

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



**TESIS DE GRADO**  
**EVALUACIÓN DE NIVELES DE ENERGÍA EN LA PRODUCCIÓN DE**  
**CARNE DE CERDO EN CONDICIONES DEL ALTIPLANO**  
**“LOCALIDAD PROVINCIA INGAVI”**

**ANTONIO TAPIA RAMÍREZ**

**La Paz – Bolivia**  
**2007**

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

**EVALUACIÓN DE NIVELES DE ENERGÍA EN LA PRODUCCIÓN DE  
CARNE DE CERDO EN CONDICIONES DEL ALTIPLANO  
(LOCALIDAD PROVINCIA INGAVI)**

Tesis de Grado presentado como requisito  
parcial para optar el Título de Licenciado en  
Ingeniería Agronómica.

**ANTONIO TAPIA RAMÍREZ**

**ASESORES:**

**Ing. ZENÓN MARTÍNEZ FLORES** .....

**M.V.Z. ÁNGEL QUITÓN PÉREZ** .....

**TRIBUNAL:**

**Ing. M.S.c. HÉCTOR A. CORTÉZ** .....

**Ing. DIEGO GUTIÉRREZ GONZÁLES** .....

**Dr. FREDDY LIZÓN FERRUFINO** .....

**VoBo** .....  
**Ing. M.S.c. Jorge Pascuali Cabrera**  
**Decano**

**La Paz – Bolivia**  
**2007**

## **AGRADECIMIENTO**

**Mi gran admiración y respeto a mis asesores; Ing. Zenón Martínez Flores, M.V.Z. Ángel Quitón Pérez.**

**A mi tribunal revisor mil gracias por la paciencia y la sabiduría demostrada: Ing. M.S.C Héctor Cortés. Ing. Diego Gonzáles Gutiérrez. M.V.Z. Freddy Lizón Ferrufino.**

**Al Dr. Juan Carlos Blanco muchas gracias, por permitirme y darme la confianza de realizar mi tesis en su Granja, San Silvestre.**

**A Ing. José Siles quien con su experiencia y sabiduría, colaboro para llevar acabo el presente trabajo. Gracias mil.**

**Gracias Ing. José Huanca Silva, quien desinteresadamente contribuyo con su conocimiento, para la conclusión del presente trabajo.**

**Al Téc. Sup. Estanislao F. Administrador de la granja, quien con su experiencia en el área de ganadería, aporta sabiamente sus consejos para llevar acabo el presente trabajo. Muchas gracias.**

**A todos los compañeros, personal administrativo de la Facultad de Agronomía, que colaboraron incondicionalmente para que se lleve acabo el presente trabajo.**

**Mil gracias.**

**ANTONIO TAPIA RAMÍREZ**

## **Dedicatoria**

**A Dios nuestro, por haber creado el amor, para que todos los hombres y mujeres convivan para generar un bienestar común.**

**A mi padre, a mi madre por haberme dado la vida, a los que respeto muy profundamente, demostrando mi amor por ellos todos los días de mi existencia.**

**La gran admiración y amor, que siento por mis padres por la responsabilidad de haber inculcado, forjado para ser hombres de bien, capaces de servir a su prójimo.**

**A mis hermanas(os), Miriam, Rossemary, Hilda, Jorge, y mis sobrinos, a quienes quiero y respeto mucho.**

**ANTONIO TAPIA RAMÍREZ**

## ÍNDICE GENERAL

|   |          |
|---|----------|
| ÍNDICE GENERAL.....   | I: III   |
| ÍNDICE DE CUADROS.....  | IV       |
| ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....  | V        |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....  | V: VI    |
| RESUMEN.....  | VI       |
| ABSTRACT.....   | VIII     |
| <br>  |          |
| <b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>   | <b>1</b> |
| 1.1. Justificación.....   | 2        |
| <b>2. OBJETIVOS.....</b>  | <b>3</b> |
| 2.1. Objetivo general.....  | 3        |
| 2.2. Objetivo específico.....   | 3        |
| 2.3. Hipótesis.....   | 3        |
| <b>3. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.....</b>   | <b>4</b> |
| 3.1. La Energía .....   | 4        |
| 3.1.1. Relación entre consumo de energía metabolizable<br>y balance de energía.....           | 4        |
| 3.1.2. La proteína y aminoácidos.....   | 6        |
| 3.1.3. Relación Energía: Proteína.....  | 6        |
| 3.1.4. Requerimiento de energía para crecimiento.....   | 7        |
| 3.2. Como el cerdo mantiene su temperatura corporal.....                                      | 7        |
| 3.2.1. Pérdida de calor del cerdo para mantener su<br>temperatura corporal.....               | 8        |
| 3.2.2.1. Conducción.....  | 8        |
| 3.2.3.2. Transmisión.....   | 8        |
| 3.2.4.3. Radiación.....   | 8        |
| 3.2.5.4. Evaporación.....   | 8        |
| 3.2.6.5. Bebida de agua.....  | 8        |
| 3.2.1.6. Evaporación a través de la respiración.....  | 8        |
| 3.2.2. Reacciones fisiológicas del cerdo a las variaciones<br>de la temperatura ambiente..... | 9        |
| 3.2.2.1. Aclimatación.....  | 9        |
| 3.2.2.2. Variación de la temperatura.....   | 10       |
| 3.2.2.3. Región de Comodidad Térmica para la cerda<br>y los cerdos en crecimiento.....        | 11       |
| 3.2.2.4. Cual es la región de temperatura ideal para cerdos en<br>crecimiento.....            | 11       |
| 3.2.2.5. Exigencias bioclimáticas para cerdos y cerdas en<br>crecimiento.....                 | 12       |
| 3.3. Determinación de las necesidades nutritivas de los cerdos.....                           | 12       |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.3.1. Necesidades de Mantenimiento.....   | 12        |
| 3.3.2. Necesidades de Crecimiento.....   | 13        |
| 3.3.3. Determinación práctica de las necesidades nutritivas con una<br>aproximación factorial..... | 13        |
| 3.4. Factores que influyen en los requisitos nutrientes.....                                       | 13        |
| 3.5. Consecuencias de la agresividad de los cerdos.....  | 14        |
| 3.6. La grasa.....   | 15        |
| 3.6.1. Grasa complementaria.....   | 15        |
| 3.7. Caso del cerdo en ceba.....   | 16        |
| 3.8. Efecto de la inclusión de grasa en la dieta.....  | 16        |
| 3.8.1. Nivel de incorporación de grasa en la dieta.....  | 17        |
| 3.8.2. LEAN MEATER ( Ecosonda o ultra sonido, detector de<br>grasa dorsal para cerdos).....        | 18        |
| 3.9. El agua.....  | 19        |
| 3.10. Las condiciones medio ambientales en la altura para la cría de cerdos.....                   | 21        |
| <b>4. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>  | <b>22</b> |
| 4.1. Materiales.....   | 22        |
| 4.1.1. Material biológico.....   | 22        |
| 4.1.2. Insumos alimenticios.....   | 22        |
| 4.2. Material de laboratorio.....  | 22        |
| 4.2.1. Instalación, equipo e insumos.....  | 22        |
| 4.2.2. Casetas.....  | 22        |
| 4.2.3. Comederos y bebederos.....  | 23        |
| 4.3. Materiales complementarios.....   | 23        |
| 4.3.1. Material de gabinete.....   | 23        |
| 4.4. Metodología.....  | 23        |
| 4.4.1. Localización.....   | 23        |
| 4.4.1.1. Ubicación Geográfica.....   | 23        |
| 4.4.1.2. Características climáticas.....   | 26        |
| 4.4.2. Procedimiento.....  | 26        |
| 4.4.2.1. Procedimiento pre-experimental.....   | 26        |
| 4.4.2.2. Adquisición de plantel.....   | 26        |
| 4.4.2.3. Preparación de las dietas.....  | 26        |
| 4.4.2.4. Ensayo en blanco.....   | 26        |
| 4.4.2.5. Inicio de la investigación.....   | 27        |
| 4.5. Diseño experimental.....  | 28        |
| 4.5.1. Modelo del análisis estadístico de covariancia lineal.....                                  | 28        |
| 4.5.2. Modelo Lineal Aditivo.....  | 29        |
| 4.5.2.1. Factores de estudio.....  | 29        |
| 4.5.2.2. Tratamientos y niveles de energía.....  | 30        |
| 4.5.2.3. Croquis del experimento.....  | 30        |
| 4.5.2.4. Desarrollo de la investigación.....   | 30        |
| 4.6. Variables de respuesta.....   | 31        |
| 4.6.1. Peso vivo.....  | 31        |
| 4.6.2. Ganancia de peso.....   | 31        |
| 4.6.3. Ganancia media diaria.....  | 31        |
| 4.6.4. Consumo alimento.....   | 32        |
| 4.6.5. Índice de conversión alimenticia.....   | 32        |
| 4.6.6. Puntos de medición de grasa dorsal por ultra<br>sonido dorsal. (Lean meater).....           | 33        |
| 4.7. Análisis económico.....   | 34        |
| 4.7.1. Beneficio en efectivo.....  | 34        |
| 4.7.2. Beneficio neto.....   | 35        |

|   |               |
|---|---------------|
| 4.7.3. Beneficio/costo.....   | 35            |
| <b>5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>   | <b>36</b>     |
| 5.1. Peso a los 30 días de la fase de inicio.....   | 36            |
| 5.1.1. Fase de inicio.....  | 38            |
| 5.1.2. Fase de crecimiento.....   | 40            |
| 5.1.3. Fase de preacabado.....  | 42            |
| 5.2. Ganancia media diaria.....   | 45            |
| 5.2.1. Fase de inicio.....  | 46            |
| 5.2.2. Fase de crecimiento.....   | 47            |
| 5.2.3. Fase de preacabado.....  | 49            |
| 5.3. Consumo Alimento.....  | 53            |
| 5.3.1. Fase de Preacabado.....  | 53            |
| 5.4. Índice de conversión alimenticia.....  | 56            |
| 5.4.1. Fase de inicio.....  | 57            |
| 5.4.2. Fase de crecimiento.....   | 59            |
| 5.4.3. Fase de preacabado.....  | 61            |
| 5.5. Análisis del crecimiento de la grasa dorsal en las fases de inicio<br>crecimiento y preacabado.....        | 63            |
| 5.5.1. Desarrollo de la grasa dorsal de hembras y machos castrados.....   | 64            |
| 5.6. Análisis económico de la investigación.....  | 67            |
| 5.6.1. Cálculo de Beneficio en efectivo, Costos de<br>producción parcial, Beneficio neto y Beneficio/costo..... | 67            |
| <b>6. CONCLUSIONES.....</b>   | <b>69-70</b>  |
| <b>7. RECOMENDACIONES.....</b>  | <b>71</b>     |
| <b>8. LITERATURA CITADA.....</b>  | <b>72-76</b>  |
| <b>9. ANEXOS.....</b>   | <b>77:101</b> |

## ÍNDICE DE CUADROS

|                   |  |              |
|-------------------|--|--------------|
| <b>Cuadro 1:</b>  | <b>Efecto de la temperatura ambiental superior 22°C por 48 horas en cerdos.....</b>  | <b>10</b>    |
| <b>Cuadro 2:</b>  | <b>Efecto de la temperatura de cerdas en fase de lactación.....</b>  | <b>10</b>    |
| <b>Cuadro 3:</b>  | <b>Región de comodidad térmica para cerdos en crecimiento.....</b>   | <b>11</b>    |
| <b>Cuadro 4:</b>  | <b>Efecto de grasa de cerdo sometido a diferentes temperatura ambiental.....</b>   | <b>16</b>    |
| <b>Cuadro 5:</b>  | <b>Requerimientos nutricionales, de cerdos en la fase de inicio crecimiento y preacabado.....</b>  | <b>17</b>    |
| <b>Cuadro 6:</b>  | <b>Etapas de la vida comercial del cerdo.....</b>  | <b>18</b>    |
| <b>Cuadro 7:</b>  | <b>Calidad del agua.....</b>   | <b>20</b>    |
| <b>Cuadro 8:</b>  | <b>Características climáticas.....</b>   | <b>26</b>    |
| <b>Cuadro 9:</b>  | <b>Análisis de varianza para la variable peso vivo (kg) y sus tres fases.....</b>  | <b>36-37</b> |
| <b>Cuadro 10:</b> | <b>Análisis de varianza de Ganancia Media Diaria en las tres fases de desarrollo.....</b>  | <b>45</b>    |
| <b>Cuadro 11:</b> | <b>Resumen del análisis de Consumo Alimento y sus Factores.....</b>  | <b>52</b>    |
| <b>Cuadro 12:</b> | <b>Análisis del índice de conversión alimenticia (I.C.A.), en tres fases de desarrollo en cerdos criados en la altura.....</b>                         | <b>56</b>    |
| <b>Cuadro 13:</b> | <b>Efecto del desarrollo de grasa dorsal en cerdos en las fases de inicio, crecimiento y preacabado.....</b>   | <b>63</b>    |
| <b>Cuadro 14:</b> | <b>Análisis Económico: Cálculo de Beneficio en efectivo, costos de producción parcial, calculo de Beneficio neto y cálculo de Beneficio/costo.....</b> | <b>68</b>    |
| <b>Cuadro 15:</b> | <b>Costos de producción parcial.....</b>   | <b>78</b>    |
| <b>Cuadro 16:</b> | <b>Análisis bromatológico de los alimentos.....</b>  | <b>95</b>    |
| <b>Cuadro 17:</b> | <b>Niveles de Energía y Consumo de Alimento.....</b>   | <b>96</b>    |

## INDICE DE FOTOGRAFÍAS

|  |    |
|--|----|
| Fotografía 1: Equipo LEAN-MEATER, Detector de grasa, aparato para medir el tocino en los cerdos, entre 3 a 45 mm.....                    | 19 |
| Fotografía 2: Localización Geográfica de la granja San Silvestre “Letanías” .....  | 24 |
| Fotografía 3: Vista General de la Granja Agropecuaria “San Silvestre” .....  | 25 |
| Fotografía 4: Puntos de medición propuestos por Hazle, Cline y Collazos (2001).....  | 33 |
| Fotografía 5: Instalaciones Internas de la granja “San Silvestre”, ambiente de uno de los tratamientos con sus respectivos animales..... | 95 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1: Presentación esquemática de la utilización de la energía por los animales, y cual el grado de importancia para los procesos metabólicos. .... | 5  |
| Figura 2: Comportamiento productivo del Peso y Sexo fase de inicio.....   | 38 |
| Figura 3: Efecto de los niveles de energía sobre el peso final de la fase de inicio a los 30 días.....  | 38 |
| Figura 4: Análisis de regresión de niveles de energía sobre el peso final de la fase inicio (30 días).....  | 39 |
| Figura 5: Análisis del comportamiento Peso y Sexo.....  | 40 |
| Figura 6: Análisis de Peso y Energía en la fase de crecimiento.....   | 40 |
| Figura 7: Análisis de regresión del Peso y Energía.....   | 41 |
| Figura 8: Análisis de Peso y Sexo.....  | 42 |
| Figura 9: Análisis de Peso y Energía en la fase de preacabado.....  | 42 |
| Figura 10: Análisis de regresión del Peso y Energía.....  | 43 |
| Figura 11: Análisis del peso vivo y la variable sexo en las fases de inicio, crecimiento y preacabado.....  | 44 |
| Figura 12: Efecto del peso vivo, respecto a la energía en las fases de inicio, crecimiento y preacabado.....  | 44 |
| Figura 13: Análisis de Ganancia media diaria (kg/día) en cerdos con tres niveles de Energía.....  | 46 |
| Figura 14: Análisis de la ganancia media diaria (kg/día) con tres niveles de energía.....   | 46 |

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| Figura 15: | <b>Ganancia media diaria (kg/día) entre sexos, en la fase de crecimiento.....</b>   | <b>47</b> |
| Figura 16: | <b>Ganancia media diaria obtenida por los cerdos con diferentes niveles de energía.....</b>   | <b>47</b> |
| Figura 17: | <b>Análisis de regresión lineal de Ganancia media diaria (G.M.D) y Energía.....</b>   | <b>48</b> |
| Figura 18: | <b>Análisis de Ganancia media diaria (G.M.D.) y Sexo en la Fase de preacabado.....</b>  | <b>49</b> |
| Figura 19: | <b>Ganancia media diaria (G.M.D.) obtenidas por cerdos alimentados con dietas de diferente energía.....</b>                                 | <b>49</b> |
| Figura 20: | <b>Regresión de ganancia media diaria en cerdos alimentados con diferentes niveles de energía.....</b>                                      | <b>50</b> |
| Figura 21: | <b>Media general de ganancia media diaria, con tres niveles de energía en la cría de cerdos.....</b>  | <b>51</b> |
| Figura 22: | <b>Análisis de ganancia media diaria para la variable sexo en las fases de inicio, crecimiento y preacabado.....</b>                        | <b>51</b> |
| Figura 23: | <b>Relación de la energía y ganancia media diaria con tres niveles en toda la fase de estudio.....</b>                                      | <b>52</b> |
| Figura 24: | <b>Análisis del Consumo Alimento por Sexos.....</b>   | <b>53</b> |
| Figura 25: | <b>Índice del Consumo Alimento en cerdos (Co. Al.) con diferentes niveles de energía.....</b>   | <b>54</b> |
| Figura 26: | <b>Comportamiento del consumo alimento para la variable sexo durante toda la fase de estudio.....</b>                                       | <b>55</b> |
| Figura 27: | <b>Análisis de la variable consumo alimento respecto al sexo y la energía.....</b>  | <b>55</b> |
| Figura 28: | <b>Promedios del índice de conversión alimenticia (I.C.A) entre sexos en la fase de inicio.....</b>   | <b>57</b> |
| Figura 29: | <b>Análisis del índice de conversión alimenticia ( I.C.A.) y Energía.....</b>   | <b>57</b> |
| Figura 30: | <b>Análisis de regresión lineal del índice de conversión alimenticia (I.C.A.) con tres niveles de energía en la fase de inicio.....</b>     | <b>58</b> |
| Figura 31: | <b>Índice de conversión alimenticia (ICA) en cerdos, según el Sexo en la fase de crecimiento.....</b>                                       | <b>59</b> |
| Figura 32: | <b>Relación del Índice de conversión alimenticia (I.C.A.) en cerdos alimentados con diferentes niveles de energía.....</b>                  | <b>59</b> |
| Figura 33: | <b>Análisis de regresión lineal del Índice de conversión alimenticia (I.C.A.) y Energía.....</b>  | <b>60</b> |
| Figura 34: | <b>Comparación del índice de conversión alimenticia entre machos castrados y hembras en la fase de preacabado.....</b>                      | <b>61</b> |
| Figura 35: | <b>Índice de conversión alimenticia de cerdos alimentados con diferentes niveles de energía.....</b>  | <b>61</b> |
| Figura 36: | <b>Relación del índice de conversión alimenticia entre machos castrados y hembras.....</b>  | <b>62</b> |
| Figura 37: | <b>Resumen del índice de conversión alimenticia (I.C.A) y Energía en tres fases.....</b>  | <b>62</b> |
| Figura 38: | <b>Acumulación de Grasa dorsal en (mm) entre Machos castrados y hembras.....</b>  | <b>64</b> |
| Figura 39: | <b>Relación del desarrollo de la grasa dorsal durante la fase de inicio, crecimiento y preacabado entre machos castrados y hembras.....</b> | <b>65</b> |
| Figura 40: | <b>Acumulación de grasa dorsal en (mm) con diferentes niveles de energía en cerdos.....</b>   | <b>65</b> |
| Figura 41: | <b>Variación del tenor graso en (mm), en cerdos con diferentes niveles de energía.....</b>  | <b>66</b> |
| Figura 42: | <b>Promedio de Temperaturas y Humedad relativa.....</b>   | <b>95</b> |

## RESUMEN

En el altiplano boliviano existe la necesidad de investigar e implementar técnicas de nutrición, manejo, que sea económico y ecológicamente viable, que puedan ayudar a elevar los índices productivos en condiciones de altura en las granjas existentes. Para atenuar este problema se llevo a cabo un experimento donde se evaluó 3 niveles de energía en las fases de inicio, crecimiento y preacabado en cerdos explotados en condiciones de altura.

El estudio fue realizado en La Granja San Silvestre ubicada en la comunidad Letanías de la Provincia Ingavi del departamento de La Paz Republica Bolivia. La temperatura es muy variable y ejerce un efecto estresante en los animales criados en zonas altas. En estas condiciones la ganancia de peso es insuficiente por la cantidad de alimento que se le suministra. Lograr incremento del peso de los animales en el menor tiempo posible, fue el reto que se investigo. Para resolver este problema se llevo a cabo un experimento en las fases de inicio, crecimiento y preacabado, con el fin de evaluar 3 niveles de energía en la cría de cerdos en condiciones de altura (altiplano).

Para esta investigación se utilizaron 36 cerdos trihíbridos (YDL), (18 machos castrados y 18 hembras). Los datos fueron obtenidos por Análisis de Covarianza, y el diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 2\*3, con 6 repeticiones donde el factor A: sexo (Machos castrados y hembras) y el factor B: dietas con niveles de energía: (3.4, 3.6, 3.8) Mcal/kg de energía respectivamente, Las variables evaluadas fueron: Peso (P), Ganancia media diaria (GMD), Índice de conversión alimenticia (ICA), Consumo alimento (Co.Al.), Grasa dorsal (GD).

Los resultados en la fase final de preacabado indican en relación al sexo, que las hembras lograron un incremento de 72.3 kg de peso vivo con 3.8 Mcal/kg de energía, 70.5 kg de peso vivo para 3,6 Mcal/kg de energía y 69.5 kg de peso vivo para 3.4 Mcal/kg de energía. Logrando un beneficio costo de (2.7, 2.6 y 2.6) respectivamente. A su vez los machos castrados obtuvieron 67.2 kg de peso vivo con 3.8 Mcal/kg de energía, 66.3 kg de peso vivo con 3.6 Mcal/kg de energía y 62 kg de peso vivo con 3.4 Mcal/kg de energía, los que tuvieron un beneficio costo de (2.5, 2.5 y 2.4) respectivamente. Las hembras fueron las que tuvieron mayor eficiencia en la transformación de los alimento en tejido magro, por ende existe un incremento en las variables de GMD, Co.Al, ICA y GD que se encontraron dentro de lo esperado para la fase de comercialización. Los machos castrados tuvieron un rendimiento menor en la fase de preacabado.

En general, se observó una mejora en la calidad de la canal en cuanto al tejido magro, y disminución de la grasa de cobertura dependiente individualmente o en combinación entre el nivel de energía. Por otro lado, la concordancia de los valores de tejido magro que se obtuvo con la dieta 3.8 Mcal/kg de energía indican, que podría usarse para obtener buen incremento de peso y de tejido magro de calidad hasta la fase de preacabado hasta los 105 días.

En la fase de crecimiento y preacabado existe un incremento de la grasa dorsal: para la variable sexo fue altamente significativo en los puntos B y C, como se esperaba.

El beneficio costo (B/C) las hembras dan un valor promedio de 2.63, seguidas por los machos castrados que lograron obtener un B/C promedio de 2.46.

A partir de estos resultados se concluye, es evidente que el uso de dietas con niveles de energía altos (Ej. 3.8 Mcal/kg), influye en el incremento del tejido magro durante el desarrollo de los animales, reflejándose mejor rendimiento en carne sin que aumente los costos de producción.

## Abstract

In the Bolivian highland the necessity exists of to investigate and to implement technical of nutrition, handling that is economic and ecologically viable that you/they can help to elevate the productive indexes under conditions of height in the existing farms. To attenuate this problem you takes I finish an experiment where it was evaluated 3 energy levels in the start phases, increment and preacabado in pigs exploded under conditions of height.

The studio was carried out in The Farm San Silvestre located in the community Litanies of the County Ingavi of the department of The Peace Republic Bolivia. The temperature is very variable and it exercises a stressful effect in the animals servants in high areas. Under these conditions the weight gain is insufficient for the quantity of energy that is given. To achieve increment of the weight of the animals in the possible pettiest time, the challenge that one investigates was. To resolve this problem you takes I finish an experiment in the start phases, increment and preacabado, with the purpose of evaluating 3 energy levels in the breeding of pigs under conditions of height (highland).

For this investigation 36 pigs trihybrids (YDL) (18 castrated cores and 18 females) were used. The data were obtained at random by Analysis of Covariance, and the design of complete blocks with factorial arrangement  $2 \times 3$ , with 6 repetitions where the factor TO: sex (castrated Cores and females) and the factor B: diets with energy levels: (3.4, 3.6, 3.8) energy Mcal / kg respectively, The valued variables were: I weigh (P), half daily (GMD) Gain, Index of alimentary (ICA) conversion, I Consummate energy (Co. To the one.), Dorsal (GD) fat.

The results in the final phase of preacabado indicate in relation to the sex that the females achieved an increment of 72.3 kg of weight I live with 3.8 Mcal / kg of energy, 70.5 kg of weight lives for 3,6 Mcal / kg of energy and 69.5 kg of weight I live for 3.4 Mcal / kg of energy. Achieving a benefit cost of (2.7, 2.6 and 2.6) respectively. In turn the castrated cores obtained 67.2 kg of weight I live with 3.8 Mcal / kg of energy, 66.3 kg of weight lives with 3.6 Mcal / kg of energy and 62 kg of weight I live with 3.4 Mcal / kg of energy, those that had a benefit cost of (2.5, 2.5 and 2.4) respectively. The females were those that had bigger efficiency in the transformation of the energy in meager tissue, existed an increment it exists in the variables of GMD, Co. To the, ICA and GD that were inside that waited for the commercialization phase. The castrated cores had a pettier performance in the preacabado phase.

In general, an enhancement was observed individually in the quality of the channel as for the meager tissue, and decrease of the fat of dependent covering or in combination among the energy level. On the other hand, the match of the securities of meager tissue that I know obtained with the diet 3.8 Mcal / kg of energy they indicate that could be used to obtain good increment of weight and of meager tissue of quality until the preacabado phase until the 105 days.

In the stage of growth and preacabado an increment of the dorsal fat exists: for the variable sex it was highly significant in the points B and C, like it was expected.

The benefit cost (B/C) the females give a worth average of 2.63, continued by the castrated cores that they were able to obtain a B/C average 2.46.

Starting from these results you concludes, it is patent that the use of diets with high energy levels (E.g. 3.8 Mcal / kg), it influences in the increment of the meager tissue during the development of the animals, being reflected better performance in flesh without he/she increases the costs of production.

## **1. INTRODUCCIÓN.-**

El manejo económico de las producciones pecuarias, representa el 60 a 75 por ciento del costo total de producción de carne de cerdo.

La producción del cerdo eficaz y aprovechable depende en una comprensión de los conceptos de genética, ambiente, sanidad de la manada, dirección y nutrición. Estos factores actúan recíprocamente entre si, y su rendimiento neto determina el nivel de producción y rentabilidad.

Actualmente la porcicultura en Bolivia, esta avanzando gracias a la elaboración de nuevas dietas, que cumplan con los requerimientos necesarios para cada etapa fisiológica de la vida del cerdo, considerando el medio ambiente donde se los va a criar.

Las variaciones de la temperatura ambiental tienen un gran efecto en la respuesta fisiológica del cerdo sobre la elevación de la producción de adrenalina, y la disminución de noradrenalina, lo que resulta en una reducción de flujo sanguíneo hacia los órganos internos y la vaso dilatación periférica, el cual influye en el metabolismo del cerdo, afectando la producción (Portal veterinaria, 2003).

La crianza de cerdos en el área rural del departamento de La Paz, atraviesa por grandes problemas debido a la influencia del clima, que afecta el metabolismo y el desarrollo de los animales y genera en los criadores problemas en la ganancia de peso, conversión alimenticia, y otros factores negativos.

## 1.1. Justificación.-

La temperatura en el altiplano es muy variable, llegando a veces a extremos donde la cría de los cerdos representa una pérdida para el criador, la necesidad de contar con dietas que nos puedan garantizar un buen incremento de peso, logrando de esta manera que el productor agrícola tenga un ingreso adicional a su economía.

En el área rural los factores climáticos adversos, las condiciones de infraestructura inadecuada y la poca disponibilidad de insumos alimenticios, inciden en la baja intensidad en su producción. Pese a estos factores no impide el incremento de la cría de porcinos, debido a su alta capacidad para adaptarse a diferentes esquemas de manejo y alimentación, llegando a hacer una alternativa para aprovechar los sub productos de la agroindustria.

Cuando la temperatura ambiental baja la pérdida de calor aumenta, el animal entonces utilizara parte de la ingestión de energía para mantener la temperatura del cuerpo. Si el uso de esta "pérdida de energía" es insuficiente para mantener la temperatura del cuerpo, la energía será desviada del crecimiento, a generar calor (o los cerdos tendrán que comer más). Esto implica que la producción de calor es un proceso esencial, para mantener la temperatura del cuerpo (van Milgen *et al.* 2001).

Por los antecedentes expuestos, surge la necesidad de realizar ensayos con dietas energéticas mayores a lo establecido, para lograr que los animales puedan tener un buen incremento de peso durante la fase de desarrollo, y ver cual de los niveles aplicados es el adecuado en condiciones de altura.

La finalidad de la presente investigación es el uso de dietas con niveles de energía superiores a lo establecido, para lograr el incremento de ganancia de peso, obtener un producto de calidad en el menor tiempo posible en el mercado, y la prevención de enfermedades.

## **2. OBJETIVOS.-**

### **2.1. Objetivo General:**

- ∅ Evaluar dietas con niveles de energía superiores a lo establecido para la producción de carne de cerdo en las fases de inicio, crecimiento y preacabado, en condiciones de altura.

### **2.2. Objetivos Específicos:**

- ∅ Determinar cual de los niveles de energía empleados tiene mejor efecto en la ganancia de peso.
- ∅ Evaluar el índice de conversión alimenticia (I.C.A.) con tres niveles de energía en machos castrados y hembras.
- ∅ Comparar el porcentaje de grasa dorsal durante el estudio entre tratamientos.
- ∅ Definir la rentabilidad económica beneficio / costo, a partir de la utilización de los niveles energía en la ración.

### **2.3 Hipótesis.-**

**Ho:** No existen diferencias estadísticas significativas, al evaluar dietas con niveles de energía superiores a lo establecido, para la producción de carne de cerdo en las fases de inicio, crecimiento y preacabado en condiciones de altura (altiplano).

### **3. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.-**

#### **3.1. La energía.-**

Todos los procesos bioquímicos necesitan una fuente de energía para llevar a cabo las diversas reacciones, esto se aplica a todos los procesos vitales y a toda la actividad animal como: la masticación, digestión, mantenimiento de la temperatura corporal, metabolismo hepático de la glucosa, absorción en el conducto gastrointestinal, almacenamiento de glucógeno o grasa, y la síntesis de proteína. (Church, 1998).

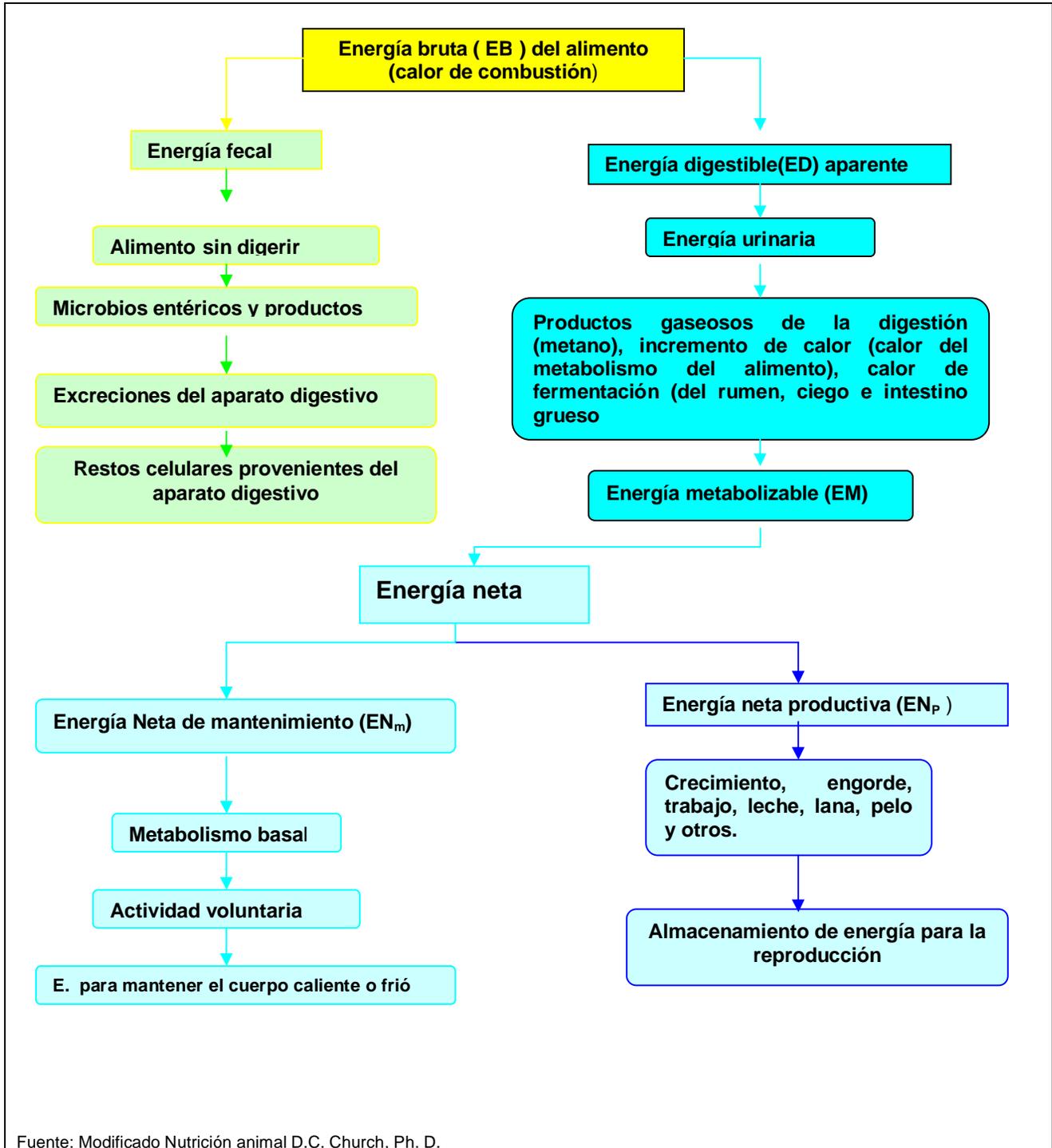
Las fuentes de energía para el cerdo son los cereales: el maíz, trigo, cebada, y subproductos derivados de la industria, además el cereal común en forma de grano y las grasas son bastante apetecibles y digeribles. Sin embargo, los derivados del cereal tienden a ser más inconstantes, por consiguiente su uso en las dietas del cerdo puede limitarse. Aunque los granos del cereal proporcionarán los hidratos de carbono para reunir la energía del cerdo, los cuales deberán complementarse con aminoácidos (proteína), vitaminas y minerales para reunir los requisitos del cerdo (Hansen, 2005).

(Church, 1998) muestra, en la figura 1 la presentación esquemática de la utilización de la energía por los animales, y cual el grado de importancia para los procesos metabólicos.

##### **3.1.1. Relación entre consumo de energía metabolizable y balance de energía.-**

Cuando la temperatura ambiental es baja, la velocidad metabólica o (producción de calor por unidad de tiempo) aumenta debido a la necesidad de calor. La temperatura crítica mínima, puede verse afectada por dos factores como: el nivel de consumo del alimento y por el incremento calórico de este, si la temperatura disminuye baja la producción, el animal pierde energía del cuerpo y muere, a pesar que puede estar consumiendo hasta su máxima capacidad. La producción de calor en esta situación no es suficiente para alcanzar el requerimiento de calor. Así la temperatura corporal comienza a declinar hasta la muerte. (Cañas. 1998).

**FIGURA 1: Presentación esquemática de la utilización de la energía por los animales, y cual el grado de importancia para los procesos metabólicos.-**



Fuente: Modificado Nutrición animal D.C. Church, Ph. D.

### **3.1.2. La proteína y aminoácidos.-**

Cuando hay un exceso de proteína por arriba de los requerimientos se debe a dos factores: a) El exceso de proteína tiene que ser eliminado por el organismo, proceso que se conoce como desaminación. Esto finalmente conduce a que los riñones excreten más urea la cual aparece en la orina. Este proceso utiliza energía que de otra forma podría ser útil al animal, así la dieta se usa en forma ineficiente y baja el rendimiento, b) Puede ser tóxico tal es el caso de lisina, triptofano y metionina (English, 1992).

