

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



**Evaluación del uso de vísceras de pollo y melaza en la alimentación  
de Cerdos (YORKSHIRE X LANDRACE) en la etapa de  
finalización.**

**Por:**

**CARLOS ROMERO ROMERO.**

**RAÚL ALEXANDER SALAMANCA ARIAS.**

**JOSÉ ARNOLDO SARAVIA MARAVILLA.**

**Requisito para Optar al Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**SAN MIGUEL, MARZO DE 2,006**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

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

**SECRETARIA GENERAL:** LICDA. MARGARITA DE RIVAS.

**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL**

**DECANO:** ING. AGR. JUAN FRANCISCO MÁRMOL CANJURA.

**SECRETARIA:** LICDA. LOURDES ELIZABETH PRUDENCIO COREAS.

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS.**

ING. AGR. GERMAN EMILIO CHEVEZ.

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

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

**DOCENTE ASESOR:**

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

ING. AGR. JUAN FRANCISCO MÁRMOL CANJURA.

## **RESUMEN.**

En El Salvador la explotación porcina se ve reducida considerablemente debido a los altos costos de alimentación de los concentrados comerciales y por consiguiente su rentabilidad también se ve reducida. Por lo que se hace necesario buscar y utilizar métodos alimenticios alternativos como son utilización de subproductos agroindustriales (vísceras de pollo, harina de olote y melaza) que contengan propiedades proteicas y energéticas (harina de maíz).

En nuestra investigación la principal finalidad es comprobar si los cerdos en desarrollo continúan con el mismo comportamiento que en su etapa anterior (crecimiento) pues, se utilizaron los mismos tratamientos con los mismos ingredientes en la ración, a excepción de un tratamiento (harina de soya + harina de olote + melaza) debido a su bajo rendimiento. Posteriormente comprobamos si la inclusión de subproductos agroindustriales (vísceras de pollo, melaza y harina de olote) y un producto agropecuario (harina de maíz) ofrecía los mismos rendimientos que cerdos alimentados con solo concentrado comercial.

La investigación se llevo a cabo en la Unidad de Investigación Agropecuaria (UNIAGRO), de la Facultad Multidisciplinaria Oriental (FMO) Universidad de El Salvador (UES). Se evaluaron tres tratamientos: T0 (concentrado comercial), T1 (vísceras + harina de olote + melaza), T2 (vísceras + harina de olote + harina de maíz). Todas las dietas fueron iso proteicas al 15% PT, el diseño estadístico que se utilizo fue completamente al azar con cinco repeticiones de cada tratamiento. Las variables evaluadas fueron 1. Peso vivo, 2. Ganancia diaria de peso, 3. Consumo de alimento, 4. Conversión alimenticia, 5. análisis económico.

Los resultados en cuanto a peso al final del experimento fueron = 89.6363 vrs T2 = 91.1364kg. Estadísticamente iguales es decir no significativos, pero superiores en un 99% de probabilidad a T1 = 70.5454 kg. Que es la dieta que contenía vísceras de pollo, harina de olote y melaza. Seguidamente la segunda variable ganancia diaria de peso resulto ser T0= 0.6473 vrs T2 = 0.5891kg, no significativo pero comparado a T1= 0.4841kg. Resultaron superiores en un 99% de probabilidad. Con respecto al consumo de alimento no existió ninguna variación a la anterior variable, siempre T0 = 2.0158 vrs T2 = 2.1017kg. Resulto no significativo entre si y si superiores estadísticamente en un 99% de T2 a T1= 1.6240kg. y T0 YT1 en un 95%. Como consecuencia de todo lo anterior la conversión alimenticia resulto ser no significativa entre los tratamientos durante todo el ensayo y finalmente el análisis económico reflejo una superioridad de T2= \$1.27 sobre T1 = \$1.14, y por ultimo T0 = \$1.12 basado en la relación beneficio costo (B/C).

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación se recomienda: 1. Las vísceras de pollo en combinación con la harina de olote y harina de maíz representa una excelente alternativa para sustituir el concentrado comercial siempre y cuando se sigan las medidas necesarias y se minimice los costos para obtener mejor rentabilidad. 2. La combinación de vísceras de pollo con melaza y harina de olote ofrecen una segunda alternativa para alimentar cerdos en etapa de desarrollo y por ultimo T0 que representa la ultima alternativa debido a que siempre se obtienen ganancias.

## **AGRADECIMIENTO.**

- A DIOS TODO PODEROSO: por darnos sabiduría y tenacidad para poder culminar nuestra meta de ser profesional.
- A NUESTROS ASESORES: por guiar, enseñar y orientar en nuestra tesis, por sus sabios consejos y regaños que nos ayudaron a finalizar nuestra carrera.
- A LA F. M. O.: por albergarnos en sus instalaciones y proporcionarnos tanto a los docentes como a los compañeros que de una u otra forma nos ayudaron.
- A LA EMPRESA AVÍCOLA CAMPESTRE: por proporcionarnos las vísceras de pollo sin ningún obstáculo siempre y cuando estuviesen disponibles.
- A LA GRANJA MIGUELEÑA: por ayudarnos cuando nos faltaban vísceras de pollo y orientarnos en donde se podían obtener más.

A NUESTROS COMPAÑEROS: por sus preguntas y comentarios en pro de nuestra tesis, especialmente a Marta y Duke por su valiosa colaboración.

### **DEDICATORIA.**

- A DIOS TODO PODEROSO: por haberme dado la fuerza y la iluminación necesaria para culminar mi carrera.
- A MI MADRE Y PADRE: Antonina Romero y José Dolores Romero por su apoyo constante.
- A MIS HERMANOS Y HERMANAS: a todos y todas.
- A MI ESPOSA: Sara Noemí Amaya por su constante apoyo y comprensión.
- A MIS HIJOS: Luis Enrique y Carlos Josué.

**CARLOS ROMERO ROMERO**

**DEDICATORIA.**

- A DIOS TODO PODEROSO Y JESUCRISTO: por permitirme finalizar mi sueño, por darme sabiduría y paciencia ante los problema y obstáculos que se me presentaron a lo largo de mi carrera.
- A MI PADRE: José Eladio Salamanca (de grata recordación) por haberme engendrado en una familia tan noble y sensata y dejarme la posibilidad de decidir sobre mi futuro.
- A MI MADRE: Maria Coralia Arias Vde de Salamanca por estar siempre a mi lado, por darme sus sabios consejos por saberme tener paciencia y confianza y por ser padre y madre a la vez.
- A MIS HERMANOS Y HERMANAS: Jorge, Betty, Odexa, Digna y Héctor Eladio por apoyarme incondicionalmente en todo mi camino, por sus regaños y consejos que sin ellos todo hubiera sido más difícil.
- A MIS TÍOS Y TÍAS: por comprender lo difícil de mi situación y ayudarme en todo lo que ellos y ellas podían.
- A MIS PRIMOS Y PRIMAS: por estar siempre con migo, apoyándome y diciéndome que si yo quería ser profesional que lo intentara que si podía.
- A MIS COMPAÑEROS DE TESIS: Carlos y Arnoldo por tenerme gran confianza en que la tesis saldría bien y no dudar nunca de mi capacidad.
- A DANIEL Y CECILIA: por haberme colaborado en toda la tesis desde el inicio hasta el final con sus sabios consejos y recomendaciones.



**RAUL ALEXANDER SALAMANCA**

**DEDICATORIA.**

- A DIOS: por permitirme alcanzar la meta propuesta y a la santa virgen que me capacitan para amarlos más y servir mejor a mi prójimo.
- A MIS PADRES: José Saúl Saravia y Mercedes Maravilla por la dedicación, esfuerzo y cariño que me han dado durante todo mis estudios.
- A MIS HERMANOS Y HERMANAS: por toda su ayuda y apoyo que me dieron en toda su preparación.
- A MIS TÍOS: por el apoyo y cariño emocional que me brindaron siempre.
- A MIS PRIMOS: por todo su apoyo y comprensión.
- A MIS DOCENTES: especialmente al Ing. Guevara y Ing. Canjura por toda su ayuda gracias.
- A MIS COMPAÑEROS: por toda su comprensión y apoyo que me brindaron siempre Raúl y Carlos.

**JOSE ARNOLDO SARAVIA MARAVILLA**

## ÍNDICE.

| <b>Contenido.</b>                   | <b>Página.</b> |
|-------------------------------------|----------------|
| RESUMEN.....                        | iv             |
| AGRADECIMIENTOS.....                | vi             |
| DEDICATORIAS.....                   | vii            |
| ÍNDICE GENERAL.....                 | x              |
| ÍNDICE DE CUADROS.....              | xv             |
| ÍNDICE DE FIGURA.....               | xxiii          |
| 1. INTRODUCCIÓN.....                | 1              |
| 2. REVISIÓN DE LITERATURA.....      | 3              |
| 2.1. Generalidades del              |                |
| cerdo.....                          | 3              |
| 2.1.1. Origen.....                  | 3              |
| 2.1.2. Clasificación Zoológica..... | 3              |
| 2.1.3. Razas.....                   | 4              |
| 2.1.3.1. Raza Landrace.....         | 4              |
| 2.1.3.2. Raza Duroc.....            | 4              |
| 2.1.3.3. Raza Yorkshire.....        | 5              |
| 2.1.4. Elección de una raza.....    | 5              |
| 2.1.5. Cruce de razas.....          | 5              |
| 2.1.6. Alojamiento.....             | 6              |
| 2.1.7. Factores ambientales y       |                |
| físicos.....                        | 6              |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 2.1.7.1. | Temperatura.....  | 6  |
|          | .   |    |
| 2.1.7.2. | Ventilación.....  | 7  |
| 2.1.7.3. | Humedad del aire.....                                     | 7  |
| 2.1.7.4. | Iluminación.....  |    |
|          |   | 7  |
| 2.2.     | Anatomía y fisiología del aparato digestivo de cerdo..... | 8  |
| 2.2.1.   | Anatomía.....   | 8  |
| 2.2.1.1. | Boca.....   | 8  |
| 2.2.1.2. | Dientes.....  |    |
|          | .   | 9  |
| 2.2.1.3. | Faringe.....  |    |
|          | .   | 9  |
| 2.2.1.4. | Esófago.....  | 9  |
| 2.2.1.5. | Estómago.....   | 9  |
| 2.2.1.6. | Intestino delgado.....                                    | 10 |
| 2.2.1.7. | Intestino grueso.....                                     | 10 |
| 2.2.1.8. | Recto.....  | 11 |
| 2.2.1.9. | Ano.....  | 11 |
| 2.2.2.   | Fisiología.....   |    |
|          | .   | 12 |
| 2.3.     | Proceso digestivo del cerdo.....                          |    |

|   |    |
|---|----|
| 2.4. Necesidades nutricionales del cerdo.....                                       | 13 |
| 2.4.1. Valor nutritivo de los alimentos.....  | 13 |
| 2.4.1.1. Grasa.....   | 14 |
| 2.4.1.2. Proteína.....  | 15 |
| 2.4.1.3. Aminoácidos.....   | 16 |
| 2.4.1.4. Vitaminas.....   | 17 |
| 2.4.1.5. Minerales.....   | 20 |
| 2.4.1.6. Agua.....  | 25 |
| 2.5. Etapas de desarrollo del cerdo.....  | 26 |
| 2.5.1. Destete.....   | 26 |
| 2.5.2. Crecimiento.....   | 27 |
| 2.5.3. Terminación.....   | 27 |
| 2.6. Rendimiento.....   | 28 |
| 2.6.1. Consumo de alimento y ganancia de peso.....                                  | 28 |
| 2.6.2. Peso vivo y rendimiento en canal.....  | 28 |
| 2.7. Utilización de sub-productos agro-industriales en la alimentación porcina..... | 29 |
| 2.7.1. Sub-productos de origen animal.....  | 29 |
| 2.7.1.1. Vísceras.....  | 30 |
| 2.7.1.2. Harina de carne.....   | 31 |

|            |  |    |
|------------|--|----|
| 2.7.1.3.   | Harina de<br>pescado.....  | 32 |
| 2.7.1.4.   | Harina de sangre.....  | 34 |
| 2.7.2.     | Utilización de productos y sub-productos de origen<br>vegetal..... | 35 |
| 2.7.2.1.   | Melaza.....  | 35 |
| 2.7.2.1.1. | Ventaja del uso de melaza en la<br>alimentación de cerdos.....     | 37 |
| 2.7.2.1.2. | Desventaja del uso de melaza en<br>la alimentación de cerdos.....  | 38 |
| 2.7.2.2.   | El maíz ( <i>Zea mays</i> ).....                                   | 40 |
| 2.7.2.2.1. | Olote molido.....  | 42 |
| 3.         | MATERIALES Y MÉTODOS.....  | 44 |
| 3.1.       | Generalidades.....   | 44 |
| 3.1.1.     | Localización<br>geográfica.....                                    | 44 |
| 3.1.2.     | Características climáticas del<br>lugar.....                       | 44 |
| 3.1.3.     | Duración del estudio.....  | 44 |
| 3.1.3.1.   | Fase pre-experimental.....   | 44 |
| 3.1.3.2.   | Fase experimental.....   | 45 |
| 3.2.       | Materiales.....  | 45 |
| 3.2.1.     | Unidades experimentales.....                                       | 45 |
| 3.2.2.     | Instalaciones.....   | 46 |

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 3.2.3. Equipo.....                   | 46 |
| 3.3. Metodología                     |    |
| experimental.....                    | 46 |
| 3.3.1. Limpieza y desinfección.....  |    |
| 46                                   |    |
| 3.3.2. Alimentación.....             | 47 |
| 3.3.3. Metodología estadística.....  | 47 |
| 3.3.3.1. Diseño experimental.....    | 47 |
| 3.3.3.1.1. Modelo estadístico.....   | 47 |
| 3.3.3.2. Prueba                      |    |
| estadística.....                     | 48 |
| 3.3.4. Factor en                     |    |
| estudio.....                         | 49 |
| 3.3.5. Tratamiento                   |    |
| evaluados.....                       | 49 |
| 3.3.6. Variables en estudio.....     | 49 |
| 3.3.7. Toma de datos.....            | 49 |
| 3.3.7.1. Peso vivo                   |    |
| promedio.....                        | 49 |
| 3.3.7.2. Ganancia diaria promedio de |    |
| peso.....                            | 50 |
| 3.3.7.3. Consumo de alimento         |    |
| promedio.....                        | 50 |
| 3.3.7.4. Conversión                  |    |
| alimenticia.....                     | 50 |
| 3.3.7.5. Análisis económica.....     | 50 |

|   |     |
|---|-----|
| 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....                | 51  |
| 4.1. Peso vivo promedio.....                  | 51  |
| 4.2. Ganancia diaria promedio de<br>peso..... | 62  |
| 4.3. Consumo de alimento promedio.....        | 72  |
| 4.4. Conversión alimenticia.....              | 83  |
| 4.5. Análisis<br>económica.....               | 93  |
| 5. CONCLUSIONES.....                          | 99  |
| 6. RECOMENDACIONES.....                       | 101 |
| 7. BIBLIOGRAFÍA.....                          | 102 |
| 8. ANEXOS.....                                | 108 |

## ÍNDICE DE CUADROS

| <b>CUADRO.</b>  | <b>Página</b> |
|---|---------------|
| 1. Necesidades de proteínas para cerdos en crecimiento y terminación..... | 16            |
| 2. Necesidades de minerales para cerdos en crecimiento y terminación..... | 24            |
| 3. Composición de las vísceras de pollo.....                              | 31            |
| 4. Resultado del uso de harina de sangre bovina.....                      | 35            |
| 5. Composición de la melaza de caña de azúcar.....                        | 37            |
| 6. Resultado del uso de melaza en combinación con concentrado.....        | 38            |



|     |  |    |
|-----|--|----|
| 7.  | Diferentes niveles de melaza para cerdos en crecimiento y acabado.....   | 39 |
| 8.  | Elementos que contiene el grano de maíz.....   | 41 |
| 9.  | Componentes totales de la harina de olote.....   | 43 |
| 10. | Resumen de peso vivo (kg.) promedio por cerdo en cada tratamiento y por semana desde el inicio hasta el final del estudio  | 52 |
| 11. | Peso vivo (kg.) por tratamiento y variabilidad y eficiencia al final del estudio (56 días).....  | 56 |
| 12. | Resumen de ganancia diaria de peso promedio (kg.) acumulada por cerdo en cada tratamiento y por semana desde el inicio hasta el final del estudio (56 días)..... | 65 |
| 13. | Ganancia diaria de peso promedio (kg.) acumulada por tratamiento, variabilidad y eficiencia productiva al final de la fase experimental.....                     | 67 |

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 14.  | Resumen de consumo diario de alimento acumulado (kg.) por cerdo en cada tratamiento y por semana desde el inicio hasta el final del estudio.....      | 73  |
| 15.  | Consumo de alimento diario acumulado (kg.) por cerdo y tratamiento, variabilidad y eficiencia productiva al final del estudio.....                    | 76  |
| 16.  | Resumen de conversión alimenticia promedio (kg.) acumulada por cerdo en cada tratamiento y por semana desde el inicio hasta el final del estudio..... | 86  |
| 17.  | Conversión alimenticia promedio (kg.) acumulada por tratamiento y variabilidad al final del estudio.....  | 88  |
| 18.  | Evaluación económica por cerdo en cada uno de los tratamiento en estudio.....   | 94  |
| A-1. | Peso vivo (kg.) por cerdo en cada tratamiento al inicio de la fase experimental (117 días de edad).....   | 109 |
| A-2. | Análisis de varianza para el peso vivo (kg.) por cerdo en cada tratamiento al inicio de la fase experimental (117 días de edad)...                    | 109 |
| A-3. | Prueba de Duncan para el peso vivo (kg) por cerdo en cada tratamiento al final de la fase experimental (117 días de edad).....                        | 110 |

|   |     |
|---|-----|
| A-4. Peso vivo (kg.) por cerdo en cada tratamiento al final del primer período (7 días de estudio).....                           | 111 |
| A-5. Análisis de varianza para el peso vivo (kg.) por cerdo en cada tratamiento al final de los 7 días de estudio.....            | 111 |
| A-6. Prueba de Duncan para el peso vivo (kg) por cerdo en cada tratamiento al final del primer período (7 días de estudio).....   | 112 |
| A-7. Peso vivo (kg.) por cerdo en cada tratamiento al final del segundo período (14 días de estudio).....                         | 113 |
| A-8. Análisis de varianza para el peso vivo (kg.) por cerdo en cada tratamiento al final de los 14 días de estudio.....           | 113 |
| A-9. Peso vivo (kg.) por cerdo en cada tratamiento al final del tercer período (21 días de estudio).....                          | 114 |
| A-10. Análisis de varianza para el peso vivo (kg.) por cerdo en cada tratamiento al final de los 21 días de estudio.....          | 114 |
| A-11. Prueba de Duncan para el peso vivo (kg) por cerdo en cada tratamiento al final del tercer período (21 días de estudio)..... | 115 |

|   |     |
|---|-----|
| A-12. Peso vivo (kg.) por cerdo en cada tratamiento al final del cuarto período (28 días de estudio).....                         | 116 |
| A-13. Análisis de varianza para el peso vivo (kg.) por cerdo en cada tratamiento al final de los 28 días de estudio.....          | 116 |
| A-14. Prueba de Duncan para el peso vivo (kg) por cerdo en cada tratamiento al final del cuarto período (28 días de estudio)..... | 117 |
| A-15. Peso vivo (kg.) por cerdo en cada tratamiento al final del quinto período (35 días de estudio).....                         | 118 |
| A-16. Análisis de varianza para el peso vivo (kg.) por cerdo en cada tratamiento al final de los 35 días de estudio.....          | 118 |
| A-17. Prueba de Duncan para el peso vivo (kg) por cerdo en cada tratamiento al final del quinto período (35 días de estudio)..... | 119 |
| A-18. Peso vivo (kg.) por cerdo en cada tratamiento al final del sexto período (42 días de estudio).....                          | 120 |
| A-19. Análisis de varianza para el peso vivo (kg.) por cerdo en cada tratamiento al final de los 42 días de estudio.....          | 120 |
| A-20. Prueba de Duncan para el peso vivo (kg) por cerdo en cada tratamiento al final del sexto período (42 días de estudio).....  | 121 |
| A-21. Peso vivo (kg.) por cerdo en cada tratamiento al final del séptimo período (49 días de estudio).....                        | 122 |
| A-22. Análisis de varianza para el peso vivo (kg.) por cerdo en cada tratamiento al final de los 49 días de estudio.....          | 122 |

|  |     |
|--|-----|
| A-23. Prueba de Duncan para el peso vivo (kg) por cerdo en cada tratamiento al final del séptimo período (49 días de estudio)..... | 123 |
| A-24. Peso vivo (kg.) por cerdo en cada tratamiento al final del octavo período (56 días de estudio).....                          | 124 |
| A-25. Análisis de varianza para el peso vivo (kg.) por cerdo en cada tratamiento al final de los 56 días de estudio.....           | 124 |
| A-26. Prueba de Duncan para el peso vivo (kg) por cerdo en cada tratamiento al final del octavo período (56 días de estudio).....  | 125 |
| A-27. Ganancia diaria de peso (kg) por cerdo acumulado al final del primer período (7 días de estudio).....                        | 126 |
| A-28. Análisis de varianza de ganancia diaria de peso (kg) por cerdo acumulada durante los primeros 7 días de estudio.....         | 126 |
| A-29. Ganancia diaria de peso (kg) por cerdo acumulado al final del segundo período (14 días de estudio).....                      | 127 |
| A-30. Análisis de varianza de ganancia diaria de peso (kg) por cerdo acumulada durante los 14 días de estudio.....                 | 127 |
| A-31. Ganancia diaria de peso (kg) por cerdo acumulado al final del tercer período (21 días de estudio).....                       | 128 |
| A-32. Análisis de varianza de ganancia diaria de peso (kg) por cerdo acumulada durante los 21 días de estudio.....                 | 128 |

|  |     |
|--|-----|
| A-33. Ganancia diaria de peso (kg) por cerdo acumulado al final del cuarto período (28 días de estudio).....                           | 129 |
| A-34. Análisis de varianza de ganancia diaria de peso (kg) por cerdo acumulada durante los 28 días de estudio.....                     | 129 |
| A-35. Ganancia diaria de peso (kg) por cerdo acumulado al final del quinto período (35 días de estudio).....                           | 130 |
| A-36. Análisis de varianza de ganancia diaria de peso (kg) por cerdo acumulada durante los 35 días de estudio.....                     | 130 |
| A-37. Ganancia diaria de peso (kg) por cerdo acumulado al final del sexto período (42 días de estudio).....                            | 131 |
| A-38. Análisis de varianza de ganancia diaria de peso (kg) por cerdo acumulada durante los 42 días de estudio.....                     | 131 |
| A-39. Ganancia diaria de peso (kg) por cerdo acumulado al final del séptimo período (49 días de estudio).....                          | 132 |
| A-40. Análisis de varianza de ganancia diaria de peso (kg) por cerdo acumulada durante los 49 días de estudio.....                     | 132 |
| A-41. Prueba de Duncan para la ganancia diaria de peso (kg) por cerdo acumulado al final del séptimo período (49 días de estudio)..... | 133 |
| A-42. Ganancia diaria de peso (kg) por cerdo acumulado al final del octavo período (56 días de estudio).....                           | 134 |
| A-43. Análisis de varianza de ganancia diaria de peso (kg) por cerdo acumulada durante los 56 días de estudio.....                     | 134 |
| A-44. Prueba de Duncan para la ganancia diaria de peso (kg) por cerdo acumulado al final del octavo período (56 días de estudio).....  | 135 |

|  |     |
|--|-----|
| A-45. Consumo de alimento promedio acumulado (kg.) por cerdo en cada tratamiento durante el estudio (56 días).....                                       | 136 |
| A-46. Análisis de varianza para el consumo de alimento promedio acumulado (kg) por cerdo en cada tratamiento durante el estudio (56 días).....           | 136 |
| A-47. Prueba de Duncan para el consumo de alimento promedio acumulado (kg.) por cerdo en cada tratamiento durante el estudio (56 días).....              | 137 |
| A-48. Consumo de alimento promedio acumulado (kg) por cerdo en cada tratamiento y período durante el estudio (56 días).....                              | 138 |
| A-49. Análisis de varianza para el consumo de alimento promedio acumulado (kg) por cerdo en cada tratamiento y período durante el estudio (56 días)..... | 138 |
| A-50. Consumo de alimento promedio real (kg) por cerdo en cada tratamiento durante el estudio (56 días).....   | 139 |
| A-51. Análisis de varianza para el consumo de alimento promedio real (kg) por cerdo en cada tratamiento durante el estudio (56 días)...                  | 139 |
| A-52. Prueba de Duncan para consumo de alimento promedio real (kg) por cerdo en cada tratamiento durante el estudio (56 días).....                       | 140 |

|   |     |
|---|-----|
| A-53. Consumo de alimento promedio real (kg) por cerdo en cada tratamiento y período durante el estudio (56 días).....                              | 141 |
| A-54. Análisis de varianza para el consumo de alimento promedio real (kg) por cerdo en cada tratamiento y período durante el estudio (56 días)..... | 141 |
| A-55. Conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final del primer período (7 días de estudio).....                                 | 142 |
| A-56. Análisis de varianza para la conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final de los 7 días de estudio.....                  | 142 |
| A-57. Conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final del segundo período (14 días de estudio).....                               | 143 |
| A-58. Análisis de varianza para la conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final de los 14 días de estudio.....                 | 143 |
| A-59. Conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final del tercer período (21 días de estudio).....                                | 144 |
| A-60. Análisis de varianza para la conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final de los 21 días de estudio.....                 | 144 |
| A-61. Conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final del cuarto período (28 días de estudio).....                                | 145 |
| A-62. Análisis de varianza para la conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final de los 28 días de estudio.....                 | 145 |



|   |     |
|---|-----|
| A-63. Prueba de Duncan para la conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final del cuarto período (28 días de estudio)..... | 146 |
| A-64. Conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final del quinto período (35 días de estudio).....                          | 147 |
| A-65. Análisis de varianza para la conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final de los 35 días de estudio.....           | 147 |
| A-66. Prueba de Duncan para la conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final del quinto período (35 días de estudio)..... | 148 |
| A-67. Conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final del sexto período (42 días de estudio).....                           | 149 |
| A-68. Análisis de varianza para la conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final de los 42 días de estudio.....           | 149 |
| A-69. Prueba de Duncan para la conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final del sexto período (42 días de estudio).....  | 150 |
| A-70. Conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final del séptimo período (49 días de estudio).....                         | 151 |
| A-71. Análisis de varianza para la conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final de los 49 días de estudio.....           | 151 |

|  |     |
|--|-----|
| A-72. Prueba de Duncan para la conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final del séptimo período (49 días de estudio)..... | 152 |
| A-73. Conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final del octavo período (56 días de estudio).....                           | 153 |
| A-74. Análisis de varianza para la conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final de los 56 días de estudio.....            | 153 |
| A-75. Prueba de Duncan para la conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final del octavo período (28 días de estudio).....  | 154 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

| <b>Figura.</b>   | <b>Página</b> |
|--|---------------|
| 1. Peso vivo (kg.) promedio por tratamiento por semana desde el inicio hasta el final del estudio..... | 53            |

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 2.  | Peso vivo (kg.) por tratamiento y variabilidad al final del estudio.  | 57 |
| 3.  | Ganancia diaria de peso promedio (kg.) acumulada por tratamiento desde el inicio hasta el final del estudio (56 días).....  | 66 |
| 4.  | Ganancia diaria de peso promedio (kg.) por tratamiento y variabilidad al final del estudio (56 días).....                   | 68 |
| 5.  | Consumo de alimento diario acumulado (kg.) por cerdo y tratamiento por semana desde el inicio hasta el final del estudio... | 74 |
| 6.  | Consumo de alimento acumulado (kg.) por tratamiento y variabilidad al final del estudio.....                                | 77 |
| 7.  | Conversión alimenticia promedio (kg.) acumulada por tratamiento por semana desde el inicio hasta el final del estudio...    | 87 |
| 8.  | Conversión alimenticia promedio (kg.) por tratamiento y variabilidad al final del estudio (56 días).....                    | 89 |
| 9.  | Relación beneficio/costo.....   | 95 |
| 10. | Utilidades netas.....   | 96 |
| 11. | Ingresos por venta.....   | 96 |



## INTRODUCCIÓN.

En nuestro país la crianza de cerdos se ha manejado de una forma rustica, sin métodos alimenticios apropiados para su optima productividad. El cerdo no necesita un espacio amplio para su explotación, pero si de una dieta adecuada para poder obtener suficiente carne a manera de satisfacer la demande de la población.

Uno de los principales obstáculos que se encuentra es el elevado precio de los concentrados comerciales por lo que se hace necesario utilizar métodos de alimentación que sean de bajo costo y que además garanticen cubrir los requerimientos nutricionales de los cerdos. Dentro de estos métodos se encuentran la utilización de subproductos agroindustriales como vísceras de pollo, melaza y harina de olote, complementada con harina de maíz que es un producto de fácil obtención a un bajo precio y que ofrece un buen aporte de energía.

Para la obtención de los subproductos agroindustriales se encuentran los mataderos avícolas, plantas procesadoras de azúcar (Ingenio) y agroservicios, este ultimo para la obtención de harina de maíz. Los subproductos de origen animal (vísceras de pollo) son una excelente fuente proteica para los cerdos (7) pero deben ser incorporados con los subproductos de origen vegetal (harina de olote y melaza) para proporcionar un equilibrio de aminoácidos y minerales complementada con una buena fuente energética como la harina de maíz (14).

