♂	7.5	8.6	10.4	12.4	14.8
	4♂	8	9.1	11.5	13.5	15.8
Ración Con Harina de Pescado	1♀	9.5	12.5	15.6	19	22.8
	2♀	9.6	12.8	16	19.5	23
	3♀	9	12	15	18.5	22.2
	4♀	9.5	12.5	15.5	19.3	23
	1♂	10	13.5	17.5	21	24.7
	2♂	9	12	15	18.5	22
	3♂	11	14	17.5	21	24.8
	4♂	10	14	18	21	24.6
Pellets	1♀	10	13	16.5	20	23.8
	2♀	10	13	16	19.1	23
	3♀	9.5	12	15	18.5	22.6
	4♀	8	11	15	18	22
	1♂	10	12.5	16.5	20	24
	2♂	8.5	11	15	19	23.2
	3♂	9	12.5	16	19.5	23.8
	4♂	9	11.5	15.5	19.5	23.8

*Fuente: Propia*

**Anexo 14. Pesos vivos Finales en Kg.**

TRATAMIENTO	REPETICIÓN								Prom.	Desv.
	I		II		III		IV			
	♂(Kg.)	♀(Kg.)	♂(Kg.)	♀(Kg.)	♂(Kg.)	♀(Kg.)	♂(Kg.)	♀(Kg.)		
Testigo	16.0	15.2	15.0	16.0	14.8	16.5	15.8	15.5	15.6	0.58
Ha. Pesc.(3%)	24.7	22.8	22.0	23.0	24.8	22.2	24.6	23.0	23.39	1.14
Pellets	24.0	23.8	23.2	23.0	23.8	22.6	23.8	22.0	23.27	0.71
Promedio	21.56	20.60	20.07	20.70	21.13	20.43	21.40	20.17		
Des. Estándar	4.83	4.70	4.43	4.04	5.51	3.41	4.87	4.07		

*Fuente: Propia*

**Anexo 15. Consumo de alimento por tratamiento en Kg.**

TRATAMIENTO	REPETICIÓN								Prom.	Desv.
	I		II		III		IV			
	♂(Kg.)	♀(Kg.)	♂(Kg.)	♀(Kg.)	♂(Kg.)	♀(Kg.)	♂(Kg.)	♀(Kg.)		
Testigo	11.5	10.8	10.5	11.5	10.5	11.5	11.0	10.5	10.97	0.47
Ha. Pesc. (3%)	20.0	18.4	18.0	18.8	20.0	18.4	20.0	18.8	19.05	0.83
Pellets	21.0	20.5	20.2	20.0	20.5	20.0	20.6	20.0	20.35	0.36
Promedio	17.50	16.57	16.23	16.77	17.00	16.63	17.20	16.43		
Des. Estándar	5.22	5.10	5.08	4.60	5.63	4.52	5.38	5.17		

*Fuente: Propia*

**Anexo 16. Tiempo en días para alcanzar 15 Kg. de peso vivo por tratamientos**

TRATAMIENTO	REPETICIÓN								Prom.	Desv.
	I		II		III		IV			
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀		
Testigo	31.6	35.0	35.0	31.0	35.0	29.0	33.0	33.6	32.9	2.21
Ha. Pesc. (3%)	16.5	21.0	21.0	20.0	16.5	21.	16.5	20.0	19.06	2.16
Pellets	18.0	17.7	21.0	18.2	17.5	19.5	19.5	21.0	19.05	1.42
Promedio	22.03	24.57	25.67	23.07	23.0	23.17	23.0	24.87		
Des. Estándar	8.32	9.18	8.08	6.93	10.39	5.11	8.97	7.58		