Si una dieta es inadecuada en cualquier aminoácido esencial, la síntesis de proteína no puede proceder más allá de la proporción en que este aminoácido esté disponible. Esto se conoce como un aminoácido limitante. En el cerdo, cuando se presenta una deficiencia de uno o más aminoácidos, se producirán proporción de crecimiento deprimida, conversión del alimento pobre, y la actuación del animal se reducirá. (Hansen, 2005).

### **3.1.3. Relación Energía y proteína.-**

Un cerdo ajustará el consumo del alimento para reunir su requisito de energía. Cuando la densidad de energía de la dieta aumenta un cerdo tenderá a comer menos alimento. Así en dietas con grasa agregada es importante aumentar la concentración de aminoácidos. De esta manera el cerdo consumirá la misma cantidad aproximadamente por día. La proporción de energía - proteína óptima para los cerdos, puede ser posible extrapolar las proporciones de las dietas de comida de grano soja normales, aquellos con niveles altos de grasa agregada > 5 por ciento (Hansen, 2005).

(Möhn *et al.* 2000) Afirma, es cierto que niveles más altos de aminoácidos mejorarán el rendimiento magro, pero si el incremento previene el consumo de alimento, la tasa final de ganancia de carne magra se podrá disminuir, porque finalmente hay una relación idónea entre la energía y el uso de los aminoácidos limitantes (típicamente lisina).

Mientras que el consumo de energía, no modifica la deposición de proteína hasta el límite impuesto por el consumo de lisina, menores consumos limitan el abasto de energía y aumenta el potencial de acumulación de grasa se incrementa, pero eso no supone una menor síntesis de magro. Por lo tanto, el consumo de alimento es el criterio más sensible, en la evaluación del proceso de producción (Roth *et al.* 2000).

### **3.1.4. Requerimiento de energía para crecimiento.-**

El alimento que se proporciona por arriba de los valores necesarios para mantenimiento no se convierte en su totalidad en ganancia de peso vivo, el proceso de crecimiento requiere de energía, un animal en crecimiento pierde más calor hacia el medio ambiente que uno que solo se encuentra en mantenimiento (English, 1992).

Las exigencias nutricionales de los cerdos son influenciadas por innumerables factores entre los cuales podemos destacar: la genética, el sexo, la edad, las condiciones sanitarias y el clima. La influencia del clima, con énfasis especial en los problemas causados por cambios bruscos de temperaturas ambientales. Los cerdos se desenvuelven con mayor eficacia en condiciones de comodidad térmica, donde la coexistencia con el medio ambiente, permite mantener su temperatura corporal controlada sin perjuicios para su desempeño zootécnico. Pero, como en la mayoría de las granjas de cerdos son aclimatadas sólo con recursos naturales, es difícil asegurar esa comodidad térmica en situaciones de bajas temperaturas (Luciano, 2004).

### **3.2. Cómo el cerdo mantiene su temperatura corporal.-**

El cerdo es un animal homeotérmico, lo que significa que él consigue mantener su temperatura corporal relativamente constante alrededor de 39 grados Celsius, en una amplia franja de temperatura ambiental. Para mantener la temperatura constante los cerdos gastan 80% del total de la energía obtenida a través de los alimentos, siendo sólo 20% para los procesos productivos (carne, leche) ellos obtienen esa energía a través de complicadas reacciones químicas, siendo la más importante la combinación del Carbono (que viene de los alimentos) con el Oxígeno (que viene del aire, a través de la respiración). Los fenómenos vitales de la vida y la actividad física generan energía que tendrá que ser eliminada del organismo para que la temperatura corporal no suba. A pesar de ser una función natural del organismo eliminar este calor representa un esfuerzo adicional, que implica pérdida de productividad (Luciano, 2004).

Según (Taylor, *et al* 1994), la temperatura crítica superior para cerdos de 50 a 100 kg de peso corporal es de 36°C. Si la temperatura del ambiente continua subiendo conjugada a las condiciones desfavorables de humedad y ventilación, el cerdo cruza las temperaturas

críticas y pasa por el área de hipo a hipertermia, en esta región la muerte por estrés de frío o calor pasa a ser una seria probabilidad.

### **3.2.1. Pérdida de calor del cerdo para mantener su temperatura corporal:**

(Luciano, 2004) menciona, los cambios de temperatura entre el cerdo y el medio ambiente ocurren de las siguientes maneras:

**3.2.1.1. Conducción.-** Es el contacto entre la piel del cerdo y una superficie sólida (piso, pared, etc.), permite al calor fluir entre ellos. En general la piel del cerdo está más caliente y él pierde calor para el ambiente.

**3.2.1.2. Transmisión.-** Este proceso extrae calor de la superficie de la piel, a través de un flujo de aire (natural o artificial) este aire normalmente es más frío y absorbe el calor de la piel.

**3.2.1.3. Radiación.-** Es el cambio de calor entre el cerdo y las superficies que lo rodean.

**3.2.1.4. Evaporación.-** La poca eficacia de las glándulas sudoríparas perjudica la evaporación a través de la piel; pero ocurre cuando se usan los mecanismos para refrescar, como la aspersion, nebulización u hoja de agua, dónde el calor es retirado del cerdo para transformar el agua del estado líquido al de vapor.

### **3.2.1.5. Bebida de agua.-**

El agua ingerida contribuye con la disminución de la temperatura corporal.

### **3.2.1.6. Evaporación a través de la Respiración.-**

El aire espirado normalmente es más caliente y húmedo que el aire inspirado, cuanto mayor sea la temperatura ambiental.

### **3.2.2 Reacciones fisiológicas del cerdo a las variaciones de temperatura ambiente.-**

(Guyton, 1992) menciona, el cerdo nota los cambios termales a través de sus receptores nerviosos localizados en la piel y el cerebro. Los de la piel menos eficaces sólo notan variaciones arriba de 1 °C, mientras que los cerebrales son mucho más sensibles notan variaciones de milésima de grado Celsius.

Las glándulas suprarrenales que empiezan a liberar la Adrenalina y Noradrenalina, son responsables por las alteraciones físicas y metabólicas indispensables para mantener la temperatura corporal constante. En un momento de stress calórico hay una elevación en la producción de adrenalina y una disminución en la producción de noradrenalina por las glándulas suprarrenales. Eso causará una desviación en el flujo sanguíneo corporal en un esfuerzo por refrescar el cuerpo, el cerdo aumentará el flujo de sangre para las partes externas (piel), y reducirá el flujo para los órganos internos. Este flujo de sangre visceral reducido perjudicará la digestión de los alimentos y la generación de energía para los procesos productivos (ganancia de peso o leche) (Guyton, 1992).

(Kelley, 1984) indica, en el stress calórico hay también aumento en la producción de Cortisol, que afecta la producción de macrófagos por la inhibición de la producción de interleukina. Con ello el cerdo queda más sensible a las enfermedades por menor eficacia de su sistema inmunitario.

#### **3.2.2.1. Aclimatación.-**

(Verhagen, 1987) mostró, los cerdos necesitan 5 días para adaptarse a las temperaturas de 25 °C, 7 días para adaptarse a temperaturas de 15 °C y 6 días para adaptarse a temperaturas que fluctúan entre 15-25 °C. Los trabajos realizados demuestran un cierto grado de aclimatación de los cerdos con respecto a altas temperaturas. Al principio del stress, los síntomas son más intensos pero, si el cerdo resiste empieza a desarrollar una cierta adaptación a esta nueva condición.

### 3.2.2.2. Variación de la temperatura.-

(Giles, *et al* 1990) realizó estudios, con 4 cerdas de 89 kg de peso sometidas a diferentes temperaturas ambientales (22.7 y 31.4 °C) por el período de 48 horas, muestra con detalles las variaciones físicas y comporta mentales que pasan en los períodos de stress calórico tal como muestra el (Cuadro 1).

El aumento en la temperatura de la piel del cuerpo y en la respiración, produce disminución del consumo y latidos del corazón. Estas mismas variaciones también pueden verificarse, en el trabajo de Quiniou y Noblet (1999), ver Cuadro 2, usando cerdas en lactación.

**Cuadro 1: Efecto de la temperatura ambiental superior 22°C por 48 horas en cerdos.-**

| <b>EFFECTO DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL SUPERIOR 22° C</b> |        |        |        |        |
|---|--------|--------|--------|--------|
| <b>POR 48 HORAS EN CERDOS DE 89 KG</b>                    |        |        |        |        |
| Temperatura ambiental °C                                  | 22.7°C | 25.9°C | 28.5°C | 31.4°C |
| Temperatura de piel °C                                    | 33,9   | 35,1   | 37     | 37.9   |
| Temperatura de cuerpo °C                                  | 39     | 39,1   | 39,5   | 40,4   |
| Tasa de respiración/min.                                  | 27     | 51     | 85     | 112    |
| Tasa cardiaca, lt/min.                                    | 9,3    | 9,6    | 8,4    | 7,5    |
| Consumo, gr./día  | 2846   | 2340   | 1888   | 900    |

Gilles ET. AL, 1990.

**Cuadro 2: Efecto de la temperatura de cerdos en fase de lactación.-**

| <b>EFFECTO DE LA TEMPERATURA DE CERDOS EN</b> |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|
| <b>LA FASE DE LACTACIÓN</b>                   |      |      |      |      |      |
| Temperatura °C                                | 18   | 22   | 25   | 27   | 29   |
| Temperatura de la piel °C                     | 34.6 | 35,8 | 36,6 | 37,2 | 37,4 |
| Temp. Del Recto °C                            | 38.6 | 38,6 | 39   | 39,1 | 39,4 |
| Respiración, móv. /min.                       | 26   | 46   | 81   | 84   | 124  |

QUINIU Y NOBLET, 1999.

### 3.2.2.3. Región de Comodidad Térmica para cerdas y cerdos en crecimiento.-

A medida que la temperatura ambiental se eleva aumenta la tasa respiratoria y la actividad muscular (existe mayor contracción de los músculos abdominales y cardiacos). El cerdo entra a una nueva región donde deja los procesos metabólicos que resultan en producción de (ganancia de peso) para gastar más energía en la dispersión de calor corporal. A pesar de continuar perdiendo calor a través de la piel en esta fase el proceso respiratorio es la forma principal para eliminar el calor. El cerdo consigue mantener su temperatura corporal constante (homeotermia), sin embargo él lo hace a costo de mucha energía, que daña su ganancia de peso. Esta reducción en la ganancia de peso es debida a la disminución en el consumo de la ración para reducir la producción del calor metabólico, que es resultado de los procesos de digestión de los alimentos. (Luciano, 2004).

Las Temperaturas Críticas no son fijas: ellas varían de -2 a 7 °C, dependiendo de la combinación con las demás condiciones climáticas como la humedad y la velocidad del aire (Young *et al*, 1989).

### 3.2.2.4. Cuál es la región de temperatura ideal para cerdos en crecimiento.-

(Luciano, 2004) menciona, la región de comodidad térmica para machos y hembras en crecimiento dependen de la edad del animal. Cuando el cerdo va envejeciendo va poniéndose más sensible al ambiente de alta temperatura, debido a su dificultad creciente para eliminar el calor generado por sus procesos metabólicos (ver cuadro 3).

#### Cuadro 3: Región de comodidad térmica para cerdos en crecimiento.-

| TEMPERATURAS DE COMODIDAD PARA<br>CERDOS  |              |
|---|--------------|
| A UNA VELOCIDAD DE AIRE DE 0,2 MET. /SEG. |              |
| CATEGORIA                                 | COMODIDAD °C |
| Cerdo de 35 - 60 Kg                       | 16 - 18      |
| Cerdo de 60 - 100 Kg                      | 12 - 18      |
| Cerdas                                    | 12 - 25      |

Luciano 2004.

### 3.2.2.5. Exigencias bioclimáticas para cerdas y cerdos en crecimiento.-

La velocidad del aire es muy importante para el establecimiento de las condiciones eficaces de la temperatura ambiental, porque facilita las pérdidas de calor a través de la piel. Por ejemplo: a 30 °C un aumento de la velocidad del aire de 0.05 m/s para 1.58 m/s<sup>3</sup>, provoca un aumento en la pérdida de calor en 25% (Bauza y Pedersen, *et al* 1998).

Su acción esta unida a la temperatura ambiental, una velocidad de 0,8 m/s es deseable en una temperatura de 30 °C, pero no es a 10 °C porque ayudaría a enfriar más al cerdo. Para cerdos en terminación el requisito de ventilación mínima es de 0.1 a 0.3 m/s (Benedi, 1986).

### 3.3. Determinación de necesidades nutritivas de los cerdos.-

(Torrallardona, 2003) menciona, otra forma de estimar las necesidades nutritivas de un cerdo en particular, es considerarlas como la suma de los componentes que requieran dicho nutriente para las diferentes funciones metabólicas. En cerdos de engorde existen dos componentes mayoritarios; que contribuyen a los requerimientos de nutrientes que son: las necesidades mantenimiento y crecimiento:

#### 3.3.1. Necesidades de Mantenimiento.-

(Torrallardona, 2003) describe, las necesidades energéticas de mantenimiento son la suma de energía necesaria para mantener las funciones vitales (la temperatura corporal y la actividad física), sin que se produzca ganancia ni pérdida de tejido y energía por parte del animal. Al igual que en el caso de los aminoácidos las necesidades energéticas de mantenimiento, están en función del peso metabólico del animal y como término medio se considera que (en condiciones de termo neutralidad) equivalen a 106 Kcal. EM<sup>4</sup>/ kg<sup>0.75</sup>. Dichas necesidades de mantenimiento sin embargo pueden verse afectadas en situaciones en las que el animal esté expuesto a una temperatura por debajo de su zona de confort térmico, un animal se encuentra por debajo de su temperatura de confort cuando necesita poner en marcha mecanismos de termogénesis (Ej. Temblores) para mantener su temperatura corporal. La temperatura mínima de termo neutralidad, puede

---

<sup>3</sup> Metros por Segundo.

<sup>4</sup> Energía metabolizable

variar según factores tales como: el peso, engrasamiento del animal, y las condiciones de alojamiento (individual o en grupo).

### **3.3.2. Necesidades de Crecimiento.-**

Según (Tess *et al*, 1984), las necesidades energéticas de crecimiento son la suma de energía necesaria para la deposición de proteína y lípidos. Se considera que para depositar un gramo de proteína es necesario 10.6 Kcal. de EM, y para depositar un gramo de grasa se requieren 12.5 Kcal. de EM. Cabe destacar sin embargo que las necesidades para depositar tejido magro (23% de proteína) y tejido adiposo (90% de grasa) es de: 2.44 y 11.25 Kcal de EM/gr. depositado respectivamente. Por ello en términos de costo energético para crecimiento es mucho más eficiente el crecimiento en forma de tejido magro que en forma de tejido adiposo.

### **3.3.3. Determinación práctica de las necesidades nutritivas con aproximación factorial.-**

Desde un punto de vista práctico las necesidades deben de expresarse en términos de gramos por día, mejor aún de porcentaje en el pienso. Para poder expresar las necesidades en gramos por día es necesario conocer: (1) el peso del animal, (2) la cantidad máxima de proteína que es capaz de depositar y (3) la mínima relación grasa: proteína que depositará el animal. El peso del animal indicará las necesidades de mantenimiento. Las necesidades de crecimiento vendrán determinadas por la deposición de proteína en el caso de los aminoácidos y por la mínima relación, grasa: proteína depositada en el caso de la energía. La suma de los valores obtenidos para mantenimiento y crecimiento nos va a definir la relación lisina / energía óptima en cada caso (Torrallardona, 2003).

### **3.4. Factores que influyen en los nutrientes.-**

(Hansen, 2005) menciona: existen factores que afectan el requisito de un nutriente específico para los cerdos. Estos factores influirán en la alimentación que requerirá cambio de la concentración del nutriente en la dieta; debe reunir los requisitos del cerdo en una base de cantidad /día, algunos de estos factores son:

- Ø Temperatura medio ambiental o tiempo.
- Ø La casta, sexo, y el fondo genético de cerdos.
- Ø El estado y salud de la manada.
- Ø La presencia de mohos, toxinas, o inhibidores en la dieta.
- Ø La disponibilidad y absorción de nutrientes dietéticos.
- Ø La variabilidad de los nutrientes en el alimento.
- Ø Nivelado de aditivos del alimento o promotores de crecimiento.
- Ø La concentración de energía de la dieta.
- Ø Modo de alimentación.

Las temperaturas medioambientales y las condiciones de alojamiento juegan en el papel importante, determinando la necesidad de nutrientes del cerdo para el mantenimiento. Se exponen cerdos alojados en condiciones extremas a los cambios de temperatura mayores a los que se alojaron en los medios del encierro, y pueden tener las necesidades de mantenimiento mayores. Además, se ha indicado que el sexo, las castas, o el fondo genético, pueden tener capacidades diferentes para la producción (Hansen, 2005).

### **3.5. Consecuencias de la agresividad de los cerdos.-**

Desde el punto de vista de la productividad y la conducta agresiva supone un importante incremento de la actividad física. Esto implica un mayor gasto energético con el consiguiente empeoramiento del índice de conversión, además de una menor dedicación a conductas como la alimentación. Las heridas e infecciones también suponen un gasto energético que puede afectar los parámetros productivos. Por otro lado pueden generarse lesiones de gravedad variable afectando a los animales permanentemente en su bienestar como en su productividad. (Luciano. 2004).

### 3.6. Las Grasas.-

Las grasas son excelentes fuentes de energía para los cerdos y se usan en los períodos de altas y bajas temperaturas, para compensar la disminución del consumo de la ración. Los tipos más usados son grasas de animales (Ej. Aves, bovino y porcino) y las vegetales (aceite de soja, aceite de coco, etc.). El hecho de reducir el consumo de ración no significa que debamos elevar el nivel de todos los nutrientes de una manera proporcional a la caída. Quiere decir esto que debemos proporcionar ingredientes más digeribles y que generen menos calor metabólico durante la digestión. De esa manera agregar grasa no significa que debamos aumentar la energía metabolizable de la ración, pero sí que debemos aumentar la proporción de energía proveniente de grasas vegetales o animales. Por ser más digeribles que el almidón y generar menos calor metabólico en el proceso de la digestión (Luciano, 2004).

(Van Milgen *et al*, 2001) mostraron, que el uso de grasa en sustitución al almidón, redujo el calor generado en la digestión. Usaron dos raciones para cerdos en crecimiento con diferentes niveles de grasa y almidón. La primera tenía 2% de grasa y 56% de almidón y la segunda 8% y 48%. La primera generó una mayor producción de calor (1.322 Mj. /kg de peso corporal) que la segunda que tenía un mayor porcentaje de grasa (1.263 Mj. /kg.).

#### 3.6.1. Grasa complementaria.-

(Fialho y Cline, 1991) menciona, que en temperaturas por encima de los 29 °C la eficacia de retención de energía por el cerdo es reducida, por consiguiente las necesidades de energía de los cerdos sometidos a altas temperaturas pueden ser mayores que aquellos en temperaturas confortables.

(Coffey *et al*, 1982) compara, el uso de grasa complementaria en 3 diferentes situaciones de temperatura: a 10°C (frío), 22.5°C (normal) y 35°C (calor). Los resultados son expresados a través de un índice cuya base es el número 100. Como podemos verificar, el uso del complemento de 5% de grasa mejora los resultados de ganancias de peso y la conversión alimenticia en altas temperaturas, siendo poco eficaz en el frío. Tal como se observa en cuadro 4.

**Cuadro 4: Efecto de grasa de cerdo sometido a diferente temperatura ambiental.-**

| <b>Efecto de grasa complementaria en el desarrollo de cerdos sometidos a tres diferentes situaciones de Temperatura ambiental</b> |             |     |               |     |             |     |
|---|-------------|-----|---------------|-----|-------------|-----|
| <b>Temperatura ambiental</b>  | <b>10°C</b> |     | <b>22.5°C</b> |     | <b>35°C</b> |     |
| % de grasa complementaria   | 0           | 5%  | 0             | 5%  | 0           | 5%  |
| Consumo de ración   | 114         | 112 | 100           | 103 | 72          | 77  |
| Ganancia de peso  | 99          | 98  | 100           | 109 | 66          | 75  |
| Conversión alimenticia  | 116         | 116 | 100           | 94  | 114         | 106 |
| Espesor del tocino  | 93          | 97  | 100           | 106 | 85          | 92  |

(Stahly y Cromwell, 1991).

**3.7. Caso del cerdo en ceba.-**

(Quiniou *et al*, 2000) menciona, los cerdos raramente retienen más del 50% de la energía que se les proporciona, lo que sugiere un ineficiente uso de la energía de la dieta. En la mayoría de las dietas aproximadamente el 80 al 90 % de la dieta energética es digerida y está potencialmente disponible para el animal.

No toda la energía que se digiere y absorbe puede ser retenida ya que el animal perderá energía en la orina (principalmente como urea y metano). Aparte de estas pérdidas físicas de energía una gran parte de la energía se pierde como calor (Quiniou *et al*, 2000).

Es bien conocido que las temperaturas ambientales altas reducen la ingestión de los cerdos. (Quiniou *et al*, 2000).

La respuesta en los cambios en el suministro de energía es tenida en cuenta en los modelos de crecimiento, expresa (Collin *et al*, 2001).

**3.8. Efecto de la inclusión de grasa en la dieta.-**

(Cañas, 1998) menciona, la importancia de la inclusión de grasa en la formulación de alimentos para animales, ha recibido una menor atención que el uso de otros nutrientes como: proteínas, fibra, minerales y vitaminas. El suministro de grasas provee varias características beneficiosas a la dieta que son:

- Ø Aumenta la concentración calórica.
- Ø Mejora la palatabilidad de los alimentos.
- Ø Aporte de vitaminas, colina, ácidos esenciales, vitaminas A, D, E y K.
- Ø Además de ser una fuente importante de fosfolípidos.

### 3.8.1. Nivel de incorporación de grasas en la dieta.-

(Cruchaga, 1998) menciona, la posibilidad de la incorporación de grasas en la dieta varía según la especie: en cerdos y aves puede ser entre 5 a 10% de la dieta.

El cuadro 5 muestra, los requerimientos nutricionales de cerdos, el cuadro 6 muestra las etapas de la vida comercial de los cerdos.

#### **Cuadro 5: Requerimientos nutricionales, de cerdos en la fase de inicio y preacabado.-**

| <b>ETAPA</b>   | <b>INICIO</b> | <b>CRECIMIENTO</b> | <b>ACABADO</b> |
|----------------|---------------|--------------------|----------------|
| E.M. Mcal/Kg   | 3.2           | 3.2                | 3.2            |
| Proteína (%)   | 18            | 15                 | 13             |
| Fibra máx. (%) | 3             | 5.00               | 7.00           |
| Grasa máx. (%) | 5             | 6.00               | 7.00           |
| Calcio (%)     | 0.7           | 0.60               | 0.50           |
| Fósforo (%)    | 0.6           | 0.50               | 0.40           |
| Lisina (%)     | 0.9           | 0.70               | 0.60           |
| Metionina (%)  | 0.6           | 0.40               | 0.30           |
| Triptofano (%) | 0.14          | 0.12               | 0.10           |
| Treonina (%)   | 0.6           | 0.40               | 0.40           |

Fuente: Modificado de "alimentación y nutrición animal" Cañas Cruchaga, 1995. "Nutrient Requirements Of. Swine" N.R.C., 1988 "Ganado Porcino Flores Menéndez, 1986".

**Cuadro 6. Etapas de la vida comercial del cerdo.-**

| <b>Etapa</b>                 | <b>Edad<br/>(Días)</b> | <b>Peso<br/>(kg)</b> | <b>Consumo<br/>(kg/día)</b> | <b>Consumo<br/>(kg)</b> | <b>Ganancia<br/>(kg/día)</b> | <b>Conversión<br/>Alimenticia</b> |
|------------------------------|------------------------|----------------------|-----------------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Inicio (Lactancia)</b>    | 10-35                  | 1,0-8,5              | 0,25-0,32                   | 6,25-8,0                | 0,3                          | 1                                 |
| <b>Recría (Inicio)</b>       | 36-75                  | 8,6-30               | 0,90-1,20                   | 35-46,0                 | 0,45                         | 2,4                               |
| <b>Crianza (Crecimiento)</b> | 76-120                 | 31 - 62              | 1,90-2,20                   | 83-96,0                 | 0,7                          | 2,9                               |
| <b>Engorde (Acabado)</b>     | 121-180                | 63-100               | 2,9-3,2                     | 171-183                 | 0,9                          | 3,1                               |

Fuente: Modificado de "Alimentación y nutrición animal" Cañas Cruchaga (1995): Nutrient Requirements of Swine (N.R.C., 1985).

### **3.8.2. LEAN MEATER. (Ecosonda o ultrasonido Detector de grasa dorsal para cerdos).-**

LEAN MEATER, es un instrumento de alta precisión destinado para una simple y rápida medición de la grasa dorsal, cuenta con una batería recargable de níquelcadmio de alta duración es completamente portátil y pesa ½ kg, posee una pantalla de cristal líquido con caracteres numéricos grandes de fácil lectura, el error del aparato es de  $\pm 1$ mm. (Veites, 1986).

Las distintas capas de grasa se reflejan de forma diferente en las ondas sonoras, también es diferente la reflexión entre grasa y músculo y sus capas integrantes. Los puntos de medición son marcados utilizando un lápiz grueso sobre los puntos señalados (ver fotografía 4) a la aplicación del cabezal, se coloca sobre la piel unas gotas de aceite con el fin de evitar las burbujas de aire entre la superficie de contacto (piel) y el cabezal (Collazos, 2001). Ver fotografía 1.

Debiendo siempre quedar arriba del nivel crítico de 10 mm, reafirmando la importancia de usar los métodos de evaluación en conjunto siempre que sea posible (Secretaría de ganadería, Sinaloa 2004).



**Fotografía 1: Equipo LEAN-MEATER (Detector de grasa, aparato para medir el tocino en entre 3 a 45 mm de la zona dorsal).-**

### **3.9. El agua.-**

El agua es un nutriente esencial para los cerdos. Si no se administra en cantidades apropiadas y con calidad habrá una caída en la ganancia de peso. El agua constituye el 75% del organismo del cerdo y es vital para innumerables procesos biológicos que involucran, desde la regulación de la temperatura corporal hasta el crecimiento y la reproducción.

El cerdo usa el agua para reducir su calor corporal porque ella trabaja como un mecanismo termorregulador, aumentando hasta 0.5 °C la TCS<sup>3</sup>. Por esta razón siempre que aumenta la temperatura ambiental el cerdo aumenta automáticamente su consumo de agua.

<sup>3</sup> Temperatura Crítica Superior.

La mejor temperatura del agua para un consumo ideal de los cerdos es de 12 a 18 °C en climas calientes y fríos, cuanto más caliente es el agua menor será su consumo.

Estudios demostraron que cuando la temperatura ambiental era superior a 25 °C, se registró un consumo 63% inferior de agua Noblet, (2001).

Por lo general: el agua que es apta para el consumo de los humanos puede utilizarse sin problemas en los animales de corral, pero parece que los animales pueden tolerar mayor salinidad que los humanos, por tanto es probable que la tolerancia para otras sustancias también sea diferente (Cañas 1998). El cuadro 7 muestra la calidad de agua.

#### **Cuadro 7. Calidad del agua.-**

| <b>Concepto</b> | <b>Mg / Lt. De sólidos disueltos</b> | <b>Tipo</b>   |
|-----------------|--------------------------------------|---|
| Agua muy buena  | 1000 mg/lit <sup>4</sup>             | Agua apta para el consumo de cual quiera de los animales.     |
| Agua buena      | 2500 mg/lit                          | Apta para el consumo animal.                                  |
| Agua regular    | 3000-5000 mg/lit                     | Puede producir deposiciones aguadas y producir la muerte.     |
| Agua            | 5000-7000 mg/lit                     | Suministrar a todos los animales domésticos, excepto las aves |
| Agua            | 7000 mg/lit                          | No son aptos para el consumo                                  |
| Agua            | 10000 mg/lit                         | No apto para el consumo animal                                |

Fuente modificada de: N.R.C. Cañas Cruchaga. (1998).

<sup>4</sup> Miligramos por litro.

### **3.10. Las condiciones medio ambientales en la altura para la cría de cerdos.-**

(English, 1992) afirma, las condiciones medio ambientales afectan el desarrollo de cerdos por Ejemplo: la caída de 1°C por debajo de la temperatura crítica inferior para cerdos de 20 kg, requiere de un consumo diario extra de 13 gr. de una dieta con 12 MJ EM. Este alimento extra solo será utilizado para conservar al cerdo caliente, y de esta forma no contribuirá al crecimiento y dará como resultado un deterioro en la eficiencia de conversión alimenticia. Por supuesto, si la temperatura está 5°C por a bajo de la temperatura crítica inferior, el cerdo de 20 kg tendrá que consumir 65 gr. extra (5\*13 gr.) diarios solo para conservar su temperatura corporal.

Si el cerdo no tiene oportunidad de ingerir más alimento para compensar estas condiciones frías, entonces tendrá que diversificar algo de su alimento consumido para conservar su temperatura corporal y tendrá menos posibilidad de crecimiento. En esta situación si un cerdo de 20 kg está sometido a un déficit de 1°C por debajo de su temperatura crítica inferior depositara 4 gr. menos de tejido graso por día o 28 gr. menos en la ganancia general de peso vivo. Si el cerdo se conserva a 5°C por debajo de su temperatura crítica inferior, el deposito de tejido graso estará disminuido en 20 gr. (5\*4 gr.) diarios y la ganancia total de peso se vera disminuida en 140 gr. (5\*28 gr.) diarios. De esta forma las desventajas a causa de una temperatura sub óptima por debajo de la temperatura crítica inferior, en términos de la eficiencia de conversión alimenticia o de la ganancia de peso vivo pueden ser considerables Según (English 1992).

## **4. MATERIALES Y MÉTODOS.-**

### **4.1. Materiales.-**

#### **4.1.1. Material biológico.-**

En la evaluación se utilizaron 36 lechones: (18 hembras y 18 machos castrados), Trihíbridos de la raza (YLD<sup>5</sup>). La selección de los lechones fue de acuerdo al peso, la distribución de los animales se realizó al azar.

#### **4.1.2. Insumos alimenticios.-**

Se utilizó maíz molido, torta de soya, (borra - levadura) de cerveza, harina de carne, conchilla, sal común, grasa de cerdo, harina de hueso y premix. La mezcla, fue realizada de acuerdo a los requerimientos de cada fase de desarrollo del material biológico en estudio.

La grasa de cerdo se utilizó como generador de energía extra en los alimentos, adicionando a las raciones de inicio, crecimiento y preacabado; Ver (anexo 15-17).

### **4.2. Laboratorio.-**

- Ø Piperazina para el control de parásitos internos.
- Ø Cal viva para desinfectar posas.
- Ø Hierro Dextrano.
- Ø Oxitetraciclina, sulfas, gentamicina, alcohol, yodo.
- Ø Vitaminas A, D y E.

#### **4.2.1. Instalación, equipos e insumos.-**

- Ø La granja cuenta con un espacio de 11 casetas con piso de cemento.

#### **4.2.2. Casetas.-**

- Ø Casetas, C/U de (5.7\*2.3 \*0.70) m.
- Ø Cama de madera para cada Caseta (2.86\*1.9) m.

---

<sup>5</sup> Yorkshire, Landrace y Duroc.

#### **4.2.3. Comederos y bebederos.-**

- Ø Comederos de madera (1.5\*0.32) m.
- Ø Bebederos tipo chupón.

#### **4.3. Materiales complementarios.-**

- Ø Balanza de precisión de 2 Kg.
- Ø Balanza de 100 Kg.
- Ø Equipo RENCO LEAN MEATER.
- Ø Carretilla, pico y pala.
- Ø Aspersor, manguera y 8 baldes.
- Ø Termómetro (Temp. Máxima y Mínima.).

#### **4.3.1. Material de gabinete.-**

- Ø Calculadora, hojas bond, bolígrafos, etc.
- Ø Otros.

#### **4.4. Metodología.-**

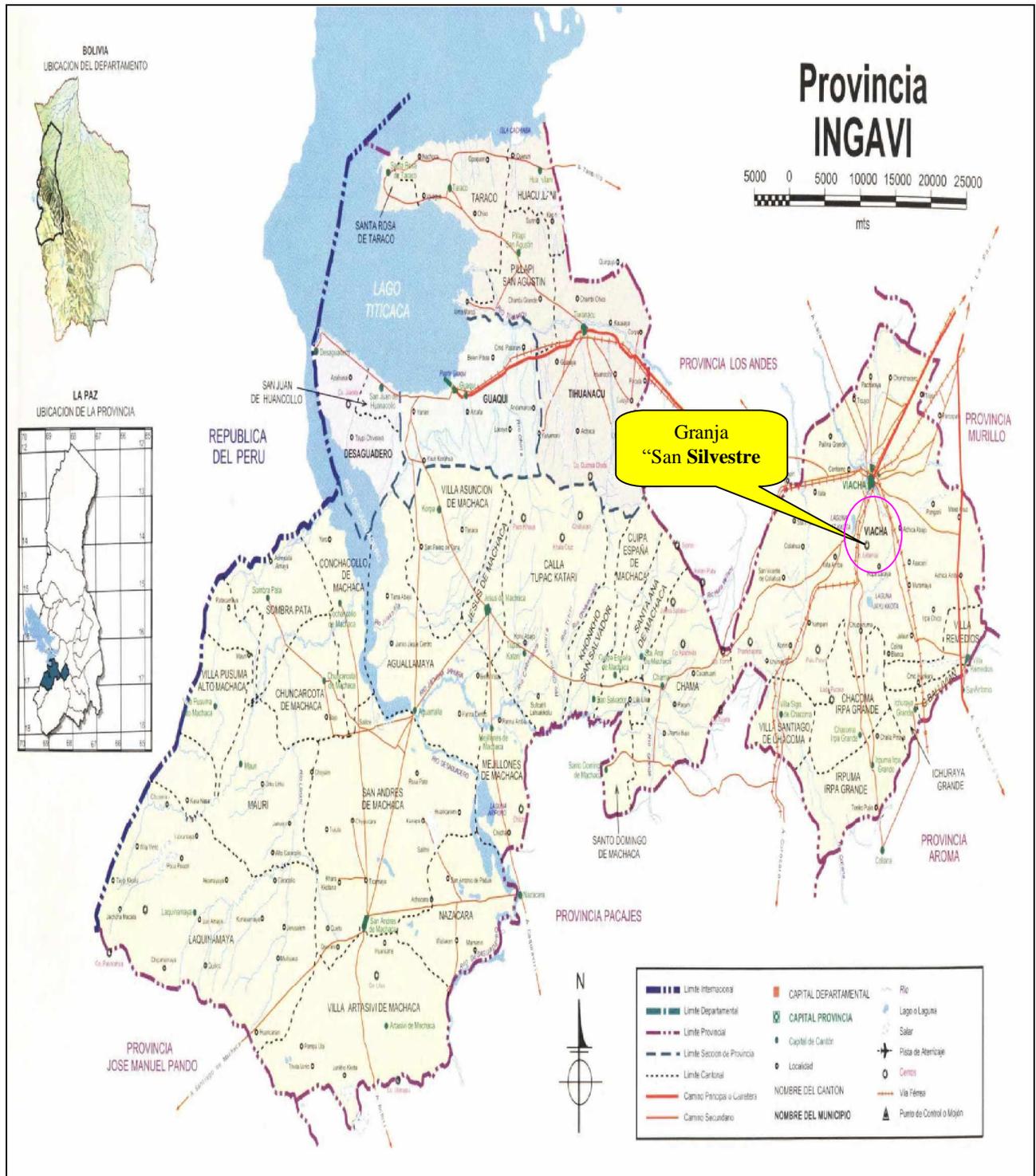
##### **4.4.1. Localización.-**

##### **4.4.1.1. Ubicación Geográfica.-**

El presente trabajo de investigación se realizó; en la Granja San Silvestre comunidad Letanías, ubicado a 32 Km. de la ciudad de La Paz; Situada en la Provincia Ingavi. Se encuentra en las coordenadas 16° 42' 5" de latitud sud y 68° 15' 54" de longitud o este. Con una altitud de 3831 m.s.n.m. (SENAMHI, 1994), (ver fotografía 2)

La zona se caracteriza por tener un suelo de textura franco arcilloso a gravoso, con un material parental a una profundidad de 30 a 50 cm.

Fotografía 2.- Localización Geográfica “Granja San Silvestre – Letanías “



Fuente: Geográfico militar (2004).

### Fotografía 3.-

#### Vista General de la Granja Agropecuaria "San Silvestre" Comunidad Letanías



La Granja San silvestre, tiene una trayectoria en el área de la agropecuaria más de 10 años, cuenta con una amplia experiencia en el campo de la cría de animales mayores y menores, además cuenta con una infraestructura completa y apropiada para la cría de animales y otros relacionados con el área.