Dentro de los desechos de mataderos encontramos las vísceras de pollo que no son propios para el consumo humano, por el contrario son desechos que tienen que ser enterrados o botados por las granjas avícolas representando gastos para dicha empresas, por consiguiente su obtención es factible. Las

vísceras de pollo contienen un alto valor biológico con un 43.7% de proteína total por lo que los cerdos al consumirla continúan con su crecimiento y desarrollo normal hasta lograr alcanzar el peso adecuado para su sacrificio. En cuanto a la harina de olote este representa más del 50% de fibra cruda en la ración, representando un alto volumen en la ración. Posee 61.20% de carbohidratos, 30.21% de fibra cruda, 3.21% de extracto etéreo y 3.93% de proteína total. Todo esto representa aproximadamente el 100%, según análisis de laboratorio del centro de tecnología agropecuaria y forestal (CENTA) (30).

La inclusión de melaza ofrece un aporte de tipo energético y tiene que ser incorporada a la ración en forma gradual es decir aumentándolo con forme a la edad, mayor peso y edad, mayor porcentaje de melaza. Según Esminger M. E. (17) la melaza alcanza su máximo valor nutritivo cuando no pasa de un 10% en la ración, la melaza posee un 26% de agua y 54% de principios nutritivos digestibles totales, (9, 21). La harina de maíz no es un subproducto agroindustrial si no, un producto de consumo humano, pero su obtención es factible. Las bondades que ofrece el maíz son muchas pero más eficientemente en crecimiento y engorde, debido a que posee 82% de principios nutritivos digestibles totales, 0.27% de fósforo y 0.02% de calcio. Se recomienda una molienda media porque muy fino provoca atoramiento y muy grueso ocasiona un trabajo extra al intestino (32).

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA.

### 2.1. Generalidades del cerdo.

#### 2.1.1. Origen.

Los expertos en la investigación de cerdos (sus scrofa) aseguran que para la formación de esta especie participaron 2 estirpes salvajes; el Jabalí Europeo (sus scrofa) y el cerdo salvaje de la India (sus vitatus) ambas estirpes solían formar grandes manadas, donde su alimentación eran raíces, bellotas y forrajes.

La raza porcina fue domesticada en China primeramente en los tiempos del neolítico entre los años 1,500 y 4,900 a de c, en ciertas narraciones ya lo mencionan en el año 800 a de c. Incluye la selección por parte del hombre y su estado de domesticación (17).

#### 2.1.2. Clasificación Zoológica.

|                  |                      |
|------------------|----------------------|
| Reino.....       | Animal.              |
| Sub-reino.....   | Cordata.             |
| Clase.....       | Mamífero.            |
| Orden.....       | Artiodátilo.         |
| Familia.....     | Suidos.              |
| Sub-familia..... | Suinos.              |
| Género.....      | Sus.                 |
| Especie.....     | Scrofa vitatus (17). |

### **2.1.3. Razas.**

Cuando se habla de razas pensamos en la finalidad de los tipos porcinos, es decir es tipo carne o tipo grasa. El tipo carne esta orientado en la obtención de carne magra en altas producciones (37). Las características de este tipo de carne ofrece la mejor alternativa en formación de músculos, longitud del cuerpo y alcanza el peso óptimo del mercado sin producir grasa en exceso. Las razas más recomendadas para producir carne magra son: Duroc-Jersey, Hampshire, Tamwoth, Yorshire y Landrace. El tipo grasa es aquella especie que su producción es puramente grasa y las razas mas conocidas son: Berkshire y Poland (14, 21). También existe el tipo tocino que es el intermedio entre el tipo carne y tipo grasa produce carne con grasa entre los músculos (17).

#### **2.1.3.1 Raza Landrace.**

Su origen es Dinamarca por lo que presenta las características siguientes: color blanco, sin manchas, hocicos largo y puntiagudo, perfil rectilíneo, orejas grandes, piel fina. Su principal características es lo largo del cuerpo por lo que su carne es la más apetecida en el mercado, posee un jamón bien descendido, producen tocinos delgados y de buena carne.

#### **2.1.3.2 Raza Duroc.**

Es originario de EE.UU de color variante con intensidad de color desde claro amarillo hasta rojo profundo, de talla media, cabeza pequeña, orejas finas medianas, cara corta, perfil moderadamente cóncavo, dorso y lomos ligeramente convexos, con musculatura buena.



### **2.1.3.3 Razas Yorkshire.**

Proveniente de Inglaterra, color blanco libre de manchas cabeza mediana, hocico ancho, orejas rectas, cuello y cuerpo alargado igual que el lomo y el dorso, es una raza muy prolífica y las hembras son buenas madres especies buena productora de carne óptima y tocino delgada (19, 21).

### **2.1.4. Elección de una raza.**

Para determinar que tipo de raza será explotada, ésta deberá atender las exigencias del mercado o de los compradores para obtener carne de buena calidad se deberá comercializar cerdo de buen porte así como también cerdo reproductor de alta calidad. Actualmente el tipo de cerdo más utilizado en las granjas es el tipo carne ya que produce mayor cantidad de carne y un bajo porcentaje de grasa (37).

Según Pinheiro Machado (22) las 2 formas de selección de una raza son la natural y la artificial. La selección artificial es lo que el hombre efectúa y en la cual busca una alta producción en un corto tiempo. La selección artificial se divide en fenotípica y genotípica. Las características de la selección fenotípica son: capacidad, forma, dimensiones, posición y dirección de las regiones corporales que junto forman una alta producción. Las características genotípicas son: salud, temperamento, fertilidad, habilidad, precocidad, habilidad, adaptabilidad, buena conversión alimenticia y un buen peso.

### **2.1.5. Cruce de Razas.**

Las razas en Europa se clasifican en Razas blancas y razas exóticas. Dentro de la raza blanca se encuentran 3 principales especies: Landrace, Yorkshire y Welsh, la única diferencia entre estas especies es la posición de las orejas; unas arriba y otras abajo. El Yorkshire es más prolífico y con un crecimiento más rápido y una carne de mayor calidad, es utilizado para cruces. El cruzamiento de las razas Yorkshire x Landrace es el mejor y el cual ofrece el 75% de los cerdos cruzados. Las razas exóticas poseen al Pietrain, Hampshire, Duroc, Poland y Lacombe. El cruce de estas razas ofrece pieles pintadas o coloreadas en una menor o mayor extensión canales mas cortos, jamones rechonchos, músculo dorsal mayor, pero rendimientos más pobres. Ofrece una ventaja sobre las razas blancas es que posee una mayor adaptabilidad al medio ambiente especialmente a los climas tropicales (12). Los criaderos de cerdos no seleccionan las reproductoras, solo por el tipo, sino por su comportamiento, por lo consiguiente están más interesados en la selección sistemática y en las practicas de cruzamiento para mejorar los estándares de crianza de los cerdos (28, 39).

#### **2.1.6 Alojamiento.**

El alojamiento sirve para proteger y controlar mejor a los cerdos de los factores ambientales, a diferentes etapas de desarrollo los cerdos necesitan ciertas condiciones ambientales físicas es de esta forma que el alojamiento debe permitir al porcinocultor ofrecer el alimento, manejar el cerdo y limpiar las deyecciones todo en grupo debe proporcionar la mayor eficiencia al mínimo costo, el espacio para un cerdo que pesa como máximo 100 kg. es de 0.65-0.90  $\text{m}^2$ . por cerdos.

## **2.1.7 Factores ambientales y físicos.**

### **2.1.7.1 Temperatura.**

Los cerdos se relacionan con el aire y el suelo constantemente y es de estos elementos que el cerdo depende su comportamiento. La temperatura del aire y el movimiento del mismo, conlleva a que el calor del cuerpo se pierda por convección y por evaporación del aire que lo rodea. La extensión del aislamiento del suelo, y el tipo del mismo afecta el grado de transferencia del calor del cuerpo por conducción desde el cerdo a la masa del suelo. Como promedio para los cerdos de 50-100 kilogramo se estima una temperatura de 16-20°C para su alojamiento.

### **2.1.7.2 Ventilación.**

A medida que el aire se mueve con mayor velocidad a través de la porqueriza bajará la temperatura. Un aumento en el grado del movimiento del aire, provoca un aumento en el punto en el cual el calor convertido, es robado del cuerpo del cerdo de igual forma provoca pérdida de calor por evaporación. Es aquí donde los ventiladores, ventanas y velocidad del ventilador juegan un papel importante en el desarrollo del cerdo (12).

### **2.1.7.3 Humedad del aire.**

Hablar de humedad del aire es hablar de humedad relativa, el vapor de agua contenida en el aire de la porqueriza proviene de las siguientes formas: a) vapor que contiene el aire, b) evaporación de las aguas de bebida, limpieza y heces, c) respiración de los animales. La humedad relativa propia para los cerdos es de 60-70%, si dicho porcentaje baja el animal se deshidrata, si sube el

cerdo no evacua el calor y por consiguiente hay mayor proliferación de enfermedades (21, 42).

#### **2.1.7.4 Iluminación.**

Este factor no influye directamente sobre el rendimiento de peso o producciones. La función principal es iluminar el local favoreciendo al hombre y a los cerdos realizar las tareas diarias, dicha iluminación puede ser natural o artificial. Para cerdas adultas si contribuye grandemente en los partos al proporcionarlos calor a los lechones (42).

### **2.2. Anatomía y fisiología del aparato digestivo del cerdo.**

#### **2.2.1. Anatomía.**

El aparato digestivo es un conducto tubular membranoso que se ubica desde la boca hasta el ano. Las funciones principales son: ingerir, triturar, digerir y absorber los alimentos así como eliminar los residuos sólidos. De igual forma el aparato digestivo, es el encargado de reducir los elementos de los alimentos compuestos para convertirlos en alimentos simples de esta forma pueden ser absorbidos y utilizados como energía para la formación de compuestos metabólicos.

El tubo digestivo esta formado por una membrana mucosa pero seguido de piel a nivel de la boca y el ano las cuatro capas que lo forman son: epitelio, lámina propia, músculo y una cubierta cerosa.

El aparato digestivo esta dividido de las siguientes partes: Boca, faringe, esófago, estómago, intestino delgado, intestino grueso, recto y el ano.

#### **2.2.1.1. Boca.**

Sus funciones principales son ingerir, triturar y moldear los alimentos, a su vez que son humedecidos para una mejor descomposición por la saliva, en los cerdos también sirve como arma defensiva y ofensiva.

Es relativamente grande, el tamaño lo determina la raza, los labios son muy hundidos que rematan en una jeta, de igual forma el labio superior es grueso, corto y unido, el inferior es más pequeño y puntiagudo. Las partes que constituyen la boca son las cejillas, la lengua y los dientes (23).

#### **2.2.1.2. Dientes.**

La fórmula dentaría es la siguiente: 3/3 = incisivos, 1/1 = caninos, 4/4 = premolares, 3/3 molares por mandíbula total 44 dientes (42).

#### **2.2.1.3. Faringe.**

Es un tubo para el paso común de los alimentos y del aire inspirado, tapizado de mucosa y rodeado de músculo. El alimento entra por la boca y llega a la faringe de ahí es impulsado hacia el esófago por contracciones de los músculos faríngeos, durante este proceso la laringe se cierra por reflejo.

#### **2.2.1.4. Esófago.**

Es un conducto muscular extendido desde la faringe hasta el orificio del cardias, el esófago se inserta en el hiato esofágico y se une al estómago. La pared muscular del esófago consta de 2 capas circulares interna y longitudinal externa, el músculo pasa de estriado a liso antes del diafragma.

#### **2.2.1.5. Estómago.**

Está situado en el lado izquierdo de la concavidad del diafragma desde el exterior se divide en cardias y píloro que son esfínteres que regulan el paso de alimentos por el estómago. El cardias y el píloro están ubicados muy cerca ya que el estómago es parecido a una pera deformada dicha deformación hace que exista una concavidad corta entre el cardias y el píloro, alrededor del cardias se encuentra una zona del epitelio escamosa llamado región esofágica. La superficie activa del estómago aumenta muchas veces por las invasiones del epitelio las cuales reciben el nombre de fosas gástricas. En general el estómago del cerdo se divide en región esofágica, región glandular cardial, región fúndica y región glandular pilórica.

#### **2.2.1.6. Intestino delgado.**

Este se divide en duodeno, yeyuno e ileón, el duodeno es la primera parte del intestino delgado, bien fijo a la pared abdominal por un pequeño mesenterio, en la primera parte del duodeno desembocan los conductos glandulares del páncreas y el hígado, o la salida del estómago (píloro) el duodeno se dirige por la derecha hacia atrás en dirección pélvica cruza luego hacia la izquierda.

El yeyuno es la continuación directa del duodeno, pero a veces se toma como comienzo en el lugar donde el mesenterio ya es más prolongado. Entre el yeyuno e ileón no existe una división bien definida, el ileón penetra en el intestino grueso por la unión ileocecolica, la posición anatómica del yeyuno e ileón se ubica en la porción ventral izquierda de la cavidad abdominal. Y la posición terminal del ileón se une al ciego y colon.

#### **2.2.1.7. Intestino grueso.**

El intestino grueso inicia en el ciego, cuya porción se cierra proyectada adelante y debajo de la línea media, su porción dorsal se convierte en el cólon en la línea ileocecólica en donde la inserción del ileón marca la división entre ciego y cólon, este último presenta una disposición de asas en espiral, en conjunto de aspecto cónico, luego se cruza hacia la izquierda para seguir el sentido caudal y descendente hasta el recto (23).

#### **2.2.1.8. Recto.**

Este se encuentra al final del intestino grueso formado normalmente de gran cantidad de grasa su función principal es conducir las heces o excretas hacia el ano.

#### **2.2.1.9. Ano.**

Es de dimensión corta, y de consistencia flexible está compuesto por los siguientes músculos: esfínter anal interno y músculo liso que envuelve el ano, esfínter anal externo y músculo elevador del ano (2).

#### **2.2.2. Fisiología.**

El cerdo por ser un animal monogástrico, el estómago se encuentra vacío, por dicha razón el primer alimento que es ingerido es transportado hacia el píloro, los movimientos del estomago son mas enérgicos en la región del antro pilorico, que es ahí donde se realizan la mezcla de los alimentos.

La ingestión de los alimentos se inicia en la boca, donde los cerdo utilizan los labios y la lengua, posteriormente se inicia la masticación, seguidamente se da la deglución, dicho proceso se divide en tres fases: la primera es la ingestión

de los alimentos por la boca; la segunda comprende cuando los alimentos pasan por la faringe y la tercera se refiere a la llegada de los mismos al estómago.

En el estómago se dan movimientos que además de ayudar a la ingestión a lo largo del tubo digestivo, también contribuye a la absorción y circulación de la sangre y linfa por medio de las paredes y vellosidades presentes en dicho órgano. El intestino delgado presenta mayor cantidad de movimiento o contracciones rítmicas que el intestino grueso debido a lo aislado de sus segmentos (23) finalmente en el colon se dan movimientos lentos que ayudan a la mezcla y expulsión provocando que las ondas peristálticas impulsen el contenido fecal hacia el ano (3).

### **2.3. Proceso digestivo del cerdo.**

Como ya se sabe el cerdo posee un estómago simple, es decir es monogástrico. El proceso digestivo se inicia en la boca donde los hidratos de carbono son transformados por acción de la ptialina en almidón dicho alimento no es muy digerido ya que no permanece mucho tiempo, posteriormente el almidón es descompuesto en maltosa luego prosigue en las partes superiores del estómago antes que el bolo alimenticio se acidifique.

La glucosa y otros azúcares simples pueden ser absorbidos por el torrente circulatorio pero en pequeñas cantidades a la altura del estómago, la mayor parte de los azúcares complejas son hidrolizados por el intestino delgado, donde participan las enzimas llamadas: amilasa, maltasa, lactasa, sacarasa y otras.

Las proteínas son digeridas en el estómago donde son descompuestas por la acción de la pepsina producida por el jugo gástrico y son transformadas en proteosas y peptosas, dichas prótidos en el intestino delgado a su vez son transformados por acción de enzimas del jugo gástrico. Los aminoácidos



resultan de los peptidos, dichos aminoácidos son el resultado final del metabolismo o descomposición de las proteínas, las cuales son incorporados al torrente circulatorio cuya función es la de formar y reparar tejidos.

La lipasa gástrica tiene su acción sobre las grasas que se encuentran en los alimentos en cantidades muy mínimas, su digestión es iniciada en el estómago y sus funciones pueden ser variadas (32, 34).

#### **2.4. Necesidades nutricionales del cerdo.**

Los alimentos son ingeridos y llevados al interior del organismo y sus funciones pueden ser variadas; la principal es mantener con vida a los cerdos, cubierta esta parte prosigue la fase de engorde y formación de nuevos tejidos (18).

##### **2.4.1. Valor nutritivo de los alimentos.**

Para determinar el valor nutritivo de los alimentos hay que tomar en cuenta muchos factores los cuales los podemos agruparlos de la siguiente manera: a) Composición química y digestibilidad: Los alimentos que son utilizados para la alimentación de cerdos se clasifican en: 1) Granos de cereales, que constituyen la parte más voluminosa de la alimentación y son los encargados de proporcionar los carbohidratos a la ración; 2) Los suplementarios, que aportan proteínas con el fin de elevar su nivel, al mismo tiempo proporcionan minerales y vitaminas para que de ésta forma la digestibilidad sea mayormente efectiva. Ya se sabe que un porcentaje alto de fibra indica que la ración posee una digestibilidad muy baja por consiguiente la producción es muy baja. b) Apetecibilidad cuando los cerdos ingieren mayor

cantidad de alimento, las ganancias de peso y el rendimiento económico son altos, por lo cual la apetecibilidad o gustocidad de un determinado alimento, es uno de los factores que determinan el valor económico de la alimentación en los cerdos. Otra forma de elevar la gustocidad es encontrando la forma de proporcionar los alimentos, ya sea natural o artificial y combinándolos adecuadamente para garantizar un óptima ingestión. c) La proporcionalidad de los alimentos. El valor de un alimento varía en la medida en que se incluyen la ración, el valor de algunos alimentos de naturaleza laxante como la melaza, y los de alto contenido en fibra como la harina de olote decrece a medida se incrementa su proporción en la ración total. Los alimentos suplementarios resultan de menos valor por unidad suministrada a medida que se incrementa su proporción en la ración (13).

#### **2.4.1.1. Grasas.**

Hasta la fecha no se ha logrado determinar el porcentaje de grasa que los cerdos necesitan con exactitud, pero los datos con que se cuentan indican que es de 1 a 1.5% de grasa en la ración para cerdos en crecimientos y acabado. Algunas de las ventajas de incluir grasa en la ración son:

- a) Hacen la ración menos polvorienta.
- b) Mejoran la conversión alimenticia.
- c) Mejoran la gustocidad.
- d) Disminuye el desperdicio.
- e) Disminuye la destrucción del caroteno.

Pero como contradicción también presenta desventaja y estas son algunas de ellas:

- Dificiles de manejar.

- Cuidados especiales en buenas condiciones.
- Es necesario utilizar antioxidantes para evitar el enranciamiento.

Se ha comprobado que una adicción de 10% en la ración de grasa incrementa la tasa de ganancia de peso en un 14% y la conversión alimenticia en un 18%, pero los canales de los cerdos presentaban de 3.3 a 5.3 mm más de espesor que el tocino y eran más blandos relativamente (13). Las grasas aportan calor y energía a los cerdos y proporcionan material para engorde, las grasas aportan 2.25 veces más energía que los hidratos de carbono (10). La digestión de las grasas que se encuentran en cantidades reducidas en los alimentos se inicia en el estómago por acción de una enzima la lipasa gástrica, sin embargo es en el intestino delgado donde supera la acción emulsionante de la bilis proveniente del hígado y de la lipasa pancreática que activada por la bilis las hidroliza en ácidos grasos y glicerina. Estos junto con pequeñas cantidades de grasas solo emulsionadas son conducidas al hígado por la vena porta. La grasa que se deposita en los tejidos proviene de los alimentos y principalmente de los hidratos de carbono (34). Las grasas están formadas por lípidos y esto a su vez están formados por ácidos grasos, siendo para los cerdos los más importantes el ácido oleico, esteárico, palmítico, láurico, mirístico y linoleico. Como regla general los alimentos vegetales y animales son pobres en grasa, por consiguiente el valor de la grasa ya sea en alimento vegetal o animal es el mismo (1).

#### **2.4.1.2. Proteína.**

Las proteínas constituyen los componentes principales del organismo animal, sus funciones son variadas como: Formar músculos, la sangre, el cerebro, huesos, protoplasmas de células vivas, etc. Para el desarrollo de la Reproducción, el crecimiento, lactancia y demás procesos, necesitan grandes

cantidades de proteínas es por ello que a los cerdos se le debe proporcionar proteínas en la alimentación diaria. El valor económico que representan las proteínas se estima más en la calidad que contienen los aminoácidos que en la cantidad. El estómago de los cerdos es monogástricos por esta razón no pueden sintetizar los aminoácidos en cantidades excesivas, por lo cual deben ser proporcionadas en la ración. La composición de las proteínas son: carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), C-H-O-N y a veces azufre (S) y fósforo (P). Las proteínas se clasifican en simples: producen por hidrólisis los aminoácidos y sus derivados como albúmina, globulina, glicerina y otras. Conjugadas: se caracteriza porque además de presentar la molécula proteica se encuentra un radical no proteico como: la nucleoproteína, glucoproteína, fosfoproteína, hemoglobina, lectoproteína, etc. Derivados: estas están formadas por la degradación o alteración de las proteínas por efecto del calor, enzimas o agentes químicos.

Las proteínas tienen su importancia en la digestión de los alimentos ya que solamente sería el desdoblamiento de las proteínas para poner a disposición los aminoácidos del organismo, sin que haya ninguna acción de síntesis por parte del cerdo. Es de hacer notar que todas las proteínas tienen el mismo valor, ya que 2 alimentos con la misma cantidad de proteínas digeribles podrían producir efectos diferentes. A partir de esto surgió el término “valor Biológico” que significa que las proteínas valen más por la acción desempeñada que por el valor proteico. El valor de las proteínas en la alimentación de cerdos es consecuencia inmediata de el tipo de aminoácidos que contienen (34).

**Cuadro 1.** Necesidades de proteínas para cerdos en crecimiento y terminación.

| Proteínas. | 10-20 kg. | 50-110 kg. |
|------------|-----------|------------|
| Arginina.  | 0.40      | 0.10       |

|               |      |      |
|---------------|------|------|
| Histidina.    | 0.25 | 0.18 |
| Isolaucina.   | 0.53 | 0.38 |
| Laucina.      | 0.70 | 0.50 |
| Lisina.       | 0.95 | 0.60 |
| Treonina.     | 0.56 | 0.40 |
| Triptofano.   | 0.14 | 0.10 |
| Valina.       | 0.56 | 0.40 |
| A. linolaico. | 0.10 | 0.10 |

Fuente: Merck. (11)

### 2.4.1.3. Aminoácidos.

Los aminoácidos proporcionados por las proteínas son necesarios para el crecimiento, gustación y lactancia de los cerdos. Muchos aminoácidos son sintetizados por el animal, sin embargo algunos deben proporcionarlos en la dieta para permitir el crecimiento normal. Los aminoácidos esenciales son: arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilamina, treonina, triptofano y valina. Los tres aminoácidos de mayor importancia en la práctica son: lisina, triptofano y treonina. El maíz que es un alimento muy usado en alimentación porcina, es deficiente en lisina y triptofano por dicha razón puede ser usado en combinación con algún otro alimento que contenga lisina y triptofano como sorgo, cebada y trigo, la soya es deficiente en metionina. Las dietas a base de maíz en combinación con residuos de animales son inferiores a las dietas de maíz y harina de soya pero puede mejorarse agregando triptofano o suplementos que contengan altos porcentajes de dicho aminoácidos (11). Las vitaminas son nutrientes necesarios en pequeñas cantidades que cumplen una función específica para el cerdo, su función está relacionada con la iniciación y activación de los procesos vitales por lo cual se les conoce como biocatalizadores (3).

#### **2.4.1.4. Vitaminas.**

Las vitaminas se distribuye en pequeñas cantidades en los alimentos y son necesarios para la salud y bienestar del cerdo. No están relacionados entre si químicamente y difieren en los componentes básicos y energéticos de la ración. Las alteraciones o deficiencias de las vitaminas son diferentes según las funciones bioquímicas de cada vitamina. Las vitaminas se dividen en: Liposolubles: que son las que se absorben y se metabolizan parcialmente junto con los lípidos, pueden ser tóxicos en grandes cantidades. Hidrosolubles: son absorbidas con una mayor facilidad, no se almacenan muy bien, son poco tóxicas aun en grandes cantidades. En los cerdos las 2 formas por los cuales se suministra son: 1. Valor en el tratamiento. Y prevención de las enfermedades de la nutrición como raquitismo. 2. La ingestión de dietas semi-sintéticos o purificados (34).

El uso de vitamina A es común en los alimentos preparados y en los suplementos vitamínicos o premezcla. Existen algunos alimentos naturales que contienen vitamina A como aceite de pescado. El caroteno es un precursor de la vitamina A que se encuentra en las plantas, pero son destruidos fácilmente por la exposición a la luz, al aire, a temperaturas elevadas y a ciertos alimentos minerales. Los forrajes verdes son excelentes fuentes de vitamina A (caroteno). El maíz no es recomendable como fuente de vitamina A (11). Las funciones de la vitamina A son: Mantenimiento de la integridad estructural y funcional de las células epiteliales, función de la visión de la retina y el crecimiento. La fuente fundamental de toda la vitamina es el reino vegetal. La deficiencia de vitamina A se presenta de varias formas, un de ellas es que los cerdos tienden a llevar la cabeza de lado, el síntoma mas común es la falta de coordinación, posteriormente pérdida de control y parálisis de las patas posteriores. La

vitamina A se almacena en el hígado y en las células de Kupffer y en los riñones en poca cantidad (11).

La vitamina D funciona como antirraquítica, es soluble en grasa, actúa como pionero para el crecimiento adecuado de los huesos y la osificación. Para satisfacer las necesidades de vitamina D pueden colocar los cerdos a la exposición del sol durante poco tiempo. Las fuentes de vitamina D pueden ser: levaduras irradiadas, heno curado al sol, aceite de pescado y concentrado de vitamina A y D (35). Los síntomas de esta vitamina se presenta mayormente en los climas nórdicos en donde los rayos solares son mínimos. Dichos síntomas son: pérdida del apetito, aspecto desnutritivo, pelo rugoso y en ocasiones cojera, cantidades excesivas de estas vitaminas pueden ser tóxicas y sus efectos se caracterizan por hipercalcemia con depósitos de calcio en los vasos sanguíneos (19). En la crianza de cerdos en confinamiento una solución sería que las instalaciones tengan aberturas sin vidrios pero permitir que los rayos ultravioleta o el simple reflejo del azul del cielo incidan sobre la piel de los cerdos (34).

La vitamina E es necesaria para cerdos en todas las edades, los suplementos de vitamina E pueden solucionar parcialmente la deficiencia de selenio. Los alimentos que contienen vitamina E son: forrajes verdes, heno y harina de leguminosas; los granos de cereal y el germen de grano de cereal la actividad de vitamina E se ve reducida en alimentos almacenados y en condiciones muy húmedas (11). La función de dicha vitamina es antioxidante, protege la acción de la vitamina A, la vitamina E es muy abundante en los alimentos verdes, su función es muy parecida a la de la vitamina A (34). Los efectos de la deficiencia de la vitamina E son: incoordinación muscular, degeneración y necrosis de las fibras musculares. Un exceso de esta vitamina se

presenta por una coloración amarilla o pardo-amarillento del tejido adiposo. La vitamina E se encuentra ampliamente distribuida en los alimentos, los síntomas clásicos de una deficiencia de vitamina E son: debilidad muscular, anemia y muerte repentina, también se pueden presentar aunque con menos frecuencia; alteraciones en el estómago y en el colon, desgeneración cérica de los músculos esqueléticos, edema pulmonar, etc. (34).

Vitamina K esta vitamina es soluble en grasa y su función principal es mantener normal el tiempo de coagulación sanguínea, se ha notado en lechones afecciones hemorrágicas así como también deficiencia de crecimiento como recomendación general se indica que cada 2 kg de ración agregar 2 mg de vitamina K como medida de seguridad. La vitamina K esta compuesta por muchos factores químicos, de los cuales el mas importante es el 2-metil-3- fitil, 4-nafto quinona. Los síntomas generales de una deficiencia de esta vitamina son: aumento de tiempo en el coagulado de la sangre, anemia, hipersensibilidad, anorexia y debilidad (11).

Vitamina C conocida también como antiescorbútica ya que contiene ácido ascórbico, dicha vitamina existe en abundancia en el medio ambiente pero presenta la desventaja que se pierde a través de la conservación y el desecado de los alimentos, en los cerdos la vitamina C se encuentra en las glándulas antirrenales hipófisis, placenta y mucosa del duodeno. A medida el cerdo crece se va disminuyendo el concentrado de la vitamina C. Es absorbida fácilmente por el intestino y almacenada en las glándulas antirrenales y el hígado. Al existir en cantidades excesivas es eliminada por la orina y el sudor. Como dosificación general se recomienda suministrar 100mg/c/100kg de peso vivo en aquellos cerdos que no le puedan sintetizar. Cuando se encuentra deficiencias de esta vitamina sus síntomas son: falta de crecimientos,



disminución de peso, inflamaciones articulares, atrofiás dentales y óseas, hemorragias cutáneas, etc.

Vitamina B<sub>1</sub> llamada también tiamina, antiberiberi, es abundante en los alimentos para los cerdos, específicamente; afrecho, cereales y tortas de oleoginosas. Los cerdos tienen la propiedad de almacenar la tiamina de los alimentos en su tejido como: lomo, jamón, paleta, corazón, hígado, riñones.

Vitamina B<sub>2</sub> es conocida como riboflavina, la ausencia de este reduce el crecimiento, afecta la reproducción y otros perjuicio. La riboflavina se encuentra en el pasto verde, heno de alfalfa verde, jugo de vegetales, leche y en sub-productos como: levaduras, harina de carne y harina de pescado (34).