*Fuente: Propia*

**Anexo 17. Ganancias de peso en Kg. por tratamiento**

TRATAMIENTO	REPETICIÓN								Prom.	Desv.
	I		II		III		IV			
	♂(Kg.)	♀(Kg.)	♂(Kg.)	♀(Kg.)	♂(Kg.)	♀(Kg.)	♂(Kg.)	♀(Kg.)		
Testigo	9.0	8.2	8.0	9.0	7.8	9.5	8.8	8.5	8.60	0.58
Ha. Pesc.(3%)	17.2	15.3	15.0	15.5	17.2	15.2	17.5	16.0	16.11	1.03
Pellets	16.5	16.3	16.0	16.0	16.8	15.6	16.8	15.0	16.12	0.61
Promedio	14.23	13.27	13.07	13.5	13.93	13.43	14.37	13.17		
Des. Estándar	4.54	4.42	4.36	3.90	5.31	3.41	4.83	4.07		

*Fuente: Propia*

**Anexo 18. Ganancia media diaria en (Kg. /día) por tratamientos**

TRATAMIENTO	REPETICIÓN								Prom.	Desv.
	I		II		III		IV			
	♂(Kg.)	♀(Kg.)	♂(Kg.)	♀(Kg.)	♂(Kg.)	♀(Kg.)	♂(Kg.)	♀(Kg.)		
Testigo	0.26	0.23	0.23	0.26	0.22	0.27	0.25	0.24	0.24	0.02
Ha. Pesc.(3%)	0.49	0.44	0.43	0.44	0.49	0.43	0.50	0.46	0.46	0.03
Pellets	0.47	0.47	0.46	0.46	0.48	0.45	0.48	0.43	0.46	0.02
Promedio	0.41	0.38	0.37	0.39	0.40	0.38	0.41	0.38		
Des. Estándar	0.13	0.13	0.12	0.11	0.15	0.10	0.14	0.12		

*Fuente: Propia*

**Anexo 19. Conversión alimenticia (Kg. / Kg. PV) por tratamiento**

TRATAMIENTO	REPETICIÓN								Prom.	Desv.
	I		II		III		IV			
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀		
Testigo	1.28	1.32	1.31	1.26	1.35	1.21	1.25	1.23	1.28	0.05
Ha. Pesc.(3%)	1.18	1.23	1.2	1.22	1.17	1.21	1.14	1.17	1.19	0.03
Pellets	1.26	1.25	1.25	1.24	1.22	1.28	1.23	1.30	1.25	0.03
Promedio	1.24	1.27	1.25	1.24	1.25	1.23	1.21	1.23		
Des. Estándar	0.05	0.05	0.05	0.02	0.09	0.04	0.06	0.06		

*Fuente: Propia*



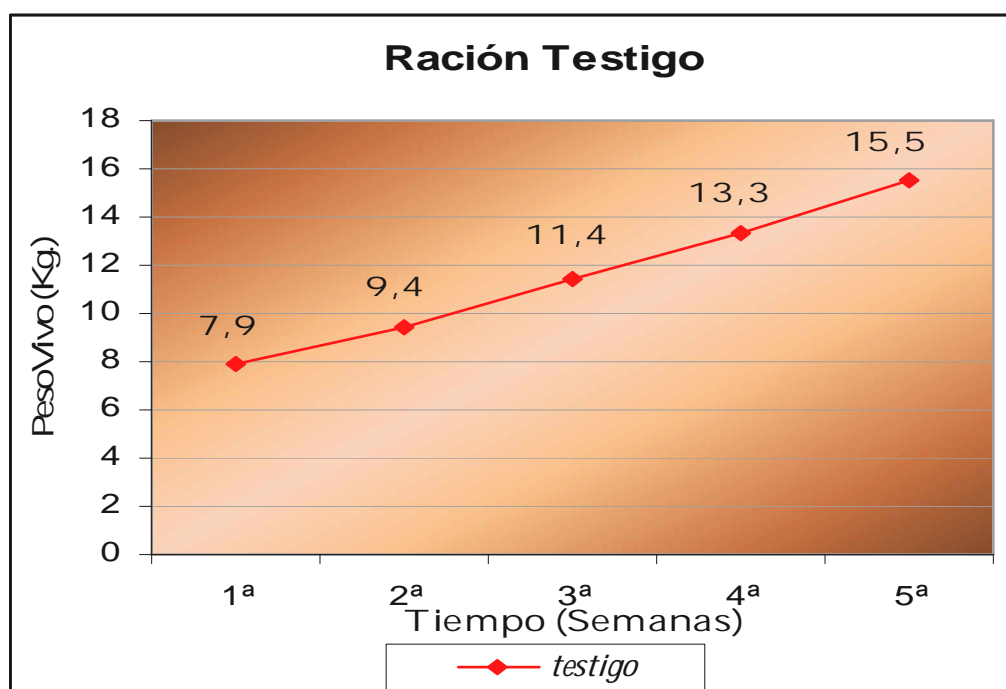
## Anexo 20. Eficiencia alimenticia (%) por tratamiento