Enfoca trabajos de investigación para el beneficio de la comunidad y acuerdos con otras instituciones, con fines de lograr avances en el área de la agropecuaria.

#### 4.4.1.2. Características climáticas.-

**Cuadro 8: Características climáticas.-**

| CARACTERÍSTICAS         | DESCRIPCIÓN   |
|-------------------------|---|
| Clima                   | Templada, fría, vegetación montañosa a estepa espinosa. |
| Temperatura media anual | 8.3 °C  |
| Humedad relativa        | 50.8 %  |
| Meses de lluvia         | Noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo.           |
| Heladas al año          | Febrero, mayo, junio, julio y agosto.                   |
| Granizadas al año       | Septiembre y febrero, con 2 días por mes.               |

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal (PDM) Viacha 2005.

#### 4.4.2. Procedimiento.-

##### 4.4.2.1. Procedimiento pre-experimental.-

##### 4.4.2.2. Adquisición del plantel.-

Se adquirieron 36 lechones (18 hembras y 18 machos castrados), trihíbridos de la raza (YLD<sup>6</sup>). Con un promedio de peso de 9 kg de peso vivo.

##### 4.4.2.3. Preparación de dietas.-

Se prepararon tres dietas que con tenían (3.4 - 3.6 - 3.8) Mcal/kg de energía respectivamente para la fase de adaptación.

<sup>6</sup> Yorkshire, Landrace y Duroc.

#### **4.4.2.4. Ensayo en blanco.-**

La fase de adaptación a las raciones duro 15 días, donde el animal se acostumbro al medio ambiente y a los alimentos. En este periodo sé desparasitaron los animales, con piperazina, es un antiparasitario interno viene en polvo soluble, fue adicionado a la dieta en una dosis de 3 gr. /kg.

#### **4.4.2.5. Inicio de la investigación.-**

El estudio empezó con animales que tenían un peso de  $(12 \pm 2)$  kg de peso vivo, hasta alcanzar un peso final de 60 kg donde se determino la venta de los mismos.

Los animales fueron identificados con aretes, machos castrados en la oreja derecha, y hembras en la oreja izquierda.

Los datos de peso vivo fueron tomados cada quince dias para obtener el peso, la ganancia media diaria, consumo de alimento, conversión alimenticia y espesor de la grasa dorsal.

La ración<sup>7</sup> fue distribuida en función del peso vivo de los animales, se realizo control de sanidad durante todo el proceso, y una evaluación del incremento de las variables de respuesta durante el desarrollo de la investigación.

---

<sup>7</sup> Las dietas en estudio se detallan en anexo (15: 17).

## 4.5. DISEÑO EXPERIMENTAL.-

### 4.5.1. Modelo de análisis estadístico de covarianza lineal.-

Se realizó el análisis de covarianza lineal tomando el peso inicial y final de cada fase (Inicio, crecimiento y preacabado), se tomaron los datos de peso inicial ( $P_o$ ), y los pesos finales ( $P_f$ ) de cada fase en estudio, empleando pruebas  $t$  de 1 grado de libertad ajustando los efectos de esta variable Steel y Torrie, (2004).

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \chi_j + \beta (X_{ij} - X_{...}) + \varepsilon_{ij}$$

$Y_{ij}$  = Valor observado de la variable de respuesta.

$\mu$  = Media general.

$\alpha_i$  = efecto del  $i$ -ésimo tratamiento.

$\chi_j$  = efecto del  $j$ -ésimo bloques.

$\beta$  = coeficiente de regresión lineal de  $X$  sobre  $Y$  ( $P_o$  sobre  $P_f$ ).

$X_{ij}$  = valor observado de la variables independiente.

$X_{...}$  = media de la variable independiente.

$\varepsilon_{ij}$  = efecto del error experimental.

$P_o$  = Peso inicial.

$P_f$  = Peso final de la fase.

#### 4.5.2. Modelo Lineal Aditivo de Bloques Completos al Azar.-

Para realizar el análisis estadístico, se utilizó el siguiente modelo lineal aditivo, expuesto por (Rodríguez, 1991) bloques completamente al azar, con arreglo factorial 2\*3, con 6 repeticiones.

Las variables de respuesta, fueron analizadas mediante el programa Sistema Analítico Estadístico (SAS, 2004).

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \chi_j + \beta_k + (\alpha\chi)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Cualquier observación.

$\mu$  = Media general del experimento.

$\alpha_i$  = Efecto del  $i$  - ésimo del sexo ( $i_1$  = Macho castrado;  $i_2$  = Hembra).

$\chi_j$  = Efecto del  $j$  - ésimo del nivel de energía

( $j_1 = 3.4$ ,  $j_2 = 3.6$ ,  $j_3 = 3.8$ ) Mcal/kg. Respectivamente.

$\beta_k$  = Efecto del  $k$  - ésimo factor bloques.

$(\alpha\chi)_{ij}$  = Interacción del  $i$  - ésimo del sexo por el  $j$  - ésimo nivel de energía.

$\varepsilon_{ijk}$  = Error de cualquier observación.

##### 4.5.2.1. Factores de estudio.-

Factor A = Sexo ( $A_1$  Macho castrado,  $A_2$  Hembra)

Factor B = Niveles de energía en la ración:

$B_1$  = Dieta con 3.4 Mcal/kg de energía

$B_2$  = Dieta con 3.6 Mcal/kg de energía

$B_3$  = Dieta con 3.8 Mcal/kg de energía

#### 4.5.2.2. Tratamientos y niveles de energía.-

Los tratamientos y los niveles de energía fueron los siguientes:

A<sub>1</sub>B<sub>1</sub> = Macho castrado con nivel de energía 3.4 Mcal/kg.

A<sub>1</sub>B<sub>2</sub> = Macho castrado con nivel de energía 3.6 Mcal/kg.

A<sub>1</sub>B<sub>3</sub> = Macho castrado con nivel de energía 3.8 Mcal/kg.

A<sub>2</sub>B<sub>1</sub> = Hembra con nivel de energía 3.4 Mcal/kg.

A<sub>2</sub>B<sub>2</sub> = Hembra con nivel de energía 3.6 Mcal/kg.

A<sub>2</sub>B<sub>3</sub> = Hembra con nivel de energía 3.8 Mcal/kg.

#### 4.5.2.3. Croquis del experimento.-

El bio ensayo<sup>8</sup> fue realizado con 6 tratamientos distribuidos en 3 bloques, cada unidad experimental contenía 2 animales haciendo un total de 36 animales.

#### 4.5.2.4. Desarrollo de la investigación.-

La investigación se instaló en ambientes semi-controlados, la forma de cría de los animales fue el sistema intensivo, la finalidad del modelo fue homogenizar y optimizar las muestras para la obtención de los resultados.

- Ø A los (24 kg de peso vivo) fin de la fase de inicio, los animales consumieron 1.2 kg de alimento que contenía (3.4, 3.6 y 3.8) Mcal/kg de energía respectivamente.
- Ø A los (42 kg de peso vivo) fin de la fase de crecimiento, los animales consumieron 1.8 kg con (3.4, 3.6 y 3.8) Mcal/kg de energía respectivamente.
- Ø A los (67 kg de peso vivo) fin de la fase de preacabado los animales consumieron 2.2 kg con (3.4, 3.6, 3.8) Mcal/kg de energía respectivamente.

Las dietas fueron distribuidas a horas 9: 00 a.m. y 14 p.m. durante toda la fase de investigación disponiendo de agua ad libitum. Durante todo el proceso de la investigación se siguieron todas las normas técnicas de manejo de ganado de cría de cerdos en sistema intensivos.

---

<sup>8</sup> El croquis del bio ensayo se detalla en anexo (19).

#### 4.6. Variables de respuesta.-

##### 4.6.1. Peso vivo.-

Se registró el peso vivo cada 15 días en kg por etapa, los animales fueron pesados individualmente con ayuda de una báscula fija, considerando que es el mejor sistema para la obtención de peso vivo (Pond, 1995). Los datos obtenidos fueron utilizados para determinar la ganancia de peso vivo de los animales durante toda la fase de estudio.

##### 4.6.2. Ganancia de peso.-

El aumento de peso o la ganancia de peso es el crecimiento propiamente dicho, y es la diferencia del peso final menos el peso inicial en un determinado momento (Talbot, 1998). Con este dato se determinó la ganancia media diaria (G.M.D.) y la eficiencia de conversión alimenticia (E.C.A.) utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{G.P.} = (\text{Peso final} - \text{Peso inicial})$$

Donde:

**G.P. = Ganancia de peso**

##### 4.6.3. Ganancia media diaria (G.M.D.).-

La ganancia media diaria sirve para obtener el cambio en el peso de cada animal, de acuerdo a los días que duró el proceso (Gilda, 2002). Fue calculada por la siguiente relación.

$$\text{G.M.D.} = ((\text{G.P.}) / \text{días en el proceso})$$

Donde: **G.P. = Ganancia de peso**

#### 4.6.4. Consumo alimento.-

Esta variable se registro, pesando el alimento de los animales en estudio, la cantidad de alimento consumido con relación al alimento proporcionado (Reese, 1998).

$$\text{Co.Al.} = \text{Alimento consumido/ alimento proporcionado}$$

**Donde:**

**Co.Al. = Consumo Alimento**

#### 4.6.5. Índice de conversión alimenticia (I.C.A.)-

La eficiencia de la conversión alimenticia es la cantidad en kg de alimento requeridos para aumentar un kg del peso vivo de un cerdo, se tomó en cuenta el valor o costo de los alimentos utilizados (Thornton, 1984). Según la siguiente formula:

$$\text{I.C.A} = \text{Co.Al.} / \Delta\text{P}$$

**Donde:**

**I. C. A. = Conversión alimenticia**

**Co. Al. = Consumo Alimento**

**$\Delta\text{P}$  = Ganancia de peso**

#### 4.6.6. Puntos de medición de la grasa por ultra sonido (Lean Meater).-

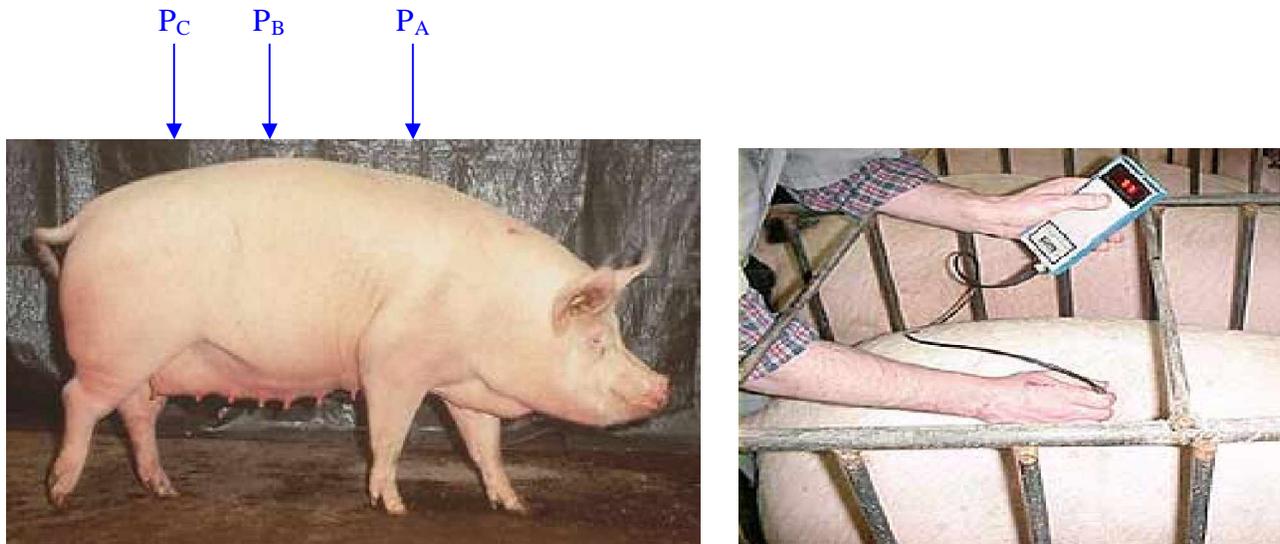
Collazos (2001) menciona, la medición de grasa dorsal por ultra sonido se realizo en las etapas de inicio, crecimiento y preacabado, con el instrumento: Lean Meater un instrumento digital que mide el espesor de grasa en milímetros, tomando tres zonas a lo largo de la zona dorsal de los cerdos.

En la actualidad se emplean los puntos propuestos por (Hazle y Kline) 1952, los cuales se localizan en tres puntos ubicados a dos centímetros de la columna vertebral los que se describen a continuación:

**A.-** A la altura de la cuarta vértebra dorsal que se localiza tirando desde el codillo una perpendicular a la columna vertebral.

**B.-** A la altura de la última vértebra dorsal se identifica por palpación de la última costilla y desde allí se dirige una perpendicular a la columna.

**C.-** Sobre la última vértebra lumbar que sé encuentra en la mitad de la distancia entre el segundo punto y la inserción de la cola.



**Fotografía: 4 Puntos de medición propuestos por Hazle, Cline y Collazos (2001).-**

La medición de la grasa dorsal es hecha en el punto P<sub>2</sub>, queda entre la última y la penúltima costilla a una distancia de 6.5 centímetros de la espina dorsal, usada para medir el espesor del tocino. Con esto podemos dibujar el perfil de cada animal y tener una idea de las condiciones físicas del plantel (ver fotografía 4).

Las hembras tienden a perder grasa progresivamente a lo largo de los ciclos reproductivos, aun cuando están aumentando el peso corporal. Por consiguiente, es importante alcanzar una reserva de grasa inicial apropiada para compensar las pérdidas posteriores. Debiendo siempre quedar arriba del nivel crítico de 10<sup>9</sup>mm. Por eso, reafirmamos la importancia de usar los métodos de evaluación en conjunto siempre que sea posible, (Secretaría de Ganadería, Sinaloa 2004).

#### **4.7. Análisis Económico.-**

Es importante determinar la parte económica si el uso de la dieta con el nivel proporcionado de energía extra, en las fases de inicio, crecimiento y preacabado fue conveniente; a demás de analizar el costo de la adición de la grasa para este fin se analizó los siguientes beneficios:

##### **4.7.1. Beneficio en efectivo (B.E.)-**

Este índice de respuesta fue obtenido mediante la siguiente relación (Aguilar, 1997).

$$\text{B.E.} = (\text{Peso de saca} * \text{precio de venta})$$

---

<sup>9</sup> Milímetros

#### 4.7.2. Beneficio neto (B.N.)-

El beneficio neto fue medido mediante la siguiente relación (Brevis, 1990).

$$\mathbf{B.N. = (Beneficio\ en\ efectivo - Costos\ de\ producción)}$$

#### 4.7.3. Beneficio – costo (B/C)-

El calculo del beneficio costo fue realizado mediante la siguiente formula (Brevis, 1990).

$$\mathbf{B/C = (B.E. / C.P.)}$$

**Donde:**

**B.E. = Beneficio efectivo**

**C.P. = Costo de producción.**

## 5. RESULTADO Y DISCUSIÓN.-

### 5.1. Peso a los 30 días de la fase de inicio.-

El cuadro 9 muestra el Análisis de las variables de respuesta para cada fase.

**Cuadro 9. Análisis de covarianza para la variable peso vivo (kg) y sus tres fases.-**

| FV                  | INICIO | CRECIMIENTO | PREACABADO |
|---------------------|--------|-------------|------------|
| <b>Po</b>           | **     | **          | ns         |
| <b>Bloques</b>      | ns     | ns          | ns         |
| <b>Sexo</b>         | ns     | **          | **         |
| <b>Energía</b>      | *      | **          | **         |
| <b>Sexo*Energía</b> | ns     | ns          | **         |
| <b>CV (%)</b>       | 6.26   | 13.1        | 12.03      |

Ns: No significativo ( $P > 0.05$ ); \*: Significativo ( $P < 0.05$ ); \*\*: Altamente significativo ( $P < 0.01$ );  
Po: peso de inicio.

Se realizó la prueba de covarianza para ver la influencia del peso inicial y el peso final en cada fase fisiológica, concluyendo que el peso inicial afectó ( $P < 0.01$ ) la fase de inicio, crecimiento y no la fase de preacabado.

Lo anterior se debe a que la fase de lactancia o destete es afectado por la constitución genética del animal, por que influye en el desarrollo del cerdo. Esto coincide con Flores (1987) quien afirma: el peso que alcanzaron los cerdos en el momento del destete, depende de su capacidad para transformar el alimento en carne.

Entre bloques no hubo diferencia significativa ( $P > 0.05$ ), lo que quiere decir que ambos animales se desarrollan en forma independiente en función a la ganancia de peso.

Respecto al sexo, en la fase de inicio no se detectó diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre machos castrados y hembras, el desarrollo para las fases de crecimiento y preacabado con relación a la dieta energética existió un desarrollo altamente significativo ( $P < 0.01$ ), entre sexos.

El factor de la energía tuvo un resultado ascendente, logrando que los animales ganen significativamente peso en la fase de inicio ( $P < 0.05$ ), a altamente significativa ( $P < 0.01$ ) para la fase de crecimiento y preacabado.

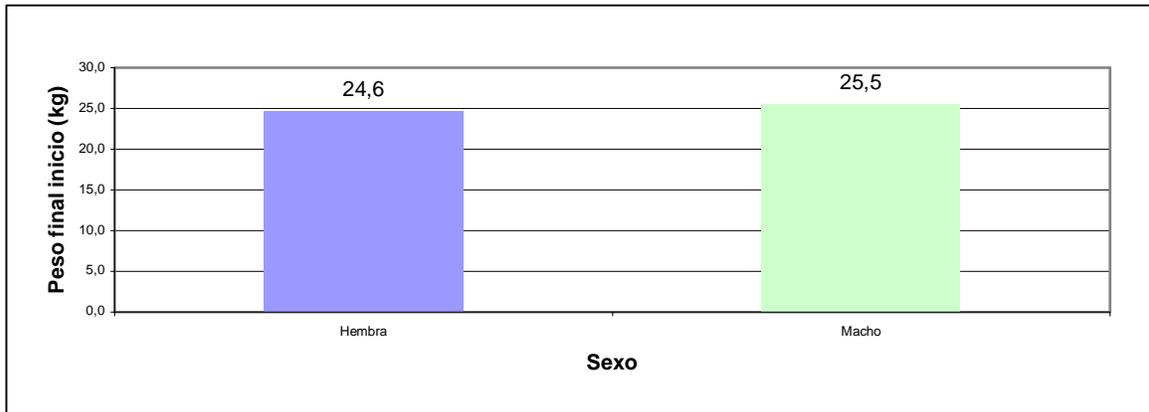
La interacción sexo por energía, muestra que en la fase de inicio y crecimiento no tuvo una influencia significativa ( $P > 0.05$ ) en el desarrollo de los animales, pero en la fase de preacabado la diferencia existente entre sexos fue altamente significativa ( $p < 0.01$ ) debido a que las hembras son más eficientes en transformar el alimento en tejido magro.

(English 1992) menciona, las diferencias en la velocidad de tejido magro entre sexos son menos notables hasta los 50 kg de peso vivo, por que las características sexuales secundarias no funcionan tan fuertes en esta etapa inmadura.

El coeficiente de variabilidad obtenidos en las tres fases de estudio es (6.26%, 12.03% y 13.1%), nos muestran que están dentro de los márgenes permitidos para este estudio. Coincidiendo con Calzada (1982) quien menciona que el coeficiente de variación en este tipo de estudios debe ser ( $< 30\%$ ).

Alonso (1997) citado por Estévez (2001) han demostrado, que los machos castrados tienen mayor capacidad para convertir el alimento en músculo, debido a que las hormonas masculinas en el macho entero, bloquean la acción de la hormona somatotropa del crecimiento. Tal como se observa en la figura 2 y 5.

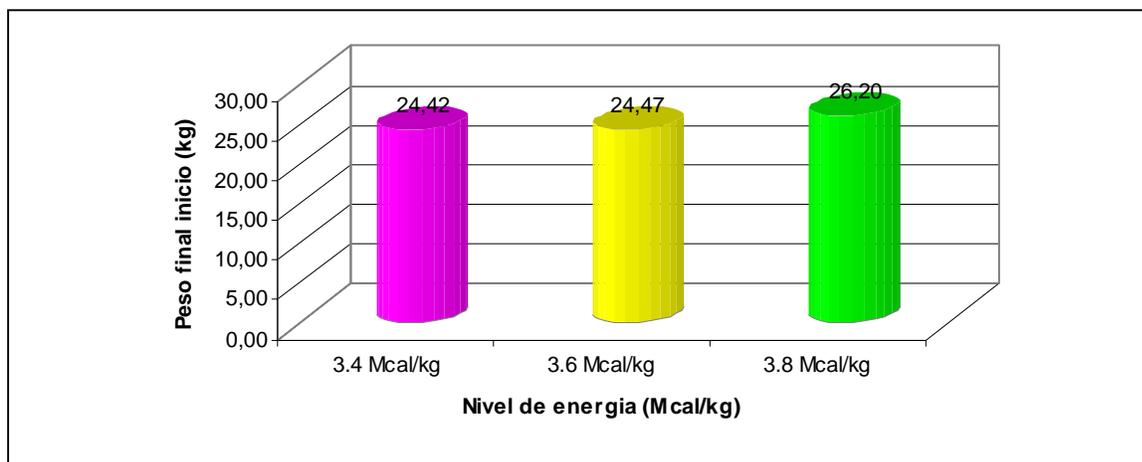
### 5.1.1. Fase de Inicio.-



**Figura 2. Comportamiento productivo del Peso y Sexo fase de inicio.-**

Según la figura 2, en la fase de inicio no se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ) entre sexos, logrando el macho castrado un ligero levante respecto a la hembra.

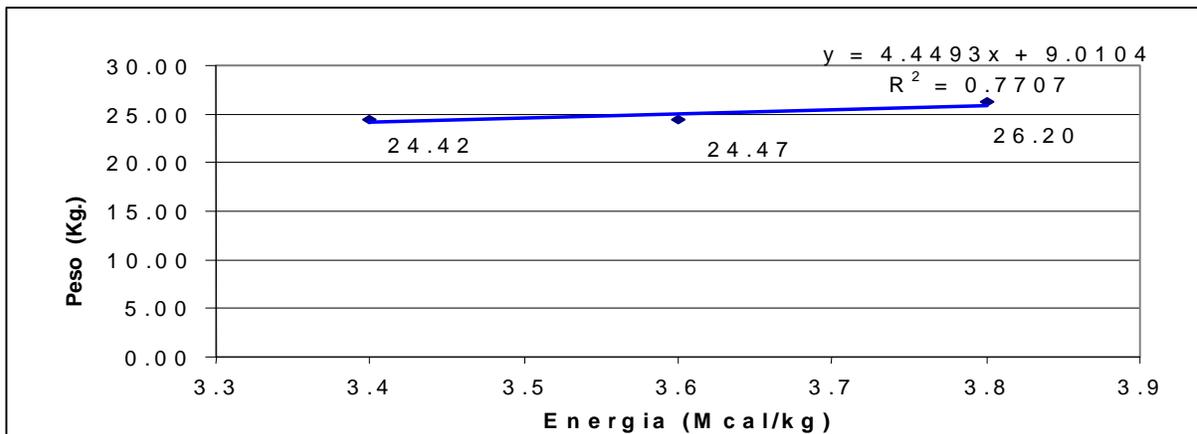
(Renieri, 1999) anota que, las ganancias de peso son muy pequeñas al principio y se incrementaran rápidamente, hasta alcanzar un alto nivel durante un cierto periodo, y después declinan a límites parecidos a los primeros.



**Figura 3. Efecto de los niveles de energía sobre el peso final en la fase Inicio a los 30 días.-**

La figura 3 describe, que el nivel de energía más alto (3.8 Mcal/kg.) es el que tuvo mejores resultados, con relación a los niveles 3.4 y 3.6 (Mcal/kg) de energía respectivamente donde no hubo diferencias significativas ( $P>0.05$ ).

Sierra (2000) indica que, el cerdo requiere energía para mantener los procesos corporales, y que la energía es el principal componente de todas las dietas para cerdos, por tanto el consumo de otros nutrientes esta relacionado con el contenido energético de la ración.

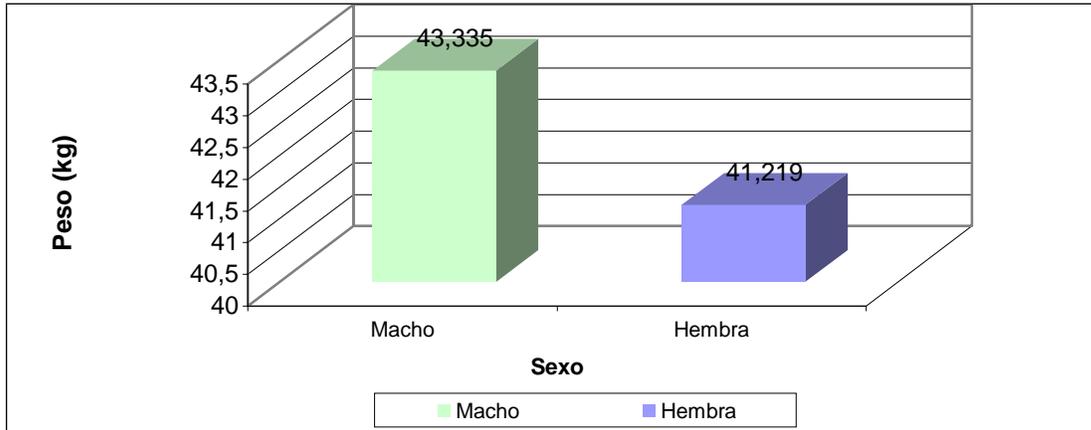


**En la figura 4. Análisis de regresión de niveles de energía sobre el peso final de la fase inicio (30 días).-**

En la figura 4 se observa, que a medida que los niveles de energía aumenta también incrementa el peso, podemos afirmar que los niveles de energía explican el 77.07% de la variación del peso en la fase de inicio, por tanto por cada Mcal/kg de incremento en la energía, el peso aumenta en 4.4 kg.

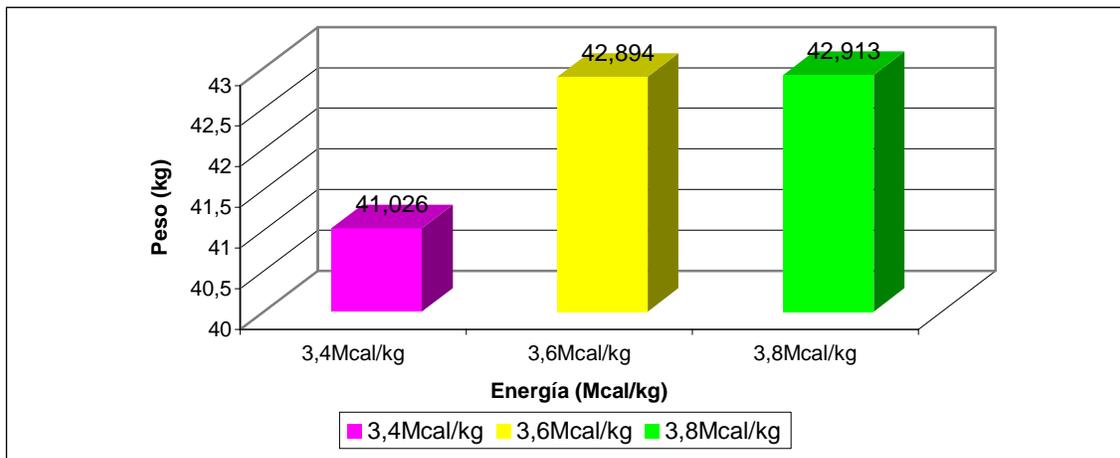
Según Cañas (1998), al aumentar la concentración energética también se afecta al peso vivo, debido a que se debe aumentar la cantidad de proteína para mantener la relación energía/proteína, esto puede resultar una dieta que no sea de máximo beneficio económico. Una forma de disminuir el costo de la ración es remplazar la energía que aporta el maíz por ácidos grasos, con el que se mejora la eficiencia de conversión por el menor incremento del calor metabólico.

**5.1.2. Fase de crecimiento.-**



**Figura 5: Análisis del comportamiento del Peso y Sexo.-**

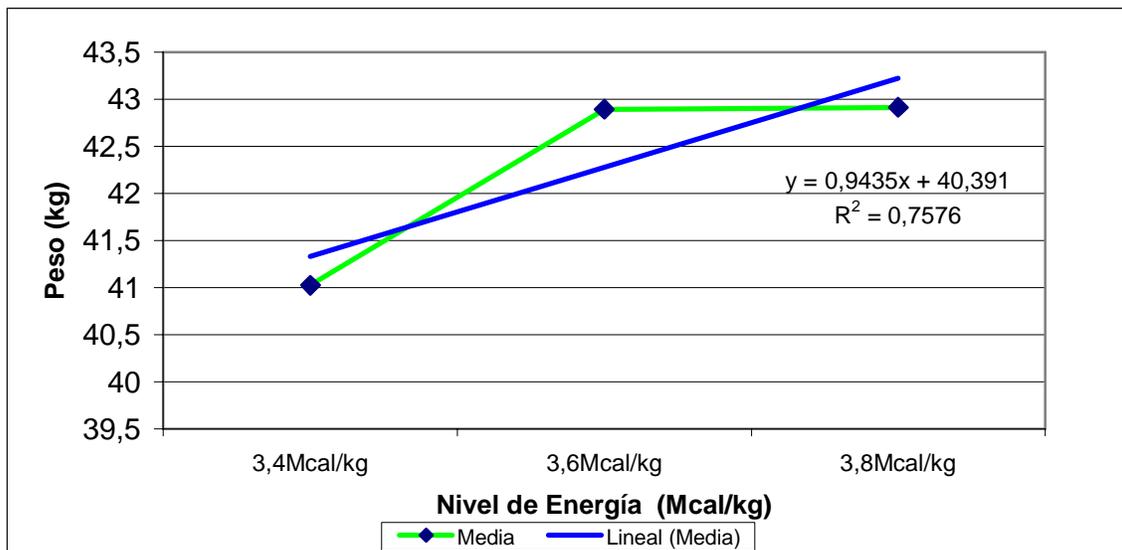
La figura 5 nos muestra que, los machos castrados son los que obtuvieron un incremento de 2.12 kg en relación a las hembras. English (1992) afirma que, los machos castrados, hembras y verracos que son alimentados con la misma dieta, los verracos son los que logran mayor eficiencia de conversión alimenticia, y posteriormente a los 90 kg de peso vivo tendrán por lo menos 2 mm de grasa dorsal en P<sub>2</sub>.



**Figura 6: Análisis de Peso y Energía en la fase de crecimiento.-**

Según la figura 6, la fase de crecimiento con la dieta de 3.8 Mcal/kg de energía logró los mejores incrementos de peso, debido al porcentaje de proteína y energía adicional que llevo la dieta en su alimentación. (18% de proteína con 3.8 Mcal/kg de energía).

Lo que concuerda con Rojas (1979) y Morrison (1980) quienes, mencionan que se necesita más proteína y energía para el crecimiento y que un nivel bajo de energía disminuye el crecimiento, e incluso el animal pierde peso.

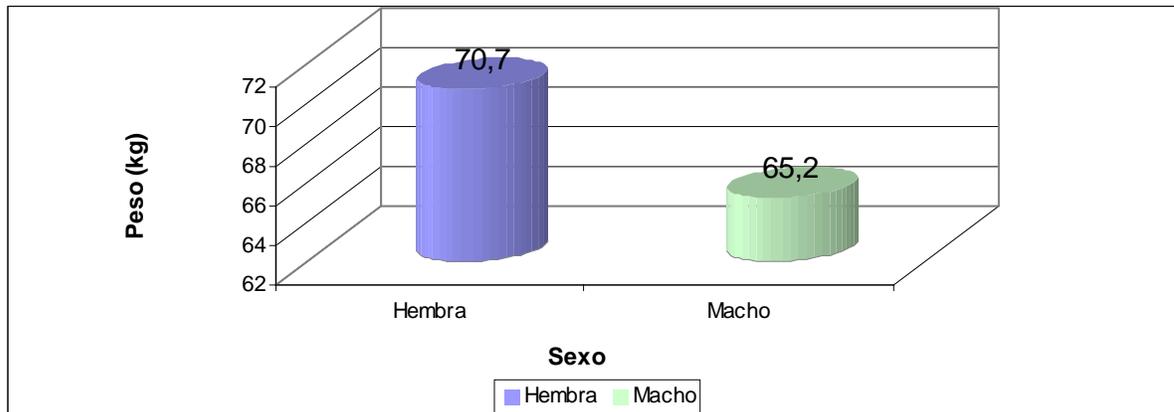


**Figura 7: Análisis de regresión del Peso y Energía.-**

De acuerdo al análisis de regresión se observa en la figura 7, que a medida que los niveles de energía aumentan también lo hace el peso, en este caso los niveles de energía explican el 75.76% de incremento del peso, entonces por cada Mcal/kg de incremento de energía, el peso aumentó en la fase de crecimiento en 0.943 kg.

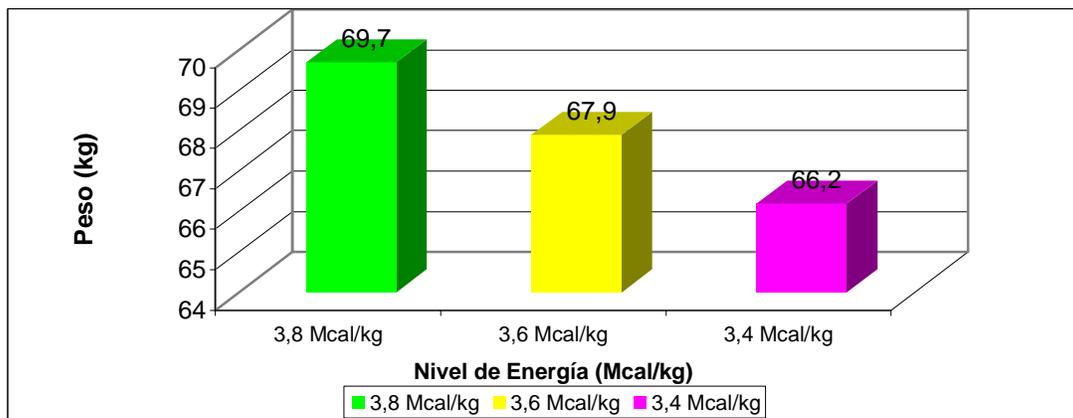
Chuch (1998) menciona, que cerdos en crecimiento que son alimentados con una dieta alta en energía (1500 Kcal. ED/lb.) producen un índice máximo de ganancia de peso y una mayor eficiencia en la utilización del alimento.

### 5.1.3. Fase de Precabado.-



**Figura 8: Análisis del Peso y Sexo.-**

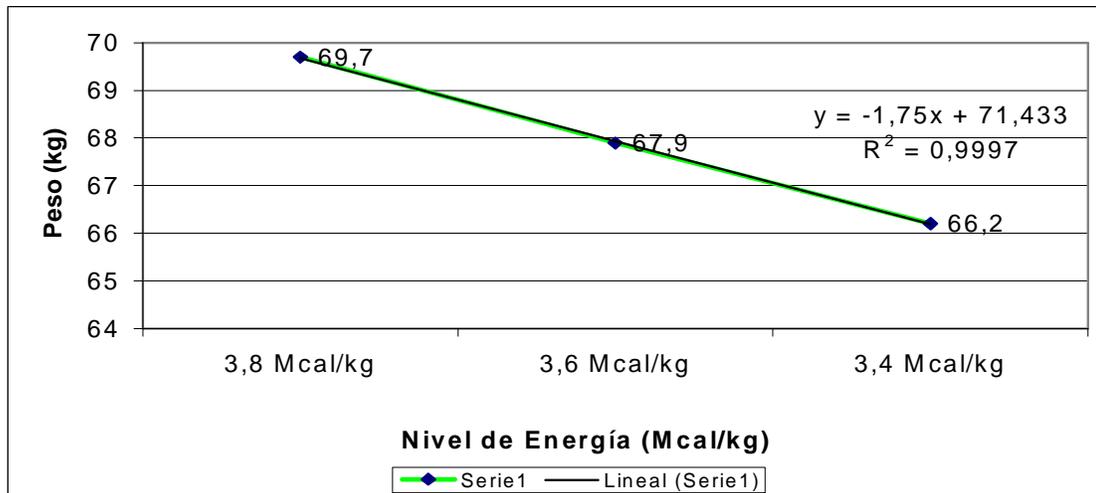
La figura 8, muestra que las hembras tuvieron mayor ganancia de peso vivo, de 70.7 kg a diferencia de los machos castrados con 65.2 kg de peso vivo. Los resultados obtenidos en este experimento, concuerdan con Prieto (1998) que planteo, los machos castrados tienen una capacidad menor para transformar las proteínas en tejido muscular que los machos enteros y que las hembras, Debido a que tienden a ganar más tejido adiposo a mayor edad.