#### **2.4.1.5. Minerales.**

Los minerales tienen diversas funciones dentro del organismo animal tales como: componentes principales del esqueleto, en combinación con las grasas, las proteínas y los hidratos de carbono forman importantes compuestos orgánicos. Se han encontrado 14 minerales indispensables para el desarrollo de los cerdos, dentro de los cuales la mayoría se encuentran en los alimentos en cantidades adecuadas. Pero aquellos que no se encuentran es necesario incorporarlos ya que su ausencia provocan: reducimiento de la velocidad de aumento de peso, afecta la conversión alimenticia y en casos severos provoca la muerte. Los minerales son imprescindible para el crecimiento, reproducción y lactancia (27, 34).

Calcio y fósforo: en combinación estos dos elementos forman el 70% de la materia mineral dentro del organismo del cerdo, son elementos principales en la formación y rigidez de los huesos. El calcio se encuentra en un 99% y el fósforo en un 80% en huesos y dientes, debido a este desbalance la abundancia

de este limita al otro, la mayoría de los alimentos contienen abundante fósforo pero muy poco calcio. Los alimentos de origen animal como harina de carne, harina de pescado, sub-producto de leche, son ricos en calcio, fósforo y otros minerales.

El metabolismo del calcio y el fósforo está íntimamente relacionado a la vitamina D que es vital para la absorción y utilización de estos minerales, el calcio y el fósforo guardan una relación cuantitativa, para que el organismo pueda absorberlos eficientemente es necesario que la ración los contenga en una relación de 1.5:1 y 2:1, en otras palabras, si la ración tiene 1.5% de calcio debe tener 1% de fósforo. Si dicha relación no es atendida puede causar desequilibrio en la nutrición porcina. La carencia de calcio y fósforo provoca raquitismo en los lechones y osteomalasia en los adultos, lo cual significa debilidad en los huesos, las cerdas gestantes presentan parálisis de los miembros posteriores. Una solución a la carencia de calcio y el fósforo es la inyección intravenosa de gluconato de calcio, ya que a veces el animal está postrado y con dicha inyección se levanta. En el metabolismo normal de calcio y el fósforo es necesario tomar en cuenta 3 factores: 1- aportación suficiente de cada mineral, 2- proporción adecuada entre ellos, 3- presencia de vitamina D para la sintetización, dentro de estos 3 factores el más importante es la presencia de calcio ya que lo necesita en cierta cantidad para su rápido crecimiento y la producción láctea (34).

Según el Consejo Nacional de Investigación (NRC) las necesidades de calcio y fósforo son de 0.6% de calcio y 0.5% de fósforo para el lechón en crecimiento; y 0.5% de calcio y 0.4% de fósforo para cerdo en terminación, dichas concentraciones fueron establecidas en raciones semi-purificadas, aunque adecuadas para el crecimiento máximo no permitan una adecuada

mineralización de los huesos. Las recomendaciones adecuadas para dichas dietas consisten en seguir administrando 0.5% de fósforo hasta alcanzar el peso de venta. Aunque se consideran porcentajes mayores como de 0.6% para obtener un máximo de resistencia o sea en los verracos en crecimiento (11).

El hierro y el cobre son importante en la prevención y tratamiento de anemia de animales jóvenes, el hierro es un componente esencial de la molécula de hemoglobina y de varias enzimas, también ayuda a el transporte de oxígeno y de respiración celular; el cobre es necesario para el metabolismo del hierro y para la síntesis de hierro y cobre, la leche es insuficiente para satisfacer dicha demanda, por lo que la anemia se extiende a 2 o 3 semanas si no tienen acceso a fuentes externas de hierro y cobre. Generalmente la hemoglobina disminuye de manera moderada durante los primeros 3 o 4 días de nacimiento, sin importar que los cerdos tengan o no, acceso a sales de hierro y cobre, por lo que se hace necesario que los cerdos ingieren sales de hierro y cobre durante las primeras 2 o 3 semanas de vida.

La absorción es controlada por la mucosa intestinal que es capaz de absorber el hierro en los momentos que lo necesita y de rechazarlo cuando no lo necesita. Cuando es proporcionado hierro en altas concentraciones y se combina con el calcio puede producir una sal insoluble muy compleja que provoca raquitismo.

Una solución viable para evitar anemia sería administrar tabletas de hierro y cobre a través de la boca.

Los síntomas de deficiencia de cobre son: anemia, hipertrofia cardíaca y algunos de los cerdos mueren por ruptura del corazón, la aorta, coronaria o las arterias pulmonares (11).

El NRC (Centro Nacional de Investigaciones) indica que las necesidades de cobre son de 3 a 6 mg/kg de ración al igual que 11mg/kg de peso corporal diariamente evitan la deficiencia de cobre. Al lechón recién nacido debe proporcionárseles suplemento de hierro ya que la leche es pobre en hierro, también la deficiencia de hierro se puede evitar proporcionando citrato de amonio férrico en los bebederos o mezclando sulfato de hierro con maíz en la ración (11).

Los cerdos criados en confinamiento sobre pisos de cemento sufren de anemia si no reciben suplementos de hierro, como ya se dijo anteriormente la leche es deficiente en hierro y cobre, mientras que el recién nacido necesita de 7mg/vía oral para su desarrollo normal. Y la cerda solo le proporciona 1 mg a través de la leche. Los investigadores Ingleses concluyeron que el agregar sulfato de cobre en cantidad de 1 kilo/tonelada de ración tiene un efecto estimulante sobre los cerdos en crecimiento hasta un 10% más de lo normal (34).

La sal o cloruro de sodio (CNA) es el único mineral cuyo complemento siempre es indispensable en las raciones ya que ningún alimento lo contiene en abundancia. La sal actúa como nutriente y a la vez como elemento que mejora la palatabilidad, la cantidad necesaria de sal es de .05% de la ración para todo tipo de cerdo y a toda edad del mismo modo la sal en grandes cantidades es nocivo y puede provocar la muerte. La sal común llamada también cloruro sódico es denominado como “el oro blanco del reino porcino”. La falta de sal provoca crecimiento tardado, pocos resultados de engorde y perversión en el apetito de los cerdos, en la mayoría de las enfermedades, la sal ayuda a restablecer el apetito (34).

El yodo es usado por la glándula tiroides para producir tiroxina que afecta la actividad celular y la tasa de metabolismo, las necesidades de yodo en los lechones en crecimiento son de 0.14mg/kg de dieta. La sal yodada estabilizada que contiene 0.007% de yodo satisface las necesidades de sal y cumple con las exigencias de yodo en los cerdos.

Los síntomas de la deficiencia de yodo son: hipertrofia del epitelio folicular provocando hipertrofia de la glándula tiroidea más conocido como bocio simple. Los síntomas más comunes son: camadas de lechones sin pelo, piel de la cabeza, cuello y lomo, se engruesan, además pulposa y edematosa (11).

**Cuadro 2.** Necesidades de minerales para cerdos en crecimiento y terminación.

| Minerales. | 10-20 ks.   | 50-110 ks.  |
|------------|-------------|-------------|
| Calcio.    | 0.70        | 0.50        |
| Fósforo.   | 0.60        | 0.40        |
| Sodio.     | 0.10        | 0.10        |
| Cloro.     | 0.08        | 0.08        |
| Manganeso. | 3.00 (mg.)  | 3.00 (mg.)  |
| Yodo.      | 0.14 (mg.)  | 0.14 (mg.)  |
| Hierro.    | 80.00 (mg.) | 40.00 (mg.) |
| Potasio.   | 0.26 (%)    | 0.17 (%)    |

Fuente: Hafez

El cobalto esta presente en la molécula de vitamina B12 y no es necesario agregar a la ración de los cerdos (11). Las necesidades de cobalto son de 1.94mg/kg de ración y funciona satisfactoriamente en la estimulación del aumento del peso, el cobalto puede ser administrado como sulfato, carbonato y oxígeno de cobalto (34).

Manganeso: aunque es necesario para la reproducción y crecimiento normal las necesidades cuantitativas se desconocen, pero se calcula de 4-10 ppm

en la dieta son adecuado para el crecimiento. Un exceso de fósforo puede provocar carencia de manganeso, un exceso de este elemento produce un descenso de hemoglobina en la sangre (11, 34).

#### **2.4.1.6. Agua.**

El agua: los cerdos deben tener acceso libre y fácil al agua, comenzando antes del destete. La cantidad de agua varía con la edad, el tipo de alimento y temperatura ambiente, normalmente los cerdos consumen de 2 a 5 kg de agua/kg de alimento seco, su ingestión total puede ser de 7 a 20 kg de agua /100 kg de peso/día (11). El organismo de los cerdos contiene más del 50% de agua y en las etapas iniciales de vida llega a ser hasta 70%. Las funciones del agua son disolvente, absorber y disipar el calor de combustión de los nutrientes, forma parte de todos los tejidos y del líquido sinovial, lubrica las articulaciones, regula la temperatura del cuerpo, mantiene el equilibrio ácido-base del organismo, forma parte de las reacciones de hidrólisis de las proteínas, grasas e hidratos de carbono y en los procesos de excreción. Los cerdos en general consumen entre el 4 y 12% de su peso vivo (34). El agua tiene importancia también como regulador de temperatura corporal, los cerdos de mucho peso son susceptibles a la postración debido al calor, provocando por la capa de grasa que retarda la irradiación del calor y que carecen de glándulas sudoríparas (10).

### **2.5. Etapas de desarrollo del cerdo.**

#### **2.5.1. Destete.**

La etapa del destete comprende desde el día de nacido hasta la fecha que la madre (marranas) deja de alimentarlo con la leche materna, en términos

generales el lechón (comúnmente conocido hasta la edad de 3-4 meses de edad) necesita un promedio de 800 gramos de leche/día para desarrollarse con eficiencia, existen diferentes opiniones con respecto a la edad adecuada de destete, por efectos de economía se puede realizar el destete desde los 4 a los 56 días después del parto es decir 2 meses de edad. Pero en América las edades de destetes más usados son: 21, 30, 42, y 56 días donde se logran pesos hasta de 15 kilogramos. Algunos investigadores opinan que destetar a más temprana edad repercute en mantener a los lechones con un régimen de alimentación más eficiente utilizando equipo especializado, e instalaciones apropiadas (34).

Cuando los lechones son sometidos a cambios drásticos de alimentación, en esta etapa sufren el fenómeno llamado: Strees alimenticio, de igual forma los cambios de dieta o ración resultan en trastornos digestivos como los siguientes: crecimiento en la población de Echeriche coli, excremento mas denso y oscuro, expulsión de carbohidratos útiles en las heces, aumento en la excreción de ácidos grasos, etc.

Por consiguiente es recomendable que después de el destete, los lechones cambien de dieta paulatinamente ya que en caso contrario pueden presentar diarreas. Al mismo tiempo puede ocurrir una indigestión temporal más conocida como “Síndrome de mala absorción” (16).

### **2.5.2. Crecimiento.**

Es conocido también como recría, esta etapa abarca desde destete hasta la edad de 4 meses, en dicha etapa los pesos de los lechones oscilan entre los 45 a 70 kilogramos (17, 21).

En esta etapa se le debe garantizar al lechón una alimentación adecuada que proporcione los nutrientes óptimos para estimular la capacidad funcional del aparato digestivo, la ración para los lechones debe contener como ya se sabe una buena consistencia de proteínas y minerales, al mismo tiempo la ración debe contener un buen porcentaje de fibra bruta con el objetivo de aumentar el nivel de grasa necesaria para el engorde de los lechones (20).

Según estudios realizados por Morrison (32) a partir de la fase de destete hasta alcanzar un peso de 50 libras (22.72 kilogramo) necesita un porcentaje de proteína de 20-22% de 50 a 75 libras (22.72-34.09 kilogramo) de 18-20% y de 75 a 125 libras (34.09-56.81 kilogramos) es necesario de 15-17 de proteínas. Pero según Cunha (13) y Fazio (20) en la etapa de crecimiento se recomienda suministrar raciones que contengan entre el 14 y 17% de proteína total.

### **2.5.3. Terminación.**

Esta es la última etapa de desarrollo del cerdo, esta comprende desde el cuarto hasta sexto mes de edad y su peso varía de 50 – 70 a 100 kgs. en esta etapa los cerdos necesitan de un 13% de proteína total y su peso ideal para el sacrificio es de 100 kgs el cual lo alcanza a la edad de 6 meses (180 días), la ración para los cerdos en esta etapa es en base a cereales y un buen porcentaje de fibra bruta, con el fin de que la ración sea más voluminosa y que la digestibilidad sea más efectiva (17, 33).

## **2.6. Rendimiento.**

### **2.6.1. Consumo de alimento y ganancia de peso.**



Estos dos aspectos están directamente relacionados el uno con el otro, ya que de la cantidad y calidad de los alimentos depende el aumento de peso que se obtendrá en los cerdos. Según estudios realizados se ha comprobado que a mayor edad y mayor peso es necesario mayor cantidad de alimento, para determinar cuanto es necesario de alimento para producir 1 kilo de peso vivo es necesario tomaren cuenta varios factores tales como: tipo de alimento, poder de conversión de el cerdo, porcentajes de nutrimentos, etc. (37).

El cerdo por ser un animal de estómago simple o monogástrico tiene la ventaja de aprovechar la mayoría de alimentos que se le proporcionan, ya que posee un alto poder de digestibilidad y asimilación, al mismo tiempo posee una rápida ganancia de peso y dependiendo del tipo de alimento así podría ser su conversión alimenticia.

### **2.6.2. Peso vivo y rendimiento en canal.**

Estos 2 términos son contrarios entre si ya que el peso vivo se refiere al total de peso incluyendo pezuñas, vísceras, piel y demás órganos, en cambio el peso en canal se refiere al peso de la carne solamente, sin incluir ni pezuñas, ni piel, etc. Es decir es el peso neto, el peso en canal varía según la edad, sexo, raza y etapa de desarrollo, en aquellas razas que los cerdos maduran con mayor rapidéz su rendimiento es mayor que en aquellos de raza con maduréz tardía.

Para el porcinocultor es recomendable obtener una maduréz a menor tiempo, para ello es necesario utilizar razas mejoradas o realizar cruces de las mejores razas que rindan más que las razas corrientes como regla general se dice que el rendimiento en canal es equivalente al 76.2% del peso total de el cerdo es decir 23.80 es igual a el desperdicio o desecho, se recomienda el sacrificio de los cerdos después de haber transcurrido 24 horas sin alimento alguno, de igual

forma al sacrificio debe ser rápido ya que pueden haber pérdidas por evaporación de un 2 a 3% (22). Según Buxade Carbo (6) las necesidades de mantenimiento depende de el peso vivo del animal, su producción, aumenta de peso, etc, por consecuencia representa gasto para el porcinocultor por lo cual se tendrá que reducir.

## **2.7. Utilización de sub-productos agro-industriales en la alimentación porcina.**

### **2.7.1. Sub-productos de origen animal.**

Los sub-productos de origen animal son una excelente fuente de proteínas para los cerdos, deben ser suministrados en combinación con los concentrados de origen vegetal con el fin de evitar desequilibrios tanto en aminoácidos, minerales, vitaminas, etc. Dentro de estos sub-productos tenemos: harina de carne, harina de carne de digestor, harina de carne por derretimiento, harina de sangre, harina de carne y huesos, harina de pescado, sub-productos, de la leche, etc.

Aunque existe una considerable variabilidad en el valor nutritivo d estos sub-productos, su contenido es de excelente calidad en proteínas, vitaminas y minerales (14).

Los su-productos de origen animal utilizados en la alimentación de los cerdos, son buenos proveedores de proteínas. Los tejidos animales formados principalmente por el tejido conjuntivo y los cartílagos tienen un valor nutritivo menor que el hígado, el riñón y que los músculos; por consiguiente si los sub-productos de carne están compuestos por cartílagos y tejidos conjuntivo su contenido nutritivo es bajo. Otro factor a tomar en cuenta en el proceso de

obtención de sub-productos de origen animal es “la temperatura” ya que a temperaturas elevadas se reduce la digestibilidad y el valor nutritivo.

En experimento realizado se han podido comprobar la superioridad de los sub-productos de origen animal sobre los productos o sub-productos de origen vegetal, dicha superioridad ha sido atribuida a los siguientes factores: a) la calidad de las proteínas, b) los elementos minerales que contiene y c) el contenido de las vitaminas (32).

Según investigadores de El Consejo Nacional de Investigación la eficiencia de los sub-productos de origen animal para estimular la producción de los cerdos, no se debe a su contenido en proteína sino a la gran riqueza en los demás principios nutritivos.

En experimento realizado para comparar las raciones que contenían sub-productos de origen animal con aquellas que no lo contenían, se pudo determinar que las aves que fueron alimentadas con los sub-productos animales su producción fueron de 116% por término medio. De igual forma en otros experimentos donde se combinó alimentos proteicos de origen animal en combinación con harina de torta de soya produjo una cantidad de huesos muy alta (32).

#### **2.7.1.1. Vísceras.**

De acuerdo a Heuser citado por Berrios Gomes (2) las vísceras es considerada como sub-producto de carne incluyendo el intestino, también dice que el valor nutritivo de los productos de origen animal varía en la composición de acuerdo a las materias primas de que proceden y las condiciones de elaboración. Las vísceras tienen mayor valor nutritivo que los demás tejidos.

No se han encontrado datos sobre el uso de vísceras de pollo en la alimentación porcina, pero de acuerdo a su composición nutritiva muestran la calidad y cantidad de las proteínas que son el valor alimenticio de dicho sub-producto (26).

**Cuadro 3.** Composición de las vísceras de pollo.

| Elemento (%)        | Natural. | Seco.  |
|---------------------|----------|--------|
| Materia seca        | 27.00    | 100.00 |
| Fibra cruda.        | 0.20     | 0.70   |
| Extracto etéreo.    | 11.40    | 42.20  |
| Proteínas (Nx6.25). | 11.80    | 43.70  |
| Calcio.             | 0.24     | 1.00   |
| Fósforo.            | 0.19     | 0.70   |

Fuente: NCR (1975).

#### 2.7.1.2. Harina de carne.

Este sub-producto puede ser obtenido de 3 formas: 1- residuos de carne, grasa y vísceras procedentes de empacadoras y mataderos, 2- desperdicios de las carnicerías y hoteles, 3- animales muertos utilizados en la fabricación de grasa para jabón. De la que haremos énfasis es la harina de carne procedente de los mataderos, este sub-producto se emplea principalmente como medio de proporcionar proteínas a los cerdos, la harina de carne de primera calidad no solo es rica en proteína sino que además corrigen con gran eficacia la deficiencia de proteínas de origen vegetal, de igual forma es rico en calcio y fósforo, además es rica en niacina pero baja en riboflavina y no proporciona vitamina “A” ni “D”.

La harina de carne no es un buen alimento para ganado vacuno, ovejas o caballos, pero si para cerdos y aves, esto debido a que la calidad de las proteínas

no es muy importante para rumiantes y caballos. No así en los animales monogástricos o de estómagos simples como los cerdos.

En la estación de Ohio, Robinson ha realizado nueve experimentos con cerdos alimentados con harina de carne y maíz, aumentaron de peso con un promedio de 1.30 libras. Necesitando 389 unidades de alimento para 100 unidades de aumento de peso. El mismo autor refiere de 16 experimentos mas los cerdos aumentaron de peso en 1.02 libras y consumieron 410 unidades de alimento por cada 100 unidades de aumento de peso alimentados de otra forma.

La harina de carne es el suplemento proteico que se emplea con mayor frecuencia en la alimentación de cerdos, por lo que se utiliza como sustituto de las vísceras de pollo por contener los mismos valores nutritivos.

Cuando se alimentan cerdos sobre pisos de concretos debe incluirse en la ración un heno de leguminosas de buena calidad el cual proporciona vitamina A,D y otras vitaminas que pueden escasear cuando no se tiene acceso a pasto verde (31).

#### **2.7.1.3. Harina de pescado.**

Es de buena calidad y son superiores a las harina de carne y son excelente para la alimentación de cerdos en crecimiento y engorde, suministrada como suplemento proteico único las harinas de pescados han dado resultados satisfactorios para lo cerdos de todas las edades y todos los pesos, sin embargo debido a su costo elevado es necesario combinarlos con otros concentrados proteicos, por lo que se recomienda cantidades de 2 a 10% en la ración (14).

El valor nutritivo de la harina de pescado varía según el tipo de materia prima empleada, el método de desecación seguido y el cuidado que se tuvo en el proceso de fabricación. La harina de pescado bien preparada tiene un valor

elevado para los cerdos y aves, al mismo tiempo debido a la excelente calidad de las proteínas puede ser proporcionada a las terneras de razas lecheras como sustitutos parcial de la leche.

La harina de pescado es muy rica en proteína contiene 63.9% PT incluso contiene más valor nutritivo que los residuos de los mataderos y son excelente suplementos de los cereales o granos. Cuando la harina de pecado contiene demasiada proporción de cabeza son menos digeribles y de menor valor nutritivo que los del resto del cuerpo del pescado.

Como la harina de pescado es hecha con todo y esqueleto, posee altos porcentajes de calcio y fósforo con promedios de 4.14 de calcio y de 2.67% en fósforo y un total de material mineral de 17.6% al mismo tiempo contiene una cantidad moderada de yodo.

En experimentos realizados se ha comprobado que la harina de pescado es superior incluso a la harina de carne como alimento suministrador de proteínas para los cerdos. Los resultados obtenidos son favorables cuando se combina la harina de pescado con algún heno de alfalfa o alguna otra leguminosa y complementándolo con un alimento que proporciona proteínas de origen vegetal como la torta de soya. Utilizando de esta forma los resultados son similares a los obtenidos utilizando harina de carne.

En otros experimentos realizados con harina de pescado en combinación con el maíz se obtuvo un aumento de peso vivo de 1.68 libras/día en promedio consumiendo 349 unidades de maíz y 35 unidades de harina de pescado para alcanzar 100 unidades de aumento de peso. En Indiana se han obtenido resultados favorables cuando se han mezclado harina de pescado con harina de carne, los cerdos estabulados como los de pastoreo aumentaron de peso

considerablemente con sub-productos de pescado y carne y necesitaron menor cantidad de alimento para lograr 100 unidades aumento de peso vivo (32).

#### **2.7.1.4. Harina de sangre.**

La harina de sangre es inferior a la harina de carne en calcio y fósforo, la harina de carne es superior y mucho mas barata que la harina de sangre, la harina de sangre contiene de 80-82% de proteína, pero debido a su proceso de elaboración a altas temperaturas las proteínas son menos digestibles y da menor calidad que de las harina de carne (18).

En experimento realizado con ganado lechero en Massachusetts se obtuvieron resultados similares agregando un 10% de sangre deseada o harina de sangre mezclado con alimentos que contienen igual cantidad de proteínas proporcionada por suplementos proteicos (32).

En el departamento de La Libertad se realizo un ensayo utilizando harina de sangre bovina en lechones en la etapa de pre y post destete. Se inicio con una concentración de 21% de proteína, dicha concentración se fue sustituyendo proporcionalmente por harina de sangre y harina de maíz; se evaluaron 4 tratamientos: T0=( concentrado = testigo) T1= 69% de concentrado + 25% de harina de maíz + 6% de harina de sangre bovina; T2= 58% de concentrado + 34% harina de maíz + 8% de harina de sangre bovina; T3 =48% concentrado +42% harina de maíz + 10% harina de sangre bovina. Las variables estudiadas fueron: peso vivo, consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y análisis económico.

Al realizar la prueba de Duncan los tratamientos T1 y T2 (6% y 8% harina de sangre respectivamente) obtuvieron resultados similares estadísticamente y superiores a T0 y T3 (0% y 10% respectivamente), pero T3

fue mejor a T0 estadísticamente. En conclusión se aceptan la superioridad de T2 sobre el resto de los tratamientos ya que presentó una respuesta al incremento de peso en los lechones, por lo que se recomienda proporcionar 8% de harina de sangre bovina como complemento de la ración para lechones en etapa de pre y post-destete (25). En el siguiente cuadro se presentan los resultados obtenidos.

**Cuadro 4.** Resultados del uso de harina de sangre bovina.

| Tratamiento      | Peso vivo(kg) | Ganancia de peso(kg) | Consumo de alimento(kg) | Conversión alimenticia(Kg) |
|------------------|---------------|----------------------|-------------------------|----------------------------|
| T0=[ ] comercial | 10.69 c       | 6.045 c              | 3.10c                   | 1.63:1c                    |
| T1=6% H. S.      | 13.40 a       | 8.986 a              | 3.22 a                  | 1.14:1 a                   |
| T2=8% H. S.      | 13.66 a       | 9.017 a              | 3.28 a                  | 1.42:1 a                   |
| T3=10% H. S.     | 12.46 b       | 8.020 b              | 3.12 b                  | 1.23:1 b                   |

H. S. = Harina de sangre bovina.

## **2.7.2. Utilización de productos y sub-productos de origen vegetal.**

### **2.7.2.1. Melaza.**

La melaza es un sub-producto de la caña de azúcar proveniente de la extracción y trituración de dicho material. La melaza es una fuente de energía para cerdos, se estima que cuando es utilizada no más de un 10% en la ración se obtiene su máximo valor nutritivo, cuando el cerdo aumenta de tamaño y la edad se la puede elevar el nivel de melaza. También es utilizada como aumentador de palatabilidad, consistencia de los alimentos y disminución de polvo en las raciones (17).

Butriago (4) asegura elevar el nivel de melaza en la ración de acuerdo al peso y aumentándolo desde 5 a 10% para cerdos pequeños con un peso de 15-



20kg y para cerdos de 90-100kg niveles de 30-40% en contraparte, el uso de mayores porcentajes de melaza en la ración trae como consecuencia: menores ganancias de pesos, altas conversiones alimenticias y presencia de diarreas.

Dichos síntomas se le atribuye a las altas concentraciones de potasio.

Según Flores Menéndez (22) los síntomas anteriores se deben a la ausencia de sucrasa intestinal y la presencia de otros azúcares de muy lenta hidrolización como la rafinosa, una solución a los efectos laxantes podría ser incorporar proteínas, pero esto hace más cara la ración. En la alimentación de aves este problema se soluciona incorporando vitaminas de complejo "B" pero en cerdos no se han obtenidos buenos resultados. En experimentos realizados con un 50% de melaza se incorporó un 13% de bagazo de caña como alternativa para solucionar el efecto laxante, pero el aumento de peso y la conversión alimenticia sufrieron drásticamente en forma significativa, todo esto explica que la inclusión de melaza a altos niveles produce efecto diluyente en el contenido de la energía digestible.

La melaza de la caña de azúcar provee los siguientes componentes o nutrientes: 55% de azúcar que constituye el mayor volumen de nutrientes, 28% de proteínas. La melaza es rica en ácido pantoténico y niacina, pero carecen de riboflavina y tiamina y no contienen ni vitamina "A" ni "D" (32).

La composición química en general de la melaza presenta variaciones de proteínas desde 2.9% a 3.2% procediendo el 90% de origen nitrogenado no proteico (24).

El siguiente cuadro presenta el totalidad todos los nutrientes presentes en la melaza de la caña de azúcar.

**Cuadro 5.** Composición de la melaza de caña de azúcar.

|                                   | <b>Natural.</b> | <b>Seco.</b> |
|-----------------------------------|-----------------|--------------|
| Materia seca.                     | 75.0            | 100.00       |
| Ceniza %.                         | 8.10            | 10.80        |
| Grasa %.                          | 0.10            | 0.10         |
| Fracción no-nitrogenada %.        | 63.60           | 84.80        |
| Proteína (Nx6.25)%                | 3.20            | 4.30         |
| Energía E.B. kcal/kg.             | 3086.00         | 4114.00      |
| Cerdos E.D. kcal/kg               | 2464.00         | 3285.00      |
| Cerdos E.M. kcal/kg               | 2343.00         | 3124.00      |
| Cerdos proteína digestible total% | 56.00           | 75.00        |
| Calcio%                           | 0.89            | 1.19         |
| Hierro%                           | 0.02            | 0.02         |
| Magnesio%                         | 0.35            | 0.47         |
| Fósforo%                          | 0.08            | 0.11         |
| Potasio%                          | 2.38            | 3.17         |
| Cobre mg/kg                       | 59.60           | 79.40        |
| Magnesio mg/kg                    | 42.20           | 56.30        |
| Colina mg/kg                      | 876.00          | 1167.00      |
| Niacina mg/kg                     | 34.30           | 45.70        |
| Acido pantotéico mg/kg            | 38.30           | 51.10        |
| Riboflavina mg/kg                 | 3.30            | 4.40         |
| Tiamina mg/kg.                    | 0.90            | 1.20         |

Fuente; Esminger. (17)

#### **2.7.2.1.1. Ventaja del uso de melaza en la alimentación de cerdos.**

Las ventajas nutritivas que ofrece son: estimulación del apetito, facilita la reducción o comprimidos de la raciones muy secas, aumenta la digestibilidad mayor palatabilidad, etc (29).

En ensayos realizados en el departamento de Morazán, se evaluó el uso de melaza en combinación con concentrado comercial, ofreciendo 4 niveles (5,15-25 y35%) los cerdos utilizados fueron de el cruce Landracex New

Hampshire y se desarrollo en la etapa desarrollo finalización. Las variables en el estudio a evaluar fueron: peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y análisis económico, al final se realizo el análisis estadístico el cual no arrojó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, solamente se pudo comprobar que el T3 (35% de melaza) fue el más rentable.