TRATAMIENTO	REPETICIÓN								Prom.	Desv.
	I		II		III		IV			
	♂(%)	♀(%)	♂(%)	♀(%)	♂(%)	♀(%)	♂(%)	♀(%)		
Testigo	78.3	78.1	76.2	78.3	74.3	82.6	80.0	80.9	78.6	2.61
Ha. Pesc (3%)	86.0	83.1	83.3	82.4	86.0	82.6	87.5	85.1	84.9	1.99
Pellets	78.6	79.5	80.2	80.0	81.9	78.0	81.5	76.9	79.6	1.7
Promedio	80.9	80.23	79.9	80.23	80.73	81.07	83.0	80.9		
Des. Estándar	4.36	2.58	3.56	2.06	5.94	2.65	3.97	4.10		

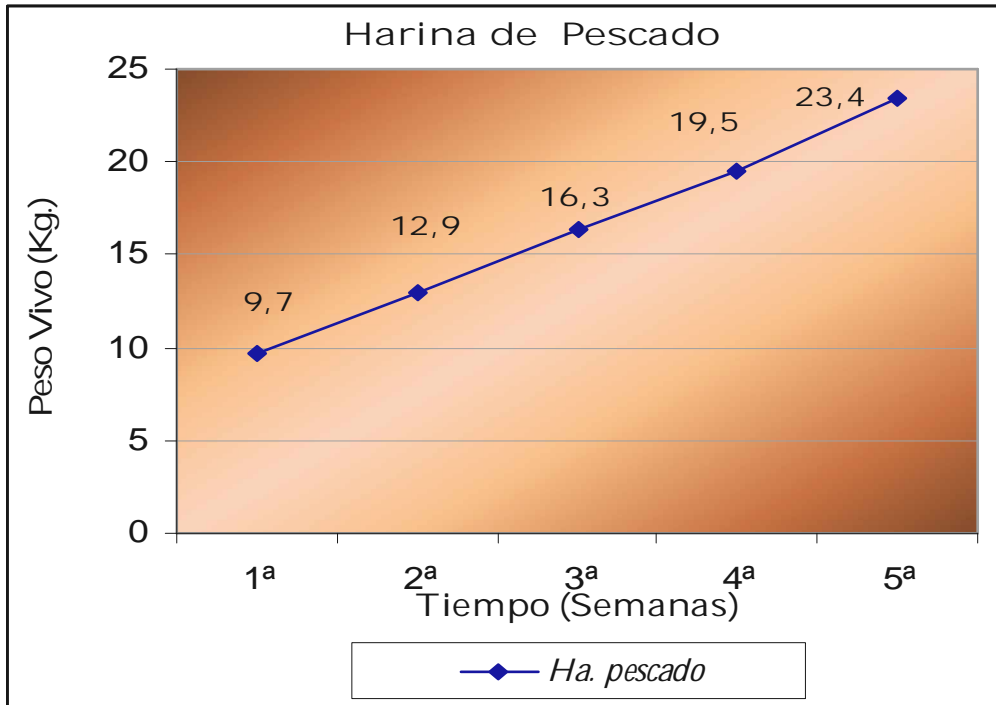
Fuente: Propia

## GRÁFICAS

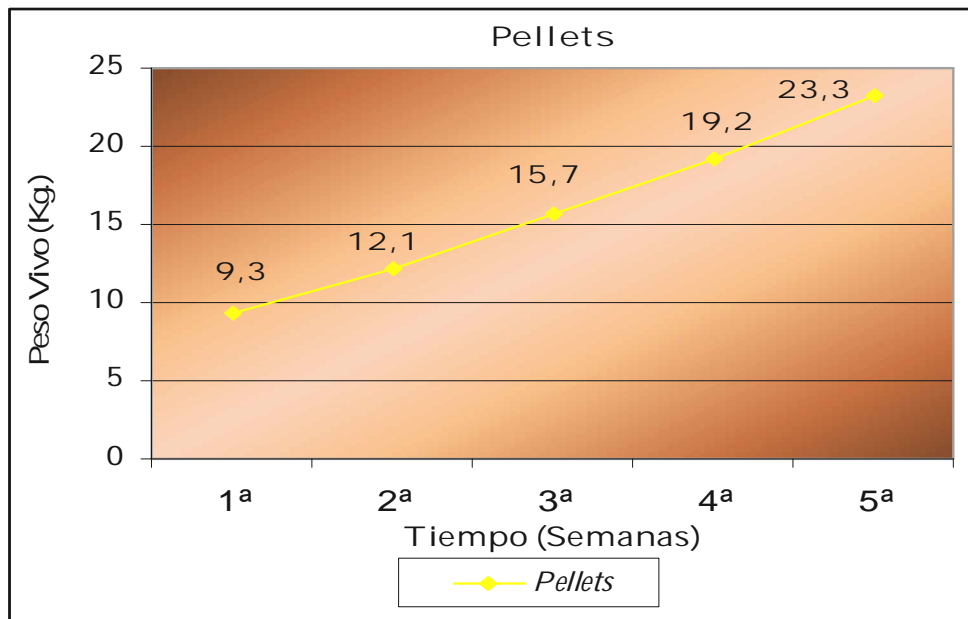
### Anexo 21. Grafica Peso vivo vs. Tiempo – Ración Testigo



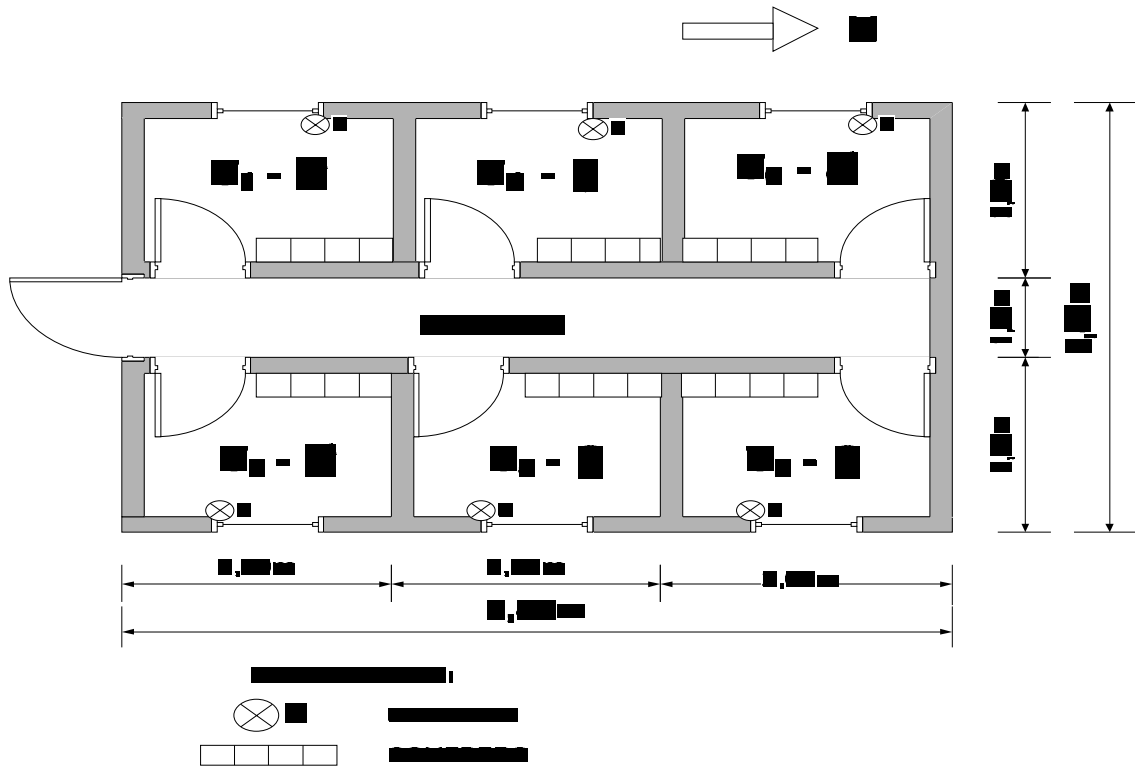
**Anexo 22. Grafica Peso vivo vs. Tiempo – Ración con Harina de Pescado**