**Figura 9: Análisis de Peso y Energía en la fase precabado.-**

En la figura 9, se puede apreciar que en la fase de precabado la ganancia de peso obtenida con la dieta con 3.8 Mcal/kg de energía fue la que incrementó el peso, a diferencia de las dietas con (3.4 y 3.6 Mcal/kg).

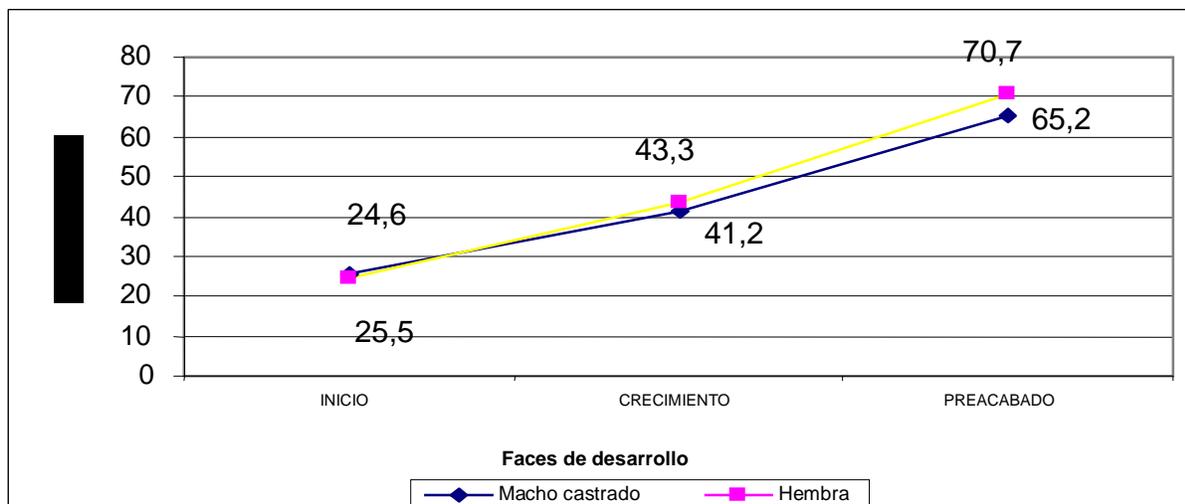
Datos similares obtuvo Carmen (2003) quien menciona, para la fase de crecimiento niveles óptimos de proteína (18% PC) y energía (3.6 Mcal) logran un buen desarrollo productivo.



**Figura 10: Análisis de regresión del Peso y Energía.-**

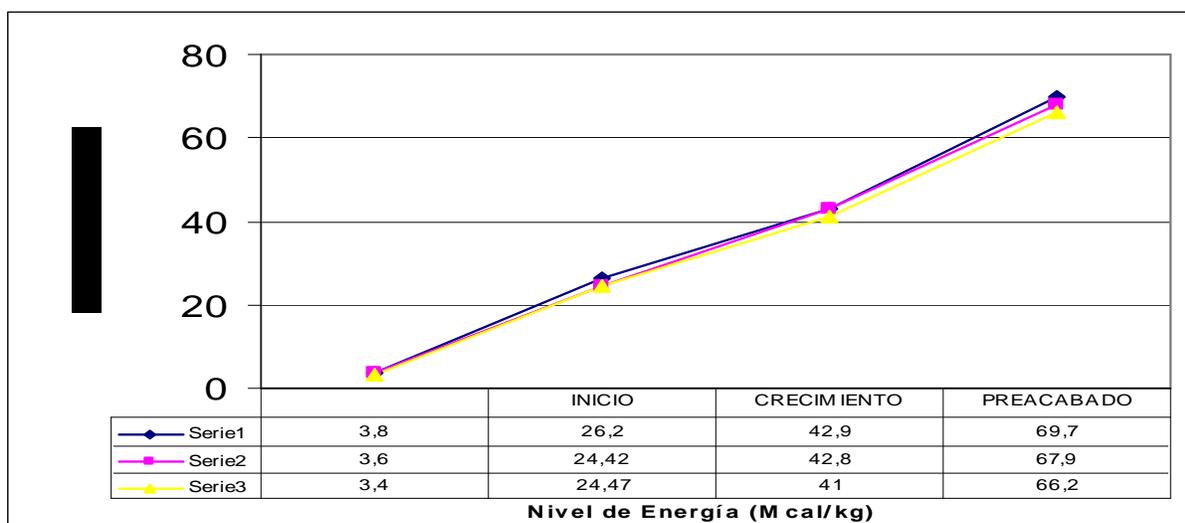
De acuerdo al análisis de regresión lineal de la figura 10, los niveles de energía explican el 99.97% de incremento del peso por cada Mcal/kg de incremento de energía, reduciendo el peso en 1.75 kg en la fase de preacabado.

English (1992) reporta, un amplio rango de consumo de energía incrementará la velocidad de depósito de proteína en forma lineal, y depósito de tejido magro mayor en respuesta al incremento del consumo energético. El macho entero en relación a la hembra gana más tejido magro y menos grasa con el mismo consumo de alimento, por la misma razón la proporción de ganancia de peso del macho castrado también tiende a ser más pobre que el de la hembra.



**Figura 11: Análisis del peso vivo y la variable sexo en las fases de inicio, crecimiento y preacabado.-**

La figura 11 nos muestra, las hembras tienen un incremento de peso vivo en todo el proceso de estudio de forma ascendente, sin embargo los machos castrados tienen un desarrollo similar hasta la fase de crecimiento, y desciende el incremento de peso vivo en la fase de preacabado. Fortín (1980); Cisneros *et al* (1998) señalan: que los machos castrados y hembras sin castrar ofrecen rendimientos de canal similar y superior a los machos enteros.



**Figura 12: Efecto del peso vivo, respecto a la energía en las fases de inicio, crecimiento y preacabado.-**

La figura 12 muestra, que los niveles de energía adicionados a la dieta, influyeron marcadamente en la ganancia de peso vivo. El nivel de energía de 3.8 Mcal/kg muestra una gran eficiencia en el incremento de peso vivo para la fase de preacabado.

Según English (1992), el cerdo castrado con el mismo alimento deposita más tejido graso que el macho entero (con la hembra en posición intermedia), por esta razón son considerablemente más altos los requerimientos de energía para la ganancia de peso vivo o de canal en el macho castrado.

## 5.2. GANANCIA MEDIA DIARIA.-

**Cuadro 10: Análisis de varianza de Ganancia media diaria en las tres fases de desarrollo.-**

| FV                  | INICIO | CRECIMIENTO | PREACABADO |
|---------------------|--------|-------------|------------|
| <b>Bloques</b>      | ns     | *           | *          |
| <b>Sexo</b>         | ns     | **          | **         |
| <b>Energía</b>      | **     | **          | **         |
| <b>Sexo*Energía</b> | ns     | ns          | **         |
| <b>CV (%)</b>       | 14.28  | 14.40       | 12.31      |

Ns: No significativo ( $P>0.05$ ) \*: Significativo ( $P<0.05$ ); \*\*: Altamente significativo: ( $P<0.01$ )  
CV: Coeficiente de variación

El análisis entre bloques, para la fase de inicio no fue significativo ( $P>0.05$ ). Siendo el desarrollo de los animales similar, pero para la fase de crecimiento y preacabado fue ( $P<0.05$ ).

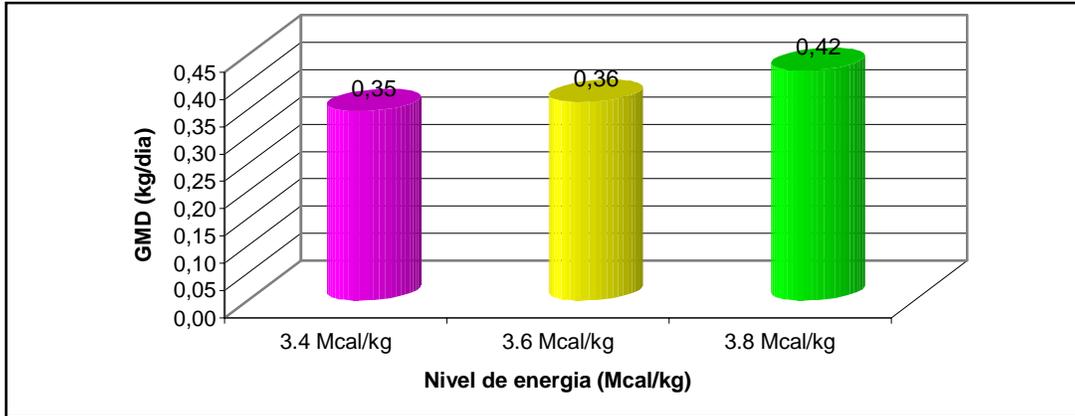
Con relación al factor sexo, en la fase de inicio no fue significativo ( $P>0.05$ ) entre hembras y machos castrados, sin embargo en la fase de crecimiento y preacabado los animales mostraron un incremento en la ganancia media diaria, altamente significativa ( $P<0.01$ ).

Los niveles de energía empleados fueron muy importantes para la ganancia de peso en las tres fases de estudio, obteniendo resultados de ganancia media diaria altamente significativa ( $P<0.01$ ) entre animales.

La interacción sexo por energía para las fases de inicio y crecimiento, no fue significativo ( $P>0.05$ ), pero en la fase de preacabado fue de alta significancia ( $P<0.01$ ), demostrando que entre hembras y machos castrados, destaco la superioridad de las hembras.

El coeficiente de variación para la ganancia media diaria, en las tres fases fueron (14.3%, 14.4% y 12.1%) estuvieron dentro del rango esperado para estos estudios.

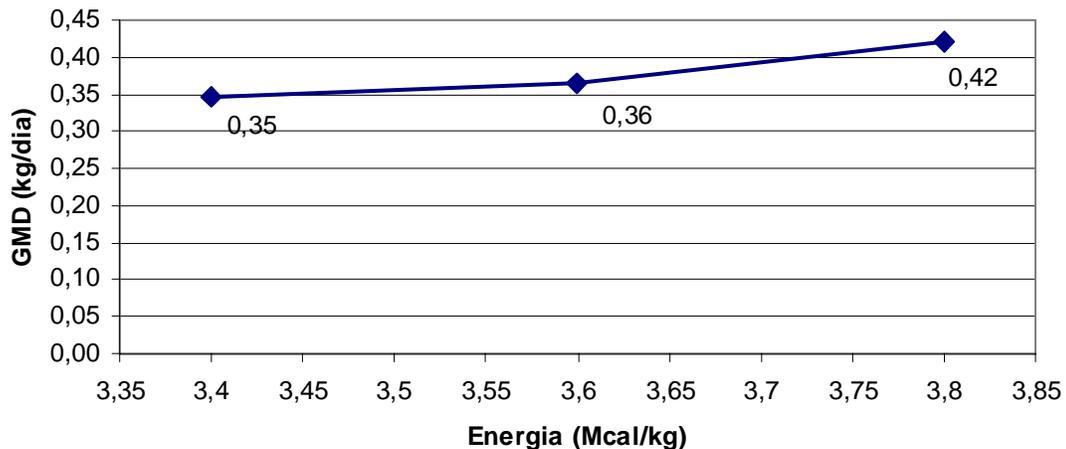
### 5.2.1. Fase de inicio.-



**Figura 13: Análisis de Ganancia media diaria (kg/día) en cerdos con tres niveles de Energía.-**

La figura 13 describe, los cerdos que fueron alimentados con dietas de 3.8 Mcal/kg de energía, lograron mayor incremento de peso por día. En este caso 0.42 kg/día a diferencia de las demás dietas.

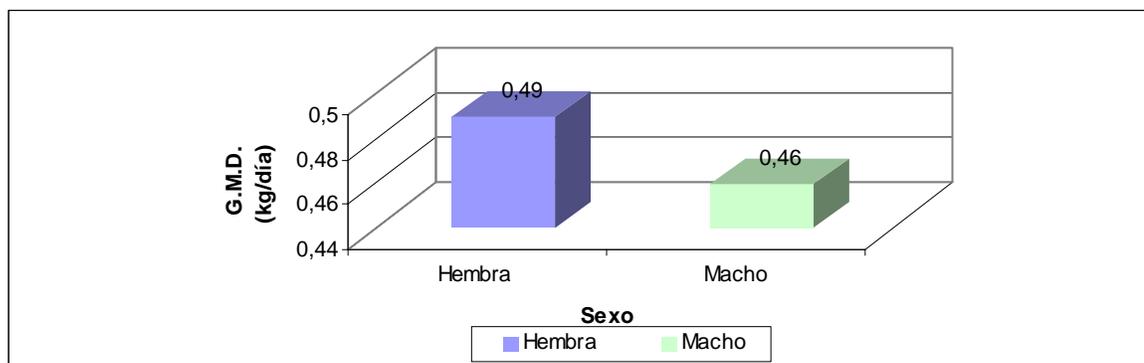
English (1992) explica: que el macho entero con relación a la hembra deposita, más tejido magro y menos grasa con la misma clase de alimento, y tiende a tener mayor incremento y ganancia de peso.



**Figura 14: Análisis de ganancia media diaria (kg/día) con tres niveles de energía.-**

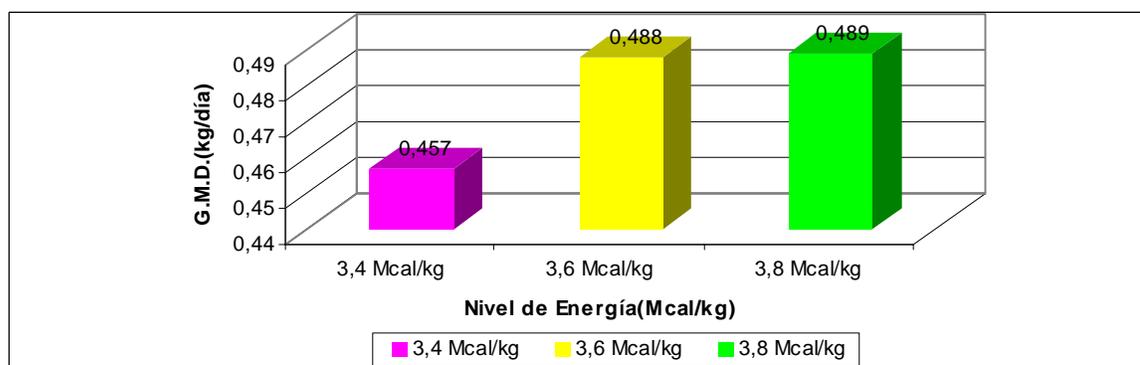
Según la figura 14, el 91.04% de la variación de la ganancia media diaria se debió a la mayor adición de energía, hubo un incremento en la G.M.D, de 0.18 kg. Estos mismos valores fueron obtenidos por Goyes (1975) quien afirma, que la energía es necesaria para el crecimiento, mantenimiento y formación de nuevos tejidos, y que la demanda de energía total para el mantenimiento aumenta con el tamaño del cuerpo.

### 5.2.2. Fase de Crecimiento.-



**Figura 15: Ganancia media diaria (kg/día) entre sexos, en la fase de crecimiento.-**

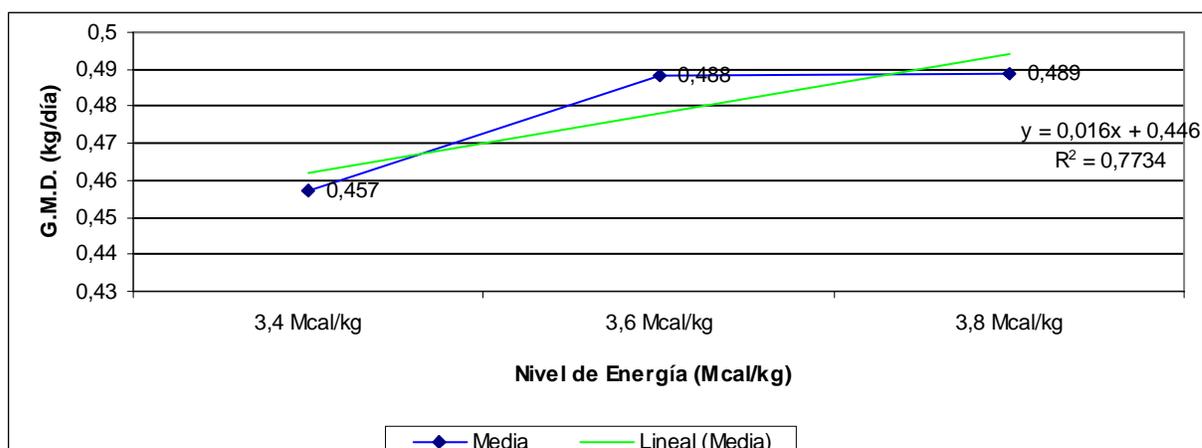
La figura 15 muestra, que las hembras lograron incrementar su ganancia media diaria a diferencia de los machos castrados. En un rango no muy amplio en este caso la diferencia fue de 0.03 gr. /día. Al respecto Leyva *et al* (1990) señala, que el volumen de los alimentos que ingiere un animal hace que la velocidad de paso por el tracto digestivo se acelere, y el tiempo de exposición al ataque de los microorganismos y enzimas sea menor, por lo que se reduce la digestibilidad, causando menos ganancia diaria del cerdo.



**Figura 16: Ganancia media diaria obtenida por los cerdos con diferentes niveles de energía.-**

Según la figura 16, con niveles de energía (3.8 y 3.6 Mcal/kg) respectivamente, se lograron valores de ganancia media diaria similares (0.489kg/día); a diferencia del nivel de 3.4 Mcal/kg que fue solo 0.457 kg/día.

Rojas (1997), obtuvo promedios de ganancia media diaria de 0.175 a 0.467 kg/día. Estos valores están por debajo de los datos que se obtuvieron con la dieta de 3.8 Mcal/kg en este estudio, pero están dentro el rango de la dieta con 3.4 Mcal/kg de energía donde se obtuvo 0.457 gr. /día de ganancia media diaria.

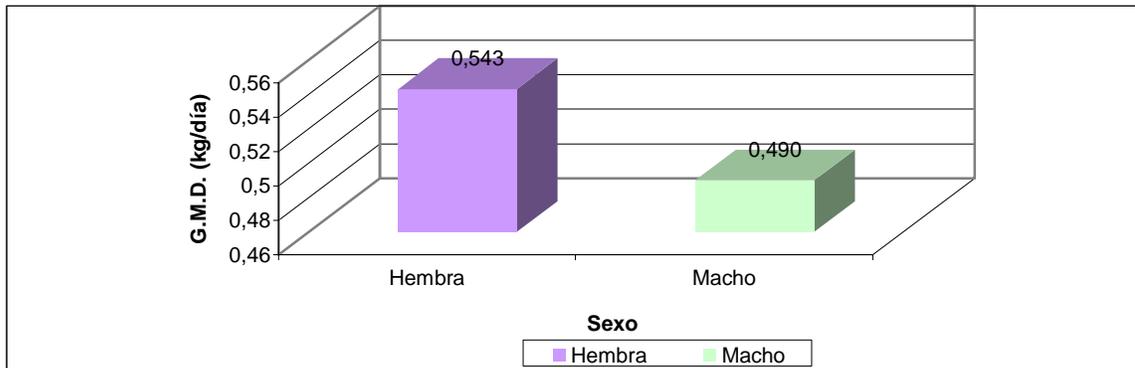


**Figura 17: Análisis de regresión lineal de ganancia media diaria (G.M.D.) y Energía.-**

De acuerdo a la figura 17, el 77.34% de la variación de la ganancia media diaria se debió a los niveles de energía, a mayores niveles de energía, la ganancia media diaria incrementó en 0.016 kg/día por cada Mcal/kg, que fue adicionado a la ración.

Buxade (1995) indica: las diferencias en cuanto a la velocidad del crecimiento, la relación entre deposición de grasa y consecuentemente el índice de transformación, son importantes entre machos castrados y hembras.

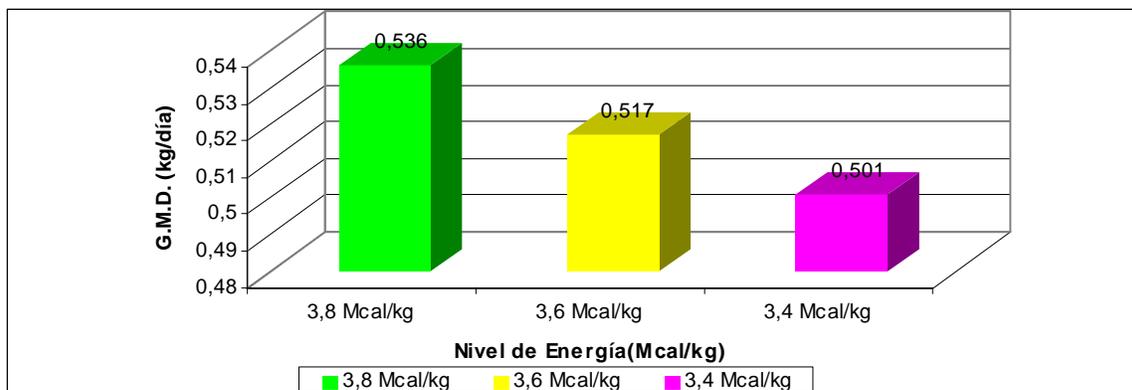
### 5.2.3. Fase de Preacabado.-



**Figura 18: Análisis de Ganancia media diaria (G.M.D.) y Sexo en la fase de preacabado.-**

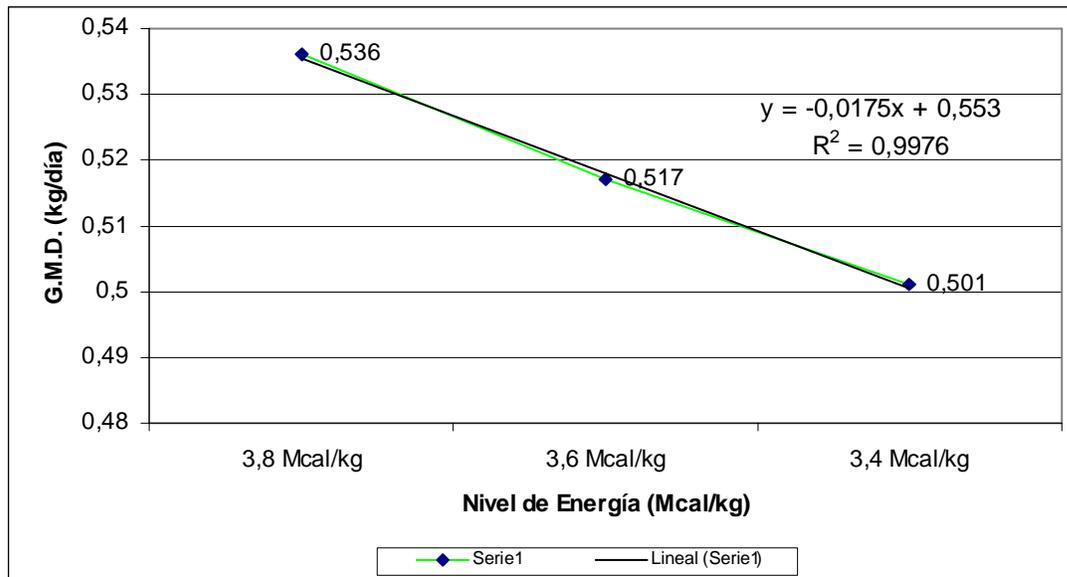
Según la figura 18, las hembras fueron las que obtuvieron una ganancia media diaria de 0.543 kg/día, a diferencia de los machos castrados que obtuvieron 0.490 kg/día. Al respecto, Cañas (1998) indica, cuando machos y hembras se alimentan con la misma dieta en general se favorece a las hembras, las que tienen un menor consumo y una mayor eficiencia.

Los resultados del presente estudio son mayores a los reportados por Marcelina (2002), quien obtuvo resultados de ganancia media diaria a los 98 días. Las hembras con un promedio de 0.489 kg/día, a diferencia de los machos que incrementaron su ganancia media diaria en 0.462 kg/día.



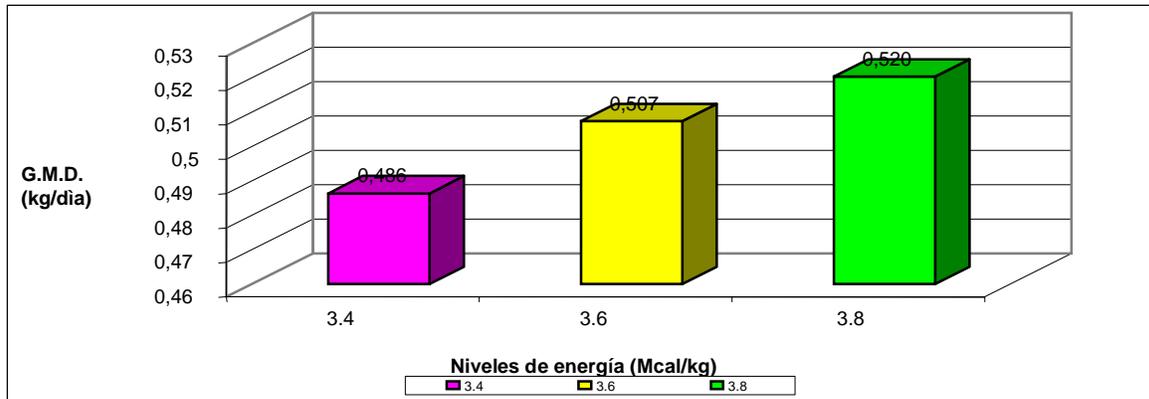
**Figura 19: Ganancia media diaria (G.M.D.) obtenidas por cerdos alimentados con dietas de diferente energía.-**

La figura 19 muestra que, el nivel energético de 3.8 Mcal/kg tubo la mejor respuesta en la G.M.D. con relación a otros niveles utilizados. Al respecto English (1992) menciona, es natural que los cerdos alimentados con mayor cantidad de energía sean animales que mayor ganancia de peso obtengan, así mismo afirma que las hormonas sexuales tienen una función positiva en estimular el crecimiento, por esta razón son denominados anabólicos.



**Figura 20: Regresión de ganancia media diaria en cerdos alimentados con diferentes niveles de energía.-**

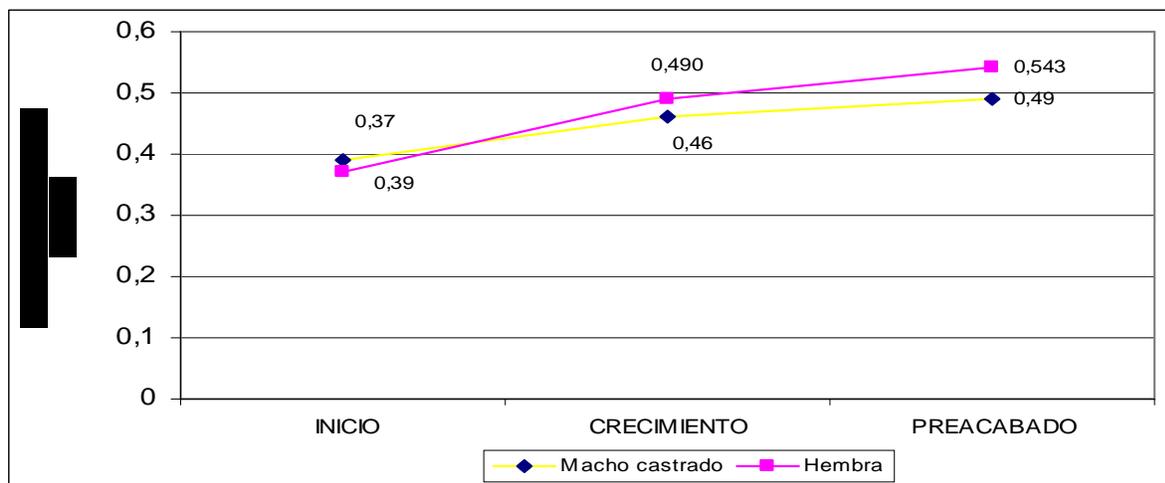
Según la figura 20, el 99.76% de variación de la ganancia media diaria se debió a mayores incrementos de energía, existiendo una reducción en la ganancia media diaria de 0.0175 kg/día por cada Mcal/kg que se adicionó a la dieta. Coincidiendo con lo señalado por English (1992) quien indica que: son obvias las diferencias entre sexos de acuerdo a las ganancias de peso vivo hasta cerca de los 45 kg son casi nulas, pero la superioridad del macho entero en términos de ganancia media diaria se vuelve muy notable.



**Figura 21: Media general de ganancia media diaria, con tres niveles de energía en la cría de cerdos.-**

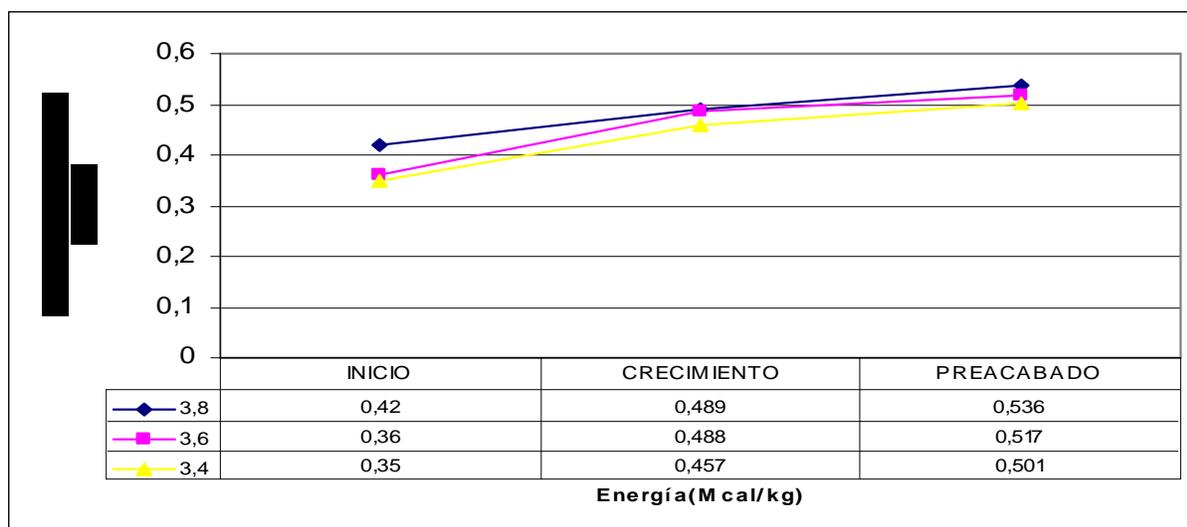
En la Figura 21 se ve que los niveles de energía adicionados a la dieta, tuvieron una influencia marcada en la ganancia media diaria, donde el nivel de energía de 3.8 Mcal/kg tuvo una diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ).

Los machos enteros según Hansson (2005), presentan una mejora del 10 % en la ganancia media diaria respecto a los machos castrados, en los que la velocidad de crecimiento es máxima entre los (70 y 90) kg respectivamente, a partir de los cuales comienza a descender, incrementando el espesor del tejido adiposo.



**Figura 22: Análisis de ganancia media diaria para la variable sexo en las fases de inicio, crecimiento y preacabado.-**

La figura 22 nos muestra, la mejor respuesta a la adición del nivel de energía de 3.8 Mcal/kg de energía fueron las hembras, obteniendo una ganancia media diaria de 0.543 kg en la fase de preacabado. A diferencia de los machos castrados que obtuvieron en la fase de preacabado con el mismo nivel de energía un valor de 0.490 kg.



**Figura 23: Relación de la energía y ganancia media diaria en toda la fase de estudio.-**

La figura 23, nos refleja que los animales alimentados con la dieta que tubo el nivel de energía de 3.8 Mcal/kg de energía el comportamiento en el incremento de peso vivo fue ascendente a diferencia de las demás dietas aplicadas en estudio.

### 5.3. CONSUMO ALIMENTO.-

**Cuadro 11: Resumen del análisis de Consumo Alimento (Co. Al.) y sus factores.-**

| FV                  | GL | SC      | CM      | F     | P      | Sig.      |
|---------------------|----|---------|---------|-------|--------|-----------|
| <b>Bloques</b>      | 5  | 0.02982 | 0.00596 | 2.06  | 0.1052 | <b>ns</b> |
| <b>Sexo</b>         | 1  | 0.10562 | 0.10562 | 36.39 | <.0001 | <b>**</b> |
| <b>Energía</b>      | 2  | 0.13040 | 0.06520 | 22.46 | <.0001 | <b>**</b> |
| <b>Sexo*Energía</b> | 2  | 0.01306 | 0.00653 | 2.25  | 0.1262 | <b>ns</b> |
| <b>Error</b>        | 25 | 0.07255 | 0.00290 |       |        |           |
| <b>Total</b>        | 35 | 0.35147 |         |       |        |           |
| <b>CV= 12.59%</b>   |    |         |         |       |        |           |

Ns: No significativo ( $P>0.05$ ); \*: Significativo ( $P<0.05$ ); \*\*: Altamente significativo: ( $P<0.01$ )  
CV: Coeficiente de variación.

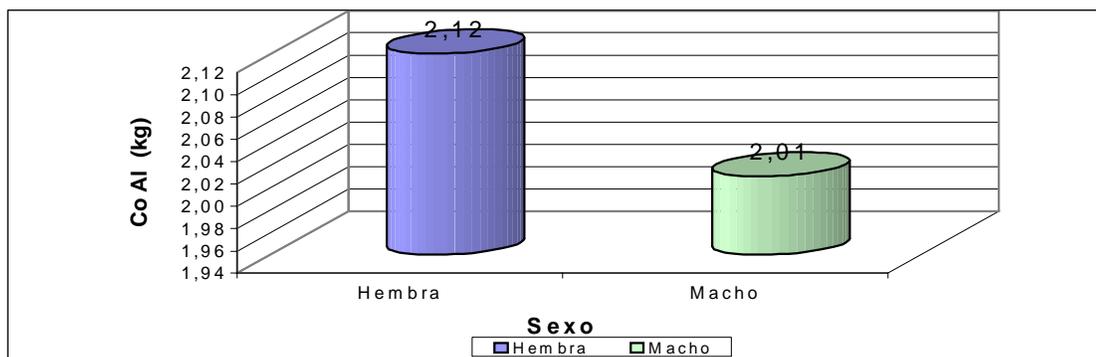
Con relación al sexo en la fase de preacabado hubo un efecto altamente significativo ( $P<0.01$ ), debido a que las hembras son más eficientes en la transformación de los alimentos en carne, en comparación con los machos castrados.

Sin duda alguna los niveles de energía ensayados fueron muy importantes en las tres fases en estudio, donde se obtuvieron resultados de Consumo Alimento altamente significativos ( $P<0.01$ ) entre tratamientos.

La interacción sexo por energía para las fases de inicio, crecimiento y preacabado fueron diferentes al análisis estadístico, debido a que el consumo de alimento fue diferente.

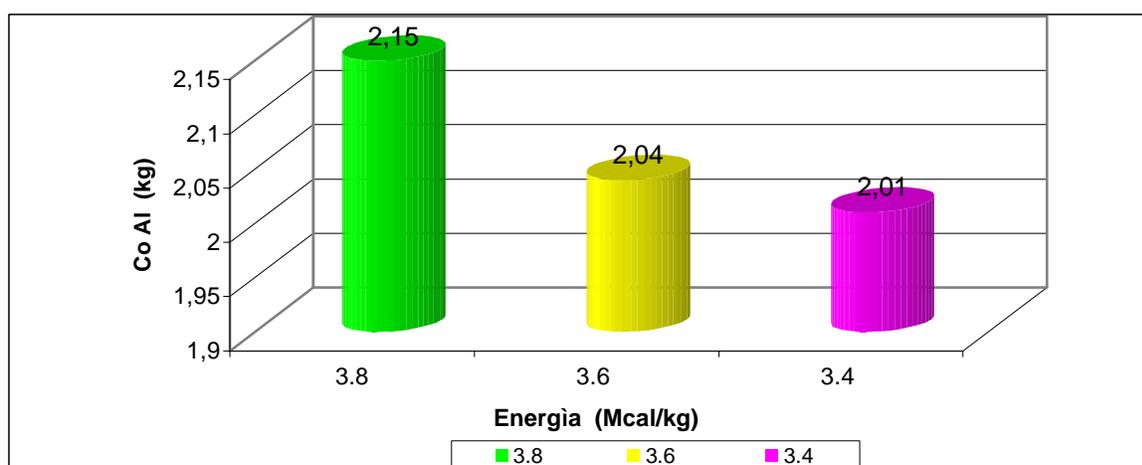
El coeficiente de variación para el Consumo Alimento, para la fase de preacabado fue (12.59 %) que se encuentra dentro del rango esperado para estos estudios.