**Cuadro 6.** Resultados del uso de melaza en combinación con concentrado.

| Tratamiento | Peso vivokg | Ganancia de peso kg | Consumo de alimento kg | Conversión alimenticia kg | Relación B/c (¢) |
|-------------|-------------|---------------------|------------------------|---------------------------|------------------|
| T0 (5%)     | 60.09 NS    | 0.70 NS             | 216.00 NS              | 3.60 NS : 1               | 1.32 NS          |
| T1 (15%)    | 55.46       | 0.64                | 206.61                 | 3.73 : 1                  | 1.32             |
| T2 (25%)    | 55.35       | 0.64                | 222.96                 | 4.03 : 1                  | 1.32             |
| T3 (35%)    | 49.69       | 0.58                | 190.68                 | 3.84 : 1                  | 1.38             |

Nótese que el consumo de alimento fue menor en T3, efecto que se atribuye a una mejor concentración de energía en la ración, debido a que la ración se volvió más pesada y produjo el más bajo aumento de peso de todos los tratamientos (35).

#### **2.7.2.1.2. Desventaja del uso de melaza en la alimentación de cerdos.**

Dentro de los problemas que abarca la utilización de la melaza podemos mencionar: efectos laxantes, empalagamiento al utilizar más de lo recomendado. Cuando se excede al 30% produce efectos laxantes así como también problemas de mezclado y cuando se almacena, otro problema es la poca uniformidad de sus elementos químicos ocasionado por la calidad de los suelos,

tipo de fertilizantes utilizados, edad de la planta, tipo de caña, forma de recolección, procesamiento etc. (18, 21).

**Cuadro 7.** Diferentes niveles de melaza para cerdos en crecimiento y acabado.

| Diferente nivel de melaza y 13% de proteína para cerdos en crecimiento y acabado (20-90 kg.) |         |       |       |       |
|--|---------|-------|-------|-------|
|  | Testigo | 15%   | 22.5% | 30%   |
| Dietas (%)   |         |       |       |       |
| Melaza.  | 0       | 15.00 | 22.50 | 30.00 |
| Torta de soya.   | 8.55    | 11.72 | 13.30 | 13.87 |
| Maíz amarillo.   | 88.75   | 70.58 | 61.50 | 53.43 |
| Harina de huesos.  | 2.00    | 2.00  | 2.00  | 2.00  |
| Sal yodada.  | 0.50    | 0.50  | 0.50  | 0.50  |
| Minerales y vitaminas.   | 0.20    | 0.20  | 0.20  | 0.20  |
| RENDIMIENTO.   |         |       |       |       |
| Aumento diario kg.   | 0.69    | 0.74  | 0.1   | 0.75  |
| Consumo alimento diario kg.  | 2.24    | 2.79  | 2.51  | 2.86  |
| Alimento/ganancia.   | 3.25    | 3.77  | 3.54  | 3.82  |
| Diferente nivel de melaza y 16% de proteína para cerdos en crecimiento y acabado (20-90 kg.) |         |       |       |       |
| Dietas (%)   |         |       |       |       |
| Melaza.  | 0       | 15.00 | 22.50 | 30.00 |
| Torta de soya.   | 16.05   | 19.30 | 20.70 | 22.40 |
| Maíz amarillo.   | 80.75   | 62.87 | 54.10 | 44.90 |
| Harina de huesos.  | 2.00    | 2.00  | 2.00  | 2.00  |
| Carbonato de calcio.   | 0.50    | 0.13  |       |       |
| Sal yodada.  | 0.50    | 0.50  | 0.50  | 0.50  |
| Minerales y vitaminas.   | 0.20    | 0.20  | 0.20  | 0.20  |
| RENDIMIENTO.   |         |       |       |       |
| Aumento diario kg.   | 0.74    | 0.82  | 0.74  | 0.69  |
| Consumo alimento diario kg.  | 2.44    | 2.57  | 2.76  | 2.47  |
| Alimento/ganancia.   | 3.39    | 3.13  | 3.73  | 3.58  |
| Diferente nivel de melaza y 19% de proteína para cerdos en crecimiento y acabado (20-90 kg.) |         |       |       |       |
| Dietas (%)   |         |       |       |       |
| Melaza.  | 0       | 15.00 | 22.50 | 30.00 |
| Torta de soya.   | 23.55   | 26.70 | 28.30 | 29.90 |
| Maíz amarillo.   | 73.25   | 55.50 | 46.50 | 37.40 |
| Harina de huesos.  | 2.00    | 2.00  | 2.00  | 2.00  |
| Carbonato de calcio.   | 0.50    | 0.10  |       |       |
| Sal yodada.  | 0.50    | 0.50  | 0.50  | 0.50  |
| Minerales y vitaminas.   | 0.20    | 0.20  | 0.20  | 0.20  |
| RENDIMIENTO.   |         |       |       |       |
| Aumento diario kg.   | 0.77    | 0.74  | 0.74  | 0.72  |

|                             |      |      |      |      |
|-----------------------------|------|------|------|------|
| Consumo alimento diario kg. | 2.55 | 2.56 | 2.53 | 2.52 |
| Alimento/ganancia.          | 3.31 | 3.46 | 3.42 | 3.50 |

Fuente: Buitrago (4).

Según Flores Menéndez (22), en 1968 realizo experimentos utilizando 13,16 y 19% de proteína en la ración, mezclada con 15,22.5 y 30% de melaza, durante el desarrollo de los ensayos no se obtuvieron resultados que favorecieran el incremento de proteína en combinación con melaza. Con respecto a la ganancia de peso siempre fue igual o superior al tratamiento testigo (torta de soya + maíz). Es de hacer notar que los tratamientos que contenían melaza consumieron mas alimento y necesitaron mayor cantidad de la ración por kilogramo de aumento de peso. Con respecto al análisis económico se noto que los niveles con menor costo fueron los de 20-30% de melaza y con un 13% de proteína.

#### **2.7.2.2. El maíz (zea mays).**

Es el alimento que más se utiliza por los porcinocultores para formar la ración de los cerdos, dicha utilización se debe a su bondad para el crecimiento y engorde. Como ya se sabe es rico en carbohidratos, pero es necesario corregir las deficiencias de proteínas, vitaminas y minerales. De igual forma es el único cereal que tiene el mas alto contenido de principios nutritivos digestibles totales y energía neta. Posee un 82% de principios digestibles totales debido a que es muy pobre en fibra, posee mucho almidón posee grasa mucho mas que los demás cereales (excepto la avena), es muy alto en extracto no nitrogenado.

En algunas ocasiones es necesario que el maíz sea molido con media finura para alimentar los cerdos. Ya que a menor finura ocasiona atoramiento en los cerdos provocado por el espeso polvo del maíz, caso contrario al ser molida

muy gruesa provoca un trabajo extra al intestino para lograr descomponerlo (32).

El maíz es muy pobre en calcio ya que solo contiene 0.02%, al mismo tiempo posee solo 0.27% de fósforo. En cerdos y aves no mantenidos sobre pastos, la diferencias en valor de vitamina A del maíz amarillo, blanco pueden determinar un beneficio o una pérdida sino se tiene el cuidado de proporcionar suficiente cantidad de vitamina en otros alimentos.

**Cuadro 8.** Elementos que contiene el grano de maíz.

|                           | N°   | Max | Min | Med  |              | N°   | Max | Min | Med |
|---------------------------|------|-----|-----|------|--------------|------|-----|-----|-----|
|                           | Anal |     |     |      |              | Anal |     |     |     |
| <u>Análisis proximal.</u> |      |     |     |      | Aminoácidos  |      |     |     |     |
| Materia seca. %           | 53   |     |     | 89.4 | Mg/gN        |      |     |     |     |
| Extracto libre de N%      |      |     |     | 74.4 | Tritófano.   | 26   | 35  | 20  | 28  |
| Extracto Etéreo. %        | 50   |     |     | 4.3  | Lisina       | 26   | 197 | 132 | 169 |
| Fibra cruda. %            | 50   |     |     | 1.8  | Metionina    | 26   | 153 | 64  | 108 |
| Nitrógeno. %              |      |     |     | 1.50 | Cistina      | 10   | 89  | 45  | 62  |
| Proteína. %               | 53   |     |     | 9.40 | Fenilalanina | 10   | 352 | 274 | 306 |
| Cenizas. %                | 52   |     |     | 1.3  | Tirosina     |      |     |     |     |
| Calorías.                 | 50   |     |     | 361  | Leucina      | 26   | 764 | 463 | 650 |
| <u>Minerales.</u>         |      |     |     |      | Treonina.    | 10   | 191 | 161 | 182 |
| Calcio. Mg/100g           | 52   |     |     | 9    | Arginina     | 10   | 403 | 255 | 323 |
| Fósforo. Mg/100g          | 53   |     |     | 290  | Histidina    | 10   | 212 | 140 | 175 |
| Hierro. Mg/100g           | 50   |     |     | 2.5  | Valina       | 26   | 332 | 212 | 265 |
| <u>Vitaminas.</u>         |      |     |     |      | Glicina      |      |     |     |     |
| Tiaminas. Mg/100g         | 53   |     |     | 0.43 | Isoleucina.  | 26   | 332 | 184 | 246 |
| RivoflabinaMg/100g        | 53   |     |     | 0.10 |              |      |     |     |     |
| Niacina. Mg/100g          | 53   |     |     | 0.9  |              |      |     |     |     |
| Caroteno. Mg/100g         | 29   |     |     | 0.35 |              |      |     |     |     |
| Vitamina A. U.I           | 29   |     |     | 233  |              |      |     |     |     |

Fuente: INCAP (26).

En Wisconsin se realizaron experimentos para comprobar la superioridad del maíz amarillo con el maíz blanco, para lo cual necesitaron cerdos jóvenes no mantenidos sobre pastos, la ración fue complementada con harina de carne y torta de linaza, los resultados obtenidos fueron: cerdos alimentados con maíz amarillo aumentaron de peso con mayor rapidez que los alimentados con maíz blanco muchos de estos cerdos se enfermaron por falta de vitamina “A”, en cambio los cerdos alimentados sobre pasto verde no presentaron deficiencia de esta vitamina por lo que se recomienda agregar una buena cantidad de heno de leguminosa provisto de hojas que proporcione buena cantidad de vitamina “A” (31).

#### **2.7.2.2.1. Olote molido.**

El olote molido contiene 32% de fibra y 0.02% de proteínas, los olotes molidos son mal digeridos por los cerdos y las aves, cuando son suministrado al ganado vacuno proporciona la misma cantidad de principios nutritivos que el heno pero casi nada de proteínas digestibles (31).

Otros investigadores sostienen que el olote de maíz contiene 31.20% de carbohidratos, en cuanto a la fibra cruda se dice que tiene 36.2% de los cuales un 28% corresponde a celulosa, un 1.2% corresponde a hemi-celulosa y un 7% corresponde a lignina. Dichos datos constituyeron alrededor del 81% del contenido de fibra y un 19% corresponde a lignina en unión representa el 100% de fibra cruda (38).

**Cuadro 9.** Componentes totales de la harina de olote.

|                           | N° Anal | Max  | Min  | Med  |
|---------------------------|---------|------|------|------|
| <u>Analisis proximal.</u> |         |      |      |      |
| Materia seca. %           | 5       | 95.5 | 87.2 | 91.9 |
| Extracto libre de N%      | 5       | 57.4 | 36.7 | 48.1 |
| Extracto Etéreo. %        | 5       | 1.3  | 0.4  | 0.9  |
| Fibra cruda. %            | 5       | 43.6 | 35.2 | 38.9 |
| Nitrógeno. %              | 5       | 0.49 | 0.25 | 0.39 |
| Proteína. %               | 5       | 3.1  | 1.6  | 2.4  |
| Cenizas. %                | 4       | 2.5  | 0.9  | 0.9  |
| Calorías.                 |         |      |      | 186  |
| <u>Minerales.</u>         |         |      |      |      |
| Calcio. Mg/100g           | 2       | 904  | 626  | 765  |
| Fósforo. Mg/100g          | 2       | 296  | 251  | 274  |
| Hierro. Mg/100g           | 2       | 8.9  | 5.8  | 7.4  |

Fuente: INCAP (26).



### **3. MATERIALES Y MÉTODOS.**

#### **3.1. Generalidades.**

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

El presente estudio se realizó en la unidad experimental de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador, ubicado sobre el kilómetro 144 carretera al delirio, Cantón El Jute, Municipio de San Miguel, Departamento de San Miguel. Con coordenadas geográficas de 13° 22' latitud norte y 88° 09' longitud oeste.

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

Las condiciones meteorológicas que caracterizan al lugar donde se realizó el experimento son: Temperatura promedio anual de 29°C, Precipitación promedio anual de 1690 mm, humedad relativa promedio anual de 78%, una altura de 140 m.s.n.m. y vientos predominantes con rumbo norte a una velocidad promedio de 8.3 km/h.

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

El ensayo se realizó en 8 semanas (56 días.), del 18 de Junio al 18 de Agosto de 1999.

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

En este estudio no existió fase pre-experimental por ser un ensayo de continuidad, ya que las unidades experimentales se evaluaron en la fase de desarrollo-engorde, lo que garantizó que los cerdos estaban bien adaptados al alimento ofrecido; por lo tanto a partir de aquí se comienza a evaluar la fase de desarrollo-finalización, para analizar el comportamiento de los cerdos alimentados con vísceras durante las dos fases.

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

Se inicio pesando los lechones que habían sido distribuido en forma aleatorizada en cada uno de los tratamientos en el ensayo anterior, ya que se tomaron las mismas unidades experimentales distribuidos en cada uno de los tratamientos; es de hacer notar que para este estudio se elimino un tratamiento completo (6 cerdos) de la investigación anterior. Esta fase comprendió la etapa de finalización de los lechones; tuvo una duración de 8 semanas (56 días), abarcando el periodo del 18 de Junio hasta el 18 de Agosto de 1999.

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

## **3.2. Materiales.**

### **3.2.1. Unidades experimentales.**

Para la realización del presente estudio se utilizaron 18 lechones, con una edad de 117 días de edad, del cruce YORKSHIRE - LANDRACE de los cuales 7 fueron machos castrados y 11 fueron hembras. Las unidades experimentales

fueron tomadas de un experimento anterior por lo que estaban en la Unidad experimental de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador.

### **3.2.2. Instalación.**

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

### **3.2.3. Equipo.**

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

- Una báscula con capacidad de 300 libras.
- Una balanza tipo reloj de 30 libras.
- Olla para cocción de vísceras.
- Manguera, escoba, pala, jeringa.

## **3.3. Metodología experimental.**

### **3.3.1. Limpieza y desinfección.**

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

### **3.3.2. Alimentación.**

Las raciones se suministraron dos veces al día, por la mañana de 7–8 AM. y por la tarde de 3 - 4 PM. para cada tratamiento.

En la fase experimental las raciones se suministraron para cada tratamiento de forma balanceada de acuerdo al contenido nutricional del concentrado comercial, el cual para llevar los requerimientos nutricionales del cerdo, se le suplía en base el 3 % de su peso vivo efectuando un análisis de la dieta al inicio de la fase experimental y luego cada siete días para cada uno de los tratamientos.

### **3.3.3. Metodología estadística.**

#### **3.3.3.1. Diseño experimental.**

Para el análisis de los resultados se utilizó el diseño completamente al azar con tres tratamientos y seis repeticiones por tratamiento. Cada repetición constó de una unidad experimental (1 cerdo) que fue la información utilizada para el análisis estadístico que se efectuó cada siete días después de iniciada la fase experimental.

##### **3.3.3.1.1. Modelo estadístico.**

A continuación se describe el modelo estadístico que describe el comportamiento para cada una de las observaciones del ensayo, el cual se define mediante la fórmula matemática siguiente:

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

Donde:

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

$\mu$  = Media experimental.

$T_i$  = Efecto medio del i-ésimo tratamientos.

$e_{ij}$  = Error experimental.

$I$  = Número de tratamiento.

$J$  = Número de repetición.

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

| F. de V.           | G. L. |
|--------------------|-------|
| TRATAMIENTOS (n-1) | 2     |
| ERROR n(r-1)       | 15    |
| TOTAL (nr-1)       | 17    |

Donde:

$n$  = Número de tratamientos.

$R$  = Número de repeticiones por tratamiento.

### 3.3.3.2. Prueba estadística.

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

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

L.S. = Limite de significación.

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

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

$S^2$  = Cuadrado medio del error.

$n$  = Número de repeticiones.

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

Diferentes combinaciones de sub-productos agroindustriales (vísceras de pollo, melaza, harina de maíz y harina de olote) para la alimentación de cerdos.

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

T0 = Concentrado comercial (testigo).

T1 = Vísceras de pollo , melaza, harina de olote.

T3 = Vísceras de pollo, harina de maíz, harina de olote.

ISOPROTEICOS: 15% P.T.

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

En la presente investigación se evaluaron las siguientes variables: Peso vivo, ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento, conversión alimenticia y análisis económica.

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

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

La toma de datos para esta variable se realizó cada 7 días, tomando el peso vivo de cada lechón por tratamiento, esta actividad se realizó antes de suministrarle la ración de la mañana a los lechones, esto para evitar que el consumo de alimento influyera en el peso vivo tomado al inicio y al final de cada período.

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

Para esta variable, los lechones se pesaron al inicio del experimento y luego cada 7 días, para estimar las ganancias diarias de peso la cual resultaba de restar el peso al final del período menos el peso al inicio del mismo para cada lechón y por cada tratamiento.

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

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

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

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

### **3.3.7.5. Análisis económico.**

Se obtuvo realizando una comparación económica entre los tres tratamientos evaluados, la cual se basó en la relación beneficio–costo y la utilidad neta por animal.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

### **4.1. Peso vivo promedio.**

El peso vivo de los cerdos en cada uno de los tratamientos fue tomado desde el día uno de la fase experimental (117 días de edad) para luego tomarlo cada semana hasta la finalización del ensayo (56 días). En los cuadros de anexos A-1 hasta A-26 se presentan los datos individuales de peso vivo promedio semanal por tratamiento, y para aquellos que resultaron con significación estadística se le realizó la respectiva prueba de Duncan.

En el cuadro 10 y figura 1 se presenta el resumen de resultados de peso vivo, donde se puede observar una tendencia ascendente desde el primer día (51.6583 kgs) hasta el final del ensayo (83.7727 kgs). Es de hacer notar que los cerdos ya iniciaron su fase experimental con diferencias estadísticas significativas ( $T_0=53.3909$  kg,  $T_1=43.4364$  kg y  $T_2=58.1477$  kg), siendo  $T_0$  y  $T_2$  estadísticamente similares y ambos superiores a  $T_1$ , debido a que venían de una fase de crecimiento y en el presente ensayo se continuó con la fase de terminación. El peso vivo promedio de los cerdos desde la primera semana fue aumentando lo que demuestra que los cerdos continuaron con su tendencia ascendente. De igual manera se mantuvo la significación estadística entre los



tratamientos hasta el final del ensayo, en la forma en que se observó en el inicio; sin embargo, en la segunda semana de estudio se perdió momentáneamente la significación estadística lo cual es atribuible a que hubo una provisión parcial de vísceras de pollo por parte de las granja proveedoras, en este período se suministró solamente la mitad, es decir, un 50% dicha diferencia afectó mayormente a T2 cuyos cerdos aumentaron únicamente 0.8636 kgs en la semana mientras que T1 aumento 5.1907 kgs, en este período lo que concluimos que la

**CUADRO 10.** Resumen de peso vivo (kg) promedio por cerdo en cada tratamiento y por semana desde el inicio hasta el final del estudio.

| TRAT. | N° | SEMANAS. |          |           |          |          |          |          |          | TOTAL    | MEDIA    |         |
|-------|----|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|
|       |    | 0 */     | 1        | 2         | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        |          |          | 8       |
| T0    | 5  | 53.3909a | 56.2273a | 58.4354ns | 63.1364a | 67.9091a | 75.0000a | 78.0909a | 83.9460a | 89.6363a | 625.7723 | 69.5303 |
| T1    | 5  | 43.4364b | 45.0184b | 50.2091   | 51.4091b | 55.6364b | 60.2727b | 63.0909b | 66.0000b | 70.5454b | 505.6184 | 56.1798 |
| T2    | 4  | 58.1477a | 59.7728a | 60.6364   | 66.6136a | 72.2727a | 76.7046a | 80.2273a | 85.5682a | 91.1364a | 651.0797 | 72.3422 |
| TOTAL | 14 | 154.9750 | 161.0185 | 169.2809  | 181.1591 | 195.8182 | 211.9773 | 221.4091 | 235.5142 | 251.3181 |          |         |
| MEDIA |    | 51.6583  | 53.6728  | 56.4270   | 60.3864  | 65.2727  | 70.6591  | 73.8030  | 78.5047  | 83.7727  |          |         |

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

ns = Diferencia estadística no significativa entre tratamientos.

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

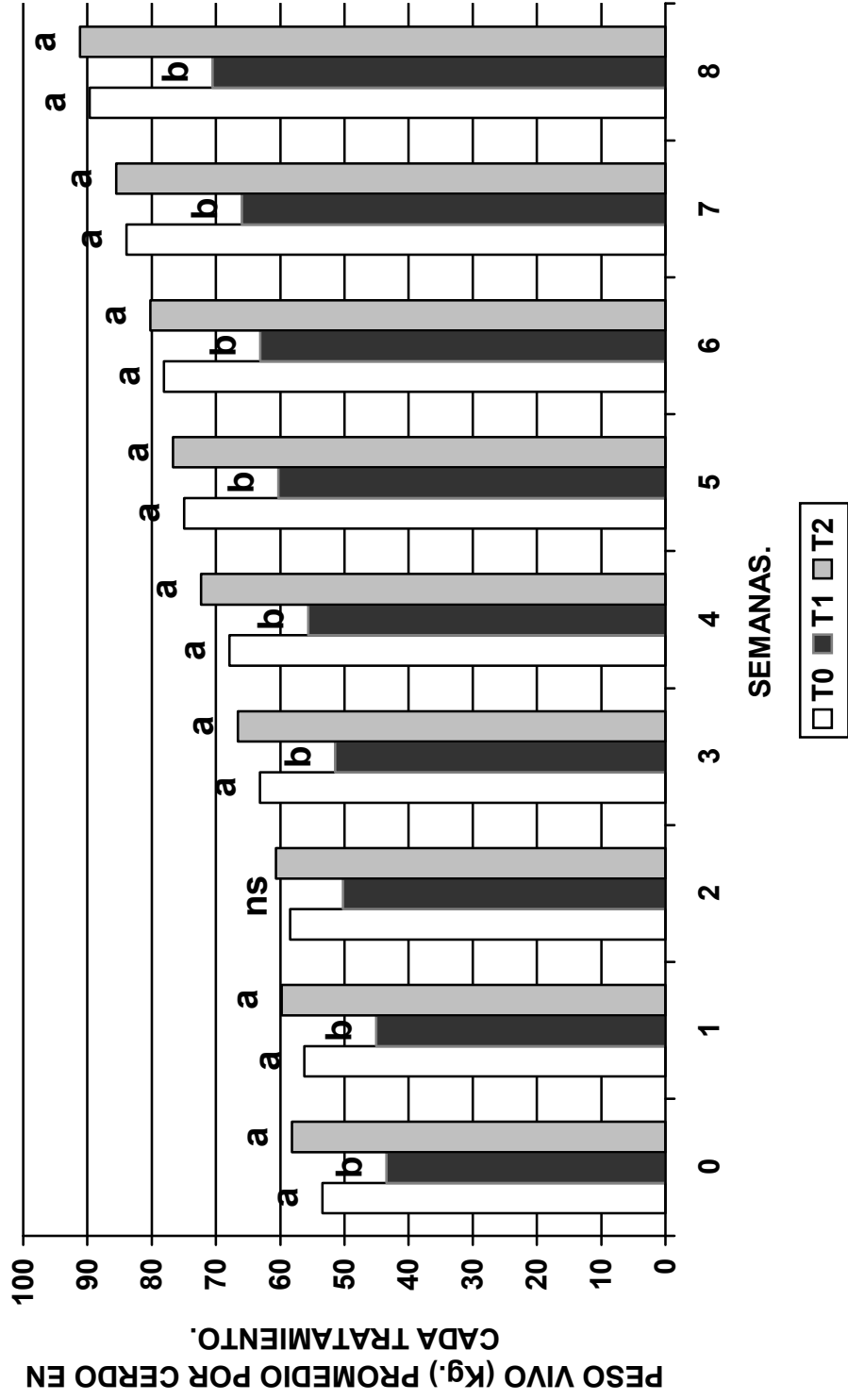


FIG. 1. Peso vivo (kg) promedio por tratamiento por semana desde el inicio hasta el final del estudio.

deficiencia de las vísceras afecto mayormente a T2 que a T1, a partir de la tercera semana se vuelve a recuperar la significación estadística manteniéndose la relación con que se inicio lo que demuestra que el factor que provocó ese desbalance fue la escasez de vísceras y al superarse en la semana subsiguiente se recupero de igual manera la significación estadística y siempre con los mismos índices.

Según Bundy (5) las proteínas de origen animal son más completas, que las de origen vegetal, y en las raciones para cerdo suelen considerarse necesario una o más proteínas de origen animal a fin de establecer el equilibrio esencial en aminoácidos para lograr buenos resultados, las proteínas de origen animal presentan factores de crecimiento que las hacen más importante que las de origen vegetal. Sin embargo, dicho efecto se acentuó solamente en T2 y no en T1 que tenían igualmente vísceras, pero esto se atribuye a que en T2 el % de vísceras en la ración era menor (33%) que en T1(35%) por lo que al existir deficiencias de vísceras a T2 le faltó más que a T1 (T2=16.5% y T1=17.5%).

Por lo que en T1 el peso vivo fue en aumento no así en T2 que solamente aumento 0.8636 kgs en 7 días y T1 aumento 5.1907 kgs en el mismo tiempo.

Por otra parte, la disponibilidad de energía digestible (ED) en cada una de las raciones era diferente, T1 poseía energía digestible procedente de la melaza y como se sabe la melaza posee carbohidratos de buena calidad pero la velocidad de pasaje en el tracto digestivo, es rápida, lo que dificulta la absorción de nutrientes por parte de las vellosidades intestinales, en cambio T2 posee carbohidratos de muy buena calidad procedentes de el maíz incluyendo carotenos de excelente calidad y su velocidad de pasaje en el intestino es muy lento lo que facilita la absorción de los nutrientes (32).

Según Campabadal (8) existen varios factores que influyen en la velocidad de pasaje de los alimentos y estos son: a) alta cantidad de rellenos: como ejemplo forrajes, subproductos agroindustriales, etc. b) mal procesamiento: en esto podemos incluir la molienda de los granos y especifica que a mayor grosor mayor velocidad de pasaje y a menor grosor menor velocidad de pasaje. Mas sin embargo, a pesar de todas esas limitantes T1 en este período (2° período) aumento más peso en comparación con T2 lo que nos hace pensar que la deficiencia de visceras afecto más a T2 que a T1 por todo lo anteriormente expuesto.

Ya para la tercera semana los tratamientos se comportaron igual al primer período, donde T0 fue igual a T2 pero estos superiores a T1, siendo T2(5.9772 kgs) el tratamiento que más peso aumento, seguido por T0(4.7010 kg) y por ultimo T1(1.2000 kgs) lo que viene a respaldar lo dicho anteriormente, siendo T2 (33%) el porcentaje que más le favorece a los cerdos ya que T1 (35%) poseía más cantidad de visceras.

El resto del ensayo en cada uno de los períodos se desarrolló sin ninguna alteración en los tratamientos, siendo siempre T2 similar estadísticamente a T0 y estos superiores a T1, en conclusión diremos que el tratamiento que menos respondió fue T1 con un peso promedio final de 70.5454 kgs, seguido por T0 con 89.6363 kgs y finalmente T2 con 91.1364 kgs.

En el cuadro 11 y figura 2 se pueden observar los resultados finales de peso vivo en promedio por cada uno de los tratamientos, también se incluyen los datos de desviación estándar, coeficiente de variación y por ultimo la eficiencia productiva concerniente a la realización de todo el ensayo. Dichas medidas de dispersión nos sirven para determinar en primer lugar cual tratamiento fue el más

**CUADRO 11.** Peso vivo (kg) por tratamiento y variabilidad y eficiencia productiva al final del estudio (56 días)

| TRAT. 1/  | Nº       | PESO VIVO (KG.) | DESVIACION ESTANDAR (KG.) | COEFICIENTE DE VARIACION (%) | EFICIENCIA PRODUCTIVA (%) 2/ |
|-----------|----------|-----------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|
| T0        | 6        | 89.6363 a       | ± 8.3530                  | 9.3188                       | 127                          |
| T1        | 6        | 70.5454 b       | ± 10.9818                 | 15.5670                      | 100                          |
| <b>T2</b> | <b>6</b> | 91.1364 a       | ± 7.6466                  | 8.3903                       | 129                          |
| TOTAL.    | 18       | 251.3181        | ± 26.9814                 | 33.2761                      | 356                          |
| PROMEDIO  | 6        | 83.7727         | ± 8.9938                  | 11.0920                      | 119                          |

1/ = T0. Concentrado comercial marca Alianza.

T1. Concentrado comercial + vísceras + harina de olote + melaza.

T2. Concentrado comercial + vísceras + harina de olote + harina de maíz.