**Anexo 23. Grafica Peso vivo vs. Tiempo – Ración Peletizada**



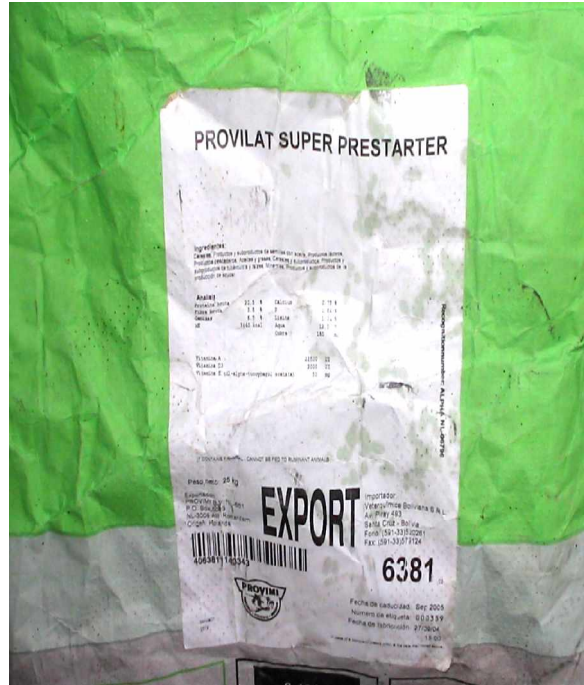
**Anexo 24. Croquis de campo**



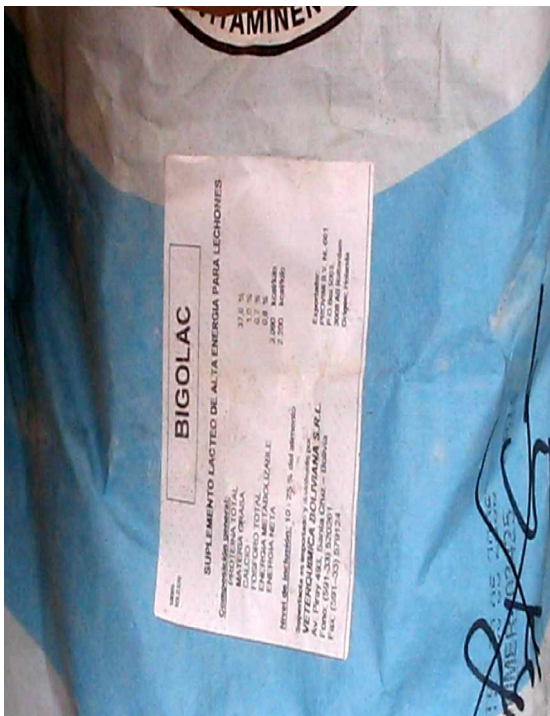
**Anexo 25. Galpón de maternidad**



**Anexo 26. Alimento Peletizado**



**Anexo 27. Sustituto Lácteo – Bigolac**



**Anexo 28. *Bebedero tipo chupón y Comedero portátil***



**Anexo 29. *Lechones en el experimento***



**Anexo 30. *Lechón con características ideales***



**Anexo 31. *Granja porcicola "Pig Nic"***