#### 5.3.1. Fase de Preacabado.-



**Figura 24: Análisis del Consumo Alimento por sexos.-**

La figura 24 nos describe, que la mejor respuesta en el Consumo de Alimento, fueron las hembras con 2.12 kg/día, a diferencia de los machos castrados que consumieron 2.01 kg/día. Al respecto English (1992) menciona, es natural que los cerdos alimentados con mayor cantidad de energía, sean los animales de mayor ganancia de peso, y que las hormonas sexuales tienen una función positiva en estimular el crecimiento; por esta razón son denominados anabólicos.

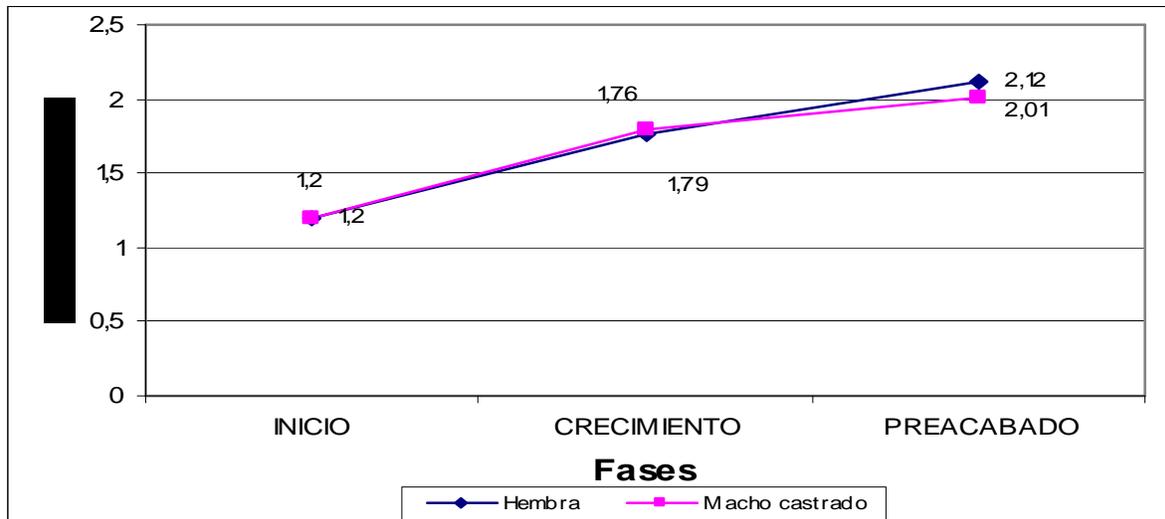


**Figura 25: Índice del Consumo Alimento en cerdos (Co. Al.) con diferentes niveles de energía.-**

Según la figura 25, la dieta de 3.8 Mcal/kg de energía con que se alimentaron los animales, fue la que obtuvo mejor consumo de alimento a diferencias de las demás dietas.

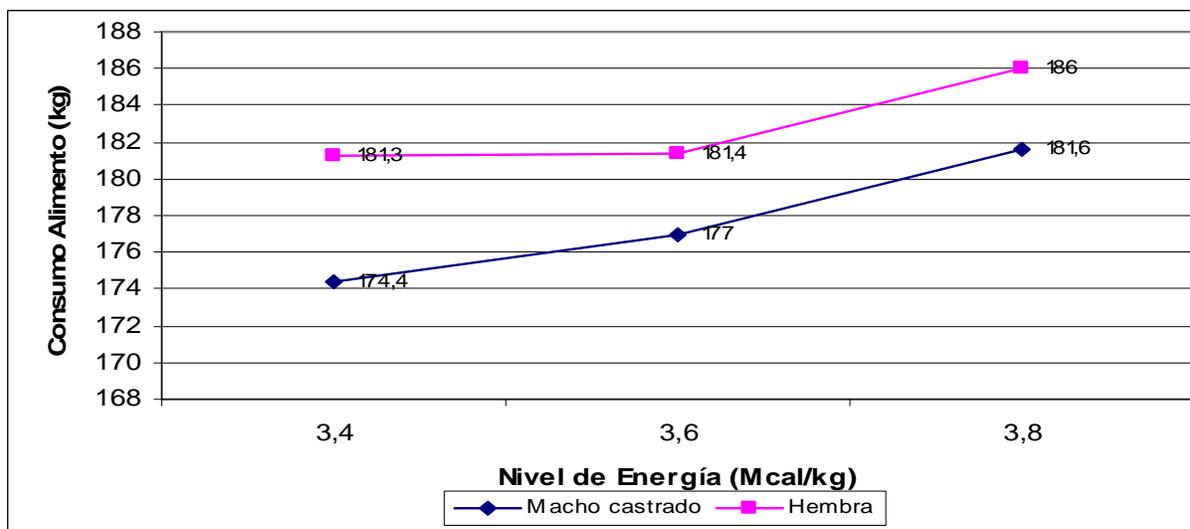
Al respecto Alcázar (1997) menciona, el consumo elevado de alimento en comparación a los otros tratamiento, se debe al tamaño de animal (peso vivo) y por los requerimientos proteínicos y energéticos de los cerdos.

Cañas (1998) indica, que el control del consumo de alimento esta más relacionado con la energía de la dieta, que con cualquier otro nutriente. Además los cerdos de mayor peso, consumieron más alimento que los de menos peso, a causa de las exigencias de su estado físico.



**Figura 26: Comportamiento del consumo alimento para la variable sexo durante toda la fase de estudio.-**

La figura 26 describe, el consumo alimento para ambos sexos fue similar en las fases de inicio, crecimiento. En la fase de preacabado las hembras tienen un mayor consumo alimento de 2.12 kg a diferencia de los machos castrados de 2.01 kg.



**Figura 27: Análisis de la variable consumo alimento respecto al sexo y la energía.-**

Según la figura 27, los animales alimentados con la dieta con 3.8 Mcal/kg de energía obtuvieron la mejor respuesta al consumo de alimento. Las hembras consumieron un total de 186 kg, a diferencia de los machos castrados con 181.6 kg.

Obando (1979), López (1986), Argenti (2000) y Carmen (2003) dicen: que la alimentación llega a representar un 70% del costo total de producción, y que el alimento es la base para el incremento en peso y producción de carne magra.

#### 5.4. ÍNDICE DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA.-

**Cuadro 12: Índice de conversión alimenticia (I.C.A.), en tres fases de desarrollo en cerdos criados en la altura.-**

| FV                  | INICIO | CRECIMIENTO | PREACABADO |
|---------------------|--------|-------------|------------|
| <b>Bloques</b>      | ns     | ns          | ns         |
| <b>Sexo</b>         | ns     | **          | **         |
| <b>Energía</b>      | **     | **          | ns         |
| <b>Sexo*Energía</b> | ns     | ns          | ns         |
| <b>CV (%)</b>       | 14.39  | 15.23       | 13.34      |

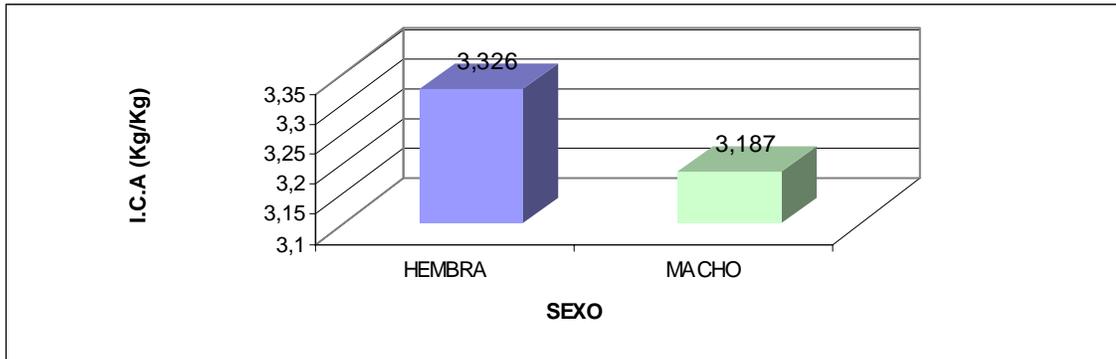
Ns: No significativo ( $P>0.05$ ); \*: Significativo ( $P<0.05$ ); \*\*: Altamente significativo ( $P<0.01$ );  
CV: Coeficiente de variación.

El factor sexo no fue significativo ( $P>0.05$ ) para el índice de conversión alimenticia en la fase de inicio, pero sí en las fases de crecimiento y preacabado fue altamente significativo ( $P<0.01$ ). A los 30 días las hembras obtuvieron un valor de índice de conversión alimenticia de 3.326 a diferencia de los machos castrados con 3.187.

Los niveles de energía ensayados en las fases de inicio y crecimiento tuvieron una influencia altamente significativa ( $P<0.01$ ) en el consumo alimento, siendo no significativo ( $P>0.05$ ) para la fase de preacabado. Los valores del índice de conversión alimenticia para 3.4 Mcal/kg de energía fue de 3.52; para 3.6 Mcal/kg de energía 3.38 y para 3.8 Mcal/kg fue de 2.86. Siendo la dieta con 3.8 Mcal/kg la que obtuvo mejores incrementos de peso por kg de alimento consumido.

El rango de variación para las variables analizadas fue de (14.39%,15.23% y 13.34%) para la fase de inicio, crecimiento y preacabado respectivamente, valores que se encuentran dentro de los parámetros aceptados por Calzada (1980).

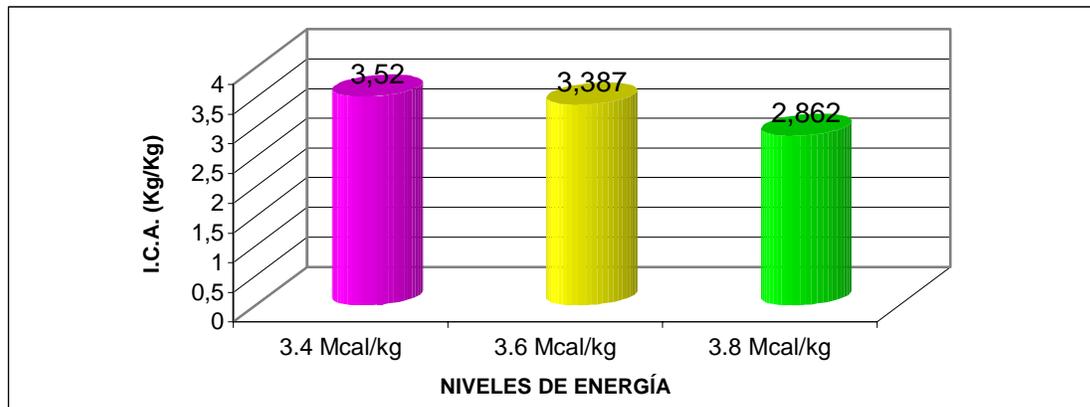
### 5.4.1. Fase de inicio.-



**Figura 28: Promedios del índice de conversión alimenticia (I.C.A) entre sexos en la fase de inicio.-**

Según la figura 28: en la fase de inicio, el índice de conversión alimenticia favorece a los machos castrados, ya que lograron obtener un índice de conversión alimenticia de 3.1 de alimento consumido por kg de tejido magro, en relación a las hembras de 3.3.

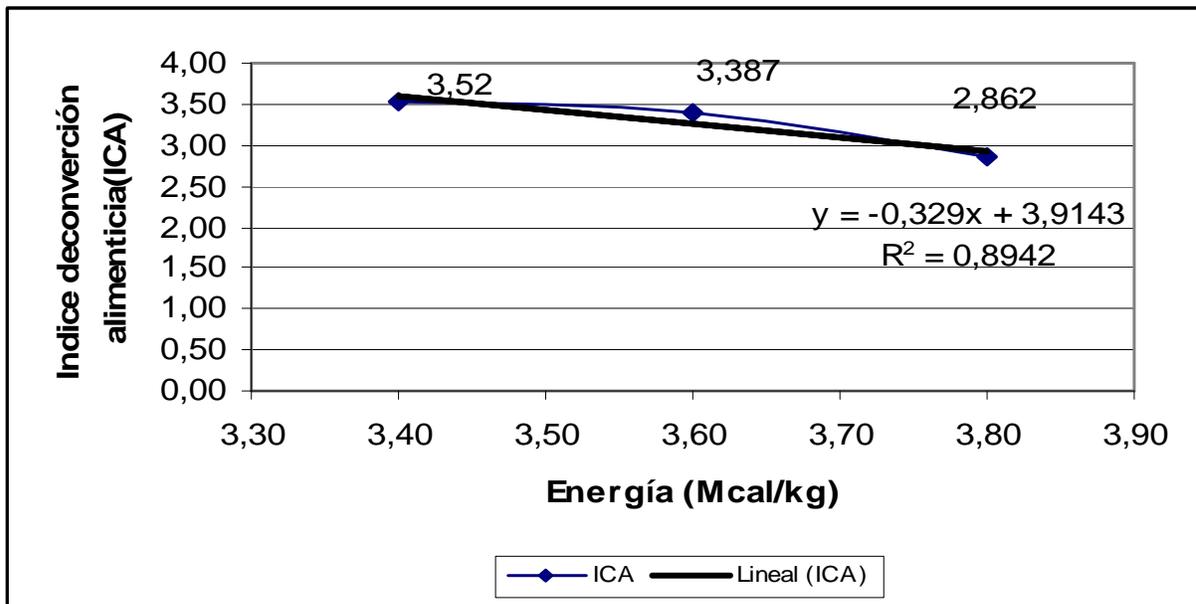
Ciria, Garces, Bonneau y Squines (2000), plantean que la eficiencia de conversión, es mejor en machos enteros que en las hembras, estas a su vez son más eficientes que los machos castrados, tales diferencias son explicadas por la acción que ejercen los esteroides testiculares (Díaz *et al.*, 1996).



**Figura 29: Análisis del Índice de conversión alimenticia (I.C.A.) y Energía.-**

Según la figura 29, el mejor resultado obtenido fue con la dieta que tubo 3.8 Mcal/kg de energía logrando un índice de conversión alimenticia de 2.862 ampliamente superior y diferente a los niveles ensayados.

Por su parte Vieites (1997) señala, cuanto más adecuado sea el alimento balanceado para el desarrollo de los animales, menor cantidad de alimento es necesarios para producir una unidad de ganancia de peso, haciéndose la conversión alimenticia más eficiente.

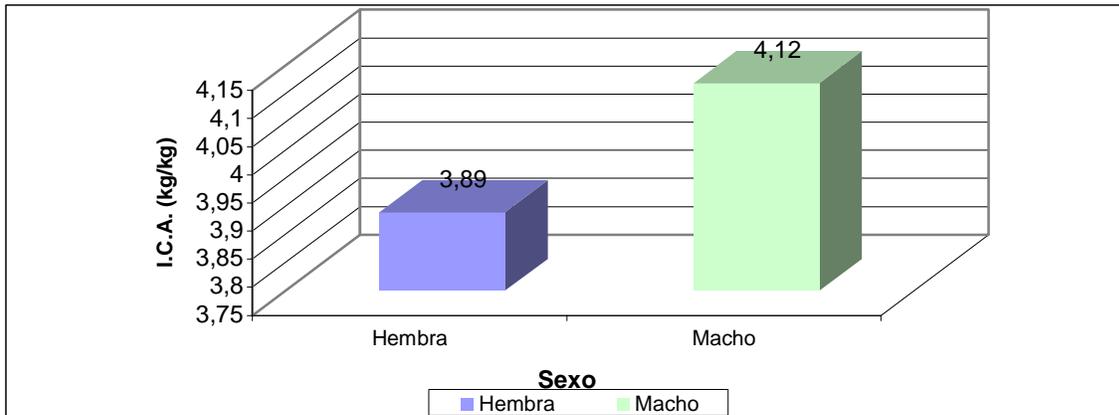


**Figura 30: Regresión lineal del índice de conversión alimenticia (I.C.A.) con tres niveles de energía en la fase de inicio.**

La figura 30 indica, que el 89.4% de la de la variación del índice de conversión alimenticia, se debió al incremento de energía, existiendo una reducción de 0.329 kg por cada Mcal/kg de incremento en la energía.

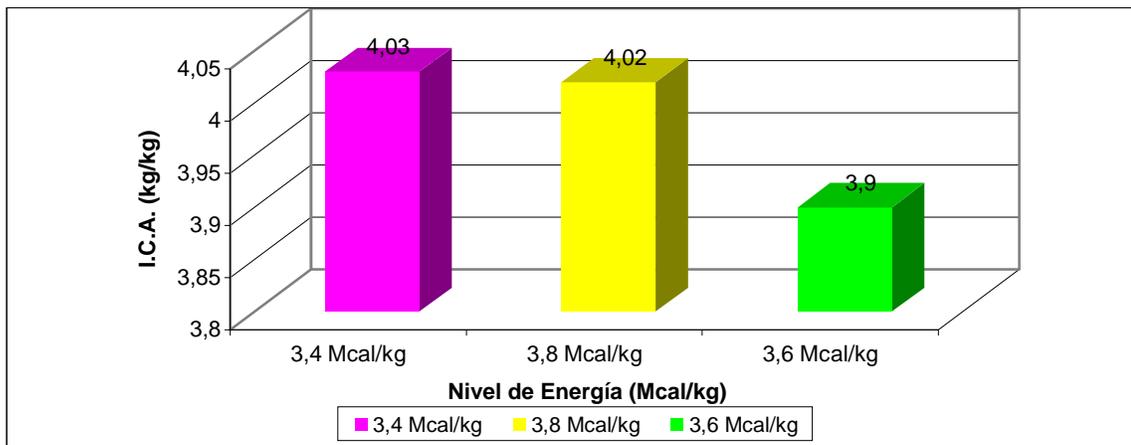
Por su parte Polo (1997) señala, que existe la influencia del tipo de alimento (pastoso) en la ganancia de peso, con un menor consumo por existir una mejor digestibilidad de las partículas del alimento. Obteniendo una conversión alimenticia de 3.118, resultado que coincide con las dietas energéticas aplicadas en la fase de inicio y crecimiento.

### 5.4.2. Fase de Crecimiento.



**Figura 31: Índice de conversión alimenticia (I.C.A.) en cerdos, según el Sexo en la fase de crecimiento.-**

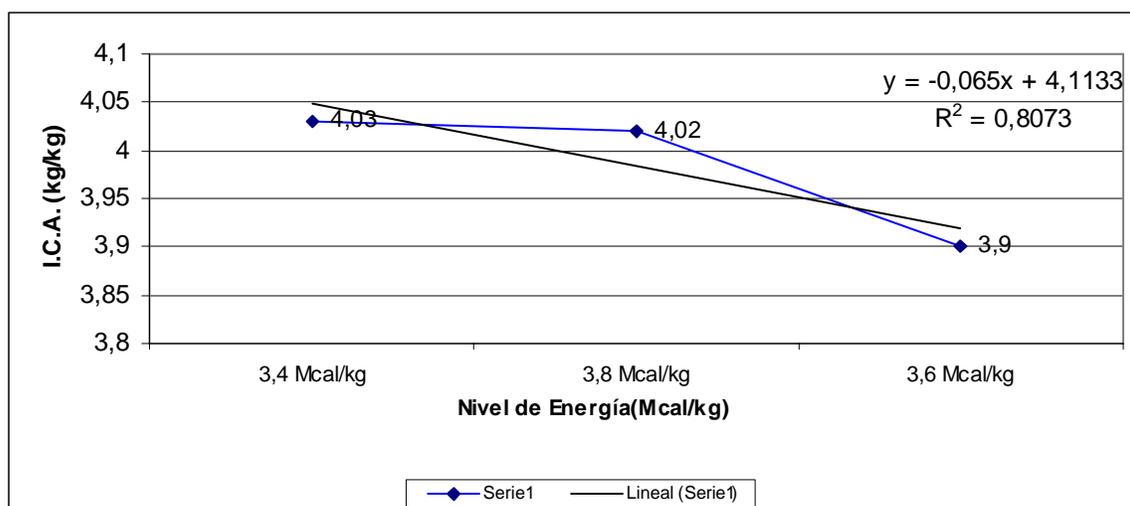
La figura 31, muestra cambios en el índice de conversión alimenticia, destacándose las hembras con un valor de 3.09 a diferencia de los machos castrados con 4.12. Al respecto Buxade (1995) menciona, que si los animales castrados consumen una mayor cantidad de alimento que los machos enteros y las hembras, el incremento diario es mayor en machos enteros así como la deposición de proteína en el periodo de acabado, siendo la deposición de grasa mayor en machos castrados.



**Figura 32: Relación del Índice de conversión alimenticia (I.C.A.) en cerdos alimentados con diferentes niveles de energía.-**

En la figura 32, se observa el nivel de 3,6 Mcal/kg de energía obtuvo la mejor conversión alimenticia, con un valor de 3.9 a diferencia de las demás dietas que lograron un valor de 4.03.

English (1992) basado en Meat and livestock comisión yearbook (1987) menciona, que teóricamente los estándares de rendimiento en cerdos de 5 a 90 kg de peso vivo, la eficiencia de conversión alimenticia debería tener un valor de 2.0, y los que obtienen un valor de 2.73 y 3.02 son los mejores genotipos.

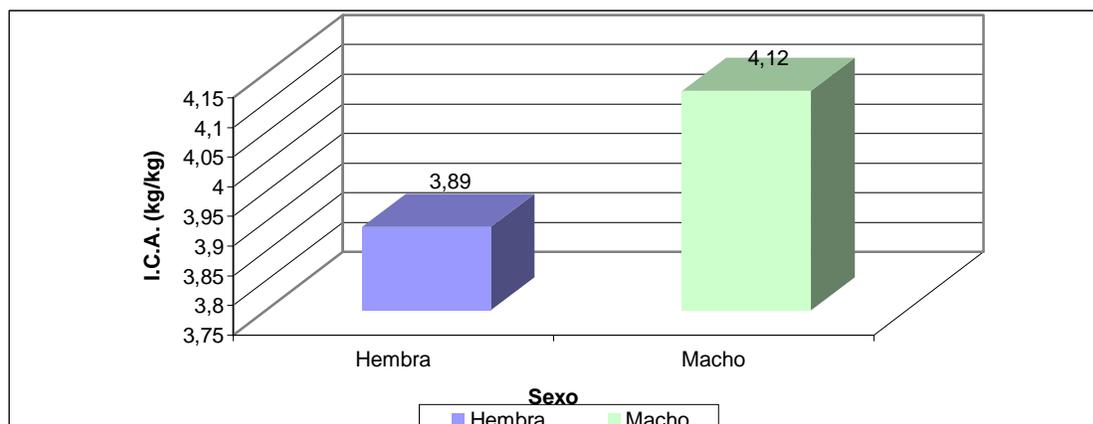


**Figura 33: Análisis de regresión lineal del Índice de conversión alimenticia (I.C.A.) y Energía.-**

El análisis de tendencia en la figura 33, nos describe a medida que el nivel de energía aumenta, la conversión alimenticia se reduce en 0.065 kg/kg, esto es bueno ya que a mayores niveles de energía hacen más eficiente la conversión alimenticia por tanto (existe mayor producción de carne por cada kg de alimento consumido).

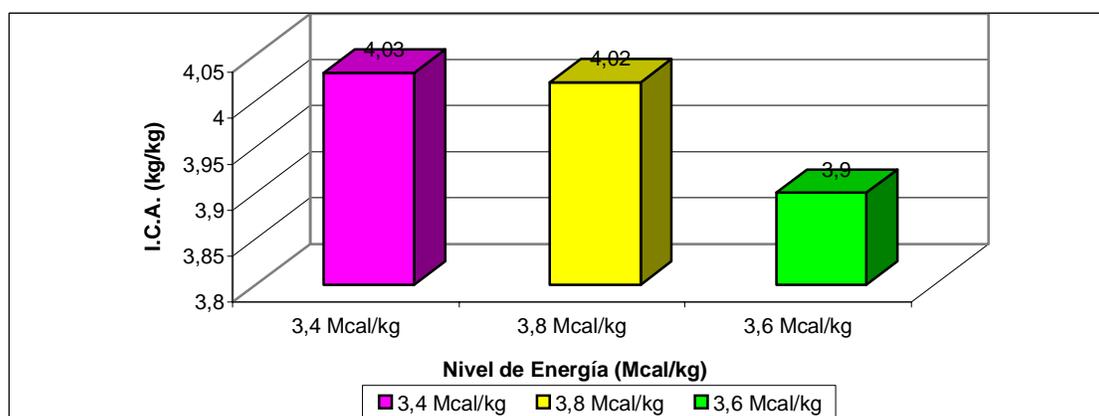
Por su parte Buxade (1984), señala que el efecto del tipo de alimento y alimentación sobre en índice de transformación es notorio, toda vez que el contenido de energía y proteína debe cubrir los requerimientos nutricionales del animal, y sus desequilibrios produce que el índice de conversión alimenticia sea elevado.

### 5.4.3 Fase de Precabado.-



**Figura 34: Comparación del índice de conversión alimenticia entre machos castrados y hembras en la fase de precabado.-**

La figura 34, muestra que en esta fase el desarrollo de las hembras a diferencia de los machos castrados, obtuvieron mejor conversión alimenticia con un rango 3.89 kg/kg con relación a los machos castrados. (Cañas 1998) indica: cuando machos y hembras se alimentan con la misma dieta en general favorece a las hembras, las que tienen un menor consumo y una mayor eficiencia. Debido a que los machos consumen 10% más que las hembras.

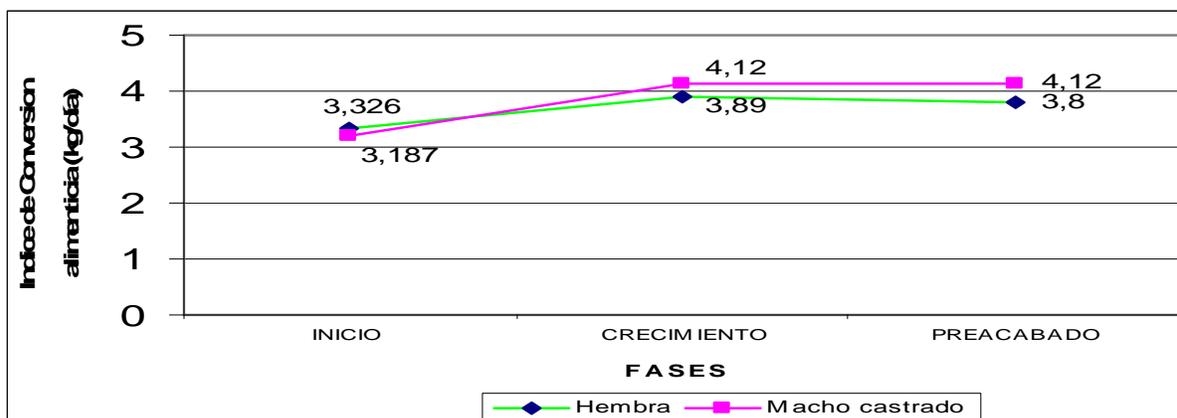


**Figura 35: Índice de conversión alimenticia de cerdos alimentados con diferentes niveles de energía.-**

La figura 35, hace referencia que el nivel de 3.6 Mcal/kg de energía, fue la que mejor conversión alimenticia logro a diferencia de las demás dietas, con un valor de 3.9 kg/kg.

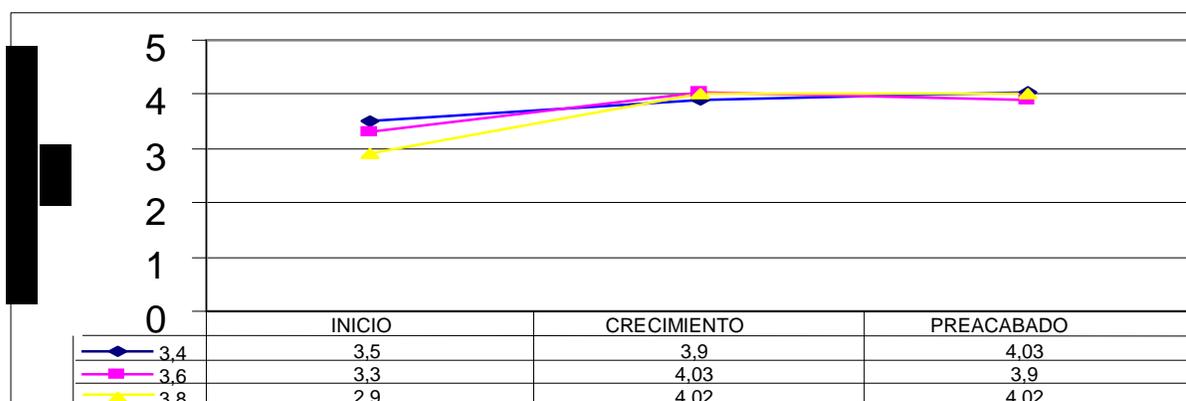
En general se dice, que la eficiencia de conversión es mejor en los machos enteros que en las hembras y estas a su vez son más eficientes que los machos castrados (CIRIA y GARCES, 1996; BONNEAU Y SQUIRES, 2000).

English (1992) indica, que el deterioro de los índices de conversión alimenticia es debido, a que los cerdos al hacerse más pesados tienen una menor capacidad para transformar el alimento en carne.



**Figura 36: Relación del índice de conversión alimenticia entre machos castrados y hembras.-**

La figura 36 nos describe, que las hembras son más eficientes en transformar el alimento en carne con un valor de 3.8, a diferencia de los machos castrados que sufren un incremento dando un valor de 4.12, el cual reduce su capacidad para transformar el alimento en carne.



**Figura 37: Índice de conversión alimenticia (I.C.A) en cerdos con diferentes niveles de energía en tres fases.-**

La figura 37 describe, que los niveles de energía empleados incrementaron el I.C.A., por ejemplo: el nivel 3,8 Mcal/kg, logro un I.C.A. de (2.9 a 4.02) kg/kg, (existiendo mayor incremento de tejido magro por alimento consumido).

English (1992) afirma: con forme el cerdo crece, este deposita en forma progresiva más cantidad de grasa que carne magra. Esto contribuye a llevarlos hacia el deterioro de la eficiencia de la conversión alimenticia conforme se incrementa el peso.

### 5.5. Análisis de Crecimiento de grasa dorsal en las fases de inicio, crecimiento y preacabado.-

| FASES               | INICIO |      |     | CRECIMIENTO |      |      | PREACABADO |      |      |
|---------------------|--------|------|-----|-------------|------|------|------------|------|------|
| Puntos              | A      | B    | C   | A           | B    | C    | A          | B    | C    |
| <b>Bloques</b>      | ns     | ns   | ns  | ns          | ns   | ns   | ns         | ns   | ns   |
| <b>Sexo</b>         | ns     | ns   | ns  | ns          | **   | **   | ns         | **   | **   |
| <b>Energía</b>      | ns     | *    | ns  | **          | **   | *    | **         | **   | *    |
| <b>Sexo*Energía</b> | ns     | ns   | ns  | ns          | *    | **   | ns         | *    | **   |
| <b>CV (%)</b>       | 9.73   | 12.4 | 7.4 | 6.85        | 5.91 | 5.15 | 6.85       | 5.91 | 5.15 |

Ns: No significativo ( $P>0.05$ ); \*: Significativo ( $P<0.05$ ); \*\*: Altamente significativo ( $P<0.01$ );  
CV: Coeficiente de variación. (A, B, C): Puntos de medición de grasa dorsal.

### Cuadro 13: Efecto del desarrollo de grasa dorsal en cerdos en la fase de inicio, crecimiento y preacabado.

El desarrollo de la grasa dorsal entre bloques fue no significativo ( $P>0.05$ ), lo que indica que este efecto actúa por separado.

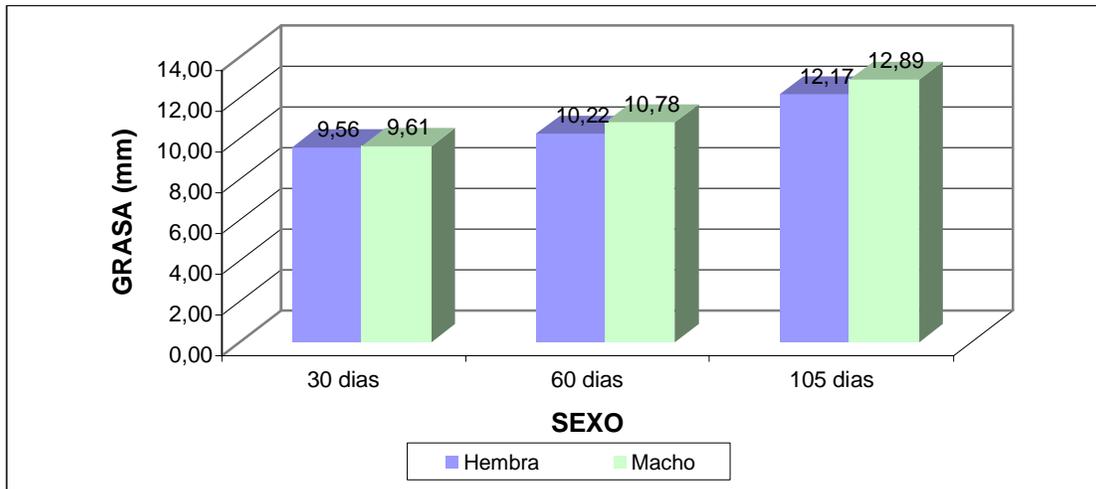
Para el incremento de la grasa dorsal el sexo no fue significativa en la fase de inicio ( $P>0.05$ ), pero en las fases de crecimiento y preacabado fueron altamente significativo ( $P<0.01$ ), para el punto de medición B.

Con relación a la energía la respuesta fue muy variable, para la fase de inicio el desarrollo de la grasa dorsal fue significativo ( $P<0.05$ ), para la fase de crecimiento y preacabado fue altamente significativo ( $P<0.01$ ) en el punto de medición B.

La interacción sexo por energía muestra, que en la fase de inicio no fue significativo ( $P>0.05$ ), para la fase de crecimiento y preacabado fueron altamente significativo ( $P<0.01$ ) en el punto de medición B.

Analizando los resultados obtenidos, el incremento de grasa por la dieta con valores energéticos mayores a lo utilizado normalmente, refleja que hasta la fase de preacabado el tenor graso se encuentra dentro los límites aceptables 12.89 mm.