2/ = En base al tratamiento que presentó el menor promedio de peso vivo al final del estudio (T1 = 70.5454 kg)

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

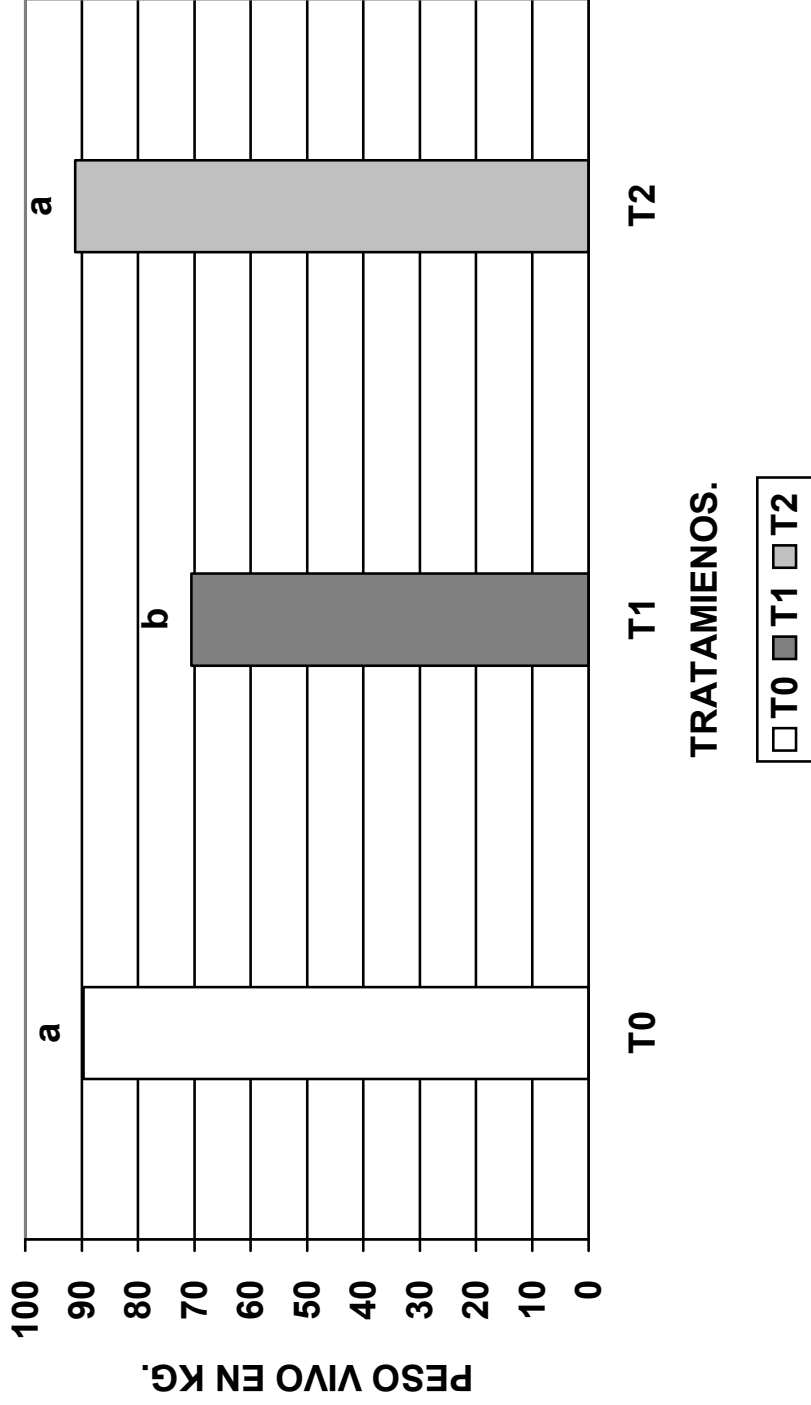


FIG. 2. Peso vivo (kg.) por tratamiento y variabilidad al final del estudio (56 días).

variante con respecto al peso vivo (T1=16%) y en segundo lugar cuales fueron los más productivo (T2=129% y T0=127%) sobre el menos productivo (T1=100%).

Con los datos obtenidos de varianza podemos observar que el tratamiento que más variedad presento fue T1(15.5670%) seguido por T0(9.3188%) y por ultimo T2(8.3903%). Es decir, de todos los tratamientos el que poseía los cerdos más uniformes fue T2 y el tratamiento con más cerdos variables fue T1. Además, el T2 fue más productivo con un porcentaje de 129%, T0 con 127% y T1 con 100%, este ultimo fue el que se tomo como base en la comparación, por presentar el promedio más bajo (70.5454 kgs), lo que indica que fue el que menos respondió al aumento de peso.

Entre los tratamientos T0 y T2 al final del ensayo no existieron diferencias estadísticas entre sí, lo que nos lleva a pensar que la ración compuesta por visceras, maíz y olote sustituyen al concentrado comercial en el desarrollo de los cerdos, también hay que hacer notar que al principio del ensayo ya existían dichas diferencias significativas producto de la fase de crecimiento evaluada en una investigación (Berrio Gómez) (2) previa a la presente o etapa de finalización. Es decir en ambas etapas evaluadas indistintamente se observo el mismo comportamiento, T2 fue similar a T0 y ambos superaron ampliamente a T1.

Entre los tratamientos, es de observar el porcentaje de fibra cruda de cada uno, T0 poseía 3.6%, mientras que T1 tenia 14.24% y T2 con 15.99% de fibra cruda. Cunha (13) manifiesta que el cerdo posee un estomago simple, con capacidad relativamente pequeña en comparación con los rumiantes, por ello la cantidad de fibra que el cerdo puede aprovechar es limitada, también manifiesta



que cuanto más pesado sea el cerdo mayor es su aprovechamiento, también la cantidad de lignina afecta la digestibilidad de la fibra.

Existen varios autores que proporcionan datos a nivel de la fibra en la ración, algunos manifiestan que los niveles óptimos son de 5 a 6% como máximo en la ración, pero existen otros que dicen que pueden llegar hasta un 8% en cerdos con mayor peso.

En Wisconsin (13) se han realizado ensayos para lograr determinar cual porcentaje es el óptimo de fibra y se ha llegado a la conclusión de que cerdos con un peso considerable pueden tolerar un máximo de 8% en la ración, pero debe tenerse el cuidado de que el alimento sea finamente molido y cuidadosamente mezclado ya que si se muele gruesamente los cerdos disminuyen el consumo de alimento y desperdician. Con todo lo anterior podrá concluirse que T2 presentaba desventajas comparada a T0 en relación al porcentaje de fibra cruda (T2=15.99% versus T0=3.6%), sin embargo, la mayor proporción de aminoácidos en T2 influyo para que dichos cerdos aprovecharan mejor el alto porcentaje de fibra en la ración comparado a T0.

Fazio (20) menciona que el cerdo no soporta grandes cantidades de fibra y que las raciones muy voluminosa excitan sobre manera los movimientos peristálticos del intestino, ocasionando una rápida excreción de las heces que se llevan grandes cantidades de nutrientes que no pueden ser absorbidos. Este autor, textualmente dice: “téngase en cuenta que los cerdos no soportan dietas demasiado voluminosas lo cual repercute en una disminución en el peso vivo”, en conclusión de la fibra cruda diremos que T1 poseía el promedio de peso vivo más bajo por que se le proporcionaba un alto porcentaje de fibra por lo que no ganó peso considerable, mientras que T2 tenía un promedio de peso alto y una mayor proporción de aminoácidos de origen animal, aunque con un porcentaje

de fibra alto, pero la calidad proteica hizo que el alimento fuese aprovechado de mejor manera. Mientras que T0 el porcentaje de fibra era de 3.6% que es el porcentaje que trae el concentrado comercial por lo que su comportamiento fue óptimo.

Aunque cada uno de los tratamientos estaba garantizado con un 15% de proteína total, a pesar de esto T2 fue similar a T0 y ambos estadísticamente superior a T1 en un 99% de probabilidad, la similitud en peso de T0 y T2 se debió a la mayor proporción de aminoácidos de origen animal en T2 comparado a T0 contrastado con la deficiencia de fibra cruda en T2 comparadas a T0. La superioridad de ambos sobre T1 se debió a la mejor calidad de carbohidratos, ya que T1 poseía carbohidratos procedentes de la melaza que es inferior a los carbohidratos procedentes del maíz.

La melaza proporcionaba el 14% de la ración de T1 lo que se considera apropiado ya que según Cunha, Wallace, Combs y Durance (14), los mejores resultados se obtienen utilizando 2.5 a 15% para cerdos en engorde pero deben incorporarse gradualmente en base a peso y edad, pero acá sucedió lo contrario ya que los cerdos venían de la fase de crecimiento y se alimentaban con el 30% de melaza y luego pasaron a la etapa de finalización con un 14% esto fue un cambio drástico e incorrecto ya que a mayor peso y mayor edad mayor consumo de melaza, esto provocó un estrés alimenticio en los cerdos de T1, el uso de la melaza esta determinado por dos limitantes: 1) Cantidades arriba del 30% en la ración produce efectos laxantes en todas las edades (diarreas), 2) Al incrementar el nivel de melaza se produce un efecto diluyente en la concentración de energía de la ración lo que repercute en una menor ganancia de peso. Por lo tanto se concluye que probablemente el mayor daño en peso al T1 fue provocado en el experimento anterior.

En T2 el componente que proporcionaba los carbohidratos era la harina de maíz y como se sabe la calidad de los carbohidratos del maíz es superior a los carbohidratos de la melaza por otro lado el maíz posee el 8.31% de proteína total mientras que la melaza solo el 0.93%, también el total de nutrientes digestibles del maíz posee un 73.73%, mientras que la melaza el 65.01% por todas estas comparaciones el maíz supera ampliamente a la melaza.

Según Combs, KL Durrance (14) el maíz es uno de los ingredientes básicos para las raciones de los cerdos e inclusive es utilizado para comparar otros tipos de granos, el maíz posee propiedades muy propias tales que a veces no es necesario molerse para que sea comido a voluntad, sin embargo, resulta económico molerlo para suministrarlo especialmente cuando los cerdos pesan más de 67 kg, para lo cual deben realizarse una molienda media o basta. El maíz es uno de los granos más ricos en principios nutritivos digestibles totales y en energía neta (82%), las razones son: Es rico en nitratos no nitrogenados que en su mayor parte es almidón, también es rico en grasa y es de mayor gustabilidad a los cerdos.

En conclusión diremos que T1 poseía mayor cantidad de vísceras que T2, melaza en un porcentaje menor y olote en un menor porcentaje, y no poseía ningún cereal que le aportara la energía necesaria para la dieta por lo que nunca pudo alcanzar ni superar a T0 y T2 que fueron estadísticamente superiores en un 99% de probabilidad. Otro aspecto a tomar en cuenta es el suministro de melaza que poseía T1 y no T2, se sabe que la melaza posee carbohidratos de buena calidad pero la velocidad de pasaje en el tracto digestivo es rápida lo que dificulta la absorción de nutrientes por parte de las vellosidades intestinales, mientras que T2 poseía harina de maíz en lugar de melaza, el maíz posee carbohidratos de muy buena calidad y la velocidad de pasaje es lenta lo que

facilita la absorción de nutrientes. Por otro lado el porcentaje de fibra cruda en cada tratamiento fue diferente; T0 poseía el porcentaje del concentrado comercial 3.6%, mientras que T1 tenía 14.24% y T2 15.99% y como se dijo anteriormente el cerdo posee un estomago simple con capacidad relativamente pequeña y cuanto más pesado sea el cerdo mayor es el aprovechamiento de la fibra presente en la dieta. Por ultimo tenemos que mencionar a los carbohidratos presentes en T2 y T1 para compararlos y así obtenemos que los carbohidratos que poseía T1 eran procedentes de la melaza que contenían solamente 2.80% de proteína y estas son de poco valor nutritivo y el contenido de energía digestible es de 2600 kcal/kg, mientras que T2 poseía carbohidratos procedentes del maíz que es un excelente cereal ya que posee 8.35% de proteína y que son de alto valor nutritivo, también posee 3940 kcal/kg de energía digestible. Por todo lo anterior asumimos que T2 fue mejor que T1 con respecto al peso vivo mientras que T0 se mantuvo con su ritmo ascendente. Por lo tanto T2 y T0 fueron similares y superiores a T1.

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

Los datos de la ganancia diaria de peso promedio acumulada, tomados en períodos semanales (7 días) por observación en cada uno de los tratamientos durante la fase experimental (56 días) se presentan en los cuadros de anexo A-28 al A-45, con su análisis de varianza y para aquellos que resultaron con significación estadística se le realizó su respectiva prueba de Duncan.

Al comenzar la primera semana del experimento se pudo observar que no existió significación estadística (anexo A-28) lo que viene a decir que no existió ningún tratamiento superior al resto, pero sí existió que T0 gano más

aritméticamente que los demás tratamientos, lo cual se refleja en las medias (T0=0.4052, T2=0.2322 y T1=0.2260 kgs).

Ya en la segunda semana de estudio (A-30) se observó que la significación fue la misma, es decir, no significativa, pero el tratamiento que menos gano fue T2=0.2135 kgs/día seguido por T1=0.3435 kgs/día y el que más gano fue T0=0.3798 kgs/día. Lo anterior se explica de la siguiente manera: en esta semana de estudio (2° semana de estudio) hubo deficiencias de vísceras en un 50%, es decir, solamente se suministro la mitad, lo que vino a afectar más a T2 que a T1 debido al porcentaje de vísceras en la ración, pues T1 presentaba un 35% de vísceras y T2 un 33% por lo que al faltar la mitad de la provisión de vísceras al que más le afectó fue a T2, por que presentaba un dato más bajo (T2=16.5%) y (T1=17.5%). Como se ha explicado anteriormente, las vísceras de pollo son una excelente fuente de proteína y aminoácidos y esas al faltar provocaran el descenso en la ganancia.

En la tercera semana de estudio (A-32) los promedios se volvieron a normalizar siendo superior aritméticamente T0=0.5177, T1=0.3779 y T2=0.4031 kgs/día, aunque no superior estadísticamente, ya que al realizar el respectivo análisis de varianza este resultó no significativa.

Para la cuarta, quinta y sexta semana los tratamientos resultaron ser no significativo, es decir, se compararon similarmente, aunque siempre con superioridad aritmética de  $T0 > T2 > T1$ ; durante esos 3 períodos, lo que concluimos que todos esos cerdos en cada uno de los tratamientos fueron similares en cuanto a la ganancia diaria de peso (A-34 al A-39).

Ya para la séptima y octava semana los resultados de los análisis de varianza demostraron que había significación estadística en un 95% de

probabilidad (A-41) lo que nos dice que existió un tratamiento mejor que el resto por lo que fue necesario realizar prueba de Duncan (A-42) donde nos percatamos que el tratamiento T0 fue superior en un 95% de probabilidad a T1 pero no significativo a T2, mientras que T2 fue no significativo con respecto a T1.

Para la octava y ultima semana de estudio (A-43) se observó también una significación estadística de un 95% de probabilidad, por lo que se realizó la respectiva prueba de Duncan lo que vino a demostrar una superioridad de un T0 sobre T1, una igualdad entre T0 y T2 y también una igualdad entre T2 y T1, por lo que asumimos que T0=0.6473 kgs/día fue el que más aprovechó el consumo de alimento para transformarlo en ganancia de peso, seguido por T2=0.5891 kgs/día y por ultimo T1=0.4841 kgs/día.

En el cuadro 12 y figura 3 se presenta el resumen de ganancia diaria de peso acumulado por tratamiento y por cada periodo durante todo el ensayo, en donde se detalla que en los primeros 6 períodos no existió significación estadística significativa, pero si para el séptimo y octavo período si existió significación estadística en un 95% de probabilidad, como ya se detalló anteriormente. Los resultados demuestran que desde el inicio del experimento todos los tratamientos muestran una tendencia ascendente iniciando con un promedio de 0.2878 kg en la primera semana y finalizando con 0.5735 kg en la última por lo que asumimos que los cerdos se comportaron con un desarrollo normal. Todo lo anterior es normal según lo publicado por Willey, J; Sons I (40) quienes manifiestan que a medida aumentan los cerdos de peso y edad las ganancias de peso son también mayores, es de hacer notar que el tratamiento que más peso ganó fue T0=0.5373 kgs/día seguido por T2=0.4448 kgs/día y por ultimo T1=0.4096 kgs/día en promedio general del inicio al final del estudio.

En el cuadro 13 figura 4 se presenta la eficiencia productiva de ganancia diaria de peso, también se incluyen los datos de desviación estándar y coeficiente de variación que nos servirán para determinar cual tratamiento fue menos

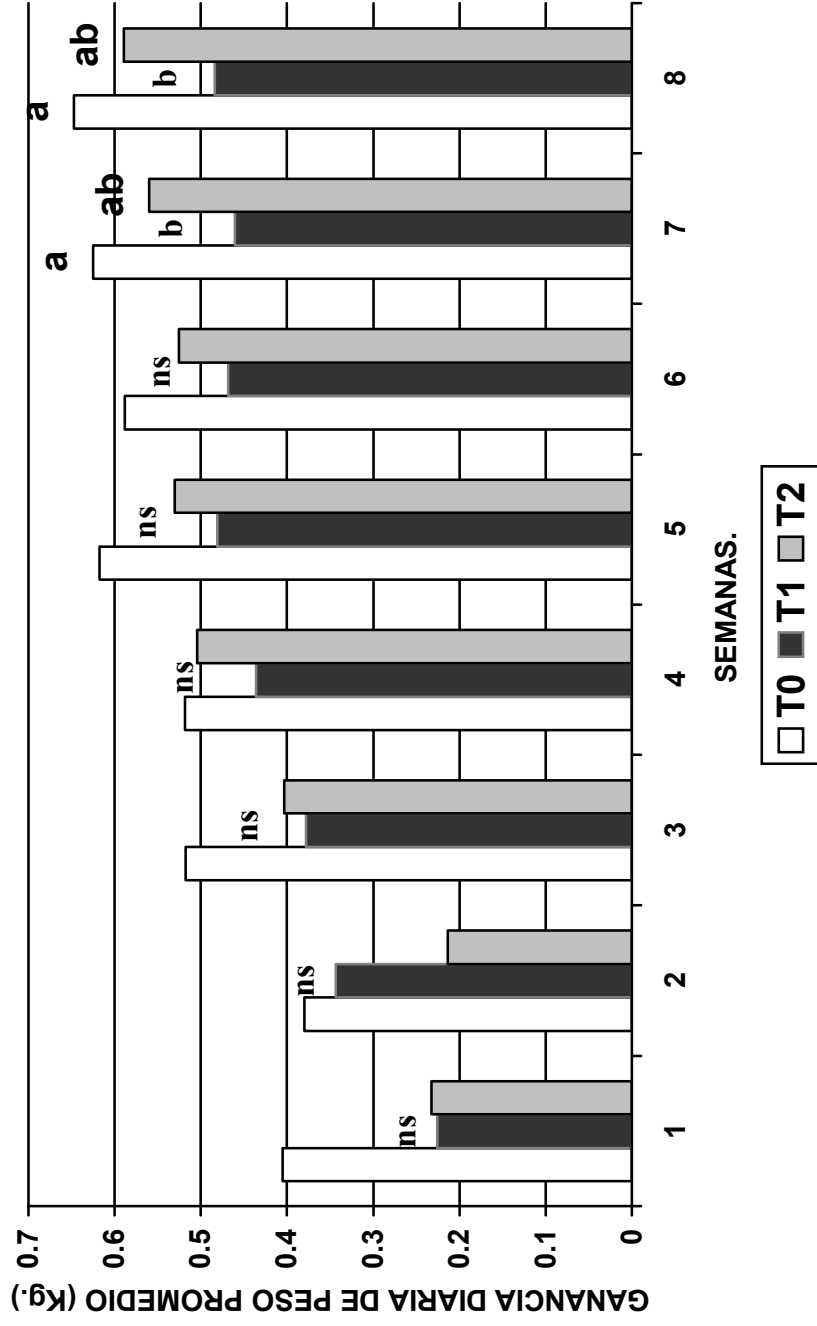
**CUADRO 12.** Resumen de ganancia diaria de peso promedio (kg) acumulada por cerdo en cada tratamiento y por semana desde el inicio hasta el final del estudio (56 días).

| TRAT. | N° | SEMANAS. |          |          |          |          |          |          |          | TOTAL  | MEDIA  |
|-------|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|--------|
|       |    | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        |        |        |
| T0    | 5  | 0.4052ns | 0.3798ns | 0.5177ns | 0.5185ns | 0.6174ns | 0.5881ns | 0.6247a  | 0.6473a  | 4.2987 | 0.5373 |
| T1    | 5  | 0.2260   | 0.3435   | 0.3779   | 0.4357   | 0.4810   | 0.4680   | 0.4605b  | 0.4841b  | 3.2767 | 0.4096 |
| T2    | 5  | 0.2322   | 0.2135   | 0.4032   | 0.5045   | 0.5302   | 0.5257   | 0.5596ab | 0.5891ab | 3.5580 | 0.4448 |
| TOTAL | 14 | 0.8634   | 0.9368   | 1.2988   | 1.4587   | 1.6286   | 1.5818   | 1.6448   | 1.7205   |        |        |
| MEDIA |    | 0.2878   | 0.3123   | 0.4329   | 0.4862   | 0.5429   | 0.5273   | 0.5483   | 0.5735   |        |        |

ns = Diferencia estadística no significativa entre tratamientos.

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





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

**CUADRO 13.** Ganancia diaria de peso promedio (kg) acumulada por tratamiento, variabilidad y eficiencia productiva al final de la fase experimental.

| TRATAMIENTOS | Nº | GANANCIA DIARIA (KG.) | DESVIACION ESTANDAR (KG.) | COEFICIENTE DE VARIACION (%) | EFICIENCIA PRODUCTIVA (%) | 2/ |
|--------------|----|-----------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|----|
| T0           | 6  | 0.6473 a              | ± 0.0736                  | 11.3703                      | 134                       |    |
| T1           | 6  | 0.4841 b              | ± 0.0799                  | 16.5049                      | 100                       |    |
| T2           | 6  | 0.5891 ab             | ± 0.0602                  | 10.2190                      | 122                       |    |
| TOTAL.       | 18 | 1.7205                | ± 0.2137                  | 38.0942                      | 356                       |    |
| PROMEDIO.    | 6  | 0.5735                | ± 0.0712                  | 12.6981                      | 118                       |    |

1/ = T0. Concentrado comercial marca Alianza.

T1. Concentrado comercial + vísceras + harina de olote + melaza.

T2. Concentrado comercial + vísceras + harina de olote + harina de maíz.

2/ = En base al tratamiento que presentó el menor promedio de peso vivo al final del estudio (T1 = 0.4841 kg)

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

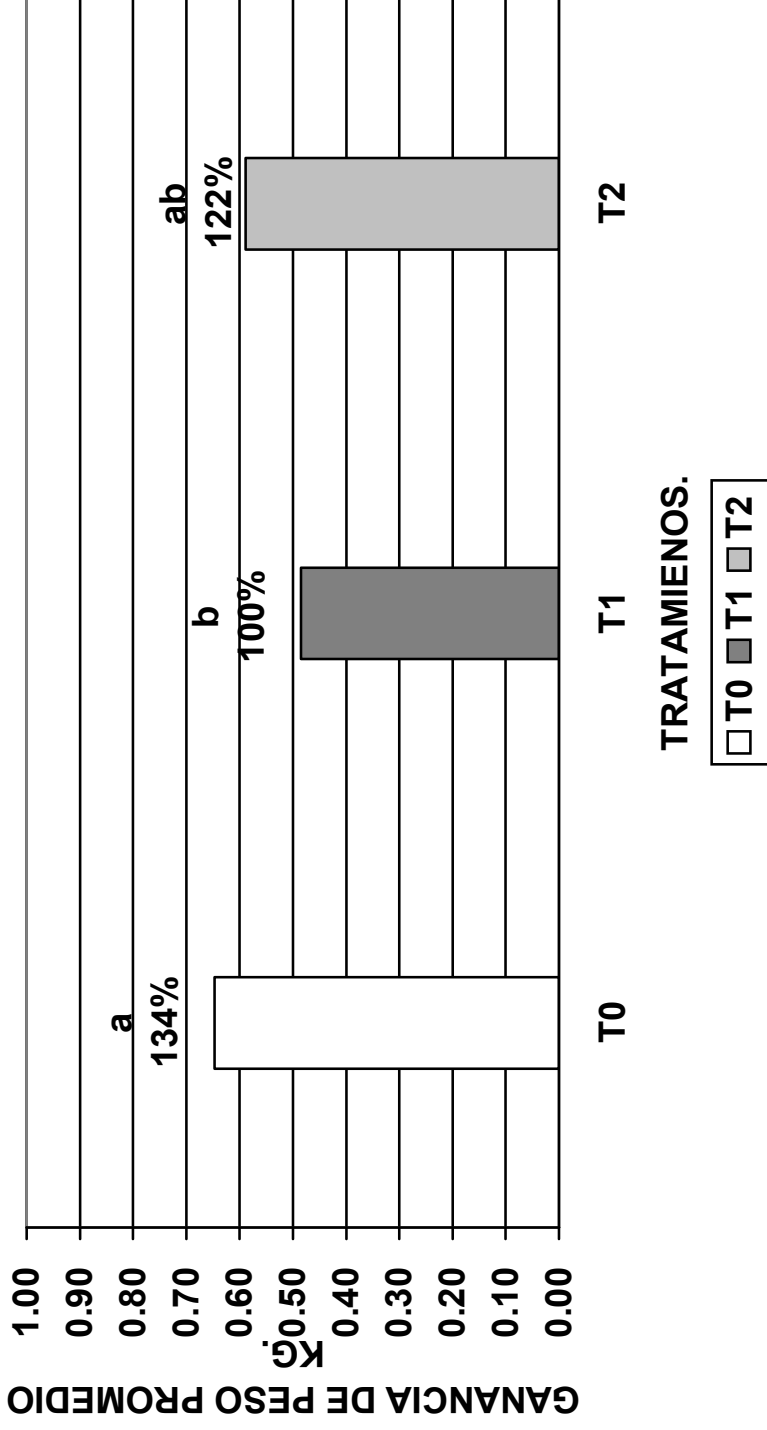


FIG. 4. Ganancia diaria de peso promedio (kg.) por tratamiento y variabilidad al final del estudio (56 días).

disperso o variable y cual fue el mayor encontrándose que T1 presentó el coeficiente de variación más amplio lo que significa que fue el tratamiento con los cerdos más variables con respecto a la ganancia diaria de peso, posteriormente fue T0 y por ultimo T2 fue el más homogéneo ya que fueron los cerdo que ganaron peso en una forma más pareja, en cuanto a la eficiencia productiva, esta se determinó en base a T1 que fue el que presentó el promedio más bajo, resultando más efectivo T0=134% seguido por T2=122% y por último T1=100% lo que asumimos que T0 fue superior en rendimiento a los demás tratamientos.

Como puede observarse, los datos anteriores aritméticamente demuestran que tanto T0 como T2 fueron superiores a T1 durante todo el ensayo, exceptuando la segunda semana, que T1 fue superior a T2 pero debido a lo que se explicó anteriormente (falta de vísceras de pollo), de ahí el resto de los períodos siempre T1 fue inferior a T0 y T2, obsérvese que T2 fue similar a T0 aun presentando la limitante de la fibra cruda ya que este (T2) presentaba un 15.99% de fibra cruda en la ración mientras T0 solo 3.6%. Según Ensminger y Olentine (18) el cerdo presenta un tracto intestinal con capacidad limitada, por que posee una acción microbiana relativamente escasa y también la capacidad de digerir alimento fibroso es pequeña, por lo que se deduce que el cerdo está mejor adaptado para consumir alimentos concentrados como granos y otros. Pero, la ventaja que presentaba T2 era la aportación de las vísceras de pollo, ya que las proteínas que aportaba eran superior a las de origen vegetal. Esto concuerda con lo dicho por Willey, J; y Sons I (40) “la utilización de las proteínas (UNP) de origen animal es superior a los (UNP) proteínas de origen vegetal.

Con respecto a la inferioridad de T1 podemos decir que lo que afectó fue la inclusión de melaza, y como se sabe la melaza es un alimento laxante y con un paso rápido por el intestino, lo que no permitió un uso eficiente del alimento, lo que produjo una menor ganancia de peso diaria.

Según Buitrago (4) los niveles de melaza tienen que ir aumentando de acuerdo con la edad y el peso y sugiere los siguientes parámetros: 5-10% para cerdos de 15-20 kg de peso y 30-40% para cerdos de 90 – 100 kg. Estos parámetros nos llevan a la conclusión que los cerdos sufrieron un cambio drástico de alimentación con respecto a la melaza ya que fueron alimentados con un 30% en su fase de crecimiento y luego pasaron a ser alimentados a un 14% en su fase de terminación o engorde, lo que es contradictorio con lo expuesto por Buitrago (4) ya que él manifiesta que la melaza se debe incrementar gradualmente en base a peso y edad. Lo que no sucedió en T1 debido a que ellos (los cerdos) recibieron una dieta alta en fibra y baja en melaza para una edad muy alta, por lo que la ración no fue la óptima para lograr un adecuado aumento de peso y se reflejan en los datos obtenidos en la ganancia de peso.

Cuando un alimento es ingresado al organismo una parte es aprovechada y absorbida por el organismo y otra es eliminada por las heces. Existen varios factores que determinan la digestibilidad de los alimentos; uno de ellos es propio de el alimento en cuestión (composición, estado de madurez, etc.) (22) por tal motivo la ración compuesta por olote, vísceras y melaza no contribuían grandemente al desarrollo de los cerdos, debido a que el olote es un alimento de relleno y aporta casi nada de proteína ni carbohidratos, mientras que la melaza su aporte es de tipo energético, con las limitantes anotadas anteriormente por lo que las vísceras no actuaron como se esperaba.

Anteriormente se explicó que las proteínas de origen animal son de mayor calidad que las de origen vegetal, T1 poseía proteína de origen animal en baja cantidad (visceras de pollo) harina de olote que prácticamente el aporte de proteína es nula y melaza que como ya se dijo anteriormente su aporte es energético, esta combinación no garantizó una dieta lo suficientemente óptima para obtener una ganancia de peso ideal, mientras T2 presentaba harina de maíz en lugar de melaza y como se sabe el maíz es una excelente fuente de carbohidratos y proteína y su velocidad de pasaje en el tracto digestivo es lento no así la melaza que es rápida impidiendo la absorción de los nutrientes en su totalidad.

La no significación de las primeras seis semanas se debió a varios factores los cuales son: 1) Cambio de alimentación repentinamente (18% de PT en la primera fase y 15% de PT en la segunda fase sin previa adaptación), 2) Eliminación de un tratamiento completo debido a su bajo rendimiento en el experimento anterior (2), 3) Cambio brusco de suministro de melaza (T1), 4) Alto contenido de fibra cruda en la ración (T2 y T1). Estos factores serán detallados ampliamente en la siguiente sección (4.3).

En resumen, los resultados que se obtuvieron en ganancia diaria de peso fueron superiores en T0 y T2 sobre T1 y T0 mejor aritméticamente a T2. Por lo que se concluya que la dieta formulada por visceras de pollo, harina de maíz y harina de olote, en la alimentación de cerdos en la etapa de finalización continua con el desarrollo de la primera fase (crecimiento) demostrando que ofrece ventajas en la ganancia diaria de peso debido a que presenta aminoácidos de mejor calidad y cantidad que se encuentran en estos subproductos (visceras, harina de olote, harina de maíz) y que deberían tomarse en cuenta como una fuente proteica de excelente calidad y a un bajo costo.

Concluyendo que biológicamente utilizando subproductos agropecuarios (harina de olote, vísceras de pollo) se obtienen similares rendimientos a los obtenidos con concentrado comercial, la diferencia se determinará al realizar el análisis económico (sección 4.5).

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

Los resultados de consumo de alimento promedio en base a materia seca acumulado por cerdo expresado en kilogramos por día en períodos semanales (7 días) durante 8 períodos (56 días en total) se muestran con sus análisis de varianza y sus respectivas pruebas de Duncan en los anexos A-46 al A-56.

En el cuadro 14 y figura 5 se presenta el resumen del consumo de alimento diario acumulado por cerdo (en kgs) durante todo el ensayo. Como puede observarse, existe una tendencia ascendente desde el inicio del experimento (138 días) hasta su finalización (194 días) para los tres tratamientos.

Lo anterior coincide con lo expresado con Campabadal (8) quien en su tabla de consumo de alimento indica los rangos que se deben utilizar para alimentar los cerdos y estos son: para cerdos con un peso entre 50 a 60 kgs = 2.60 kg/día; de 60 a 70 kgs = 2.80 kg/día; de 70 a 80 kgs = 3.10 kg/día; de 80 a 90 kgs = 3.5 kg/día, estos datos comparados con los del cuadro 5 son equivalentes de acuerdo al peso vivo promedio, lo que nos indica que los cerdos estaban siendo alimentados en forma racional para alcanzar un buen desarrollo.

Al finalizar la etapa experimental del ensayo se hicieron los respectivos análisis de varianza (anexo A-47) demostrando que existió significación estadística en un 99% de probabilidad, por lo que fue necesario realizar la

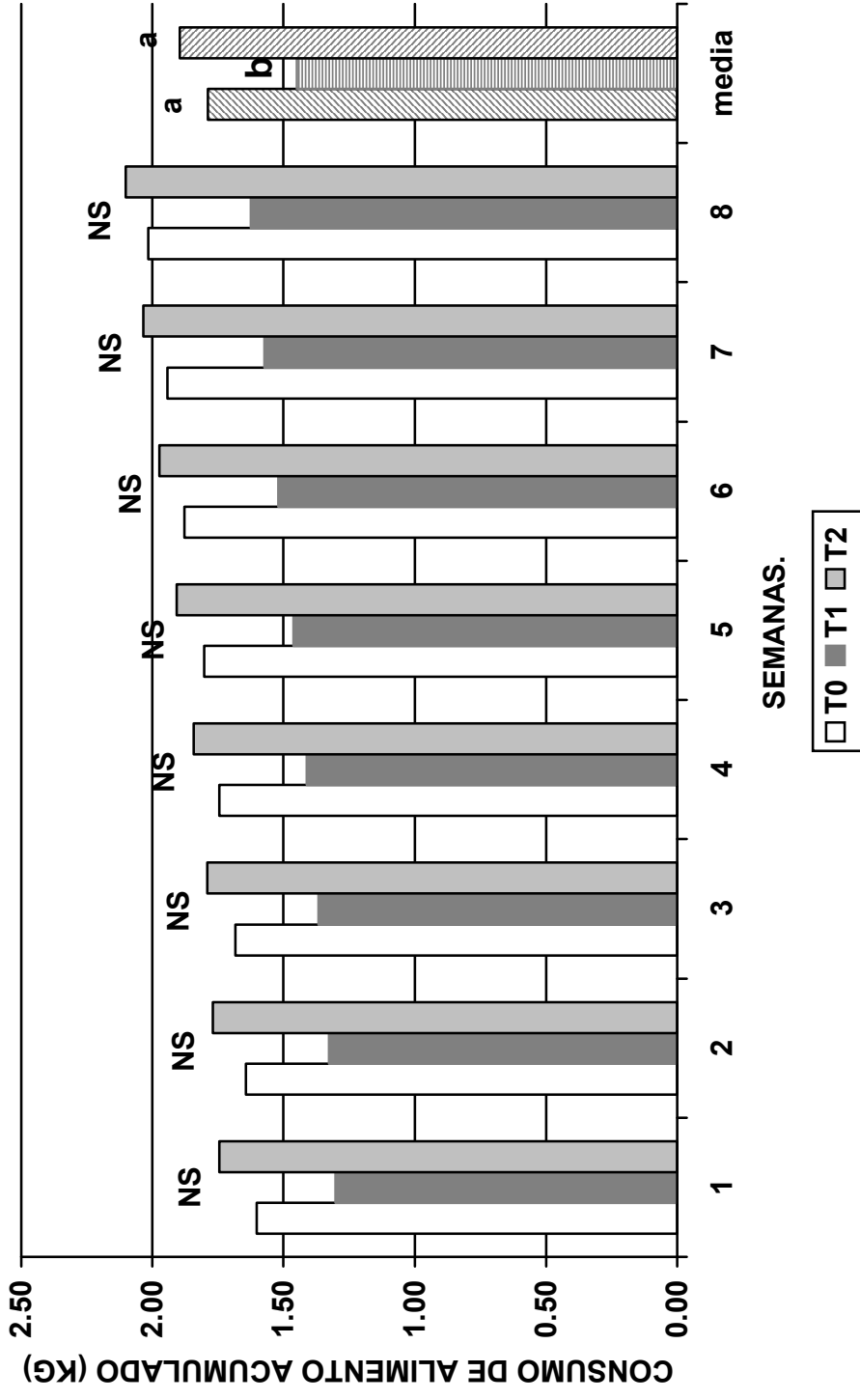
respectiva prueba de Duncan, la que expresa que  $T_2=1.8955^a$  fue similar a  $T_0=1.7892^a$  y superior en un 99% a  $T_1=1.4484^b$ , y  $T_0$  fue superior en un 99% a  $T_1$ .



**CUADRO 14.** Resumen de consumo diario de alimento acumulado (kg) por cerdo en cada tratamiento y por semana desde el inicio hasta el final del estudio.

| TRAT.  | N° | PERIODOS. |         |         |         |         |         |         |         | TOTAL   | MEDIA    |
|--------|----|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
|        |    | 1         | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       |         |          |
| T0     | 5  | 1.6017    | 1.6443  | 1.6833  | 1.7444  | 1.8030  | 1.8775  | 1.9440  | 2.0158  | 14.3139 | 1.7892 a |
| T1     | 5  | 1.3031    | 1.3268  | 1.3670  | 1.4105  | 1.4623  | 1.5199  | 1.5732  | 1.6240  | 11.5868 | 1.4484 b |
| T2     | 4  | 1.7444    | 1.7688  | 1.7906  | 1.8425  | 1.9077  | 1.9732  | 2.0352  | 2.1017  | 15.1641 | 1.8955 a |
| TOTAL. | 14 | 4.6493    | 4.7399  | 4.8408  | 4.9975  | 5.1729  | 5.3706  | 5.5523  | 5.7414  |         |          |
| MEDIA. |    | 1.5498n   | 1.5800n | 1.6136n | 1.6658n | 1.7243n | 1.7902n | 1.8508n | 1.9138n |         |          |
|        |    | s         | s       | s       | s       | s       | s       | s       | s       |         |          |

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



**FIG. 5.** Consumo de alimento diario acumulado (kg) por cerdo y tratamiento por semana desde el inicio hasta el final del estudio.

Estos datos son el reflejo del cálculo de consumo de alimento, ya que los cerdos estaban siendo alimentados en base seca con un 3% de su peso vivo, pues era la etapa de finalización, dicho cálculo se hizo en base seca y como puede observarse los cerdos que mayormente consumieron fueron T2, seguido por T0, y por último T1 que fue el que menos alimento consumió.

En el cuadro 15 figura 6 se presenta el consumo de alimento acumulado al final del ensayo y la eficiencia productiva de cada tratamiento, dicho cálculo se hizo en base al promedio más bajo al final del ensayo (T1= 1.6240 kgs/día) obteniéndose que la eficiencia productiva fue la siguiente T0=124%; T1=100% (base) y T2=129% lo que nos indica que el tratamiento con mayor consumo de alimento fue T2 seguido por T0 y por último T1.

Dentro de la alimentación de los cerdos existen varios factores que determinan el consumo de alimento. Dentro de estos factores existe la aceptabilidad a la dieta, dicho aspecto está fundamentado en varias situaciones tales como: apariencia, olor sabor, textura, temperatura. Todos estos se combinan a la hora de localizar y consumir el alimento, la aceptabilidad puede determinarse ofreciendo dos dietas y dándoles la oportunidad a los animales de escoger entre ellas. De tal forma que el cerdo pueda elegir la que más le apetezca. Por otro lado, al cerdo hay que estimularle los factores internos fisiológicos y psicológicos para que inicie su alimentación, dichos factores son: a) el apetito, que es un estímulo ante la presencia de un alimento. El cerdo puede tener mucha hambre pero no apetecer aquel alimento que lo considera indeseable, pero sin embargo aquel alimento lo encuentra deseable o apetecible pueda que desarrolle apetito aunque no tenga hambre; b) el hambre, esto se puede definir como el deseo fisiológico de alimentarse después de un período de ayuno, es decir el cerdo tiene el deseo de

**CUADRO 15.** Consumo de alimento diario acumulado (kg) por cerdo y tratamiento, variabilidad y eficiencia productiva al final del estudio.

| TRATAMIENTOS.<br>1/ | CONSUMO DE ALIMENTO<br>PROMEDIO (KG.) | EFICIENCIA<br>PRODUCTIVA (%)<br>2/ |
|---------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| T0                  | 2.0158 a                              | 124                                |
| T1                  | 1.6240 b                              | 100                                |
| T2                  | 2.1017 a                              | 129                                |
| TOTAL.              | 5.7414                                | 353                                |
| PROMEDIO.           | 1.9138                                | 118                                |

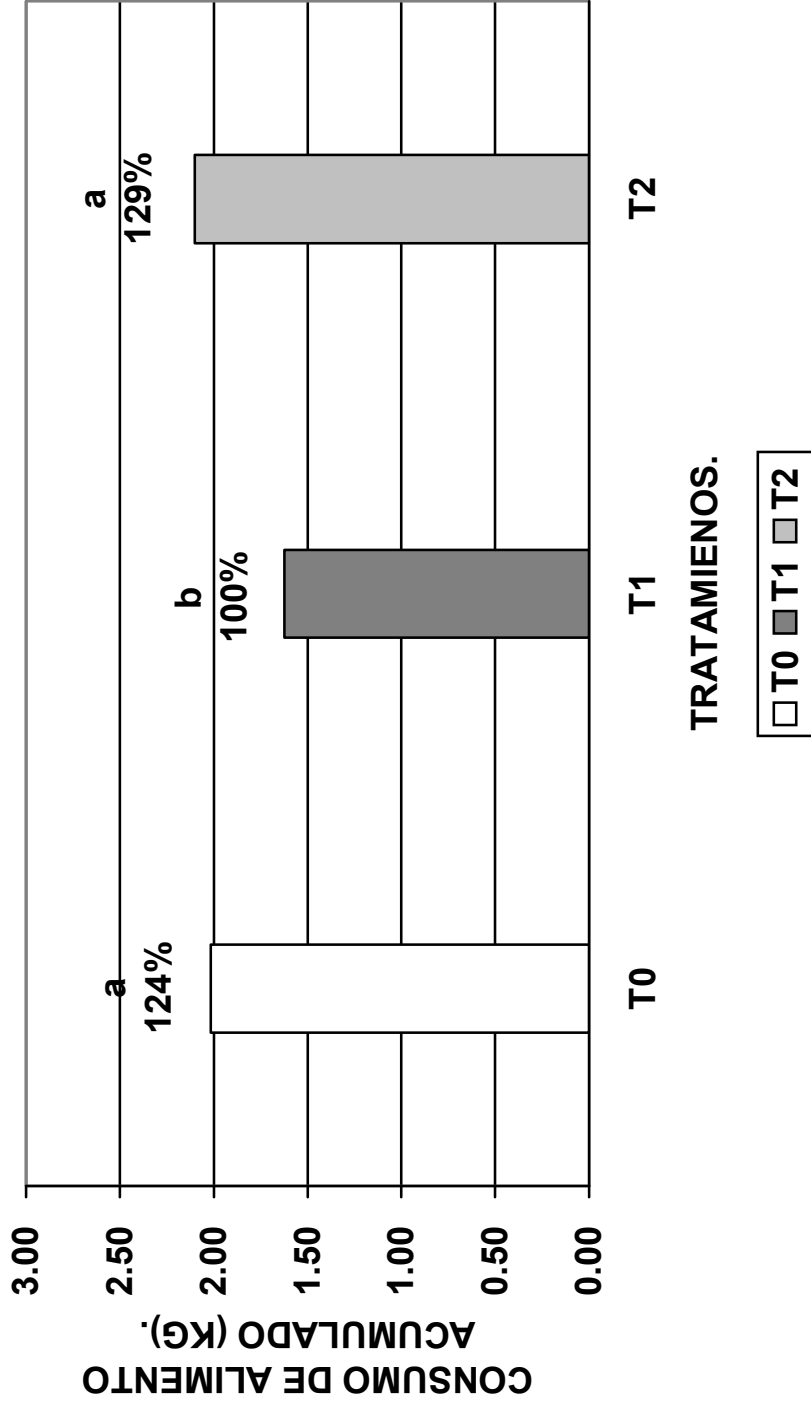
1/ = T0. Concentrado comercial marca Alianza.

T1. Concentrado comercial + vísceras + harina de olote + melaza.

T2. Concentrado comercial + vísceras + harina de olote + harina de maíz.

2/ = En base al tratamiento que presentó el menor promedio de peso vivo al final del estudio (T1 = 1.6240 kg)

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



**FIG. 6.** Consumo de alimento acumulado (kg) por tratamiento y variabilidad al final del estudio (56 días).

comer cualquier dieta sin importar si le es apetecible o no, pues su organismo esta demandando que coma para llenar sus necesidades nutricionales (18).

Lo anterior mente expuesto viene a dar explicación a lo que sucedió en los tratamientos T1 y T2 que contenían vísceras que son de excelente calidad y aceptabilidad, pues su consumo era total, mientras la harina de olote que también tenían los 2 tratamientos no era consumida en su totalidad y existía en T2 un desperdicio de 3% en la ración, no era rechazo al alimento sino desperdicio, es decir, el cerdo ingería el alimento pero no podía comer la harina de olote ya que su grano molido fue a media tamaño, lo que significa, que las partículas se introducían en los agujeros de el piso dificultando su ingestión. De Alba (15) manifiesta que los alimentos finamente molidos tienen un paso rápido por el intestino provocando una diarrea generalizada. Otra limitante pudo haber sido los factores físicos-químicos que complementaban a ración, dentro de ellos tenemos: sabor, olor y textura, el sabor es un elemento que influye en gran medida el consumo de alimento, el olor es determinante para atraer al animal aunque no tenga mucha hambre de consumir alimento y por ultimo la textura, influye de manera que los cerdos encuentran succulenta la dieta y la consuman con mayor facilidad y rechazan aquellos que son secos y toscos, esto ultimo fue lo que provoco que T1 consumiera en su totalidad la ración ya que contenía melaza que es un alimento de buena succulencia, mientras que en T2 la ración fue complementada por harina de maíz que sí posee buenas propiedades pero carece de esa característica y es muy seco y tosco como se menciona anteriormente. Del porque T1 consumió menos alimento que T2 se debió al peso vivo promedio de estos cerdos, T1 poseía el peso vivo promedio más bajo y por consiguiente el consumo de alimento era menor comparado con T2, lo que aquí

se explica es que T1 sí consumió en su totalidad el alimento, mientras que T2 no lo consumía por factores antes expuestos.

Aun así con todo lo anterior los cerdos de T0 y T2 consumieron más alimento que T1 debido al peso vivo promedio, T2 poseía el promedio más alto seguido por T0 y por último T1 pero la ración en T2 era voluminosa pues contenía 15.99% F. C. proveniente de la harina de olote, mientras T0 solo poseía 3.6% F. C. proveniente del concentrado comercial, todo esto nos lleva a reflexionar lo manifestado por Willey y Sons (40) quienes afirmaban que al alimentar cerdos con diferentes porcentajes de fibra cruda y que a medida aumentan los niveles, el consumo disminuye, debido a que el olote es un alimento voluminoso y provocó que se llegue al límite físico real de ingesta del alimento, lo que reduce o limita el apetito.

Otro aspecto que influyó para que T0 y T2 consumieran más que T1 era el % de fibra. Como se mencionó anteriormente (peso vivo) el cerdo posee poca capacidad de digerir la fibra, así como cerdos con mayor peso digieren mejor la fibra. Como regla general, los cerdos en terminación pueden tolerar hasta un 8% de fibra en la ración, pero debe complementarse con una buena molienda, es decir, que sea fino y bien mezclado para evitar desperdicios, esto ocurrió en T1 y T2 ya que el % de fibra era alto 14.24% y 15.99% respectivamente lo que vino a reducir el consumo de alimento porque supera casi al doble el porcentaje de fibra recomendado. También T2 consumió más alimento debido a que presentaba mayor promedio de peso vivo.

Según Campabadal (8), el consumo de alimento es el principal responsable del rendimiento productivo de los animales, por lo que textualmente dice “los cerdos no comen porcentaje comen gramos, kilogramos o Mcal de energía” este mismo autor señala que de todo el total de consumo de alimento de

la vida del cerdo, la etapa de engorde o terminación representa el 45 a 50%, es decir, le corresponde la mitad de todo el desarrollo de su vida, por lo que merece de una buena atención para su eficiencia.

El consumo de alimento puede estar afectado por varios factores los cuales detallaremos los más importantes:

a) Nivel de energía; un alto nivel de energía disminuye el consumo de alimento, mientras que un nivel bajo lo aumenta, esto se basa en el principio de que el cerdo consume para satisfacer su requerimiento energético (8). Pero para entender mejor esto definiremos lo que es energía: es la capacidad que posee un alimento o una ración para proporcionar la fuerza necesaria para desarrollarse dentro de un hábitat determinado. La energía dentro de el cuerpo de el cerdo se divide en energía bruta (EB), energía digestible (ED) y energía metabolizable (EM) pero nos enfocaremos en energía digestible que se define así: la cantidad de energía que queda en el cuerpo del cerdo después de restarle la energía perdida a través de la materia fecal de el total de la energía consumida. Entre mayor es el valor de la energía digestible de una materia prima, mayor será su valor significativo para los productores. En nuestro caso, los cerdos de T1 poseían la energía digestible proveniente de la melaza que es de 2,464 Kcal/kgs mientras la energía digestible de T2 provenía de la harina de maíz que posee 3,940 Kcal/kgs de alimento, como puede notarse T2 posee mayor cantidad de ED que T1 e igualmente los carbohidratos eran de mejor calidad en T2 que en T1 y como se menciona anteriormente (peso vivo) la velocidad de pasaje de la melaza es más rápido que la harina de maíz lo que provocó que T1 que era el tratamiento que poseía melaza aprovechara menos la energía digestible presente en la ración, por lo expuesto anteriormente (41).



b) Temperatura y humedad ambiental: estos dos factores trabajan en conjunto y afectan el consumo de alimento; a temperaturas altas disminuye el consumo de alimento, mientras que a temperaturas bajas se aumenta, en nuestro medio donde se desarrolla el ensayo las temperaturas son arriba de 25 °C y humedades relativas superiores al 70% afectando al consumo de alimento. Cuando estos problemas existen es necesario diluir o concentrar nutrientes y utilizar grasa y aminoácidos sintéticos en la dieta. Esto es lo que se hizo con T1 y T2 ya que a las dietas se les agregó un producto sintético llamado “Cafovit” que suplementaba o complementaba las deficiencias antes mencionadas, mientras que a T0 no se le agregó por que era el tratamiento testigo y su alimentación era a puro concentrado comercial y posee todos estos elementos minerales que no poseían los otros dos tratamientos (T2 y T1).

c) Palatabilidad: se define como el grado de aceptación de un alimento, las características de un alimento palatable son: debe ser fresco, libre de hongos, que no sea polvoso y con ingredientes que le den buen sabor, en este aspecto T1 superaba a T2 ya que la ración de T1 poseía melaza que es altamente palatable mientras que T2 no, por lo que con T2 existía un porcentaje de desperdicio que no ocurrió en T1, como se mencionó anteriormente en T2 el grano fue molido a medio tamaño lo que provocó un desperdicio de este alimento, pues se introducía en los agujeros del piso y el cerdo no podía comerlo.

d) Consumo de agua: es indispensable para un adecuado consumo de alimento en cerdos de 15 a 90 kg consumo de 2 a 6 lts de agua/día, como regla general se estima que un cerdo en terminación necesita de 750 ml/minuto con esta cantidad se asegura un adecuado consumo de agua. En nuestro experimento no se tenía este problema ya que poseía agua a libre voluntad a través de un bebedero de canal, con capacidad para 10 galones.

e) Consumo de nutrientes: este es un tema muy amplio y complicado por lo que detallaremos aquellos que afectan directamente con el consumo de nutrientes, estos son: concentración de nutrientes, tipo de materia prima, procesamiento, biodisponibilidad de nutrimentos y calidad en el mezclado.

Este mismo autor menciona algunos problemas en la alimentación, a continuación se detallan los más comunes: 1. Dieta mal balanceadas: algunos porcicultores utilizan dietas que no satisfacen los requerimiento mínimos de nutrientes según la etapa de vida. O satisfacen el requerimiento de proteínas y no el de aminoácidos o se usan excesos de calcio que muchas veces producen paraqueratosis, otras ocasiones usan niveles de materias primas que tienen restricciones nutricionales, presencias de tóxicos o problemas físicos todo esto repercute en un poco aumento de peso; 2. Alta cantidad de relleno: esta utilización se refleja a usar altos niveles de productos agroindustriales en la dieta con el objetivo de disminuir los costos alimentarios, más sin embargo, esto afecta el costo de alimentación por unidad de ganancia, pues estos subproductos aceleran la velocidad de pasaje del alimento a través del tracto digestivo, disminuyen la digestibilidad de nutrimentos y afectan la conversión alimenticia; 3. Mal procesamiento: es afectada por mala utilización de nutrientes como la utilización de productos crudos, pero el más importante se le hace referencia a el grado de molienda de los granos ya que a medida el grano es más fino aumenta la digestibilidad de materia seca y la conversión alimenticia es baja, pero debe tenerse cuidado de que no sea muy fino ya que aumenta la incidencia de úlceras esófago gástricas; 4. Desperdicios en comederos: este problema se produce muchas veces debido a el mal diseño de los comederos, a veces demasiada cantidad de alimento lo que produce desarrollo de hongos debido a los residuos (8).

En resumen las causa que provocaron un bajo consumo de alimento en los cerdos de T1 comparado al consumo de T0 y T2 son los siguientes: a) un bajo peso vivo promedio de T1 desde el inicio hasta el final del ensayo, b) un alto porcentaje de fibra presente en la ración (14.24%) que superó los parámetros establecidos por otros autores, c) un descenso del suministro de melaza de 30% a 14%, d) la energía digestible presente en la dieta que contenían los ingredientes; melaza=2464 Kcal/kg, mientras la harina de maíz (T2) posee 3940 Kcal/kg. Como puede observarse la harina de maíz que era el complemento en T2 poseía mayor cantidad de energía digestible que la melaza que era el complemento de T1 por todo esto T2 y T0 consumieron más que T1, por lo tanto el consumo de alimento como el peso vivo presentan el mismo comportamiento, mayor peso vivo mayor consumo de alimento.

#### **4.4. Conversión alimenticia.**

La conversión alimenticia promedio acumulada por cerdo se calculó mediante el cociente que resulto de dividir el consumo acumulado de alimento entre la ganancia diaria de peso acumulada; en períodos acumulados semanales (7 días). De esta manera, durante las ocho semanas de estudio se obtuvieron los datos promedio por tratamiento, a los cuales se les practicó su respetivo análisis de varianza, para determinar si existió significación estadística entre los tratamientos, resultando no significativo todos los períodos, demostrándose que ningún tratamiento fue superior a los demás (A-57 al A-72).

Nótese el comportamiento de la conversión alimenticia durante la primera semana (anexo A-57), dicha semana resultó no significativa lo que nos dice que ningún tratamiento fue superior a los demás. Aritméticamente, el tratamiento

que presentó mejor promedio por cerdo fue  $T1=7.4990$  kg, seguido por  $T0=8.8832$  kg y  $T2=22.0817$  kg, dicho promedio es demasiado alto, debido a que dos repeticiones de T2 presentaron conversiones muy altas ( $R1=34.0436$  kg y  $R4=45.3873$  kg) mientras que el resto se comportó similar a las conversiones que presentaron los demás tratamientos. Es de aclarar que las conversiones altas de estas 2 repeticiones se debieron al poco incremento de peso que obtuvieron, situación que se explico más ampliamente en la variable ganancia diaria de peso. Debido a que los cerdos en este tratamiento poseían una dieta muy alta en fibra (57% de harina de olote) lo que influyo que los cerdos llegaran al límite físico real de ingesta provocando que las conversiones fueran altas. Según Rodríguez Perusquia (36) los cerdos a medida van aumentando tanto de peso como de edad las conversiones alimenticias suben de forma anormal e inesperadas, por lo que se espera que los mismos cerdos se adapten al nuevo régimen alimenticio.

En la segunda semana el comportamiento con respecto a la significación estadística fue igual, es decir, no significativa (anexo A-59) pero se observó, respecto a la semana anterior, una tendencia descendente de la conversión alimenticia, con diferencias aritméticas de  $T1=4.2734$  kg,  $T0=8.4733$  kg y  $T2=9.4643$  kg que fue el tratamiento que presentó mayor disminución de la conversión respecto al período anterior, dicha disminución se obtuvo debido a que las ganancias de peso fueron mejores a las obtenidas en la primea semana de estudio.

A partir de la tercer semana de estudio (anexo A-61), se observó un comportamiento uniforme con respecto a los tres tratamientos en estudio siendo superior aritméticamente T0 con una conversión de 3.5536 kg, seguido por  $T1=3.9277$  kg y por ultimo  $T2=4.7842$  kg, al igual que el resto de los períodos,

no se observó ninguna significación estadística, de ahí en adelante todos los períodos se comportaron similares a el tercer período, es decir, sin significación estadística, lo que nos indica que ningún tratamiento fue superior estadísticamente al resto.

En el cuadro 16 figura 7, se muestra el resumen de conversión alimenticia promedio acumulada por cerdo y cada uno de los tratamientos en períodos semanales a partir de la primera hasta la octava y última semana en estudio. En dicho cuadro se puede observar que el promedio en la primera semana fue alto 12.8213 kg mientras que en la ultima fue de 3.5066 kg lo que nos indica que los cerdos iniciaron su fase de terminación con una conversión alta y finalizaron con una conversión baja y aceptable.

En el cuadro 17 y figura 8, se presenta el resultado de la conversión alimenticia promedio acumulada al final del experimento además se presenta la información estadística de desviación estándar y el coeficiente de variación y rendimiento relativo de cada uno de los tratamientos durante toda la fase experimental.

El promedio final de la conversión alimenticia de los tratamientos fue  $T_0=3.2675$  kg,  $T_1=3.5357$  kg y  $T_2=3.7166$  kg. Con estos datos se calculó la eficiencia productiva de cada uno de los tratamientos, tomando como base el 100% del mejor promedio de conversión que presentó el valor más bajo ( $T_0$ ),  $T_1$  con 92% y  $T_2$  con 88%. Los datos indican que aritméticamente el tratamiento que menos respondió fue  $T_2$  y el que más rindió fue  $T_0$ .