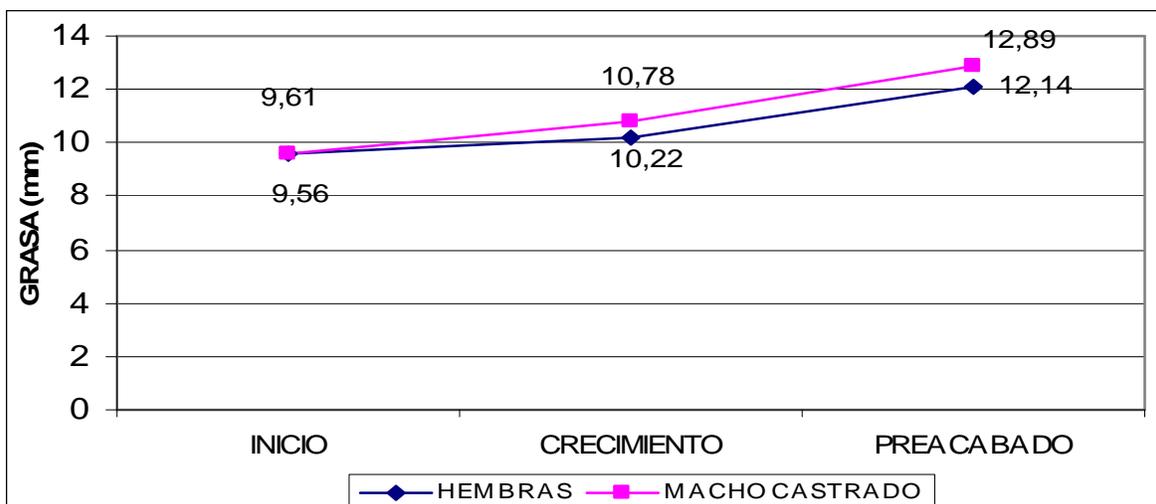
### 5.5.1. Desarrollo de la grasa dorsal entre hembras y machos castrados.-



**Figura 38: Acumulación de Grasa dorsal en (mm) entre Machos castrados y hembras.-**

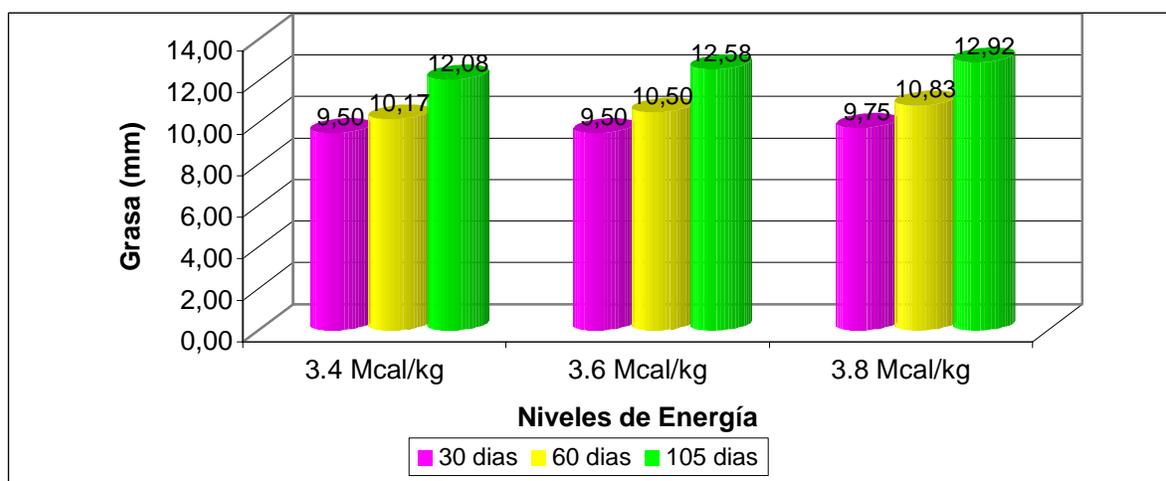
La figura 38 ilustra, el incremento de grasa dorsal en la fase de inicio, crecimiento y preacabado, las hembras muestran un menor incremento de grasa dorsal en comparación a los machos castrados (12.17 y 12.89 mm) respectivamente a los 105 días.

Al respecto English (1992) señala, si el promedio de grasa dorsal de los cerdos en  $P_2$  es de 12 mm, entonces los cerdos probablemente tengan un rango general sobre la grasa dorsal en  $P_2$  de 5 a 19 mm, lo que incrementa el precio de venta de los animales.



**Figura 39: Relación del desarrollo de la grasa dorsal durante la fase de inicio, crecimiento y preacabado entre machos castrados y hembras.-**

La figura 39 nos describe, que el mayor desarrollo de grasa dorsal se obtuvo con la dieta de 3.8 Mcal/kg de energía en un espesor de 12.89 mm en machos castrados en la fase de preacabado, respecto a la hembra con la misma dieta obtuvo un valor de 12.14 mm resultados que se encuentran dentro del margen permitido para la cría de cerdos.

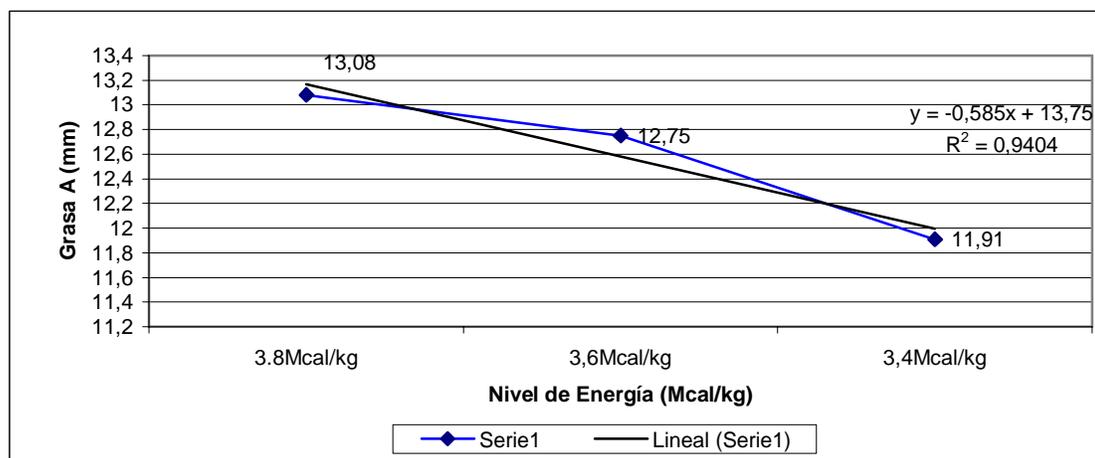


**Figura 40: Acumulación de grasa dorsal en (mm) con diferentes niveles de energía en cerdos.-**

La figura 40, detalla la tendencia ascendente en el tenor graso con el incremento de energía en las dietas, a un nivel de 3.4 Mcal/kg el tenor graso subió de 9.5 a 12.08 mm; a

un nivel de 3.6 Mcal/kg asciende de 9.5 a 12.5 mm, y el nivel de energía 3.8 Mcal/kg subió de 9.75 a 12.02 mm.

English (1992) afirma, que existen bastantes incentivos para tratar de optimizar el consumo de la energía digestible entre los 20 y 50 kg de peso vivo. La principal ventaja es el incremento de la velocidad de ganancia de peso y tejido magro, con solo menores incrementos en el contenido de grasa corporal.



**Figura 41: Variación del tenor graso en (mm), en cerdos con diferentes niveles de energía.-**

La figura 41: muestra, a medida que aumenta el nivel de energía, el espesor de la grasa dorsal reduce en 0.585 mm por cada Mcal/kg de energía. La dieta con 3.8 Mcal/kg de energía, fue el que obtuvo el mayor tenor graso comparado con el nivel más bajo 3.4 Mcal/kg de energía.

A mayores niveles de energía en la ración, la respuesta será valores altos de tenor graso. De acuerdo a los resultados del experimento Colin (1978) y concellon (1980) mencionan, que los cerdos castrados depositan grasa más rápidamente y el aumento de grasa se acelera a medida que los cerdos alcanzan mayor peso.

Según Veites (1986) y Collazos (2001) mencionan, debido a la anatomía del cerdo, este punto de medición refleja los valores mínimos en animales en crecimiento, los reproductores suelen dar lecturas muy similares entre los puntos de medición (Punto B).

## **5.6. Análisis Económico de la investigación.-**

### **5.6.1. Cálculo de Beneficio en efectivo, Costos de producción parcial, Beneficio neto y Beneficio/costo.-**

Los costos de producción parciales para el proceso de desarrollo, calculo de beneficio neto y beneficio /costo, se encuentra en el cuadro 14.

El costo de producción de la presente investigación, hacen referencia principalmente a los costos de los alimentos con el respectivo nivel de energía en cada dieta.

Como se puede observar en el cuadro 14, el tratamiento que tuvo mayor beneficio/costo fueron las hembras  $A_2B_3$  que fueron alimentadas con dietas que contenían 3.8 Mcal/kg de energía da un valor de beneficio costo de 2.7, seguido por el tratamiento  $A_2B_2$ , que consumieron una dieta con 3.6 Mcal/kg de energía dando un valor de beneficio costo de 2.6, y el tratamiento  $A_2B_1$  que fueron alimentadas con dietas que contenían 3.6 Mcal/kg de energía, dando una valor de beneficio costo de 2.6.

Los machos castrados  $A_1B_2$  que consumieron la dieta con un contenido 3.8 Mcal/kg de energía da un valor de beneficio costo de 2.5, seguido del tratamiento  $A_1B_2$  que consumieron una dieta con 3.6 Mcal/kg de energía cuyo valor de beneficio costo fue 2.5, y por ultimo el tratamiento  $A_1B_1$  que consumió una dieta con 3.4 Mcal/kg de energía, tuvo un valor de beneficio costo de 2.4.

El precio promedio calculado de la dieta fue de 1.05 Bs/kg, en este caso se puede inferir; los que mayor desarrollo tuvieron fueron las hembras seguidas por los machos castrados.

Las hembras demostraron que son más eficientes en la transformación del alimento en tejido magro.

**Cuadro 14: Análisis Económico: Cálculo de Beneficio en efectivo, costos de producción parcial, calculo de Beneficio neto y Beneficio/costo.-**

Para el siguiente cuadro se tomo en cuenta, los costos que varían por cada tratamiento, sin considerar la infraestructura, debido a que es igual para todos los tratamientos.

| Concepto                   | A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> | A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> | A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> | A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> |
|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Costos fijos /cerdo en Bs. | 60                            | 60                            | 60                            | 60                            | 60                            | 60                            |

**COSTOS VARIABLES**

|                                |         |         |         |         |         |        |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| Costos de la ración (Bs./Kg)   | 1,035   | 1,059   | 1,075   | 1,035   | 1,059   | 1,075  |
| Costos de la castración/cerdo  | 4       | 4       | 4       | 0       | 0       | 0      |
| Alimento consumido (Kg)        | 174,75  | 177,00  | 181,63  | 181,31  | 181,44  | 186,00 |
| Costo total del alimento (Bs.) | 180,866 | 187,443 | 195,252 | 187,656 | 192,145 | 199,95 |
| Otros Insumos (Bs.)            | 15      | 15      | 15      | 15      | 15      | 15     |
| Total costo/Cerdo (Bs.)        | 259,866 | 266,443 | 274,252 | 262,656 | 267,145 | 274,95 |

**INGRESOS**

|   |       |       |       |       |       |       |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ganancia de peso (Kg)                       | 62    | 66,3  | 67,2  | 69,5  | 70,5  | 72,3  |
| Peso a la canal promedio (Kg) <sup>10</sup> | 47,98 | 51,31 | 52,01 | 53,56 | 54,77 | 55,95 |
| Costo de la canal (Bs.)                     | 13    | 13    | 13    | 13    | 13    | 13    |
| Ingreso bruto/Cerdo (Bs.)                   | 623,7 | 667,0 | 676,1 | 696,3 | 712,0 | 727,4 |
| Beneficio Neto/Cerdo (Bs.)                  | 363,9 | 400,6 | 401,9 | 433,6 | 444,9 | 452,4 |
| Beneficio/Costo (Bs.)                       | 2,4   | 2,5   | 2,5   | 2,60  | 2,60  | 2,70  |

Tratamientos: A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>, A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>, A<sub>1</sub>B<sub>3</sub> Machos Castrados  
 A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>, A<sub>2</sub>B<sub>3</sub> Hembras.  
 (3.4 - 3.6 - 3.8) Mcal/kg de Energía.

Fuente. Modificado Collazos (2001).

<sup>10</sup> Reportes de Gilda (2002), 77.39% a la canal.

## 6. CONCLUSIONES.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio, es evidente que existieron incrementos de ganancia de peso vivo, debido al uso de dietas con diferentes niveles de energía en las fases de inicio, crecimiento y preacabado. Para la cría de cerdos en condiciones de la altura (altiplano) llegando a las siguientes conclusiones:

### Ø Variable peso (P.V.).-

Las hembras alimentadas con dietas que contenían 3.8 Mcal/kg de energía, obtuvieron los mejores resultados, alcanzando en la fase de inicio un promedio de 26.20 kg y llegando a la fase de crecimiento con 42.913 kg y en la fase de preacabado con 69.7 kg. Los machos castrados que fueron alimentados con dietas de 3.8 Mcal/kg de energía en la fase de inicio obtuvieron un peso vivo de 25.5 kg, en la fase de crecimiento 41.219 kg y en la fase de preacabado 65.2 kg.

### Ø Ganancia media diaria (GMD).-

Los animales alimentados con dietas que tenían 3.8 Mcal/kg de energía obtuvieron una ganancia media diaria, en la fase de inicio de 0.42 kg/día, en la fase de crecimiento de 0.489 kg/día y en la fase de preacabado 0.536 kg/día. Con relación a la variable sexo las hembras obtuvieron en la fase de inicio, crecimiento y preacabado (0.37, 0.49, 0.543 kg/día) respectivamente. Respecto a los machos castrados (0.39, 0.46, 0.490 kg/día) en las tres fases respectivamente. Haciendo referencia al análisis de tendencia el 99.76% de la G.M.D. se debe a mayores niveles de energía, el incremento del peso vivo es 0.0175 kg/día por cada Mcal/kg de energía adicionada a la dieta.

### Ø Consumo alimento (Co Al).-

Las hembras en la fase de preacabado consumieron 2.12 kg/día a diferencia de los machos castrados de 2.01 kg. Las dietas aplicadas obtuvieron los siguientes resultados: Para 3.8 Mcal/kg consumió 2.1kg/día, para 3.6 Mcal/kg consumió 2.04 kg/día y para 3.4 Mcal/kg consumió 2.01 kg/día. Con relación al sexo, las hembras y machos castrados consumieron (186.0 y 181.6 kg de alimento/105días) con 3.8 Mcal/kg respectivamente.

Siendo las hembras las más eficientes en la transformación de los alimentos en tejido magro.

### **Índice de conversión alimenticia (I.C.A.)-**

En la fase de inicio para la variable sexo, se obtuvo un I.C.A. para machos castrados de 3.187 kg/kg, en la fase de crecimiento y preacabado de 4.12 kg/kg. Las hembras con un I.C.A. en la fase de inicio, crecimiento y preacabado de (3.326, 3.89, 4.12) kg/kg respectivamente.

Con relación a la energía para: 3.8 Mcal/kg dio un I.C.A. de 2.9 kg/kg en la fase de inicio, el que se incrementa tanto para la fase de crecimiento y preacabado en 4.02 kg/kg respectivamente. Con relación a los niveles (3.6 y 3.4 Mcal/kg) respectivamente estas obtuvieron un I.C.A. de 4.01 kg/kg para la fase de preacabado. Reduciendo la eficiencia del índice de conversión alimenticia.

### **Ø Grasa dorsal (G.D.)-**

El análisis de Grasa dorsal para la variable sexo, se evidencia: que los machos castrados incrementan el tenor graso en 12.89 mm, a diferencia de las hembras con 12.14 mm para la fase de preacabado.

La relación de las dietas con 3.8 Mcal/kg de energía, para la fase de preacabado se obtiene con 3.8 Mcal/kg de energía 13.08 mm, para 3.6 Mcal/kg de energía obtuvo 12.75 mm y para 3.4 Mcal/kg de energía fue 11.91 mm, por tanto a mayor incremento de energía se tendrá mayor tenor graso dorsal.

En la fase de crecimiento y preacabado, se empiezan a ver los cambios respectivos entre cada factor; tal es el caso del sexo es altamente significativa ( $P>0.01$ ) en los puntos B y C respecto al tenor graso.

## 7. RECOMENDACIONES.

- ✓ De acuerdo a lo observado, durante el periodo de investigación en la granja porcina San Silvestre: se recomienda el uso de dietas que contengan 3.8 Mcal/kg de energía debido a su excelente contribución en el incremento de peso vivo de los animales. Especialmente del tejido magro en las hembras.
- ✓ El uso de dietas con niveles de energía (3.8 y 3.6 Mcal/kg de energía) respectivamente debe realizarse en las fases de inicio, crecimiento y preacabado. Y no en la fase de acabado, puesto que entrando a esta fase los resultados no van a ser satisfactorios, debiendo cambiar la dieta respecto a la energía en 3.4 Mcal/kg y proteína en 13%, para que la dieta no influya en el tenor graso en la fase de acabado.
- ✓ Recomendándose utilizar, dietas que contengan niveles energía de (3.8 y 3.6) Mcal/kg de energía respectivamente, hasta un periodo de cría de 105 días, tiempo en el cual los animales alcanzaron un promedio de 67 kg de peso vivo.
- ✓ Se recomienda realizar el reajuste de toda la dieta en la fase de acabado, para evitar un mayor tenor graso dorsal en los animales, y realizar menos gastos que influyan en los ingresos del porcicultor. Debido a que el uso de menos proteína y energía abarataran los costos de la ración.
- ✓ Realizar un estudio de mercado para cerdos criollos, para ver cual el peso óptimo de saca del cerdo, para evitar gastos adicionales en la cría de los mismos.
- ✓ Realizar un trabajo de investigación en la evaluación de dietas energéticas y proteicas en dos eco tipos (trópico y altiplano), que contengan los mismos valores de energía y proteína usados, para ver cual el grado de influencia en el desarrollo de los porcinos.

**8. LITERATURA CITADA.-**

1. **Alcázar, P y Col (1997).** Bases para la alimentación y la formulación de raciones. La Paz - Bolivia. Ed. Génesis. Pp. 72, 73.
2. **Alcázar, P y Col (2002).** Ecuaciones Simultáneas y Programación Lineal como Instrumento para la Formulación de Raciones. 1ª Edición. La Palabra Editores. La Paz-Bolivia. Pp. 215.
3. **Agricultural Research Council (ARC). (1981).** The nutrient requirements of pigs. CAB, Slough.
4. **Alonso, J. R; Cacique, S. (2002).** <http://www.pf/2cr.animal.healthc/wbvere/03.htm>.
5. **Argenti, P. (2000).** Alimentación Alternativa para Cerdos. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Maracay. Pp. 1:10
6. **Aguilar, V. (1997).** Tratado para Administrar los Agro negocios. UTEHA. México D.F. México. Editorial Limusa. S.A. 5ª Edición. Pp 860.
7. **Benedi, J.M.H. (1986).** El ambiente de los alojamientos ganaderos. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Serv. de Estén. Agraria, Pp 28.
8. **Bonneau y Squire, E. (2000).** Use of entire mole for pigs production. En Conferencia virtual internacional sobre cualidades de carne Suina. Disponible en <http://www.conpsa.embrapa.br/pork/>.
9. **Buxade, Carlos. (1995).** Zootecnia Porcinos. Tomo VI. Editorial Mundi Prensa. Barcelona-España. Pp.185, 188, 193, 194, 344.
10. **Buxade, C. (1984).** Ganado Porcino. Madrid España Edit. Mundi Prensa Pp. 521.
11. **Brevis, o. (1990).** Manual de Administración de la Empresa Agrícola. Instituto de Capacitación e Investigación en Reforma Agraria. Chile. Pp. 70-75.
12. **Cañas Cruchaga, (1998).** Alimentación y Nutrición Animal, Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Colección en agricultura Pp.94,95,71,72.138,146, 246, 354.
13. **Collazos Rafael, Salazar, (2001).** Evaluación de tres niveles de energía en el crecimiento y acumulación de grasa en cerdos enteros y castrados. Nor Yungas La Paz. UMSA Tesis de Grado La Paz Bolivia. Pp. 14,15.
14. **Carmen, I. L. (2003).** Comportamiento Productivo de Cerdos en Recría con Tres Niveles de Proteína y Energía. La Paz-Bolivia. UMSA. Tesis de Grado.

15. **Coffey, M.T. et al, (1982).** Anim. Sci., Pp. 54: 95.
16. **Casta Ganadera. (2004).** Publicación mensual. La Nutrición y Alimentación de las Hembras reproductoras en gestación elaborada por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de Gobierno del Estado de Sinaloa. Pp. 5,6.
17. **Ciria, J. Y Garces, C. (2000).** El cebo intensivo en ganado porcino. In: Buxade, C. Zootecnia. Bases de producción animal, tomo VI. Porcino cultura intensiva y extensiva. Madrid, España. Mundi-Prensa. Pp. 382.
18. **Calzada, V. B. (1982).** Métodos Estadísticos para la Investigación 4ª Edición. Editorial Jurídica. Lima Peru.
19. **D.C. Church. (1998).** Nutrición y alimentación básica animal Pp. 137.
20. **David Torrallardona. (2003).** Nuevos Requerimientos Nutricionales (IRTA) Instituto de Recerca y Tecnología Agroalimentaria. España. Pp. 2, 3, 9, 10.
21. **Dr. Jeffrey A. Hansen. (2005).** La guía de Nutrición del cerdo. Servicio de extensión y Cooperativo. Pp. 2-4, 7, 8, 12, 13.
22. **Díaz, I. Vila, J. Skoknic, A. y Luengo, J. (1996).** Efecto del sexo sobre la respuesta productiva y características de la canal de cerdos en crecimiento y engorde. Agricultura Técnica.50 (2):113–119.
23. **English, P, y Col. (1992).** Crecimiento y finalización del cerdo, como mejora su productividad. Editorial El manual moderno, CV. Área Ed. Traducido por M.V.Z Ma. De los Ángeles Ruiz, R. México. Pp. 122, 156,162.
24. **Estévez, Katia. (2001).** Comparación entre el primer y segundo ciclo productivo del cebadero. La Virana. ISCAH.
25. **Flores, M. J. A. (1987).** Manual de alimentación animal. México. Ed. Limusa. Pp.1906.
26. **Fialho, E. T. e Cline, T. R. (1991).** Fisiología Digestiva de Cerdos. Pp. 132-38.
27. **Fuller, M.F., McWilliams, R., Wang, T.C. and Giles, L.R. (1989).** The optimum amino acid pattern for growing pigs. 2. Requirements for maintenance and for tissue protein accretion. *Br. J. Nutr.*, Pp. 62: 255-267.
28. **Gilda, J. Cárdenas, M. (2002).** Incorporación del promotor de crecimiento carbadox sulfa en la ración de cerdos en inicio, crecimiento y acabado. La Paz. UMSA Tesis

- de Grado La Paz - Bolivia. Pp. 108.
29. **Goyes, B. I. (1975).** Nutrición Animal. Universidad Santo Tomas. USTA. Bogota Colombia. Pp. 29-143.
  30. **P.D.M. Honorable Alcaldía de Viacha. (2005).** Diagnostico de la localidad de Viacha. Pp. 27.
  31. **[http:// www.RENCORP.com/lenmeater.htm](http://www.RENCORP.com/lenmeater.htm)**
  32. **Hansson. Y. 2005.** Effect of sex and weight on growth feed efficiency and carcass characteristics of pigs. I. Growth rate and feed efficiency of boars, barrows and gilts. Swed. J. Agric. Res, 209–218.
  33. **Le Bellego, L., van Milgen, J., Dubios, S., & Noblet, J. (2001).** Energy utilization of low protein diets in growing pigs. Journal of Animal Science (In press). Pp. 17.
  34. **Leyva, C. (1990)** Mompier, R. Medeiros, M. Y Cabrera, R. (1990). Nutrición Animal Para Técnicos Medios en Zootécnia. La Havana Cuba. Editorial Pueblo y Educación. Pp. 292.
  35. **López, M. A. (1986).** Producción de Porcinos. Editorial. Albatros. Buenos Aires. Republica Argentina. Pp.20:25, 352:386.
  36. **Möhn S. AM. Gillis, PJ. Moughan, FM de Lange. (2000).** Influence of dietary lysine and energy intakes on body protein deposition and lysine utilization in the growing pig. J. Anim. Sci. Pp. 78, 1510-1519.
  37. **M.V. Luciano, Roppa. (2004).** Manejo alimentario de cerdas y cerdos en el crecimiento en climas calientes Publicado / actualizado: Pp. 1, 7, 10, 17, 27.
  38. **Marcelina P. (2002).** Utilización de residuos de leche de soya y cervecería en la alimentación de cerdos. UMSA Tesis de grado. La Paz - Bolivia Pp. 104,105.
  39. **Morrison, F.B. (1980).** Compendio de Alimentación del Ganado. Editorial. Limusa. S. A. de C.V. México. Pp.54-90, 552-560.
  40. **Noblet, J. (2001).** Estimation of energy value in pig feeds. Proceedings of the First International Symposium on Animal Nutrition: ideal protein, net energy and modeling, Pp. 46.
  41. **Nääs, I. A. (1989).** Principios de Confort Térmico en la Producción Animal. Sao Paulo, Edit. Ícone, Pp.183.
  42. **Obando, H. (1979).** Manual de cría de cerdos, Manejo y Alimentación. Instituto colombiano Agropecuario. 2ª Edición. Bogota-Colombia. Pp. 1-25.

43. **Pedersen, B.K. et al, (1998)**. Growing-finishing pigs: cooling reduces aggressive behaviour and pen fouling. IPVS 15th Congress proceedings, Pp. 5.
44. **Portal Veterinaria, © (2003)**. Aspectos veterinarios en la cría de cerdos Pp. 115.
45. **Polo, M. A. (1997)**. Aplicación de tres formas de suministros de alimentos para cerdos estabulados en crecimiento. Tesis. Ing. Agr. Oruro. Bol. Universidad Técnica Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuaria. UTO.
46. **Pond, G.W. (1995)** Pork Productions Systems. Van Nostrand, New York, USA.  
<http://www.porkprod.html>. Pp. 1-8.
47. **Dr. Camilo E. Perea, Prieto. Cisneros. Fortín (1998)** Influencia de machos castrados, machos enteros y hembras en el comportamiento productivo. Camilo@censa.edu.cu
48. **Quiniou, N., Dubios, S. & Noblet, J. (2000)**. Voluntary feed intake and feeding behaviour of group-housed growing pigs are affected by ambient temperature and body weight. Livestock Production Science. Pp. 63, 245-253.
49. **Quiniou, N., Noblet, J., van Milgen, J. & Dubois. S. (2001)**. Modelling heat production and energy balance in group-housed growing pigs exposed to low or high ambient temperatures. British Journal of Nutrition. Pp. 85, 97-106.
50. **Roth FX, K Eder, M Rademacher, M. Kirchgessner. (2000)**. Effect of apparent ileal digestible to energy ratio on performance of growing pigs at different dietary metabolizable energy levels. J. Anim. Physiol. And Animal Nutra. Pp. 83:181:192.
51. **Rodríguez, J. (1991)**. Métodos de Investigación Agropecuaria. México. D. F. Edit. Trillas. 1<sup>er</sup> Ed. Pp 100, 130.
52. **Renieri, C. (1999)**. Curso de Biología y producción de carne. Fac. Agronomía, UMSA, Universidad de Camerino, Italia, Proyecto SUPREME. La Paz- Bolivia.
53. **Rojas, C. (1997)**. Niveles de Harina de Sangre en la Alimentación de Cerdos en Crecimiento. Tesis Ing. Agr. Univ. Téc. de Oruro. Fac. de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Pp.3-35, 69-105.
54. **Reese, D. E. y Lewis, A. J. (1998)**. Specification Feeding Growing-Finishing Pigs. University of Nebraska EC 92-210. Nebraska, USA. <http://www.NF92-95.htm>.
55. **Stahly, T.S. et al, (1991)**. J. Anim Sci Abst. 69: Pp.1:121.

56. **SENAMHI, (1994)**. Boletín Agrometeorológico N° 22 La Paz Bolivia Pp. 10.
57. **Sierra, D. (2000)** Energía para la cría de cerdos Pp. 1-8.
58. **SAS, (2004)** Manual de apoyo para el procesamiento de datos de investigaciones agropecuarias V. 8.02
59. **Steel, R.G.D. y Torrie, J. H. (2004)** Bioestadística Principios y Procedimientos. 2ª Edición. Editorial Mcgraw Hill, Bogota Pp 380.
60. **Tess, M.H., Dickerson, G.E. Nienaber, J.A., Yen, J.T. and Farrell, C.L. (1984)**. Energy costs of protein and fat deposition in pigs fed ad libitum. J. Anim. Sci. Pp.122.
61. **Taylor, G. et al, (1994)** Plan it, build it. Australian Pig Housing. Pp.6.
62. **Talbott, C.W. (1998)**. Curso Internacional de Nutrición y Genética Animal. Universidad Mayor de San Simón, North Carolina, University. Julio, 1998. Cochabamba, Bolivia. E-mail: Talbott @ ncat.edu.
63. **U.S. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. National Research Council. (1998)**. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Washington D. C. National Academy Press. Pp. USA. 93, 157.
64. **Van Milgen, J., Noblet, J. & Dubois, S. (2001)**. Energetic efficiency of starch, protein, and lipid utilization in growing pigs. Journal of Nutrition Pp. 131, 1309-1318.
65. **Vieites, C. M. (1997)**. Producción Porcina. Estrategias para una Actividad Sustentable. Buenos Aires Argentina. 1ª Edición. Editorial Hemisferio Sur. Pp. 138.
66. **Young, B.A et al, (1989)**. J. Ciencia animal. Pp.5.



**Anexo 1.-****Cuadro 15: COSTOS DE PRODUCCIÓN PARCIAL.**

| <b>ITEM</b>      | <b>UNIDAD</b> | <b>CANTIDAD</b> | <b>COSTO UNITARIO<br/>(Bs.)</b> | <b>COSTO TOTAL<br/>(Bs.)</b> |
|------------------|---------------|-----------------|---------------------------------|------------------------------|
| Lechones         | Kg            | 36              | 60                              | 2160                         |
| Harina de Maíz   | qq            | 90,4            | 68                              | 6147,2                       |
| Borra de cerveza | qq            | 24,33           | 23                              | 559,59                       |
| Levadura         | Lt            | 449,28          | 0,5                             | 224,64                       |
| Torta de Soja    | qq            | 18,1            | 41,4                            | 749,34                       |
| Harina de carne  | kg            | 91,8            | 19,5                            | 1790,1                       |
| Grasa de cerdo   | kg            | 390,96          | 2                               | 781,92                       |
| Imprevistos      |               |                 |                                 | 1241,279                     |
| <b>Total</b>     |               |                 |                                 | <b>13654,069</b>             |

Fuente. Elab. Propia.

### Datos recopilados en la fase de inicio a los 30 días

| Obs. | U/ Exp. | sexo | Energía<br>Mcal./kg. | Po <sup>11</sup><br>Kg. | P <sub>2</sub> <sup>12</sup><br>Kg. | GMD<br>Kg. | Con. Al.<br>Kg. | I.C.A.<br>Kg./Kg. | Grasa (mm) |   |    |
|------|---------|------|----------------------|-------------------------|-------------------------------------|------------|-----------------|-------------------|------------|---|----|
|      |         |      |                      |                         |                                     |            |                 |                   | A          | B | C  |
| 1    | 1       | ♂    | 3,4                  | 13.5                    | 24.0                                | 0.350      | 1.2             | 3.428             | 10         | 5 | 10 |
| 2    | 2       | ♂    | 3,4                  | 13.5                    | 25.5                                | 0,400      | 1.2             | 3.000             | 9          | 8 | 9  |
| 3    | 3       | ♂    | 3,4                  | 13.5                    | 26.0                                | 0.333      | 1.2             | 3.603             | 10         | 7 | 9  |
| 4    | 4       | ♂    | 3,4                  | 14.0                    | 24.0                                | 0,333      | 1.2             | 3.603             | 10         | 8 | 10 |
| 5    | 5       | ♂    | 3,4                  | 14.0                    | 27.0                                | 0,333      | 1.2             | 3.603             | 9          | 7 | 10 |
| 6    | 6       | ♂    | 3,4                  | 14.0                    | 28.5                                | 0,483      | 1.2             | 2.484             | 10         | 8 | 10 |
| 7    | 1       | ♂    | 3,6                  | 12.0                    | 22.0                                | 0,333      | 1.2             | 3.603             | 10         | 7 | 9  |
| 8    | 2       | ♂    | 3,6                  | 14.0                    | 26.0                                | 0,400      | 1.2             | 3.000             | 9          | 5 | 10 |
| 9    | 3       | ♂    | 3,6                  | 16.0                    | 31.5                                | 0,517      | 1.2             | 2.321             | 12         | 7 | 9  |
| 10   | 4       | ♂    | 3,6                  | 14.0                    | 26.0                                | 0,400      | 1.2             | 3.000             | 13         | 8 | 10 |
| 11   | 5       | ♂    | 3,6                  | 13.0                    | 21.5                                | 0,283      | 1.2             | 4.240             | 10         | 9 | 9  |
| 12   | 6       | ♂    | 3,6                  | 14.0                    | 22.0                                | 0,267      | 1.2             | 4.494             | 11         | 8 | 9  |
| 13   | 1       | ♂    | 3,8                  | 15.0                    | 25.5                                | 0,350      | 1.2             | 3.428             | 11         | 7 | 10 |
| 14   | 2       | ♂    | 3,8                  | 14.5                    | 26.5                                | 0,417      | 1.2             | 2.877             | 10         | 8 | 10 |
| 15   | 3       | ♂    | 3,8                  | 13.5                    | 26.5                                | 0,433      | 1.2             | 2.771             | 12         | 8 | 11 |
| 16   | 4       | ♂    | 3,8                  | 13.5                    | 27.0                                | 0,450      | 1.2             | 2.666             | 11         | 8 | 9  |
| 17   | 5       | ♂    | 3,8                  | 13.5                    | 28.0                                | 0,483      | 1.2             | 2.484             | 10         | 8 | 10 |
| 18   | 6       | ♂    | 3,8                  | 11.0                    | 24.0                                | 0,433      | 1.2             | 2.771             | 10         | 9 | 9  |
| 19   | 1       | ♀    | 3,4                  | 14.0                    | 23.0                                | 0,300      | 1.2             | 4.000             | 11         | 8 | 9  |
| 20   | 2       | ♀    | 3,4                  | 15.0                    | 24.0                                | 0,300      | 1.2             | 4.000             | 10         | 8 | 10 |
| 21   | 3       | ♀    | 3,4                  | 13.0                    | 21.5                                | 0,283      | 1.2             | 4.240             | 10         | 5 | 9  |
| 22   | 4       | ♀    | 3,4                  | 12.0                    | 22.5                                | 0,350      | 1.2             | 3.428             | 10         | 6 | 9  |
| 23   | 5       | ♀    | 3,4                  | 14.0                    | 24.5                                | 0,350      | 1.2             | 3.428             | 9          | 7 | 10 |
| 24   | 6       | ♀    | 3,4                  | 13.0                    | 23.5                                | 0,350      | 1.2             | 3.428             | 8          | 8 | 9  |
| 25   | 1       | ♀    | 3,6                  | 12.0                    | 21.5                                | 0,317      | 1.2             | 3.785             | 11         | 8 | 10 |
| 26   | 2       | ♀    | 3,6                  | 13.0                    | 24.0                                | 0,367      | 1.2             | 3.269             | 11         | 8 | 9  |
| 27   | 3       | ♀    | 3,6                  | 14.0                    | 25.0                                | 0,367      | 1.2             | 3.269             | 10         | 6 | 11 |
| 28   | 4       | ♀    | 3,6                  | 16.0                    | 27.0                                | 0,367      | 1.2             | 3.269             | 12         | 8 | 10 |
| 29   | 5       | ♀    | 3,6                  | 13.0                    | 24.5                                | 0,383      | 1.2             | 3.133             | 9          | 8 | 9  |
| 30   | 6       | ♀    | 3,6                  | 12.0                    | 23.0                                | 0,367      | 1.2             | 3.269             | 10         | 8 | 9  |
| 31   | 1       | ♀    | 3,8                  | 12.0                    | 25.0                                | 0,433      | 1.2             | 2.771             | 12         | 8 | 11 |
| 32   | 2       | ♀    | 3,8                  | 13.0                    | 24.5                                | 0,383      | 1.2             | 3.133             | 9          | 8 | 10 |
| 33   | 3       | ♀    | 3,8                  | 15.0                    | 28.0                                | 0,433      | 1.2             | 2.771             | 8          | 8 | 9  |
| 34   | 4       | ♀    | 3,8                  | 14.5                    | 27.5                                | 0,433      | 1.2             | 2.771             | 11         | 8 | 9  |
| 35   | 5       | ♀    | 3,8                  | 12.5                    | 24.0                                | 0,383      | 1.2             | 3.133             | 11         | 8 | 9  |
| 36   | 6       | ♀    | 3,8                  | 13.5                    | 26.5                                | 0,433      | 1.2             | 2.771             | 10         | 9 | 10 |

Fuente. Elab. Propia.

<sup>11</sup> P<sub>0</sub> Peso inicial, (Co Al) Consumo Alimento.<sup>12</sup> P<sub>2</sub> Peso Final Face inicio, (GMD) Ganancia Media Diaria.