Los datos anteriores indican que el tratamiento testigo ( $T_0$ ) que contenía concentrado comercial no pudo superar a los que contenían vísceras de pollo, melaza, harina de olote y harina de maíz ( $T_2$  y  $T_1$ ). Durante los primeros dos

períodos existió una alternancia entre los tratamientos obteniendo una mejor conversión T1 seguido por T0 y por ultimo T2, para el tercer período bajó el

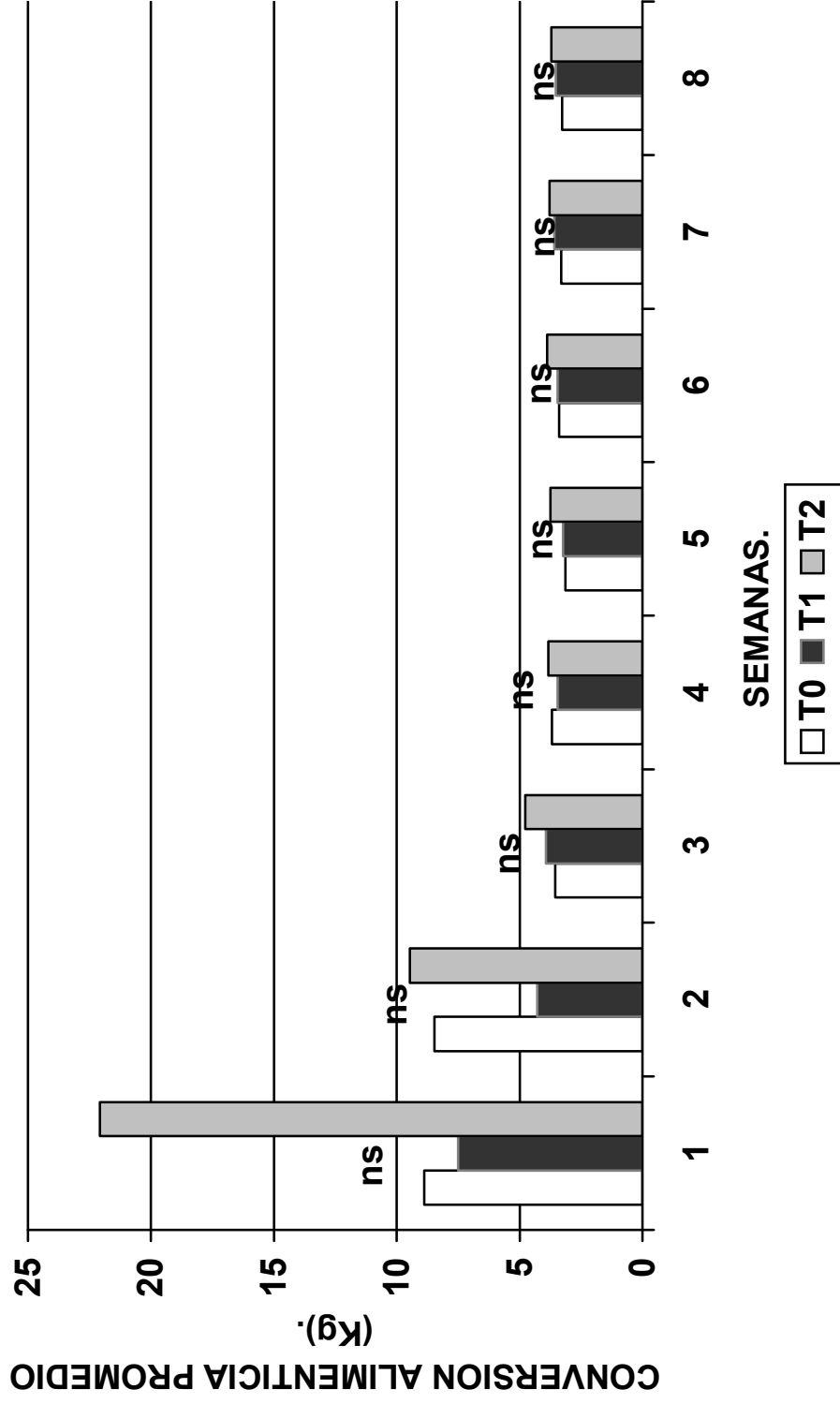


**CUADRO 16.** Resumen de conversión alimenticia promedio (kg) acumulada por cerdo en cada tratamiento y por semana desde el inicio hasta el final del estudio.

| TRAT. | N° | PERIODOS. |          |          |          |          |          |          |          | TOTAL   | MEDIA  |
|-------|----|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|--------|
|       |    | 1         | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        |         |        |
| T0    | 5  | 8.8832ns  | 8.4733ns | 3.5536ns | 3.6915ns | 3.1330ns | 3.3951ns | 3.3228ns | 3.2675ns | 37.7200 | 4.7150 |
| T1    | 5  | 7.4990    | 4.2734   | 3.9277   | 3.4597   | 3.2421   | 3.4467   | 3.5893   | 3.5357   | 32.9736 | 4.1217 |
| T2    | 4  | 22.0817   | 9.4643   | 4.7842   | 3.8241   | 3.7472   | 3.8896   | 3.7832   | 3.7166   | 55.2909 | 6.9114 |
| TOTAL | 14 | 38.4639   | 22.2110  | 12.2655  | 10.9753  | 10.1223  | 10.7314  | 10.6953  | 10.5198  |         |        |
| MEDIA |    | 12.8213   | 7.4037   | 4.0885   | 3.6584   | 3.3741   | 3.5771   | 3.5651   | 3.5066   |         |        |

ns = Diferencia estadística no significativa entre tratamientos.





**FIG. 7.** Conversión alimenticia promedio (kg) acumulado por tratamiento por semana desde el inicio hasta el final del estudio.

**CUADRO 17.** Conversión alimenticia promedio (kg) acumulada por tratamiento y variabilidad al final del estudio (56 días).

| TRATAMIENTOS.<br>1/ | CONVERSIÓN<br>ALIMENTICIA (KG.) | DESVIACION<br>ESTANDAR (KG.) | COEFICIENTE DE<br>VARIACION (%) | EFICIENCIA<br>PRODUCTIVA (%) | 2/ |
|---------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|----|
| T0                  | 3.2675 ns                       | ± 0.1853                     | 5.3138                          | 100                          |    |
| T1                  | 3.5357                          | ± 0.1839                     | 5.1506                          | 92                           |    |
| T2                  | 3.7166                          | ± 0.4028                     | 10.1442                         | 88                           |    |
| TOTAL.              | 10.5198                         | ± 0.7719                     | 20.6086                         |                              |    |
| PROMEDIO.           | 3.5066                          | ± 0.2573                     | 6.8695                          |                              |    |

1/ = T0. Concentrado comercial marca Alianza.

T1. Concentrado comercial + vísceras + harina de olote + melaza.

T2. Concentrado comercial + vísceras + harina de olote + harina de maíz.

2/ = En base al tratamiento que presentó el menor promedio de peso vivo al final del estudio (T0 = 3.2675 kg)

ns = Diferencia estadística no significativa entre tratamientos.

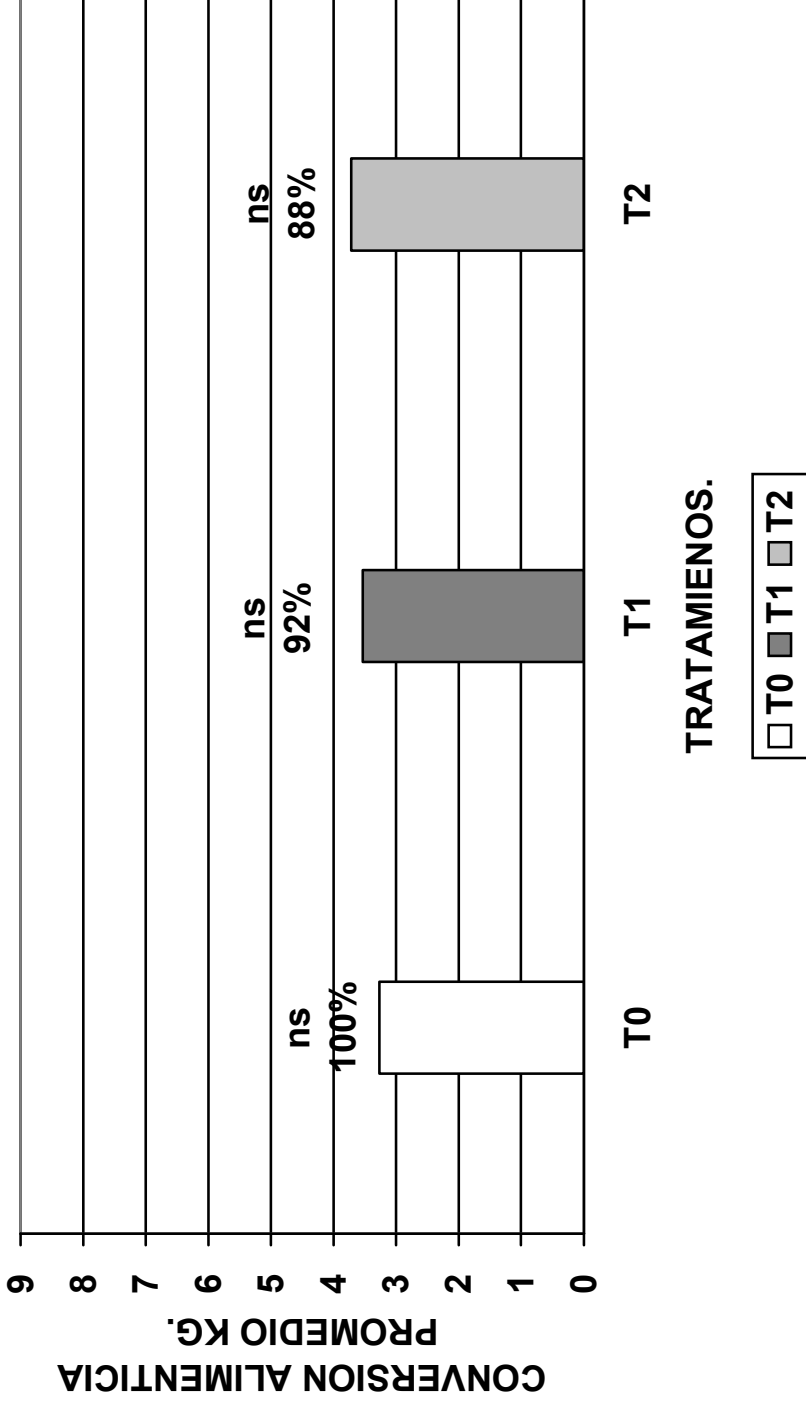


FIG. 8. Conversión alimenticia promedio (kg) por tratamiento y variabilidad al final del estudio (56 días).

promedio de la conversión de los tres tratamientos presentando una mejor conversión T0 seguido por T1 y por ultimo T2, para el resto de los períodos el que mejor conversión obtuvo fue T0 seguido por T1 y siempre de ultimo T2.

Según Pineiro Machado (34) la conversión alimenticia de el cerdo es inversamente proporcional con la edad, por lo que un cerdo joven es más eficiente en la conversión alimenticia y con respecto al aumento de peso, y se invierte a medida aumenta la edad de los cerdos. Por lo dicho anteriormente, se puede observar que los datos obtenidos en el presente ensayo son altos en comparación a lo manifestado por dicho autor. Pero es de aclarar que los cerdos pasaron de una fase de inicio a una de terminación sin una etapa de adaptación o aclimatación al alimento, por lo que se asume que dichos cerdos necesitaron de dos semanas para acoplarse al nuevo régimen de alimento, si bien es cierto los cerdos venían consumiendo la misma dieta pero con diferentes porcentajes como se explico cuando se discutió la variable consumo de alimento debido a que en esta etapa se buscaba un 15% de PT mientras que en la etapa anterior (crecimiento) se buscaba un 18% de PT por lo que fue necesario modificar las raciones. Como se puede observar en el cuadro 16 y figura 7 los promedios de conversión alimenticia de los primeros dos períodos son altos, pero para el tercer periodo en adelante dichos promedios se normalizaron. Cuando se habla de régimen alimenticio nos referimos a que los cerdos en su etapa de crecimiento estaban siendo alimentados en un 5 % de su peso vivo para luego ser alimentados en un 3% en su etapa de desarrollo, por otro lado la proporción de melaza en la etapa I de crecimiento era del 30% y en la etapa II de desarrollo fue del 14% por lo que los cerdos de T1 sufrieron un cambio drástico en suministro de melaza, algo que es contradictorio de acuerdo con la edad y el peso, lo que se discute en las variables de ganancia diaria de peso y consumo de

alimento promedio, dicho descenso en la proporción de melaza provocó que los cerdos de T1 obtuvieran mejores conversiones alimenticias que T0 y T2 en los primeros dos períodos, mientras que para el resto de períodos sus conversiones fueron mejores que T2 a esto agreguémosle que T1 poseía un peso bajo lo que ayudo a que las conversiones fueran mejores debido a que los cerdos de menor peso no acumulan grasa mientras que los cerdos de un peso mayor acumulan mayor cantidad de grasa y sus conversiones son altas.

Según este mismo autor el cerdo es capaz de convertir 3 kg. de alimento en un kg. de ganancia de peso en la edad apta para el sacrificio, pero observando los datos obtenidos en este ensayo podemos notar que el rango establecido por Pineiro Machado es superado (3.5066 kg), dicha superioridad se debió posiblemente a que los cerdos presentaron diferentes tipos de problemas alimenticios los cuales detallamos a continuación: en primer lugar los cerdos de T1 y T2 poseían dietas con alta cantidad de relleno (T1=51% y T2=57% harina de olote), esta practica es común para bajar los costos de alimentación pero disminuye la digestibilidad de los nutrientes, afectando la conversión alimenticia. Según Berrio, Gómez (2) en este mismo experimento en su etapa de crecimiento obtuvieron niveles de conversión alimenticia altos.

Es de aclarar que según Flores Menéndez (22) existen varios factores por los cuales no existieron diferencias significativas entre los tratamientos T0, T1 y T2. A pesar de las limitantes de estos dos últimos, las cuales se detallan a continuación: 1) un alto contenido de fibra cruda aportada por la harina de olote que fue de 51% en T1 y 57% en T2 por ración comparada con el de T0 que es de 3.6% que aporta el concentrado comercial, también manifiesta que demasiada fibra en la ración interfiere en el aprovechamiento de las proteínas y de los hidratos de carbono y por lo tanto perjudica considerablemente la digestibilidad

y por consiguiente la conversión alimenticia se ve afectada; 2) durante la segunda semana de experimento existió una deficiencia de vísceras en un 50% por lo que fue necesario suplementarlo con harina de soya, esto produjo un descenso en la ingesta de alimento, aunque dicho cambio no fue demasiado marcado, pero provocó un descenso en la ganancia que incidió en una conversión alimenticia alta; 3) un peso promedio bajo de T1 con respecto a T0 y T2 desde el inicio del experimento en la etapa I (crecimiento) donde nunca pudo superar ni mucho menos alcanzar a los otros dos tratamientos, ya para la etapa II (desarrollo) su conversión fue mejor que T2 pero no mejor a T0 debido a su bajo peso, debido a que los cerdos de menor peso convierten mejor que los cerdos de mayor peso.

Pese a todas estas limitantes que afectaron a T1 y T2 nótese que no existieron diferencias estadísticas significativas con respecto a todos los tratamientos en estudio, aunque T0 aritméticamente superó a T1 y T2.

Según Esmeniger (17) para obtener buenas conversiones alimenticias es necesario que los aminoácidos esenciales como son: arginina, histidina, isoleucina, leucina, metionina, fenilalanina, treonina, lisina, triptofano, valina, etc. deben estar bien balanceados puesto que la ausencia o deficiencia de un aminoácido limita la acción de otros, como se sabe el cerdo es un animal omnívoro que posee un solo estómago, por consiguiente no puede sintetizar los aminoácidos y proteínas a partir de fuentes no proteicas, sin embargo, las vísceras de pollo son de origen animal por lo que presentan un mejor balance de los aminoácidos esenciales siendo más digeribles que las proteínas de origen vegetal, dichas limitantes presentes en T2 y T1 no influyeron para que existiera una inferioridad de estos tratamientos comparados contra T0 que solo contenían concentrado comercial, por el contrario los tres tratamientos presentaron los

mismos resultados con respecto a la conversión alimenticia. Adicionado a esto que conviene alimentar cerdos con vísceras de pollo y otros subproductos agropecuarios debido a que es mejor utilizarlos y no que sean dejados al aire libre o arrojarlos a los ríos por parte de las granjas, con respecto a lo económico lo detallaremos más adelante en la sección 4.5 (análisis económico), donde se determinará cual es más rentable.

Finalmente analizando los resultados de la investigación podemos notar que la variable (peso vivo) desde la primera semana de estudio ya existían diferencias estadísticas significativas situación que se mantuvo hasta el final del estudio, T0 supero a T1 pero fue igual a T2, comportamiento que se mantuvo durante todo el ensayo. En cuanto a la segunda variable ganancia acumulada de peso no existió diferencia estadística significativa durante los primeros seis períodos, pero se presentaron diferencias en los dos últimos, ya que T0 supero a T1 y T1 resulto ser similar a T2. con respecto al consumo acumulado de alimento no existieron diferencias significativas lo que conlleva que en ningún tratamiento hubo preferencias por el alimento. En la conversión acumulada no se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio. En conclusión la única variable que presento diferencias estadísticas desde el inicio fue peso vivo y la ganancia acumulada en los últimos dos períodos.

#### **4.5. Análisis económico.**

El análisis económico del presente experimento se baso en varios aspectos; uno de los primeros es la relación beneficio-costo (cuadro 18) observándose una superioridad de T2 sobre T1 (\$1.27 vrs \$1.14) y por ultimo T0 (\$1.12) según estos datos los mejores tratamientos T2 y T1. T2 (vísceras +

harina de maíz + harina de olote) y T1 (visceras + melaza + harina de olote) pero al realizar el cálculo del ingreso neto se observó una diferencia de T2 sobre T0 \$14.83 y de T2

**CUADRO 18.** Evaluación económica por cerdo en cada uno de los tratamientos en estudio.

| CONCEPTO/CERDO                                  | T0       | T1       | T2       |
|---|----------|----------|----------|
| Costo concentrado comercial. 2/                 | \$13.26  |          |          |
| Costo vísceras 3/                               |          | \$16.47  | \$19.41  |
| Costo melaza 4/                                 |          | \$0.65   |          |
| Costo harina de olote 5/                        |          | \$4.01   | \$5.76   |
| Harina de maíz 7/                               |          |          | \$3.23   |
| Costo de alimentación (fase finalización).      | \$31.96  | \$21.13  | \$28.40  |
| Costo por cerdo. 1/                             | \$69.67  | \$48.44  | \$55.93  |
| Costo desinfectante.                            | \$0.16   | \$0.16   | \$0.16   |
| Costo antibiótico.                              | \$0.36   | \$0.36   | \$0.36   |
| Costo desparasitante.                           | \$0.40   | \$0.40   | \$0.40   |
| Costo vitamina.                                 |          | \$4.74   | \$4.74   |
| Mano de obra. 6/                                | \$18.29  | \$18.29  | \$18.29  |
| Costo total/cerdos.                             | \$120.84 | \$93.52  | \$108.28 |
| Costo total/tratamiento.                        | \$604.20 | \$467.60 | \$433.12 |
| Peso vivo/cerdo (kg) al inicio del experimento. | 53.3909  | 43.4364  | 58.1477  |
| Peso vivo/cerdo (kg) al final del experimento.  | 89.6363  | 70.5454  | 91.1364  |
| Ganancia de peso total /cerdo (kg).             | 36.2454  | 27.1090  | 32.9887  |
| Precio de venta / kg.                           | \$1.51   | \$1.51   | \$1.51   |
| Ingreso / venta.                                | \$135.35 | \$106.52 | \$137.62 |
| Utilidades netas / animal.                      | \$14.51  | \$13.00  | \$29.34  |
| Relación B/C.                                   | \$1.12   | \$1.14   | \$1.27   |

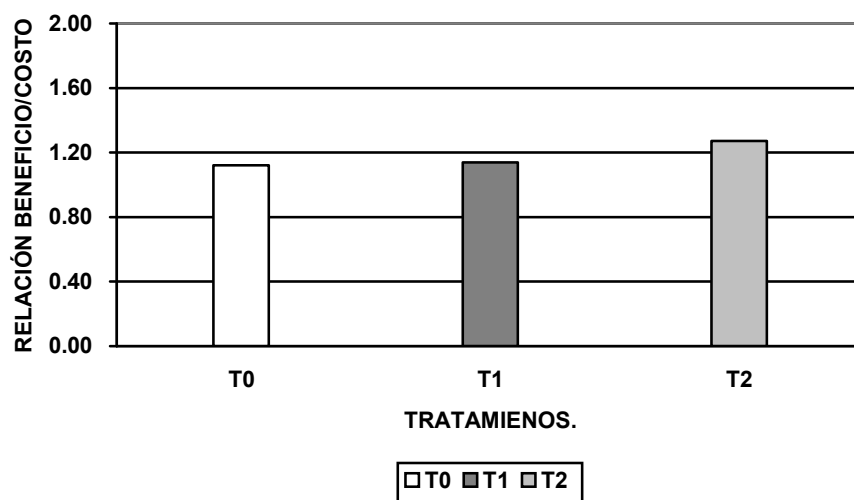
1 / Costo al final de la etapa de desarrollo por cerdo en el experimento anterior.

2 / Concentrado comercial marca alianza \$ 13.26 / qq.



- 3/ Costo de vísceras \$ 5.71 por el transporte.
- 4/ Costo de melaza \$ 0.02 lb
- 5/ Costo de harina de olote \$ 0.03 lb
- 6/ Tomando como base un salario de \$ 4.57/jornada.
- 7/ Costo de harina de maíz \$ 11.31 qq.

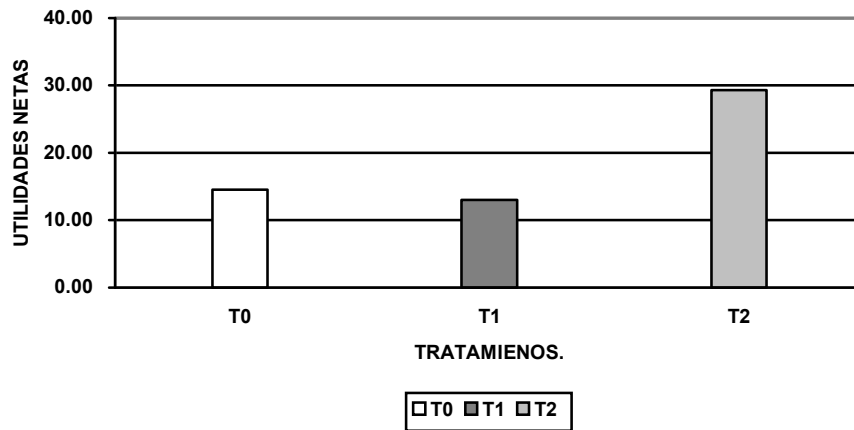
sobre T1 de \$16.34 lo que nos demuestra que el tratamiento T2 es mejor convertidor de carne en un mismo tiempo que el tratamiento T1 y T0.



**FIG. 9.** Relación beneficio/costo.

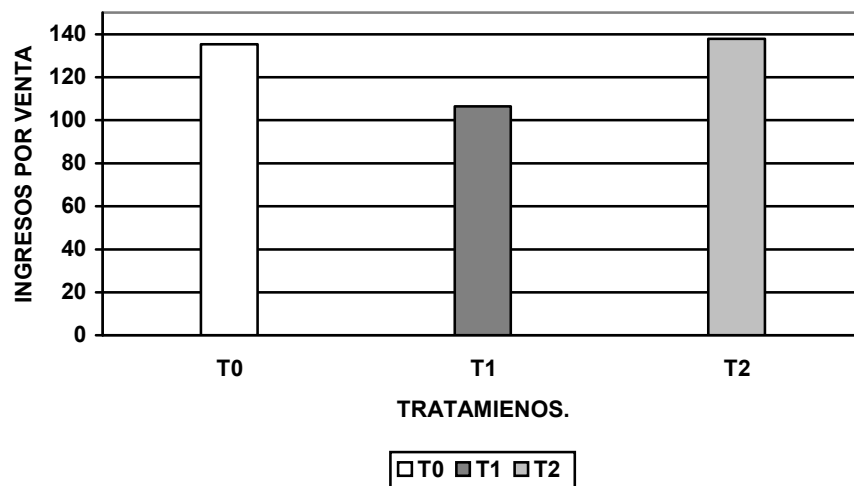
Con respecto a las utilidades netas por animal se puede notar que el que obtuvo mejores resultados fue T2 (\$29.34), seguido por T0 (\$14.51) y por ultimo T1 (\$13.00) es de observar que el tratamiento que presento mejor utilidad neta fue T2 es decir el que contenía en su dieta subproductos agroindustriales (visceras de pollo, harina de maíz y harina de olote) mientras que T0 que solo contenía concentrado comercial presento un ingreso neto

menor, esto se debió a el mayor peso vivo por animal de T2, pues a su venta obtuvo un mayor ingreso. Mientras que T1 obtuvo el ingreso neto más bajo de los 3 tratamientos debido también a el bajo peso vivo obtenido al final de el experimento.



**FIG. 10.** Utilidades netas.

Todo lo anterior es el resultado de los ingresos por venta obtenido de los cerdos donde el tratamiento que mayor ingreso obtuvo fue T2 \$137.62 por unidad seguido por T0 \$135.35 y por ultimo T1 \$106.52, obsérvese que T2 y T0 obtuvieron ingresos brutos casi similares tan solo una diferencia de \$2.27 de T2 sobre T0 pero como igualmente este se debe a el mayor peso vivo final de T2 vrs T0 (91.1364 kgs y 89.6363 kgs) respectivamente, el precio por kgs de cerdo en pie fue de \$1.51.



**FIG. 11.** Ingresos por venta.

Con respecto a los costos de alimentación/cerdo el T0, T1 y T2 fueron \$31.96, \$21.13 y \$28.40 respectivamente, nótese que los tratamientos T0 y T2 son los que presentaron los costos más altos de alimentación, pero mayormente el que presentó la dieta testigo (T0 = \$31.96) que su alimentación fue solamente en base a concentrado comercial, mientras el que presentó el costo más bajo fue T1 (\$21.13) debido a que poseía en su dieta subproductos agroindustriales (vísceras de pollo, melaza y harina de olote) que son de un bajo costo comercial en el mercado, mientras T2 poseía harina de maíz que no es un subproducto agroindustrial sino que es un producto de consumo humano y por consiguiente tiene un precio determinado por las condiciones propias de el mercado y de la época, mientras que T0 su dieta solo era de concentrado comercial y su precio en el mercado es alto debido al procesamiento de sus ingredientes de alto valor económico. Por todo esto T0 fue el que presentó el valor más alto con respecto al costo total de alimentación.

Existen varios factores que pueden ayudar para determinar cual tratamiento es el más económico y a la vez el más eficiente: a) El T2 poseía en su dieta harina de maíz que es un producto de consumo humano por consiguiente su obtención es mucho más factible cerca de las explotaciones porcinas como granjas, hacienda, etc no así el concentrado comercial que es

necesario comprarlo en los agroservicios donde su costo es alto; b) con la utilización de la dieta de vísceras + melaza + harina de olote (T1), la ganancia de peso total fue la mas baja de los 3 tratamientos por lo que sería necesario incorporar algún nutriente que ayude a la ganancia de peso (harina de maíz); c) la mejor relación beneficio–costo lo obtuvo el tratamiento T2 = \$1.27 seguido por T1 = \$1.14 y por ultimo T0 = \$1.12. Es de hacer notar que en la sección 4.4. (conversión de alimento) el tratamiento que mejor se comportó fue T1 debido a su bajo peso pero ya en el estudio económico resulto el segundo mejor (\$1.14); e) ecológicamente si comparamos T0 vrs T2 resultó mas apropiado utilizar el T2, debido a que de esta forma se evita que las vísceras sean arrojadas a los ríos o dejados al aire libre donde seria una proliferación de enfermedades.

Por todos los aspectos antes mencionados se recomienda ponerle atención al T2 que se utilizó subproducto agroindustrial, donde su obtención es relativamente bajo y se hace mas factible a las explotaciones porcinas que se encuentran cerca de las explotaciones avícolas y de esta forma los costos por alimentación bajarían, también es de destacar que los costos totales/cerdo en T1 y T2 fueron altos debido a la incorporación de un producto vitamínico llamado “Cafovit” que su precio es alto, si se lograra minimizar este producto a través de otros alimentos que contenga los mismos propiedades y a un precio mas bajo los costos serían bajos y por consiguiente tanto las utilidades netas como la relación B/C serian mejores.

En conclusión las explotaciones podrían tener mejores ingresos económicos por cerdos para terminación utilizando subproductos agroindustriales (T2) teniendo el cuidado de no incrementar los costos de alimentación en productos no indispensable para el desarrollo de el cerdo, de

igual manera estaremos contribuyendo a la preservación de los ríos al evitar que los subproductos sean depositados en ellos (visceras), otra alternativa es poseer las 2 explotaciones simultáneamente, la explotación avícola no necesita de mucho espacio; se comercializan los pollos y los desechos se utilizan en la alimentación de los cerdos. Resumiendo es conveniente como primer alternativa optar por T2, como segunda alternativa el T1 y por ultimo T0.

## **5. CONCLUSIONES.**

En base a los resultados obtenidos en el presente experimento se concluye lo siguiente:

1. Cerdos en la etapa de finalización pueden ser alimentados adecuadamente con la combinación de visceras de pollo (33%) harina de olote (57%) y harina de maíz (10%).
2. La adición de harina de olote en la alimentación de los cerdos en fase de terminación disminuye el consumo de alimento (a mayor cantidad de harina de olote menor consumo de alimento).
3. La combinación de melaza (14%), harina de olote (51%) y visceras de pollo (35%), económicamente representa una segunda alternativa de alimentación para cerdos en terminación, comparada a la alimentación a base de visceras de pollo (33%), harina de olote (57%) y harina de maíz (10%).
4. La melaza necesita de un tiempo de adaptación en el organismo del cerdo para lograr incorporarse adecuadamente a la dieta.

5. Los cerdos en etapa de finalización toleran ser alimentados con un 14% de melaza.
6. En cuanto a la variable peso vivo, los tratamientos T0 (89.6363 kg)<sup>a</sup> y T2 (91.1364 kg)<sup>a</sup> resultaron ser estadísticamente similares entre sí pero superiores a T1 (70.5454 kg)<sup>b</sup>.
7. similares resultados se observan en la ganancia diaria de peso T0 (0.6463 kg/día)<sup>a</sup>, T2 (0.5891 kg/día)<sup>ab</sup>, y T1 (0.4841 kg/día)<sup>b</sup>.
8. Con respecto a las variables consumo de alimento y conversión alimenticia, los tratamientos resultaron ser no significativos T0 (2.0158 kg), T2 (2.1017 kg), T1 (1.6240 kg) y T0 (3.2675 kg), T1 (3.5357 kg), T2 (3.7166 kg) en todo el desarrollo del experimento.
9. Con respecto a la relación beneficio costo (B/C) el tratamiento que resultó ser mejor fue T2 (\$1.27) sobre T1 (\$1.14) y por último T0 (\$1.12), lo que demuestra que la utilización de las vísceras de pollo (33%), harina de olote (57%) y harina de maíz (10%) sustituye aceptablemente al concentrado comercial marca Aliansa.