## Anexo 3.-

## Datos recopilados en la fase de crecimiento a los 60 días

| Obs. | U/Exp. | sexo | Energía<br>Mcal./kg. | Po <sup>13</sup><br>Kg. | P4 <sup>14</sup><br>Kg. | GMD<br>Kg | Con. Al.<br>Kg. | I.C.A.<br>Kg./Kg. | Grasa (mm) |    |    |
|------|--------|------|----------------------|-------------------------|-------------------------|-----------|-----------------|-------------------|------------|----|----|
|      |        |      |                      |                         |                         |           |                 |                   | A          | B  | C  |
| 1    | 1      | ♂    | 3,4                  | 13.5                    | 42                      | 0,475     | 1,7             | 3,58              | 12         | 10 | 11 |
| 2    | 2      | ♂    | 3,4                  | 13.5                    | 42                      | 0,475     | 1,8             | 3,79              | 10         | 10 | 10 |
| 3    | 3      | ♂    | 3,4                  | 13.5                    | 39                      | 0,425     | 1,79            | 4,21              | 12         | 10 | 11 |
| 4    | 4      | ♂    | 3,4                  | 14.0                    | 38                      | 0,400     | 1,8             | 4,50              | 11         | 11 | 11 |
| 5    | 5      | ♂    | 3,4                  | 14.0                    | 40                      | 0,433     | 1,9             | 4,38              | 12         | 11 | 11 |
| 6    | 6      | ♂    | 3,4                  | 14.0                    | 41                      | 0,450     | 1,65            | 3,67              | 11         | 10 | 11 |
| 7    | 1      | ♂    | 3,6                  | 12.0                    | 42                      | 0,500     | 1,78            | 3,56              | 11         | 10 | 10 |
| 8    | 2      | ♂    | 3,6                  | 14.0                    | 42                      | 0,467     | 1,74            | 3,73              | 12         | 10 | 11 |
| 9    | 3      | ♂    | 3,6                  | 16.0                    | 41                      | 0,417     | 1,6             | 3,84              | 13         | 10 | 11 |
| 10   | 4      | ♂    | 3,6                  | 14.0                    | 41                      | 0,450     | 1,8             | 4,00              | 14         | 10 | 12 |
| 11   | 5      | ♂    | 3,6                  | 13.0                    | 42                      | 0,483     | 1,8             | 3,72              | 12         | 10 | 11 |
| 12   | 6      | ♂    | 3,6                  | 14.0                    | 43                      | 0,483     | 1,8             | 3,72              | 13         | 11 | 11 |
| 13   | 1      | ♂    | 3,8                  | 15.0                    | 45                      | 0,500     | 1,8             | 3,60              | 13         | 11 | 11 |
| 14   | 2      | ♂    | 3,8                  | 14.5                    | 42                      | 0,458     | 1,78            | 3,88              | 14         | 11 | 10 |
| 15   | 3      | ♂    | 3,8                  | 13.5                    | 41                      | 0,458     | 1,75            | 3,82              | 13         | 11 | 11 |
| 16   | 4      | ♂    | 3,8                  | 13.5                    | 40                      | 0,442     | 1,74            | 3,94              | 12         | 11 | 10 |
| 17   | 5      | ♂    | 3,8                  | 13.5                    | 41                      | 0,458     | 1,76            | 3,84              | 13         | 11 | 10 |
| 18   | 6      | ♂    | 3,8                  | 11.0                    | 42                      | 0,517     | 1,8             | 3,48              | 14         | 11 | 11 |
| 19   | 1      | ♀    | 3,4                  | 14.0                    | 42                      | 0,467     | 1,79            | 3,84              | 12         | 9  | 9  |
| 20   | 2      | ♀    | 3,4                  | 15.0                    | 45                      | 0,500     | 1,75            | 3,50              | 13         | 10 | 10 |
| 21   | 3      | ♀    | 3,4                  | 13.0                    | 40                      | 0,450     | 1,73            | 3,84              | 12         | 9  | 10 |
| 22   | 4      | ♀    | 3,4                  | 12.0                    | 41                      | 0,483     | 1,8             | 3,72              | 13         | 8  | 9  |
| 23   | 5      | ♀    | 3,4                  | 14.0                    | 42                      | 0,467     | 1,8             | 3,86              | 13         | 7  | 10 |
| 24   | 6      | ♀    | 3,4                  | 13.0                    | 41                      | 0,467     | 1,8             | 3,86              | 12         | 8  | 9  |
| 25   | 1      | ♀    | 3,6                  | 12.0                    | 43                      | 0,517     | 1,8             | 3,48              | 13         | 10 | 10 |
| 26   | 2      | ♀    | 3,6                  | 13.0                    | 42                      | 0,483     | 1,8             | 3,72              | 13         | 10 | 9  |
| 27   | 3      | ♀    | 3,6                  | 14.0                    | 44                      | 0,500     | 1,78            | 3,56              | 14         | 9  | 11 |
| 28   | 4      | ♀    | 3,6                  | 16.0                    | 46                      | 0,500     | 1,8             | 3,60              | 13         | 10 | 10 |
| 29   | 5      | ♀    | 3,6                  | 13.0                    | 45                      | 0,533     | 1,79            | 3,36              | 13         | 10 | 10 |
| 30   | 6      | ♀    | 3,6                  | 12.0                    | 44                      | 0,533     | 1,8             | 3,38              | 12         | 9  | 10 |
| 31   | 1      | ♀    | 3,8                  | 12.0                    | 43                      | 0,517     | 1,8             | 3,48              | 14         | 10 | 11 |
| 32   | 2      | ♀    | 3,8                  | 13.0                    | 42                      | 0,483     | 1,8             | 3,72              | 12         | 11 | 10 |
| 33   | 3      | ♀    | 3,8                  | 15.0                    | 46                      | 0,517     | 1,8             | 3,48              | 12         | 10 | 12 |
| 34   | 4      | ♀    | 3,8                  | 14.5                    | 45                      | 0,508     | 1,8             | 3,54              | 13         | 10 | 12 |
| 35   | 5      | ♀    | 3,8                  | 12.5                    | 43                      | 0,508     | 1,8             | 3,54              | 13         | 10 | 11 |
| 36   | 6      | ♀    | 3,8                  | 13.5                    | 44                      | 0,508     | 1,8             | 3,54              | 14         | 10 | 11 |

<sup>13</sup> P<sub>0</sub> Peso inicial, (Co Al) Consumo alimento.<sup>14</sup> P<sub>4</sub> Peso Final de Fase de Crecimiento, (ICA) Índice de Conversión Alimenticia.

## Anexo 4.-

## Datos recopilados en la fase de preacabado a los 105 días.

| Obs. | U/Exp. | Energía<br>Mcal./kg. | sexo | Po <sup>15</sup><br>Kg. | P7 <sup>16</sup><br>Kg. | GMD<br>Kg. | Con. Al.<br>Kg. | I.C.A.<br>Kg./Kg. | Grasa (mm) |    |    |
|------|--------|----------------------|------|-------------------------|-------------------------|------------|-----------------|-------------------|------------|----|----|
|      |        |                      |      |                         |                         |            |                 |                   | A          | B  | C  |
| 1    | 1      | 3,4                  | ♂    | 13.5                    | 62                      | 0,462      | 1,910           | 4,14              | 14         | 12 | 13 |
| 2    | 2      | 3,4                  | ♂    | 13.5                    | 60                      | 0,443      | 1,950           | 4,40              | 12         | 11 | 13 |
| 3    | 3      | 3,4                  | ♂    | 13.5                    | 61                      | 0,452      | 1,970           | 4,35              | 13         | 11 | 12 |
| 4    | 4      | 3,4                  | ♂    | 14.0                    | 62                      | 0,457      | 1,980           | 4,33              | 12         | 11 | 12 |
| 5    | 5      | 3,4                  | ♂    | 14.0                    | 63                      | 0,467      | 1,900           | 4,07              | 13         | 10 | 12 |
| 6    | 6      | 3,4                  | ♂    | 14.0                    | 64                      | 0,476      | 1,900           | 3,99              | 13         | 10 | 12 |
| 7    | 1      | 3,6                  | ♂    | 12.0                    | 65                      | 0,505      | 2,000           | 3,96              | 13         | 12 | 13 |
| 8    | 2      | 3,6                  | ♂    | 14.0                    | 67                      | 0,505      | 2,000           | 3,96              | 13         | 11 | 13 |
| 9    | 3      | 3,6                  | ♂    | 16.0                    | 64                      | 0,457      | 2,000           | 4,38              | 13         | 11 | 13 |
| 10   | 4      | 3,6                  | ♂    | 14.0                    | 67                      | 0,505      | 2,000           | 3,96              | 14         | 11 | 13 |
| 11   | 5      | 3,6                  | ♂    | 13.0                    | 67                      | 0,514      | 2,050           | 3,99              | 13         | 11 | 13 |
| 12   | 6      | 3,6                  | ♂    | 14.0                    | 68                      | 0,514      | 2,000           | 3,89              | 14         | 12 | 12 |
| 13   | 1      | 3,8                  | ♂    | 15.0                    | 68                      | 0,505      | 2,000           | 3,96              | 15         | 12 | 13 |
| 14   | 2      | 3,8                  | ♂    | 14.5                    | 69                      | 0,519      | 2,070           | 3,99              | 14         | 12 | 13 |
| 15   | 3      | 3,8                  | ♂    | 13.5                    | 66                      | 0,500      | 2,100           | 4,20              | 14         | 12 | 14 |
| 16   | 4      | 3,8                  | ♂    | 13.5                    | 68                      | 0,519      | 2,100           | 4,05              | 15         | 12 | 14 |
| 17   | 5      | 3,8                  | ♂    | 13.5                    | 68                      | 0,519      | 2,200           | 4,24              | 14         | 12 | 14 |
| 18   | 6      | 3,8                  | ♂    | 11.0                    | 64                      | 0,505      | 2,200           | 4,36              | 14         | 12 | 13 |
| 19   | 1      | 3,4                  | ♀    | 14.0                    | 70                      | 0,533      | 2,100           | 3,94              | 13         | 11 | 12 |
| 20   | 2      | 3,4                  | ♀    | 15.0                    | 70                      | 0,524      | 2,040           | 3,89              | 13         | 11 | 12 |
| 21   | 3      | 3,4                  | ♀    | 13.0                    | 71                      | 0,552      | 2,070           | 3,75              | 12         | 11 | 13 |
| 22   | 4      | 3,4                  | ♀    | 12.0                    | 69                      | 0,543      | 2,070           | 3,81              | 13         | 10 | 11 |
| 23   | 5      | 3,4                  | ♀    | 14.0                    | 71                      | 0,543      | 2,100           | 3,87              | 13         | 11 | 12 |
| 24   | 6      | 3,4                  | ♀    | 13.0                    | 72                      | 0,562      | 2,200           | 3,92              | 12         | 10 | 11 |
| 25   | 1      | 3,6                  | ♀    | 12.0                    | 69                      | 0,543      | 2,100           | 3,87              | 14         | 11 | 12 |
| 26   | 2      | 3,6                  | ♀    | 13.0                    | 68                      | 0,524      | 2,000           | 3,82              | 13         | 11 | 13 |
| 27   | 3      | 3,6                  | ♀    | 14.0                    | 69                      | 0,524      | 2,000           | 3,82              | 14         | 11 | 13 |
| 28   | 4      | 3,6                  | ♀    | 16.0                    | 70                      | 0,514      | 2,000           | 3,89              | 14         | 11 | 12 |
| 29   | 5      | 3,6                  | ♀    | 13.0                    | 71                      | 0,552      | 2,200           | 3,98              | 13         | 12 | 13 |
| 30   | 6      | 3,6                  | ♀    | 12.0                    | 70                      | 0,552      | 2,200           | 3,98              | 13         | 11 | 11 |
| 31   | 1      | 3,8                  | ♀    | 12.0                    | 70                      | 0,552      | 2,200           | 3,98              | 15         | 13 | 14 |
| 32   | 2      | 3,8                  | ♀    | 13.0                    | 72                      | 0,562      | 2,200           | 3,92              | 14         | 11 | 12 |
| 33   | 3      | 3,8                  | ♀    | 15.0                    | 73                      | 0,552      | 2,200           | 3,98              | 14         | 11 | 12 |
| 34   | 4      | 3,8                  | ♀    | 14.5                    | 74                      | 0,567      | 2,200           | 3,88              | 14         | 11 | 12 |
| 35   | 5      | 3,8                  | ♀    | 12.5                    | 72                      | 0,567      | 2,200           | 3,88              | 13         | 11 | 12 |
| 36   | 6      | 3,8                  | ♀    | 13.5                    | 73                      | 0,567      | 2,200           | 3,88              | 14         | 11 | 12 |

Fuente. Elab.Propia.

<sup>15</sup> Peso inicial de la fase Preacabado, (GMD) Ganancia media diaria.<sup>16</sup> Peso final de la fase de preacabado, (Co Al) Consumo alimento, (ICA) Índice de conversión alimenticia.

**Anexo 5.-****Análisis de varianza del Peso fase de crecimiento a los 30 días.**

| <b>FV</b>           | <b>GL</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>P</b> | <b>Sig.</b> |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-------------|
| <b>Peso</b>         | 1         | 47.589    | 47.589    | 19.35    | 0.0002   | **          |
| <b>Bloques</b>      | 5         | 9.254     | 1.850     | 0.75     | 0.5924   | ns          |
| <b>Sexo</b>         | 1         | 7.064     | 7.064     | 2.87     | 0.103    | ns          |
| <b>Energía</b>      | 2         | 24.536    | 12.268    | 4.99     | 0.0154   | *           |
| <b>Sexo*Energía</b> | 2         | 9.854     | 4.927     | 2        | 0.1568   | ns          |
| <b>Error</b>        | 24        | 59.021    | 2.459     |          |          |             |
| <b>Total</b>        | 35        | 178.972   |           |          |          |             |
| <b>CV= 6.26%</b>    |           |           |           |          |          |             |

F.V.: Fuente de variación; G.L.: Grados de libertad; S.C.: Suma de cuadrados; C.M.: Cuadrados medios; Fc.: F calculado; Sig.: Significancia. (\*, Significativo;\*\* altamente significativo.; Ns. No significativo)

**Comparación de medias Duncan (Peso).**

| <b>Comparación</b> | <b>Media</b> | <b>N</b> | <b>Energía</b> |
|--------------------|--------------|----------|----------------|
| A                  | 24.418       | 12       | 3.4            |
| A                  | 24.467       | 12       | 3.6            |
| A                  | 26.197       | 12       | 3.8            |

**Análisis de varianza Peso fase de crecimiento a los 60 días.**

| <b>FV</b>           | <b>GL</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>P</b> | <b>Sig.</b> |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-------------|
| <b>Peso</b>         | 1         | 22.826    | 22.826    | 14.06    | 0.0010   | **          |
| <b>Bloques</b>      | 5         | 14.921    | 2.984     | 1.84     | 0.1432   | ns          |
| <b>Sexo</b>         | 1         | 39.480    | 39.480    | 24.33    | <.0001   | **          |
| <b>Energía</b>      | 2         | 28.105    | 14.053    | 8.66     | 0.0015   | **          |
| <b>Sexo*Energía</b> | 2         | 1.143     | 0.572     | 0.35     | 0.7067   | ns          |
| <b>Error</b>        | 24        | 38.951    | 1.623     |          |          |             |
| <b>Total</b>        | 35        | 125.222   |           |          |          |             |
| <b>CV= 13.01%</b>   |           |           |           |          |          |             |

F.V.: Fuente de variación; G.L.: Grados de libertad; S.C.: Suma de cuadrados; C.M.: Cuadrados medios; Fc.: F calculado; Sig.: Significancia. (\*, Significativo;\*\* altamente significativo.; Ns. No significativo)

**Comparación de medias Duncan (peso).**

| <b>Comparación</b> | <b>Media</b> | <b>N</b> | <b>Energía</b> |
|--------------------|--------------|----------|----------------|
| A                  | 42.9167      | 12       | 3.6            |
| A                  | 42.8333      | 12       | 3.8            |
| B                  | 41.0833      | 12       | 3.4            |

**Anexo 6.-****Análisis de varianza del Peso fase preacabado a los 105 días.**

| <b>FV</b>           | <b>GL</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>P</b> | <b>Sig.</b> |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-------------|
| <b>Bloques</b>      | 5         | 10.806    | 2.161     | 1.13     | 0.369    | ns          |
| <b>Sexo</b>         | 1         | 823.361   | 283.361   | 148.53   | <.0001   | **          |
| <b>Energía</b>      | 2         | 73.556    | 36.778    | 19.28    | <.0001   | **          |
| <b>Sexo*Energía</b> | 2         | 43.556    | 21.778    | 11.42    | 0.0003   | **          |
| <b>Error</b>        | 25        | 47.694    | 1.908     |          |          |             |
| <b>Total</b>        | 35        | 458.972   |           |          |          |             |
| <b>CV= 12.03%</b>   |           |           |           |          |          |             |

F.V.: Fuente de variación; G.L.: Grados de libertad; S.C.: Suma de cuadrados; C.M.: Cuadrados medios; Fc.: F calculado; Sig.: Significancia. (\*, Significativo;\*\* altamente significativo.: Ns. No significativo)

**Comparación de medias Duncan (Peso).**

| <b>Comparación</b> | <b>Medias</b> | <b>N</b> | <b>Energía</b> |
|--------------------|---------------|----------|----------------|
| A                  | 69.75         | 12       | 3.8            |
| B                  | 67.92         | 12       | 3.6            |
| C                  | 66.25         | 12       | 3.4            |

**Análisis de varianza (G.M.D.) fase Inicio a los 30 días.**

| <b>FV</b>           | <b>GL</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>P</b> | <b>Sig.</b> |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-------------|
| <b>Bloques</b>      | 5         | 0.009     | 0.002     | 0.62     | 0.682    | ns          |
| <b>Sexo</b>         | 1         | 0.004     | 0.004     | 1.5      | 0.232    | ns          |
| <b>Energía</b>      | 2         | 0.037     | 0.018     | 6.4      | 0.005    | **          |
| <b>Sexo*Energía</b> | 2         | 0.003     | 0.002     | 0.59     | 0.563    | ns          |
| <b>Error</b>        | 25        | 0.072     | 0.003     |          |          |             |
| <b>Total</b>        | 35        | 0.126     |           |          |          |             |
| <b>CV= 14.28%</b>   |           |           |           |          |          |             |

F.V.: Fuente de variación; G.L.: Grados de libertad; S.C.: Suma de cuadrados; C.M.: Cuadrados medios; Fc.: F calculado; Sig.: Significancia. (\*, Significativo;\*\* altamente significativo.: Ns. No significativo)

**Comparación de medias Duncan de G.M.D.**

| <b>Comparación</b> | <b>Media</b> | <b>N</b> | <b>Energía</b> |
|--------------------|--------------|----------|----------------|
| A                  | 0.422        | 12       | 3.8            |
| B                  | 0.364        | 12       | 3.6            |
| B                  | 0.347        | 12       | 3.4            |

## Anexo 7.-

## Análisis de varianza (G.M.D.) a los 60 días

| FV           | GL | SC    | CM     | F     | P      | Sig. |
|--------------|----|-------|--------|-------|--------|------|
| Bloques      | 5  | 0.006 | 0.001  | 2.80  | 0.0386 | *    |
| Sexo         | 1  | 0.012 | 0.012  | 26.40 | <.0001 | **   |
| Energía      | 2  | 0.008 | 0.004  | 8.93  | 0.0012 | **   |
| Sexo*Energía | 2  | 0.001 | 0.0002 | 0.39  | 0.6810 | ns   |
| Error        | 25 | 0.011 | 0.0005 |       |        |      |
| Total        | 35 | 0.037 |        |       |        |      |
| CV= 14.40%   |    |       |        |       |        |      |

F.V.: Fuente de variación; G.L.: Grados de libertad; S.C.: Suma de cuadrados; C.M.: Cuadrados medios; Fc.: F calculado; Sig.: Significancia. (\*, Significativo;\*\* altamente significativo.; Ns. No significativo)

## Comparación de medias Duncan de G.M.D.

| Comparación | Medias | N  | Energía |
|-------------|--------|----|---------|
| A           | 0.489  | 12 | 3.8     |
| A           | 0.488  | 12 | 3.6     |
| B           | 0.457  | 12 | 3.4     |

## Análisis de varianza (G.M.D.) fase de preacabado a los 105 días.

| FV           | GL | SC     | CM      | F      | P      | Sig. |
|--------------|----|--------|---------|--------|--------|------|
| Bloques      | 5  | 0.0023 | 0.0005  | 3.15   | 0.024  | *    |
| Sexo         | 1  | 0.028  | 0.0283  | 196.28 | <.0001 | **   |
| Energía      | 2  | 0.0074 | 0.0037  | 25.55  | <.0001 | **   |
| Sexo*Energía | 2  | 0.0037 | 0.0018  | 12.82  | 0.0001 | **   |
| Error        | 25 | 0.0036 | 0.00015 |        |        |      |
| Total        | 35 | 0.0452 |         |        |        |      |
| CV= 12.31%   |    |        |         |        |        |      |

F.V.: Fuente de variación; G.L.: Grados de libertad; S.C.: Suma de cuadrados; C.M.: Cuadrados medios; Fc.: F calculado; Sig.: Significancia. (\*, Significativo;\*\* altamente significativo.; Ns. No significativo)

## Comparación de medias Duncan de G.M.D.

| Comparación | Media | N  | Energía |
|-------------|-------|----|---------|
| A           | 0.536 | 12 | 3.8     |
| B           | 0.517 | 12 | 3.6     |
| C           | 0.501 | 12 | 3.4     |

**Anexo 8.-****Análisis de varianza del Consumo Alimento (Co. Al.) a los 105 días.**

| <b>FV</b>    | <b>GL</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>P</b> | <b>Sig.</b> |
|--------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-------------|
| Bloques      | 5         | 0.02982   | 0.00596   | 2.06     | 0.1052   | Ns          |
| Sexo         | 1         | 0.10562   | 0.10562   | 36.39    | <.0001   | **          |
| Energía      | 2         | 0.13040   | 0.06520   | 22.46    | <.0001   | **          |
| Sexo*Energía | 2         | 0.01306   | 0.00653   | 2.25     | 0.1262   | ns          |
| Error        | 25        | 0.07255   | 0.00290   |          |          |             |
| Total        | 35        | 0.35147   |           |          |          |             |
| CV= 12.59    |           |           |           |          |          |             |

F.V.: Fuente de variación; G.L.: Grados de libertad; S.C.: Suma de cuadrados; C.M.: Cuadrados medios; Fc.: F calculado.; Sig.: Significancia. (\*, Significativo;\*\* altamente significativo.: Ns. No significativo)

**Comparación de medias Duncan del (Co. Al.).**

| <b>Comparación</b> | <b>Medias</b> | <b>N</b> | <b>Energía</b> |
|--------------------|---------------|----------|----------------|
| A                  | 2.2           | 12       | 3.8            |
| B                  | 2.0           | 12       | 3.6            |
| B                  | 2.0           | 12       | 3.4            |

**Análisis de varianza (I.C.A.) en la fase inicio a los 30 días**

| <b>FV</b>    | <b>GL</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>P</b> | <b>Sig.</b> |
|--------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-------------|
| Bloques      | 5         | 0.591     | 0.118     | 0.54     | 0.746    | ns          |
| Sexo         | 1         | 0.173     | 0.173     | 0.78     | 0.384    | ns          |
| Energía      | 2         | 2.907     | 1.454     | 6.61     | 0.005    | **          |
| Sexo*Energía | 2         | 0.529     | 0.265     | 1.20     | 0.317    | ns          |
| Error        | 25        | 5.498     | 0.219     |          |          |             |
| Total        | 35        | 9.698     |           |          |          |             |
| CV= 14.39 %  |           |           |           |          |          |             |

F.V.: Fuente de variación; G.L.: Grados de libertad; S.C.: Suma de cuadrados; C.M.: Cuadrados medios; Fc.: F calculado.; Sig.: Significancia. (\*, Significativo;\*\* altamente significativo.: Ns. No significativo)

**Comparación de medias Duncan del I.C.A.**

| <b>Comparación</b> | <b>Media</b> | <b>N</b> | <b>Energía</b> |
|--------------------|--------------|----------|----------------|
| A                  | 3.520        | 12       | 3.4            |
| A                  | 3.388        | 12       | 3.6            |
| B                  | 2.862        | 12       | 3.8            |

## Anexo 9.-

## Análisis de varianza (I.C.A.) a los 60 días.

| FV           | GL | SC    | CM    | F     | P     | Sig. |
|--------------|----|-------|-------|-------|-------|------|
| Bloques      | 5  | 0.388 | 0.078 | 2.20  | 0.086 | ns   |
| Sexo         | 1  | 0.499 | 0.499 | 14.16 | 0.001 | **   |
| Energía      | 2  | 0.497 | 0.248 | 7.04  | 0.004 | **   |
| Sexo*Energía | 2  | 0.003 | 0.002 | 0.04  | 0.958 | ns   |
| Error        | 25 | 0.882 | 0.035 |       |       |      |
| Total        | 35 | 2.268 |       |       |       |      |
| CV= 15.23%   |    |       |       |       |       |      |

F.V.: Fuente de variación; G.L.: Grados de libertad; S.C.: Suma de cuadrados; C.M.: Cuadrados medios; Fc.: F calculado; Sig.: Significancia. (\*, Significativo;\*\* altamente significativo.; Ns. No significativo)

## Comparación de medias Duncan del I.C.A.

| Comparación | Medias | N  | Energía |
|-------------|--------|----|---------|
| A           | 3.895  | 12 | 3.4     |
| B           | 3.655  | 12 | 3.8     |
| B           | 3.639  | 12 | 3.6     |

## Análisis de varianza (I.C.A.) fase de precabado a los 105 días.

| FV           | GL | SC    | CM    | F     | P      | Sig. |
|--------------|----|-------|-------|-------|--------|------|
| Bloques      | 5  | 0.041 | 0.008 | 0.46  | 0.802  | ns   |
| Sexo         | 1  | 0.481 | 0.481 | 26.80 | <.0001 | **   |
| Energía      | 2  | 0.045 | 0.022 | 1.25  | 0.304  | ns   |
| Sexo*Energía | 2  | 0.074 | 0.037 | 2.06  | 0.148  | ns   |
| Error        | 25 | 0.448 | 0.018 |       |        |      |
| Total        | 35 | 1.089 |       |       |        |      |
| CV= 13.34%   |    |       |       |       |        |      |

F.V.: Fuente de variación; G.L.: Grados de libertad; S.C.: Suma de cuadrados; C.M.: Cuadrados medios; Fc.: F calculado.; Sig.: Significación. (\*, Significativo;\*\* altamente significativo.; Ns. No significativo)

## Comparación de medias Duncan del I.C.A.

| Comparación | Medias | N  | Energía |
|-------------|--------|----|---------|
| A           | 4.038  | 12 | 3.4     |
| A           | 4.026  | 12 | 3.8     |
| A           | 3.958  | 12 | 3.6     |

**Anexo10.-****Análisis de varianza Grasa dorsal Punto A fase de Inicio a los 30 días.**

| <b>FV</b>           | <b>GL</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>P</b> | <b>Sig.</b> |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-------------|
| <b>Bloques</b>      | 5         | 12.25     | 2.45      | 2.46     | 0.061    | ns          |
| <b>Sexo</b>         | 1         | 0.69      | 0.69      | 0.7      | 0.412    | ns          |
| <b>Energía</b>      | 2         | 6.50      | 3.25      | 3.26     | 0.055    | ns          |
| <b>Sexo*Energía</b> | 2         | 0.39      | 0.19      | 0.2      | 0.824    | ns          |
| <b>Error</b>        | 25        | 24.92     | 1.00      |          |          |             |
| <b>Total</b>        | 35        | 44.75     |           |          |          |             |
| <b>CV= 9.73%</b>    |           |           |           |          |          |             |

F.V.: Fuente de variación; G.L.: Grados de libertad; S.C.: Suma de cuadrados; C.M.: Cuadrados medios; Fc.: F calculado; Sig.: Significancia. (\*, Significativo;\*\* altamente significativo.: Ns. No significativo)

**Comparación de medias Duncan Grasa dorsal Punto A.**

| <b>Comparación</b> | <b>Media</b> | <b>N</b> | <b>Energía</b> |
|--------------------|--------------|----------|----------------|
| A                  | 10.667       | 12       | 3.6            |
| BA                 | 10.417       | 12       | 3.8            |
| B                  | 9.667        | 12       | 3.4            |

**Análisis de varianza Grasa dorsal Punto B fase de inicio a los 30 días.**

| <b>FV</b>           | <b>GL</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>P</b> | <b>Sig.</b> |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-------------|
| <b>Bloques</b>      | 5         | 8.22      | 1.64      | 1.86     | 0.1377   | ns          |
| <b>Sexo</b>         | 1         | 0.11      | 0.11      | 0.13     | 0.726    | ns          |
| <b>Energía</b>      | 2         | 6.06      | 3.03      | 3.42     | 0.0485   | *           |
| <b>Sexo*Energía</b> | 2         | 0.39      | 0.19      | 0.22     | 0.8042   | ns          |
| <b>Error</b>        | 25        | 22.11     | 0.88      |          |          |             |
| <b>Total</b>        | 35        | 36.89     |           |          |          |             |
| <b>CV= 12.4%</b>    |           |           |           |          |          |             |

F.V.: Fuente de variación; G.L.: Grados de libertad; S.C.: Suma de cuadrados; C.M.: Cuadrados medios; Fc.: F calculado; Sig.: Significancia. (\*, Significativo;\*\* altamente significativo.: Ns. No significativo)

**Comparación de medias Duncan de Grasa dorsal Punto B.**

| <b>Comparación</b> | <b>Media</b> | <b>N</b> | <b>Energía</b> |
|--------------------|--------------|----------|----------------|
| A                  | 8.083        | 12       | 3.8            |
| BA                 | 7.5          | 12       | 3.6            |
| B                  | 7.083        | 12       | 3.4            |

## Anexo 11.-

## Análisis de varianza Grasa dorsal Punto C en la fase de Inicio.

| FV           | GL | SC    | CM   | F    | P     | Sig. |
|--------------|----|-------|------|------|-------|------|
| Bloques      | 5  | 0.92  | 0.18 | 0.36 | 0.868 | ns   |
| Sexo         | 1  | 0.03  | 0.03 | 0.06 | 0.816 | ns   |
| Energía      | 2  | 0.50  | 0.25 | 0.5  | 0.614 | ns   |
| Sexo*Energía | 2  | 0.72  | 0.36 | 0.72 | 0.497 | ns   |
| Error        | 25 | 12.58 | 0.50 |      |       |      |
| Total        | 35 | 14.75 |      |      |       |      |
| CV= 7.4%     |    |       |      |      |       |      |

F.V.: Fuente de variación; G.L.: Grados de libertad; S.C.: Suma de cuadrados; C.M.: Cuadrados medios; Fc.: F calculado; Sig.: Significación. (\*, Significativo;\*\* , altamente significativo.: Ns. No significativo)

## Comparación de medias Duncan Grasa dorsal Punto C.

| Comparación | Media | N  | Energía |
|-------------|-------|----|---------|
| A           | 9.750 | 12 | 3.8     |
| A           | 9.500 | 12 | 3.6     |
| A           | 9.500 | 12 | 3.4     |

## Análisis de varianza Grasa dorsal Punto A en la fase de crecimiento a los 60 días.

| FV           | GL | SC     | CM    | F    | P     | Sig. |
|--------------|----|--------|-------|------|-------|------|
| Bloques      | 5  | 0.583  | 0.116 | 0.16 | 0.976 | ns   |
| Sexo         | 1  | 2.250  | 2.250 | 3.03 | 0.094 | ns   |
| Energía      | 2  | 8.666  | 4.333 | 5.83 | 0.008 | **   |
| Sexo*Energía | 2  | 2.666  | 1.333 | 1.79 | 0.187 | ns   |
| Error        | 25 | 18.583 | 0.743 |      |       |      |
| Total        | 35 | 32.750 |       |      |       |      |
| CV=6.85%     |    |        |       |      |       |      |

F.V.: Fuente de variación; G.L.: Grados de libertad; S.C.: Suma de cuadrados; C.M.: Cuadrados medios; Fc.: F calculado; Sig.: Significancia. (\*, Significativo;\*\* , altamente significativo.: Ns. No significativo)

## Comparación de medias Duncan Grasa dorsal Punto A.

| Comparación | Medias  | N  | Energía |
|-------------|---------|----|---------|
| A           | 13.0833 | 12 | 3.8     |
| A           | 12.7500 | 12 | 3.6     |
| B           | 11.9167 | 12 | 3.4     |

## Anexo 12.-

**Análisis de varianza Grasa dorsal Punto B en la fase de crecimiento.**

| <b>FV</b>           | <b>GL</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>P</b> | <b>Sig.</b> |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-------------|
| <b>Bloques</b>      | 5         | 1.139     | 0.228     | 0.65     | 0.661    | ns          |
| <b>Sexo</b>         | 1         | 10.028    | 10.028    | 28.83    | <.0001   | **          |
| <b>Energía</b>      | 2         | 8.222     | 4.111     | 11.82    | 0.0002   | **          |
| <b>Sexo*Energía</b> | 2         | 2.888     | 1.444     | 4.15     | 0.028    | *           |
| <b>Error</b>        | 25        | 8.694     | 0.348     |          |          |             |
| <b>Total</b>        | 35        | 30.972    |           |          |          |             |
| <b>CV=5.91%</b>     |           |           |           |          |          |             |

F.V.: Fuente de variación; G.L.: Grados de libertad; S.C.: Suma de cuadrados; C.M.: Cuadrados medios; Fc.: F calculado; Sig.: Significancia. (\*, Significativo;\*\* altamente significativo.: Ns. No significativo)

**Comparación de medias Duncan Grasa dorsal Punto B.**

| <b>Comparación</b> | <b>Media</b> | <b>N</b> | <b>Energía</b> |
|--------------------|--------------|----------|----------------|
| A                  | 10.583       | 12       | 3.8            |
| B                  | 9.917        | 12       | 3.6            |
| C                  | 9.417        | 12       | 3.4            |

**Análisis de varianza Grasa dorsal en el Punto C en la fase de crecimiento a los 60 días.**

| <b>FV</b>           | <b>GL</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>P</b> | <b>Sig.</b> |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-------------|
| <b>Bloques</b>      | 5         | 3.333     | 0.666     | 2.27     | 0.078    | ns          |
| <b>Sexo</b>         | 1         | 2.777     | 2.777     | 9.47     | 0.005    | **          |
| <b>Energía</b>      | 2         | 2.666     | 1.333     | 4.55     | 0.021    | *           |
| <b>Sexo*Energía</b> | 2         | 6.888     | 3.444     | 11.74    | 0.0003   | **          |
| <b>Error</b>        | 25        | 7.333     | 0.293     |          |          |             |
| <b>Total</b>        | 35        | 23.00     |           |          |          |             |
| <b>CV=5.15%</b>     |           |           |           |          |          |             |

F.V.: Fuente de variación; G.L.: Grados de libertad; S.C.: Suma de cuadrados; C.M.: Cuadrados medios; Fc.: F calculado; Sig.: Significancia. (\*, Significativo;\*\* altamente significativo.: Ns. No significativo).

**Comparación de medias Duncan Grasa dorsal Punto C.**

| <b>Comparación</b> | <b>Media</b> | <b>N</b> | <b>Energía</b> |
|--------------------|--------------|----------|----------------|
| A                  | 10.833       | 12       | 3.8            |
| BA                 | 10.500       | 12       | 3.6            |
| B                  | 10.167       | 12       | 3.4            |

**Anexo 13.-****Análisis de varianza Grasa dorsal en el Punto A fase preacabado a los 105 días.**

| <b>FV</b>           | <b>GL</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>P</b> | <b>Sig.</b> |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-------------|
| <b>Bloques</b>      | 5         | 0.583     | 0.117     | 0.16     | 0.976    | ns          |
| <b>Sexo</b>         | 1         | 2.250     | 2.250     | 3.03     | 0.094    | ns          |
| <b>Energía</b>      | 2         | 8.667     | 4.333     | 5.83     | 0.009    | **          |
| <b>Sexo*Energía</b> | 2         | 2.667     | 1.333     | 1.79     | 0.187    | ns          |
| <b>Error</b>        | 25        | 18.583    | 0.743     |          |          |             |
| <b>Total</b>        | 35        | 32.750    |           |          |          |             |
| <b>CV=6.85%</b>     |           |           |           |          |          |             |

F.V.: Fuente de variación; G.L.: Grados de libertad; S.C.: Suma de cuadrados; C.M.: Cuadrados medios; Fc.: F calculado; Sig.: Significancia. (\*, Significativo;\*\* altamente significativo.: Ns. No significativo)

**Comparación de medias Duncan Grasa dorsal Punto A.**

| <b>Comparación</b> | <b>Media</b> | <b>N</b> | <b>Energía</b> |
|--------------------|--------------|----------|----------------|
| A                  | 13.083       | 12       | 3.8            |
| A                  | 12.750       | 12       | 3.6            |
| B                  | 11.916       | 12       | 3.4            |

**Análisis de varianza de Grasa dorsal Punto B fase preacabado a los 105 días.**

| <b>FV</b>           | <b>GL</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>P</b> | <b>Sig.</b> |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-------------|
| <b>Bloques</b>      | 5         | 1.139     | 0.278     | 0.65     | 0.661    | ns          |
| <b>Sexo</b>         | 1         | 10.028    | 10.028    | 28.83    | <.0001   | **          |
| <b>Energía</b>      | 2         | 8.222     | 4.111     | 11.82    | 0.0002   | **          |
| <b>Sexo*Energía</b> | 2         | 2.889     | 1.442     | 4.15     | 0.0278   | *           |
| <b>Error</b>        | 25        | 8.694     | 0.348     |          |          |             |
| <b>Total</b>        | 35        | 30.792    |           |          |          |             |
| <b>CV=5.91%</b>     |           |           |           |          |          |             |

F.V.: Fuente de variación; G.L.: Grados de libertad; S.C.: Suma de cuadrados; C.M.: Cuadrados medios; Fc.: F calculado; Sig.: Significancia. (\*, Significativo;\*\* altamente significativo.: Ns. No significativo)

**Comparación de medias Duncan Grasa dorsal Punto B.**

| <b>Comparación</b> | <b>Media</b> | <b>N</b> | <b>Energía</b> |
|--------------------|--------------|----------|----------------|
| A                  | 10.583       | 12       | 3.8            |
| B                  | 9.916        | 12       | 3.6            |
| C                  | 9.416        | 12       | 3.4            |

## Anexo 14.-

## Análisis de varianza Grasa dorsal Punto C fase preacabado.

| FV           | GL | SC     | CM    | F     | P      | Sig. |
|--------------|----|--------|-------|-------|--------|------|
| Bloques      | 5  | 3.333  | 0.667 | 2.27  | 0.781  | ns   |
| Sexo         | 1  | 2.778  | 2.778 | 9.47  | 0.0050 | **   |
| Energía      | 2  | 2.667  | 1.333 | 4.55  | 0.0207 | *    |
| Sexo*Energía | 2  | 6.889  | 3.444 | 11.74 | 0.0003 | **   |
| Error        | 25 | 7.333  | 0.293 |       |        |      |
| Total        | 35 | 23.000 |       |       |        |      |
| CV=5.15%     |    |        |       |       |        |      |

F.V.: Fuente de variación; G.L.: Grados de libertad; S.C.: Suma de cuadrados; C.M.: Cuadrados medios; Fc.: F calculado; Sig.: Significancia. (\*, Significativo;\*\* altamente significativo.; Ns. No significativo)

## Comparación de medias Duncan Grasa dorsal Punto C.

| Comparación | Media  | N  | Energía |
|-------------|--------|----|---------|
| A           | 10.833 | 12 | 3.8     |
| BA          | 10.500 | 12 | 3.6     |
| B           | 10.167 | 12 | 3.4     |

## Anexo 15.-

## RACIÓ 1 DE INICIO

## MÉTOD PRUEBA Y ERROR

| Ingrediente | Insumo<br>Kg | Energía Mcal/Kg. |         | Proteína cruda (%) |        | Fibra cruda (%) |        | Calcio (%) |        | Fósforo (%) |        | Precio<br>(Bs./kg) | Costo total<br>(Bs/104,4kg) |
|-------------|--------------|------------------|---------|--------------------|--------|-----------------|--------|------------|--------|-------------|--------|--------------------|-----------------------------|
|             |              | Ingred.          | Aporte  | Ingred.            | Aporte | Ingred.         | Aporte | Ingred.    | Aporte | Ingred.     | Aporte |                    |                             |
| Maiz        | 70           | 3,29             | 230,3   | 9,47               | 6,63   | 2,25            | 1,58   | 0,01       | 0,004  | 0,24        | 0,17   | 0,75               | 52,5                        |
| Torta soya  | 14           | 2,83             | 39,62   | 42                 | 5,88   | 6,5             | 0,91   | 0,2        | 0,028  | 0,6         | 0,08   | 0,9                | 12,6                        |
| Levadura    | 5            | 2,59             | 12,95   | 50,22              | 2,51   | 5,41            | 0,27   | 0,4        | 0,02   | 1,16        | 0,06   | 0,5                | 2,5                         |
| Bagazo      | 10           | 3,31             | 33,1    | 20,75              | 2,08   | 15,42           | 1,54   | 0,45       | 0,045  | 0,5         | 0,05   | 0,5                | 5                           |
| Grasa cerdo | 2,602        | 7,9              | 20,556  |                    |        |                 |        |            |        |             |        | 2                  | 5,204                       |
| H. Hueso    | 1,25         |                  |         |                    |        |                 |        | 32,1       | 0,4    | 14,2        | 0,18   | 1,2                | 1,5                         |
| H. Carne    | 1.5          | 2,32             | 3,48    | 56,1               | 0,84   |                 |        | 0,9        | 0,014  | 4,3         | 0,06   | 19,5               | 29,25                       |
| CaCO3       | 0,48         |                  |         |                    |        |                 |        | 40         | 0,192  |             |        | 0,8                | 0,384                       |
| Vit. Y Min. | 0,028        |                  |         |                    |        |                 |        |            |        |             |        | 0                  | 0                           |
| Lisina      | 0,01         |                  |         |                    |        |                 |        |            |        |             |        | 0,11               | 0,0011                      |
| Metionina   | 0,032        |                  |         |                    |        |                 |        |            |        |             |        | 0,01               | 0,00032                     |
| Sal         | 1            |                  |         |                    |        |                 |        |            |        |             |        | 0,5                | 0,5                         |
| Total       | 104,4        |                  | 340,006 |                    | 18     |                 | 4,3    |            | 0,702  |             | 0,6    |                    | 109,43942                   |

## RACION 2 DE INICIO

## MÉTOD PRUEBA Y ERROR

| Ingrediente | Insumo<br>Kg | Energía Mcal/Kg. |        | Proteína cruda (%) |        | Fibra cruda (%) |        | Calcio (%) |        | Fósforo (%) |        | Precio<br>(Bs./kg) | Costo total<br>(Bs/106,9kg) |
|-------------|--------------|------------------|--------|--------------------|--------|-----------------|--------|------------|--------|-------------|--------|--------------------|-----------------------------|
|             |              | Ingred.          | Aporte | Ingred.            | Aporte | Ingred.         | Aporte | Ingred.    | Aporte | Ingred.     | Aporte |                    |                             |
| Maiz        | 70           | 3,29             | 230,3  | 9,47               | 6,63   | 2,25            | 1,58   | 0,01       | 0,004  | 0,24        | 0,17   | 0,75               | 52,5                        |
| Torta soya  | 14           | 2,83             | 39,62  | 42                 | 5,88   | 6,5             | 0,91   | 0,2        | 0,028  | 0,6         | 0,08   | 0,9                | 12,6                        |
| Levadura    | 5            | 2,59             | 12,95  | 50,22              | 2,51   | 5,41            | 0,27   | 0,4        | 0,02   | 1,16        | 0,06   | 0,5                | 2,5                         |
| Bagazo      | 10           | 3,31             | 33,1   | 20,75              | 2,08   | 15,42           | 1,54   | 0,45       | 0,045  | 0,5         | 0,05   | 0,5                | 5                           |
| Grasa cerdo | 5,133        | 7,9              | 40,55  |                    |        |                 |        |            |        |             |        | 2                  | 10,266                      |
| H. Hueso    | 1,25         |                  |        |                    |        |                 |        | 32,1       | 0,4    | 14,2        | 0,18   | 1,2                | 1,5                         |
| H. Carne    | 1.5          | 2,32             | 3,48   | 56,1               | 0,84   |                 |        | 0,9        | 0,014  | 4,3         | 0,06   | 19,5               | 29,25                       |
| CaCO3       | 0,48         |                  |        |                    |        |                 |        | 40         | 0,192  |             |        | 0,8                | 0,384                       |
| Vit. Y Min. | 0,03         |                  |        |                    |        |                 |        |            |        |             |        | 0                  | 0                           |
| Lisina      | 0,01         |                  |        |                    |        |                 |        |            |        |             |        | 0,11               | 0,0011                      |
| Metionina   | 0,03         |                  |        |                    |        |                 |        |            |        |             |        | 0,01               | 0,0003                      |
| Sal         | 1            |                  |        |                    |        |                 |        |            |        |             |        | 0,5                | 0,5                         |
| Total       | 106,9        |                  | 360    |                    | 18     |                 | 4,297  |            | 0,702  |             | 0,6    |                    | 114,5014                    |

Fuente Elab. Propia

## Anexo 16.-

## RACI3N DE INICIO 3 M3TODU PRUEBA Y ERROR

| Ingrediente | Insumo | Energía Mcal/Kg. |        | Proteína cruda (%) |        | Fibra cruda (%) |        | Calcio (%) |        | F3sforo (%) |        | Precio<br>(Bs/kg) | Costo<br>(Bs/109,4kg) |
|-------------|--------|------------------|--------|--------------------|--------|-----------------|--------|------------|--------|-------------|--------|-------------------|-----------------------|
|             | Kg     | Ingred.          | Aporte | Ingred.            | Aporte | Ingred.         | Aporte | Ingred.    | Aporte | Ingred.     | Aporte |                   |                       |
| Maíz        | 70     | 3,293            | 230,51 | 9,47               | 6,629  | 2,25            | 1,575  | 0,01       | 0,004  | 0,24        | 0,17   | 0,75              | 52,5                  |
| Torta soya  | 14     | 2,83             | 39,62  | 42                 | 5,88   | 6,5             | 0,91   | 0,2        | 0,028  | 0,6         | 0,08   | 0,9               | 12,6                  |
| Levadura    | 5      | 2,593            | 12,965 | 50,22              | 2,511  | 5,41            | 0,27   | 0,4        | 0,02   | 1,156       | 0,06   | 0,5               | 2,5                   |
| Bagazo      | 10     | 3,313            | 33,13  | 20,75              | 2,075  | 15,42           | 1,542  | 0,45       | 0,045  | 0,497       | 0,05   | 0,5               | 5                     |
| Grasa cerdo | 7,632  | 7,9              | 60,293 |                    |        |                 |        |            |        |             |        | 2                 | 15,264                |
| H. Hueso    | 1,25   |                  |        |                    |        |                 |        | 32,1       | 0,4    | 14,2        | 0,18   | 1,2               | 1,5                   |
| H. Carne    | 1,5    | 2,32             | 3,48   | 56,1               | 0,84   |                 |        | 0,9        | 0,014  | 4,3         | 0,06   | 19,5              | 29,25                 |
| CaCO3       | 0,48   |                  |        |                    |        |                 |        | 40         | 0,192  |             |        | 0,8               | 0,384                 |
| Vit. Y Min. | 0,028  |                  |        |                    |        |                 |        |            |        |             |        | 0,001             | 0,000028              |
| Lisina      | 0,01   |                  |        |                    |        |                 |        |            |        |             |        | 0,11              | 0,0011                |
| Metionina   | 0,032  |                  |        |                    |        |                 |        |            |        |             |        | 0,01              | 0,00032               |
| Sal         | 1      |                  |        |                    |        |                 |        |            |        |             |        | 0,5               | 0,5                   |
| Total       | 109,4  |                  | 380    |                    | 18     |                 | 4,297  |            | 0,702  |             | 0,6    |                   | 119,499448            |

## RACI3N 1 PREACABADO.

| Ingrediente | Insumo | Energía Mcal/Kg. |        | Proteína cruda (%) |        | Fibra cruda (%) |        | Calcio (%) |        | F3sforo (%) |        | Precio<br>(Bs/kg) | Costo<br>(Bs/103,5kg) |
|-------------|--------|------------------|--------|--------------------|--------|-----------------|--------|------------|--------|-------------|--------|-------------------|-----------------------|
|             | Kg.    | Ingred.          | Aporte | Ingred.            | Aporte | Ingred.         | Aporte | Ingred.    | Aporte | Ingred.     | Aporte |                   |                       |
| Maíz        | 60     | 3,293            | 197,58 | 9,47               | 2,982  | 2,25            | 1,35   | 0,01       | 0,003  | 0,24        | 0,14   | 0,75              | 45                    |
| Torta soya  | 12     | 2,83             | 33,96  | 42                 | 5,04   | 6,5             | 0,78   | 0,2        | 0,024  | 0,6         | 0,07   | 0,9               | 10,8                  |
| Levadura    | 7      | 2,593            | 18,151 | 50,22              | 3,515  | 5,41            | 0,378  | 0,4        | 0,028  | 1,156       | 0,08   | 0,5               | 3,5                   |
| Bagazo      | 18     | 3,313            | 59,634 | 20,75              | 3,6    | 15,42           | 2,6    | 0,45       | 0,081  | 0,497       | 0,09   | 0,5               | 9                     |
| Grasa cerdo | 3,443  | 7,9              | 27,2   |                    |        |                 |        |            |        |             |        | 2                 | 6,886                 |
| H. Hueso    | 0,004  |                  | 0      |                    |        |                 |        | 32,1       | 0,116  | 14,2        | 0,05   | 1,2               | 0,0048                |
| H. Carne    | 1,5    | 2,32             | 3,48   | 56,1               | 0,034  |                 |        | 0,9        | 0,014  | 4,3         | 0,06   | 19,5              | 29,25                 |
| CaCO3       | 0,008  |                  |        |                    |        |                 |        | 40         | 0,336  |             |        | 0,8               | 0,0064                |
| Vit. Y Min. | 0,028  |                  |        |                    |        |                 |        |            |        |             |        | 0,001             | 0,000028              |
| Metionina   | 0,012  |                  |        |                    |        |                 |        |            |        |             |        | 0,01              | 0,00012               |
| Sal         | 1,5    |                  |        |                    |        |                 |        |            |        |             |        | 0,5               | 0,75                  |
| Total       | 103,5  |                  | 340    |                    | 15,171 |                 | 5,129  |            | 0,602  |             | 0,5    |                   | 105,1973              |

Fuente Elab. Propia.

**Anexo 17.-****Ración 2 Precabado****Método Prueba Y Error**

| Ingrediente | Insumo | Energía Mcal/Kg. |        | Proteína cruda (%) |        | Fibra cruda (%) |       | Calcio (%) |       | Fósforo (%) |       | Precio<br>Bs/kg | Costo<br>(Bs/106kg) |
|-------------|--------|------------------|--------|--------------------|--------|-----------------|-------|------------|-------|-------------|-------|-----------------|---------------------|
|             | Kg     | Ingred.          | Aporte | Ingred.            | Aporte | Ingred          | Aport | Ingred.    | Aport | Ingred      | Aport |                 |                     |
| Maiz        | 60     | 3,293            | 197,58 | 9,47               | 2,982  | 2,25            | 1,35  | 0,01       | 0,003 | 0,24        | 0,14  | 0,75            | 45                  |
| Torta soya  | 12     | 2,83             | 33,96  | 42                 | 5,04   | 6,5             | 0,78  | 0,2        | 0,024 | 0,6         | 0,07  | 0,9             | 10,8                |
| Levadura    | 7      | 2,593            | 18,151 | 50,22              | 3,515  | 5,41            | 0,378 | 0,4        | 0,028 | 1,156       | 0,08  | 0,5             | 3,5                 |
| Bagazo      | 18     | 3,313            | 59,634 | 20,75              | 3,6    | 15,42           | 2,775 | 0,45       | 0,081 | 0,497       | 0,09  | 0,5             | 9                   |
| Grasa cerdo | 5,974  | 7,9              | 47,195 |                    |        |                 |       |            |       |             |       | 2               | 11,948              |
| H. Hueso    | 0,004  |                  |        |                    |        |                 |       | 32,1       | 0,116 | 14,2        | 0,05  | 1,2             | 0,0048              |
| H. Carne    | 1,5    | 2,32             | 3,48   | 56,1               | 0,034  |                 |       | 0,9        | 0,014 | 4,3         | 0,06  | 19,5            | 29,25               |
| CaCO3       | 0,008  |                  |        |                    |        |                 |       | 40         | 0,336 |             |       | 0,8             | 0,0064              |
| Vit. Y Min. | 0,028  |                  |        |                    |        |                 |       |            |       |             |       | 0,001           | 0,000028            |
| Metionina   | 0,012  |                  |        |                    |        |                 |       |            |       |             |       | 0,01            | 0,00012             |
| Sal         | 1,5    |                  |        |                    |        |                 |       |            |       |             |       | 0,5             | 0,75                |
| Total       | 106    |                  | 360    |                    | 15,171 |                 | 5,283 |            | 0,602 |             | 0,5   |                 | 110,2593            |

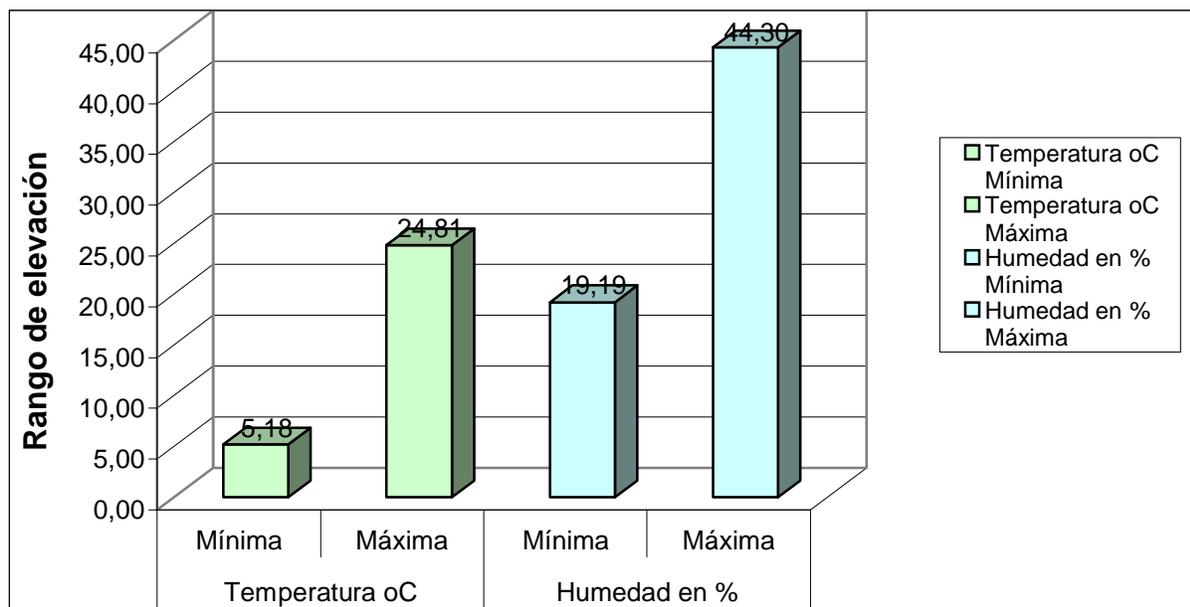
**RACIÓN 3 PREACABADO.**

| Ingrediente | Insumo | Energía Mcal/Kg. |        | Proteína cruda (%) |        | Fibra cruda (%) |        | Calcio (%) |        | Fósforo (%) |        | Precio<br>(Bs/kg) | Costo<br>(Bs/108,6kg) |
|-------------|--------|------------------|--------|--------------------|--------|-----------------|--------|------------|--------|-------------|--------|-------------------|-----------------------|
|             | Kg     | Ingred.          | Aporte | Ingred.            | Aporte | Ingred.         | Aporte | Ingred.    | Aporte | Ingred.     | Aporte |                   |                       |
| Maiz        | 60     | 3,293            | 197,58 | 9,47               | 2,982  | 2,25            | 1,35   | 0,01       | 0,003  | 0,24        | 0,14   | 0,75              | 45                    |
| Torta soya  | 12     | 2,83             | 33,96  | 42                 | 5,04   | 6,5             | 0,78   | 0,2        | 0,024  | 0,6         | 0,07   | 0,9               | 10,8                  |
| Levadura    | 7      | 2,593            | 18,151 | 50,22              | 3,515  | 5,41            | 0,378  | 0,4        | 0,028  | 1,156       | 0,08   | 0,5               | 3,5                   |
| Bagazo      | 18     | 3,313            | 59,634 | 20,75              | 3,6    | 15,42           | 2,775  | 0,45       | 0,081  | 0,497       | 0,09   | 0,5               | 9                     |
| Grasa cerdo | 8,506  | 7,9              | 67,197 |                    |        |                 |        |            |        |             |        | 2                 | 17,012                |
| H. Hueso    | 0,004  |                  |        |                    |        |                 |        | 32,1       | 0,116  | 14,2        | 0,05   | 1,2               | 0,0048                |
| H. Carne    | 1,5    | 2,32             | 3,48   | 56,1               | 0,034  |                 |        | 0,9        | 0,014  | 4,3         | 0,06   | 19,5              | 29,25                 |
| CaCO3       | 0,008  |                  |        |                    |        |                 |        | 40         | 0,336  |             |        | 0,8               | 0,0064                |
| Vit. Y Min. | 0,028  |                  |        |                    |        |                 |        |            |        |             |        | 0,001             | 0,000028              |
| Metionina   | 0,012  |                  |        |                    |        |                 |        |            |        |             |        | 0,01              | 0,00012               |
| Sal         | 1,5    |                  |        |                    |        |                 |        |            |        |             |        | 0,5               | 0,75                  |
| Total       | 108,6  |                  | 380    |                    | 15,171 |                 | 5,283  |            | 0,602  |             | 0,5    |                   | 115,3233              |

Fuente Elab. Propia.

## Anexo 18.-

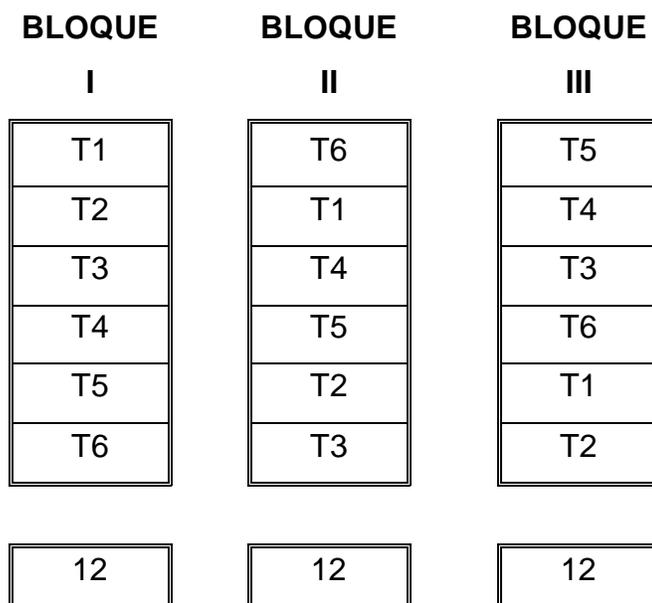
Figura 42: Promedios de temperatura y Humedad relativa.



Cuadro 16: Composición de alimentos (Análisis bromatológico).

| Alimentos concentrados | Materia Seca | Proteína cruda | Fibra cruda | Ext.libre de N. | Calcio | Fósforo | Extracto etéreo | Ceniza | EM Mcal/Kg. corregidas |
|------------------------|--------------|----------------|-------------|-----------------|--------|---------|-----------------|--------|------------------------|
| Bagazo de cervecía     | 92.4         | 20.75          | 15.42       | 43.27           | 0.45   | 0.497   | 10.1            | 3.4    | 3.313                  |
| Torta de soya          | 81.24        | 42             | 6.5         | 35.8            | 0.2    | 0.6     | 3.5             | 6.0    | 2.830                  |
| Levadura de cerveza    | 91.00        | 50.22          | 5.41        | 28.65           | 0.40   | 1.156   | 0.62            | 6.1    | 2.593                  |
| Harina de maíz         | 86.0         | 9.7            | 2.25        | 53.45           | 0.005  | 0.24    | 2.0             | 1.80   | 3.293                  |

Fuente: Modificado de Marcelina, P.(2002) Utilización de residuos de leche de soya y cervecía en la alimentación de cerdos.

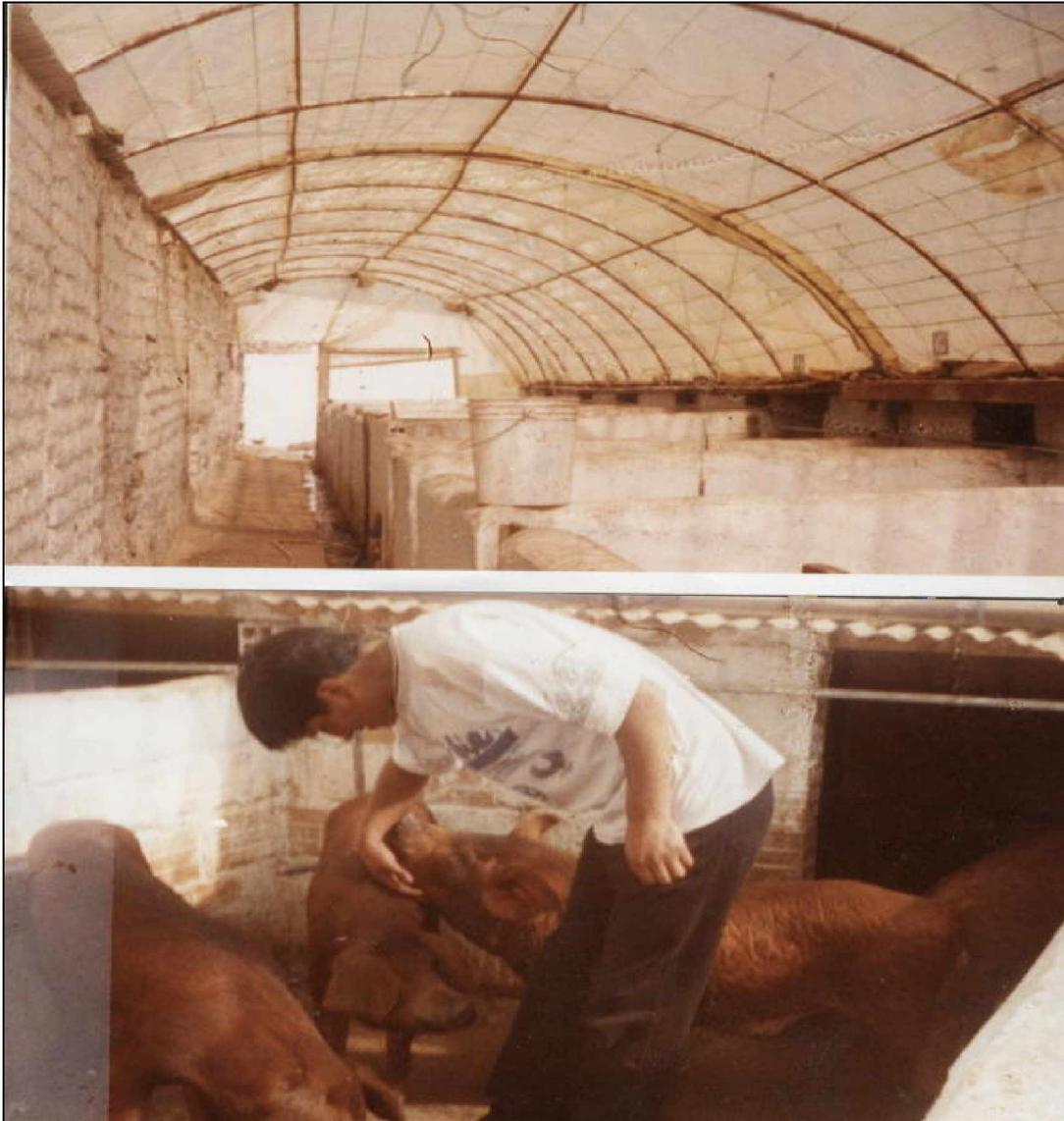
**Anexo 19.-****Croquis del experimento.****Cuadro 17: Niveles de Energía y Consumo de Alimento en la fase de preacabado.**

| Nivel de energía | Consumo de alimento (kg/día) |
|------------------|------------------------------|
| 3.8 Mcal/kg      | 2.15                         |
| 3.6 Mcal/kg      | 2.04                         |
| 3.4 Mcal/kg      | 2.01                         |

**Anexo 20.-**

**FOTOGRAFIA 4: Instalaciones Internas de la granja “San Silvestre”**

**Ambiente con uno de los tratamientos y sus respectivos animales**

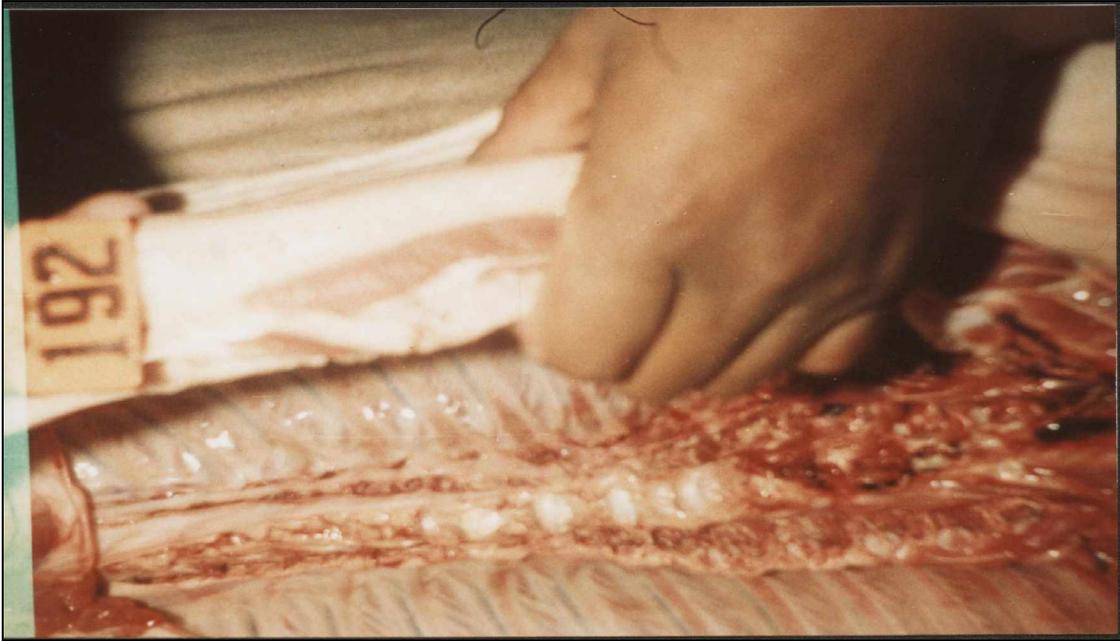


Fuente Elab. Propia.

Anexo 21.-

Fotografía de 2 animales faenados (A y B) que fueron alimentados con una dieta de 3.8 Mcal/kg de energía.

A



B



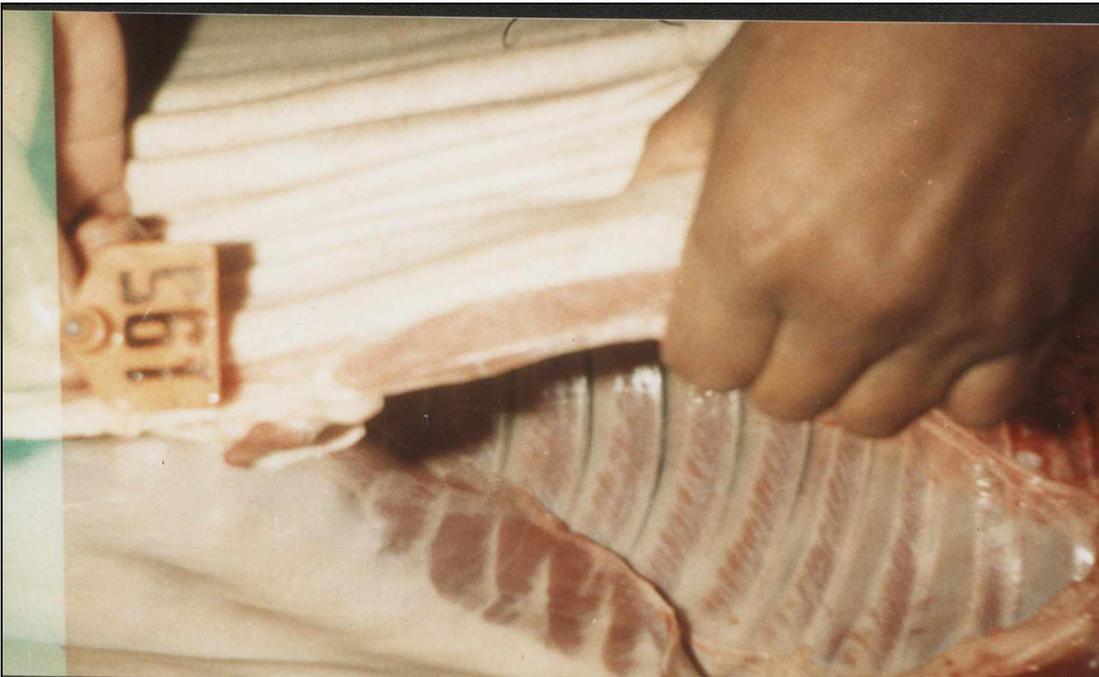
**Anexo 22.-**

**Fotografía de 2 animales faenados (C y D) que fueron alimentados con una dieta de 3.6 Mcal/kg de energía.**

C



D



Anexo 23.-

Fotografía de 2 animales faenados (E y F) que fueron alimentados con una dieta de 3.4 Mcal/kg de energía.

E



F



## Anexo 24

## Resumen de los factores en estudio

| Variables   | A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> | A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> | A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> | A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> |
|---|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Nivel de Energía (Tratamiento Mcal/kg)              | 3.4<br>Mcal/kg                | 3.6<br>Mcal/kg                | 3.8<br>Mcal/kg                | 3.4<br>Mcal/kg                | 3.6<br>Mcal/kg                | 3.8<br>Mcal/kg                |
| Duración del tratamiento en Días                    | 105                           | 105                           | 105                           | 105                           | 105                           | 105                           |
| Peso (Compra kg)                                    | 6,5                           | 7                             | 6,8                           | 6,4                           | 7,5                           | 7,3                           |
| Peso final de adaptación (kg)                       | 13,8                          | 13,8                          | 13,5                          | 13,5                          | 13,3                          | 13,8                          |
| Peso final (Tratamiento kg)                         | 62                            | 66,3                          | 67,2                          | 69,5                          | 70,5                          | 72,3                          |
| Ganancia de peso( Fase Inicio kg)                   | 25,8                          | 24,8                          | 26,3                          | 23,2                          | 24,2                          | 25,8                          |
| Ganancia de peso( Fase Crecimiento kg)              | 40,3                          | 41,8                          | 41,8                          | 41,8                          | 44                            | 43,8                          |
| Ganancia Media Diaria(Fase Inicio kg)               | 0,372                         | 0,367                         | 0,428                         | 0,322                         | 0,361                         | 0,416                         |
| Ganancia Media Diaria(Fase Crecimiento kg)          | 0,443                         | 0,476                         | 0,472                         | 0,472                         | 0,511                         | 0,507                         |
| Ganancia Media Diaria(Fase Precabado kg)            | 0,460                         | 0,500                         | 0,511                         | 0,543                         | 0,535                         | 0,561                         |
| Consumo Alimento (Fase inicio kg)                   | 1,2                           | 1,2                           | 1,2                           | 1,2                           | 1,2                           | 1,2                           |
| Consumo Alimento (Fase Crecimiento kg)              | 1,773                         | 1,753                         | 1,772                         | 1,778                         | 1,795                         | 1,800                         |
| Consumo Alimento (Fase Precabado kg)                | 1,94                          | 2,01                          | 2,11                          | 2,10                          | 2,08                          | 2,20                          |
| Índice de Conversión Alimenticia (Fase Inicio)      | 3,30                          | 3,40                          | 2,80                          | 3,80                          | 3,30                          | 2,90                          |
| Índice de Conversión Alimenticia (Fase Crecimiento) | 4,02                          | 3,762                         | 3,76                          | 3,77                          | 3,517                         | 3,55                          |
| Índice de Conversión Alimenticia (Fase Precabado)   | 4,213                         | 4,023                         | 4,133                         | 3,863                         | 3,893                         | 3,92                          |
| Grasa dorsal mm (Fase inicio Pto B)                 | 7,17                          | 7,33                          | 8                             | 7                             | 7,67                          | 8,17                          |
| Grasa dorsal mm (Fase Crecimiento Pto B)            | 10,333                        | 10,167                        | 11,000                        | 8,500                         | 9,667                         | 10,167                        |
| Grasa dorsal mm (Fase Precabado Pto B)              | 10,8                          | 11,3                          | 12                            | 10,7                          | 11,2                          | 11,3                          |

Tratamientos: A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>, A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>, A<sub>1</sub>B<sub>3</sub> Machos Castrados  
 A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>, A<sub>2</sub>B<sub>3</sub> Hembras.  
 (3.4 - 3.6 - 3.8)Mcal/kg de Energía.

Fuente. Elab. Propia.