## **6. RECOMENDACIONES.**

En base a los resultados obtenidos en nuestro ensayo recomendamos lo siguiente:

1. Alimentar cerdos como primer alternativa en la etapa de finalización con vísceras de pollo (33%), harina de maíz (10%) y harina de olote (57%), cuando dichos elementos estén disponibles para el productor.
2. Alimentar cerdos como segunda alternativa en la etapa de finalización con vísceras de pollo (35%), melaza (14%) y harina de olote (51%).
3. Al utilizar vísceras de pollo se debe asegurar la granja proveedora, ya que su obtención deberá ser cada dos días para garantizar su calidad.
4. Realizar experimentos en base al rendimiento en canal de cerdos alimentados con estos mismos subproductos.
5. Alimentar cerdos en fase de terminación hasta con un 15% de fibra cruda.
6. Alimentar cerdos en fase de terminación hasta con un límite 15% de melaza.

7. En todo ensayo donde se evalúen aspectos nutricionales se recomienda que exista siempre una fase pre experimental, o ambientación previa a la toma de datos.

## 7. BIBLIOGRAFÍA.

1. ALBARENGA ROMERO, M. E; FLORES FLORES, J. L. ; VELÁSQUEZ CHAVES, D. A. 1995. Evaluación bioeconomica de cuatro niveles de residuos graso de cocineria industrial del pollo como suplemento en la alimentación del cerdo en la etapa de crecimiento y finalización. El Salvador. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de El Salvador.
2. BERRIOS GÓMEZ, E, G; DÍAZ AYALA, J. C; QUINTANILLA CASTRO B. N. 2000. Evaluación del uso de vísceras de pollo y melaza en la alimentación de cerdos en la etapa de crecimiento. El Salvador. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de El Salvador.
3. BOGART, R; TAYLOR, R. E. 1988. Producción comercial de animales de granja en México D.F. Limusa S. A. de C. V. p. 166-168,185,335-338
4. BUITRIAGO, A. F; OBANDO, J. N. MANER, M. 1976. Subproductos de la caña de azúcar en la nutrición de cerdos, Cali, Colombia. CIAT. P 47, 52
5. BUNDY, C. E; DIGGINS, R. V. 1979. Producción porcina. 3era ed. México. Continental S.A.



6. BUXADE CARBO, C. 1984. Ganado porcino, sistemas de explotación y técnicas de producción. Madrid, España. edición Mundy-\*prosa p. 460, 466
7. CASSARD, W. D; JUERGERSON, E. M. 1963. Alimentos y alimentación. The insterstate printes & publishers Inc
8. CAMPABADAL, CARLOS. Manejo y alimentación de cerdos e desarrollo y engorde. Asociación americana de Soya.
9. CIAT. 1979. Sub-productos de la caña de azúcar en nutrición porcina. Cali, Colombia. p. 7-39
10. CLARENCE, E. B; RONALD, V. D. 1981. Producción porcina. Trad. Alfonso de Mena Calvat. Barcelona, España. Continental S. A. p. 197 199
11. CLARENCE, M. F. 1993. El manual merck de veterinaria, Cuarta Edición, Oceano-centrum. Barcelona, España. p. 1437
12. COLIN, T; WRITTE MORE. 1988 Producción porcina del cerdo. Barcelona, España. Editorial ADEDOS S. A. p. 107, 131
13. CUNHA, T. J. 1960. Alimentación del cerdo. Zaragoza, España. Acribia. P. 127-139, 373-374

14. CUNHA, T. S; WALLACE, N. A; COMBS, G. E; DURANCE, K. L. 1969. Porcinocultura tropical. EEUU Revista agropecuaria moderna. P. 64-105
15. DE ALBA, I. 1971. Alimentación del ganado en América latina. 2 Ed. México D. F. Fournier S. A. p. 358-379
16. ENGLISH, P; SMITH, W. J; MACLEAN, A. 1985. La cerda como mejora su productividad. 2Ed. México. El manval moderno S. A. de C. V. p. 314-315
17. ENSMINGER, M. E. 1970. Producción porcina. Buenos Aires. El Ateneo p. 1-3, 24-26, 117-138
18. ENSMINGER, M. E; OLENTINE, C. G. 1983. Alimentación y nutrición de animales. Buenos Aires. El Ateneo p. 137
19. ESCAMILLA ARCE, L. 1986. El cerdo su cría y explotación. México Editorial continental. p. 111-112
20. FAZIO MAINARDI, F. 1980. Cría rentable del cerdo; Manual practico. Barcelona, España. De vanchi S. A. p. 71, 94, 150
21. FLORES MENÉNDEZ, J.A; AGRAZ, GARCÍA, A. A. 1992 Ganado porcino cría explotación, enfermedades e industrialización 4ta edición México D. F. Limusa S. A de C. V p. 27,100, 335-358.

22. FLORES MENÉNDEZ J. A. 1965. Ganado cría y explotación. México. Limusa. p. 571-771.
23. FRANDSON, R. D; WHITTEN, E. N. 1984. Anatomía y Fisiología de los animales domésticos. Traducido Roberto Palacios Martínez era edición, nuevo editorial, interamericano p. 288-297, 302-305.
24. GAZTAMBIDE, A. C. 1975. Alimentación de animales en los trópicos. México D. F. DIANA. P. 66-67, 80-84
25. HERNÁNDEZ LARA y Col. 1996. Utilización de harina de sangre bovina en la alimentación de terneros en la fase de post-destete. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad de El Salvador. p. 107
26. INSTITUTO DE NUTRICIÓN DE CENTRO AMÉRICA Y PANAMÁ (INCAP). 1968. Tabla de composición de pastos, forrajeros y otros alimentos de Centro América y Panamá. p. 42-73
27. KOESLAG, T. H. 1982. Manuales para la educación agropecuaria. Porcinos. México trillas. p. 32-48
28. LASLEY, J. E. 1987. Genética del mejoramiento del ganado. Trad. Dr. Gustavo Roto. 2da Edición. México D. F. Limusa S. A. de C. V. p. 234

29. LÓPEZ MAGALDI, M. A. 1981. Producción de porcinos. Buenos Aires, Argentina. Albatros p. 41-54, 225-226
30. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA (MAG), laboratorio del centro nacional de tecnología agropecuaria y forestal (CENTA). Análisis bromatológico de materias primas (harina de maíz melaza, harina de olote).
31. MORRIZON, F. B. Alimentos y alimentación del ganado. Tomo I, Fundamentos de la nutrición animal, productos alimenticios. Unión topográfica. Editorial México p. 662-663
32. MORRIZON, F. B. 1965. Alimentos y alimentación del ganado. Trad. José Ivis de la Loma. México. UTEHA p. 3-7, 25-32, 92-93
33. NACIONAL RESEARCH COUNCIL. 1975. Tablas de composición de alimentos de Estados Unidos y Canadá. Hemisferio sur. P. 95
34. PHINEIRO MACHADO, L. C. 1973. Los cerdos. Trad. Carlos M. Viates Buenos Aires, Argentina. Hemisferio sur. p. 34-78, 207-208, 216-217, 378,391-395,403-456.
35. PORTILLO, D, W; VALENCIA COLATO, N. A; ZELAYA, I. D. 1995. Uso de diferentes niveles de melaza en la alimentación de cerdos en la etapa de desarrollo-finalización. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad de El Salvador.

36. RODRÍGUEZ PERUSQUIA, C. 1984. Tabla de ganancia de peso (kgs) y necesidades de espacio vital ( $\text{m}^2$ ) para cerdos genéticamente mejorados. México. p. 1
37. SCARBOROUGH, C. C. 1990. Cría del ganado porcino. México D. F. Limusa S. A. de C. V. p. 48-52, 174-175
38. VAN SOEST, P. J.; JONSON, W. L. 1964. Evaluación nutricional de los forrajes. Universidad estatal de Carolina del Norte. Perú. p. 7-17
39. WARWICK, E. J.; LEGATAS, J. E. 1979. Cría y mejoramiento del ganado. Trad. Ramón Elizardo Rual. 3 Ed. U.S.A. Mc. Graw-hillbook
40. WILLEY, J; SONS, I. 1990. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. 2 Ed. México D. F. Limusa. S. A. de C. V.
41. [www. Porcinocultura.Com/energía para cerdos/energía digestible para cerdos.](http://www.Porcinocultura.Com/energía%20para%20cerdos/energía%20digestible%20para%20cerdos)
42. ZERT, 1969. Vademécum del porcinocultor de cerdos. Trad. Elías Fernández Gonzáles. Zaragoza, España. Acribia. p. 32-48

## **8. ANEXOS.**



**CUADRO A-1.** Peso vivo (kg) por cerdo en cada tratamiento al inicio de la fase experimental (117 días de edad).

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES. |         |         |         |         |         | TOTAL.   | MEDIA.  |
|--------------|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|
|              | R1            | R2      | R3      | R4      | R5      | R6      |          |         |
| T0           | 55.9091       | 56.9091 | 52.5000 | 45.9545 | 55.6818 |         | 266.9545 | 53.3909 |
| T1           | 39.5455       |         | 43.6364 | 39.6364 | 55.4545 | 38.9091 | 217.1819 | 43.4364 |
| T2           | 56.4545       | 53.6364 |         | 64.3182 | 58.1818 |         | 232.5909 | 58.1477 |

**CUADRO A-2.** Análisis de varianza para el peso vivo (kg) por cerdo en cada tratamiento al inicio de la fase experimental (117 días de edad).

| F. DE V.      | G.L. | S.C.     | C.M.     | F.C.    | 5% F.T. 1% |
|---------------|------|----------|----------|---------|------------|
| TRATAMIENTOS. | 2    | 518.4523 | 259.2262 | 8.49 ** | 3.98       |
| ERROR EXP.    | 11   | 335.9063 | 30.5369  |         | 7.21       |
| TOTAL.        | 13   | 854.3586 |          |         |            |

\*\* = Significativo (P<0.01).





**CUADRO A-3.** Prueba de Duncan para el peso vivo (kg) por cerdo en cada tratamiento al inicio de la fase experimental (117 días de edad).

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

$$T2 = 58.1477$$

$$T0 = 53.3909$$

$$T1 = 43.4364$$

2. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa).

$$DMS = t \times ETD$$

$$ETD = \sqrt{\frac{CME}{n} + \frac{CME}{n}}$$

$$DMS\ 5\% = 2.201 \times 3.4950 = 7.6924$$

$$ETD = \sqrt{\frac{30.5369}{5} + \frac{30.5369}{5}} = 3.4950$$

$$DMS\ 1\% = 3.106 \times 3.4950 = 10.8554$$

$$\frac{5}{5}$$

$$DMS\ 5\% = 2.201 \times 3.7070 = 8.1590$$

$$ETD = \sqrt{\frac{30.5369}{5} + \frac{30.5369}{4}} = 3.7070$$

$$DMS\ 1\% = 3.106 \times 3.7070 = 11.5138$$

$$\frac{5}{4}$$

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

Arreglo de medias por magnitud. T2(58.1477) T0(53.3909) T1(43.4364)

Posición relativa de media ----- 2 3

Valores de R 5% ----- 1.00 1.05

Valores de R1% ----- 1.00 1.05

|                    |       |         |         |
|--------------------|-------|---------|---------|
| D 5% = R5%(DMS 5%) | ----- | 7.6924  | 8.0770  |
| D 1% = R1%(DMS 1%) | ----- | 10.8554 | 11.3981 |
| D 5% = R5%(DMS 5%) | ----- | 8.1590  | 8.5670  |
| D 1% = R1%(DMS 1%) | ----- | 11.5138 | 12.0895 |

4. Arreglo de medias en orden de magnitud.

|                         |               |               |               |
|-------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Medias por Tratamiento. | T2<br>58.1477 | T0<br>53.3909 | T1<br>43.4364 |
| T2 = 58.1477            | -----         | 4.7568 ns     | 14.7113 **    |
| T0 = 53.3909            | -----         | -----         | 9.9545 *      |
| T1 = 43.4364            | -----         | -----         | -----         |

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

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

ns = Diferencia estadística no significativa.

**CUADRO A-4.** Peso vivo (kg) por cerdo en cada tratamiento al final del primer período (7 días de estudio).

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES. |         |         |         |         |         | TOTAL.   | MEDIA.  |
|--------------|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|
|              | R1            | R2      | R3      | R4      | R5      | R6      |          |         |
| T0           | 59.7273       | 62.7273 | 54.3182 | 46.3637 | 58      |         | 281.1365 | 56.2273 |
| T1           | 41.501        |         | 44.3182 | 40.6818 | 58.3636 | 40.2273 | 225.0919 | 45.0184 |
| T2           | 56.8182       | 55.9091 |         | 64.591  | 61.7727 |         | 239.0910 | 59.7728 |

**CUADRO A-5.** Análisis de varianza para el peso vivo (kg) por cerdo en cada tratamiento al final de los 7 días de estudio.

| F. DE V.      | G.L. | S.C.     | C.M.     | F.C.   | 5% F.T. 1% |
|---------------|------|----------|----------|--------|------------|
| TRATAMIENTOS. | 2    | 553.3022 | 276.6511 | 6.88 * | 3.98       |
| ERROR EXP.    | 11   | 442.1677 | 40.1971  |        | 7.21       |
| TOTAL.        | 13   | 995.4699 |          |        |            |

\* = Significativo (P&lt;0.05).

**CUADRO A-6.** Prueba de Duncan para el peso vivo (kg) por cerdo en cada tratamiento al final del primer período (7 días de estudio).

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

$$T2 = 59.7728$$

$$T0 = 56.2273$$

$$T1 = 45.0184$$

2. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa).

$$DMS = t \times ETD$$

$$ETD = \sqrt{\frac{CME}{n} + \frac{CME}{n}}$$

$$DMS 5\% = 2.201 \times 4.0098 = 8.8257$$

$$ETD = \sqrt{\frac{40.1971}{5} + \frac{40.1971}{5}} = 4.0098$$

$$DMS 1\% = 3.106 \times 4.0098 = 12.4546$$

$$5 \quad 5$$

$$DMS 5\% = 2.201 \times 4.2531 = 9.3610$$

$$ETD = \sqrt{\frac{40.1971}{5} + \frac{40.1971}{4}} = 4.2531$$

$$DMS 1\% = 3.106 \times 4.2531 = 13.2101$$

$$5 \quad 4$$

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

Arreglo de medias por magnitud. T2(59.7728) T0(56.2273) T1(45.0184)

Posición relativa de media ----- 2 3

Valores de R 5% ----- 1.00 1.05

Valores de R1% ----- 1.00 1.05

|                    |       |         |         |
|--------------------|-------|---------|---------|
| D 5% = R5%(DMS 5%) | ----- | 8.8257  | 9.2669  |
| D 1% = R1%(DMS 1%) | ----- | 12.4546 | 13.0773 |
| D 5% = R5%(DMS 5%) | ----- | 9.3610  | 9.8291  |
| D 1% = R1%(DMS 1%) | ----- | 13.2101 | 13.8706 |

4. Arreglo de medias en orden de magnitud.

|                         |               |               |               |
|-------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Medias por Tratamiento. | T2<br>59.7728 | T0<br>56.2273 | T1<br>45.0184 |
| T2 = 59.7728            | -----         | 3.5455 ns     | 14.7544 **    |
| T0 = 56.2273            | -----         | -----         | 11.2089 *     |
| T1 = 45.0184            | -----         | -----         | -----         |

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

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

ns = Diferencia estadística no significativa.

**CUADRO A-7.** Peso vivo (kg) por cerdo en cada tratamiento al final del segundo periodo (14 días de estudio).

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES. |         |         |         |         |         | TOTAL.   | MEDIA.  |
|--------------|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|
|              | R1            | R2      | R3      | R4      | R5      | R6      |          |         |
| T0           | 61.0909       | 64.0909 | 59.7227 | 46.8182 | 60.4545 |         | 292.1772 | 58.4354 |
| T1           | 54.0000       |         | 48.6364 | 42.9545 | 62.7273 | 42.7273 | 251.0455 | 50.2091 |
| T2           | 57.0454       | 56.3636 |         | 66.1364 | 63.0000 |         | 242.5454 | 60.6364 |

**CUADRO A-8.** Análisis de varianza para el peso vivo (kg) por cerdo en cada tratamiento al final de los 14 días de estudio.

| F. DE V.      | G.L. | S.C.     | C.M.     | F.C.    | 5% F.T. 1% |
|---------------|------|----------|----------|---------|------------|
| TRATAMIENTOS. | 2    | 283.0891 | 141.5446 | 2.94 ns | 3.98       |
| ERROR EXP.    | 11   | 528.8745 | 48.0795  |         | 7.21       |
| TOTAL.        | 13   | 811.9636 |          |         |            |

ns = No significativo.

**CUADRO A-9.** Peso vivo (kg) por cerdo en cada tratamiento al final del tercer período (21 días de estudio).

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES. |         |         |         |         |         | TOTAL.   | MEDIA.  |
|--------------|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|
|              | R1            | R2      | R3      | R4      | R5      | R6      |          |         |
| T0           | 60.4545       | 72.2727 | 62.7273 | 53.4091 | 66.8182 |         | 315.6818 | 63.1364 |
| T1           | 48.1818       |         | 50.0000 | 45.6818 | 66.8182 | 46.3636 | 257.0454 | 51.4091 |
| T2           | 62.2727       | 62.2727 |         | 73.4091 | 68.5000 |         | 266.4545 | 66.6136 |

**CUADRO A-10.** Análisis de varianza para el peso vivo (kg) por cerdo en cada tratamiento al final de los 21 días de estudio.

| F. DE V.      | G.L. | S.C.      | C.M.     | F.C.   | 5% F.T. 1% |
|---------------|------|-----------|----------|--------|------------|
| TRATAMIENTOS. | 2    | 593.1156  | 296.5578 | 5.49 * | 3.98       |
| ERROR EXP.    | 11   | 594.5325  | 54.0484  |        | 7.21       |
| TOTAL.        | 13   | 1187.6481 |          |        |            |

\* = Significativo (P&lt;0.05).

**CUADRO A-11.** Prueba de Duncan para el peso vivo (kg) por cerdo en cada tratamiento al final del tercer período (21 días de estudio).

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

$$T2 = 66.6136$$

$$T0 = 63.1364$$

$$T1 = 51.4091$$

2. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa).

$$DMS = t \times ETD$$

$$ETD = \sqrt{\frac{CME}{n} + \frac{CME}{n}}$$

$$DMS 5\% = 2.201 \times 4.6497 = 10.2339$$

$$ETD = \sqrt{\frac{54.0484}{5} + \frac{54.0484}{5}} = 4.6497$$

$$DMS 1\% = 3.106 \times 4.6497 = 14.4419$$

$$5 \quad 5$$

$$DMS 5\% = 2.201 \times 4.9317 = 10.8547$$

$$ETD = \sqrt{\frac{54.0484}{5} + \frac{54.0484}{4}} = 4.9317$$

$$DMS 1\% = 3.106 \times 4.9317 = 15.3179$$

$$5 \quad 4$$

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

Arreglo de medias por magnitud. T2(66.6136) T0(63.1364) T1(51.4091)

Posición relativa de media ----- 2 3

Valores de R 5% ----- 1.00 1.05

Valores de R1% ----- 1.00 1.05

|                    |       |         |         |
|--------------------|-------|---------|---------|
| D 5% = R5%(DMS 5%) | ----- | 10.2339 | 10.7456 |
| D 1% = R1%(DMS 1%) | ----- | 14.4419 | 15.1639 |
| D 5% = R5%(DMS 5%) | ----- | 10.8547 | 11.3974 |
| D 1% = R1%(DMS 1%) | ----- | 15.3179 | 16.0838 |

4. Arreglo de medias en orden de magnitud.

| Medias por Tratamiento. | T2      | T0        | T1        |
|-------------------------|---------|-----------|-----------|
|                         | 66.6136 | 63.1364   | 51.4091   |
| T2 = 66.6136            | -----   | 3.4772 ns | 15.2045 * |
| T0 = 63.1364            | -----   | -----     | 11.7273 * |
| T1 = 51.4091            | -----   | -----     | -----     |

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

ns = Diferencia estadística no significativa.

**CUADRO A-12.** Peso vivo (kg) por cerdo en cada tratamiento al final del cuarto periodo (28 días de estudio).

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES. |         |         |         |         |         | TOTAL.   | MEDIA.  |
|--------------|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|
|              | R1            | R2      | R3      | R4      | R5      | R6      |          |         |
| T0           | 70.0000       | 75.9091 | 67.2727 | 55.0000 | 71.3636 |         | 339.5454 | 67.9091 |
| T1           | 51.8182       |         | 54.0910 | 49.5454 | 71.8182 | 50.9091 | 278.1819 | 55.6364 |
| T2           | 68.6364       | 67.2727 |         | 78.6364 | 74.5454 |         | 289.0909 | 72.2727 |

**CUADRO A-13.** Análisis de varianza para el peso vivo (kg) por cerdo en cada tratamiento al final de los 28 días de estudio.

| F. DE V.      | G.L. | S.C.      | C.M.     | F.C.   | 5% F.T. 1% |
|---------------|------|-----------|----------|--------|------------|
| TRATAMIENTOS. | 2    | 691.5476  | 345.7738 | 5.68 * | 3.98       |
| ERROR EXP.    | 11   | 669.5050  | 60.8641  |        | 7.21       |
| TOTAL.        | 13   | 1361.0526 |          |        |            |

\* = Significativo (P&lt;0.05).



**CUADRO A-14.** Prueba de Duncan para el peso vivo (kg) por cerdo en cada tratamiento al final del cuarto período (28 días de estudio).

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

$$T2 = 72.2727$$

$$T0 = 67.9091$$

$$T1 = 55.6364$$

2. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa).

$$DMS = t \times ETD$$

$$ETD = \sqrt{\frac{CME}{n} + \frac{CME}{n}}$$

$$DMS 5\% = 2.201 \times 4.9341 = 10.8600$$

$$ETD = \sqrt{\frac{60.8641}{5} + \frac{60.8641}{5}} = 4.9341$$

$$DMS 1\% = 3.106 \times 4.9341 = 15.3254$$

$$5 \quad 5$$

$$DMS 5\% = 2.201 \times 5.2334 = 11.5188$$

$$ETD = \sqrt{\frac{60.8641}{5} + \frac{60.8641}{4}} = 5.2334$$

$$DMS 1\% = 3.106 \times 5.2334 = 16.2551$$

$$5 \quad 4$$

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

Arreglo de medias por magnitud. T2(72.2727) T0(67.9091) T1(55.6364)

Posición relativa de media ----- 2 3

Valores de R 5% ----- 1.00 1.05

Valores de R1% ----- 1.00 1.05

|                    |       |         |         |
|--------------------|-------|---------|---------|
| D 5% = R5%(DMS 5%) | ----- | 10.8600 | 11.4030 |
|--------------------|-------|---------|---------|

|                    |       |         |         |
|--------------------|-------|---------|---------|
| D 1% = R1%(DMS 1%) | ----- | 15.3254 | 16.0917 |
|--------------------|-------|---------|---------|

|                    |       |         |         |
|--------------------|-------|---------|---------|
| D 5% = R5%(DMS 5%) | ----- | 11.5188 | 12.0947 |
|--------------------|-------|---------|---------|

|                    |       |         |         |
|--------------------|-------|---------|---------|
| D 1% = R1%(DMS 1%) | ----- | 16.2551 | 17.0678 |
|--------------------|-------|---------|---------|

4. Arreglo de medias en orden de magnitud.

| Medias por Tratamiento. | T2      | T0        | T1        |
|-------------------------|---------|-----------|-----------|
|                         | 72.2727 | 67.9091   | 55.6364   |
| T2 = 72.2727            | -----   | 4.3636 ns | 16.6363 * |
| T0 = 67.9091            | -----   | -----     | 12.2727 * |
| T1 = 55.6364            | -----   | -----     | -----     |

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

ns = Diferencia estadística no significativa.

**CUADRO A-15.** Peso vivo (kg) por cerdo en cada tratamiento al final del quinto período (35 días de estudio).

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES. |         |         |         |         |         | TOTAL.   | MEDIA.  |
|--------------|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|
|              | R1            | R2      | R3      | R4      | R5      | R6      |          |         |
| T0           | 77.2727       | 84.0910 | 73.6364 | 61.8182 | 78.1818 |         | 375.0001 | 75.0000 |
| T1           | 55.9091       |         | 58.6364 | 53.1818 | 77.2727 | 56.3636 | 301.3636 | 60.2727 |
| T2           | 73.1818       | 71.3636 |         | 83.1818 | 79.0910 |         | 306.8182 | 76.7046 |

**CUADRO A-16.** Análisis de varianza para el peso vivo (kg) por cerdo en cada tratamiento al final de los 35 días de estudio.

| F. DE V.      | G.L. | S.C.      | C.M.     | F.C.   | 5% F.T. 1% |
|---------------|------|-----------|----------|--------|------------|
| TRATAMIENTOS. | 2    | 777.1817  | 388.5908 | 5.79 * | 3.98       |
| ERROR EXP.    | 11   | 738.4204  | 67.1291  |        | 7.21       |
| TOTAL.        | 13   | 1515.6021 |          |        |            |

\* = Significativo (P&lt;0.05).

**CUADRO A-17.** Prueba de Duncan para el peso vivo (kg) por cerdo en cada tratamiento al final del quinto período (35 días de estudio).

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

$$T2 = 76.7046$$

$$T0 = 75.0000$$

$$T1 = 60.2727$$

2. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa).

$$DMS = t \times ETD$$

$$ETD = \sqrt{\frac{CME}{n} + \frac{CME}{n}}$$

$$DMS 5\% = 2.201 \times 5.1819 = 11.4053$$

$$ETD = \sqrt{\frac{67.1291}{5} + \frac{67.1291}{5}} = 5.1819$$

$$DMS 1\% = 3.106 \times 5.1819 = 16.0948$$

$$5 \quad 5$$

$$DMS 5\% = 2.201 \times 5.4962 = 12.0971$$

$$ETD = \sqrt{\frac{67.1291}{5} + \frac{67.1291}{4}} = 5.4962$$

$$DMS 1\% = 3.106 \times 5.4962 = 17.0712$$

$$5 \quad 4$$

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

Arreglo de medias por magnitud. T2(76.7046) T0(75.0000) T1(60.2727)

Posición relativa de media ----- 2 3

Valores de R 5% ----- 1.00 1.05

Valores de R1% ----- 1.00 1.05

|                    |       |         |         |
|--------------------|-------|---------|---------|
| D 5% = R5%(DMS 5%) | ----- | 11.4053 | 11.9755 |
|--------------------|-------|---------|---------|

|                    |       |         |         |
|--------------------|-------|---------|---------|
| D 1% = R1%(DMS 1%) | ----- | 16.0948 | 16.8996 |
|--------------------|-------|---------|---------|

|                    |       |         |         |
|--------------------|-------|---------|---------|
| D 5% = R5%(DMS 5%) | ----- | 12.0971 | 12.7020 |
|--------------------|-------|---------|---------|

|                    |       |         |         |
|--------------------|-------|---------|---------|
| D 1% = R1%(DMS 1%) | ----- | 17.0712 | 17.9247 |
|--------------------|-------|---------|---------|

4. Arreglo de medias en orden de magnitud.

| Medias por Tratamiento. | T2      | T0        | T1        |
|-------------------------|---------|-----------|-----------|
|                         | 76.7046 | 75.0000   | 60.2727   |
| T2 = 76.7046            | -----   | 1.7046 ns | 16.4319 * |
| T0 = 75.0000            | -----   | -----     | 14.7273 * |
| T1 = 60.2727            | -----   | -----     | -----     |

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

ns = Diferencia estadística no significativa.

**CUADRO A-18.** Peso vivo (kg) por cerdo en cada tratamiento al final del sexto período (42 días de estudio).

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES. |         |         |         |         |         | TOTAL.   | MEDIA.  |
|--------------|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|
|              | R1            | R2      | R3      | R4      | R5      | R6      |          |         |
| T0           | 81.3636       | 86.8182 | 76.8182 | 64.0910 | 81.3636 |         | 390.4546 | 78.0909 |
| T1           | 57.2727       |         | 60.9091 | 57.2727 | 81.8182 | 58.1818 | 315.4545 | 63.0909 |
| T2           | 76.8182       | 75.0000 |         | 86.3636 | 82.7273 |         | 320.9091 | 80.2273 |

**CUADRO A-19.** Análisis de varianza para el peso vivo (kg) por cerdo en cada tratamiento al final de los 42 días de estudio.

| F. DE V.      | G.L. | S.C.      | C.M.     | F.C.   | 5% F.T. 1% |
|---------------|------|-----------|----------|--------|------------|
| TRATAMIENTOS. | 2    | 827.8144  | 413.9072 | 5.52 * | 3.98       |
| ERROR EXP.    | 11   | 825.3288  | 75.0299  |        | 7.21       |
| TOTAL.        | 13   | 1653.1433 |          |        |            |

\* = Significativo (P&lt;0.05).

**CUADRO A-20.** Prueba de Duncan para el peso vivo (kg) por cerdo en cada tratamiento al final del sexto período (42 días de estudio).

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

$$T2 = 80.2273$$

$$T0 = 78.0909$$

$$T1 = 63.0909$$

2. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa).

$$DMS = t \times ETD$$

$$ETD = \sqrt{\frac{CME}{n} + \frac{CME}{n}}$$

$$DMS 5\% = 2.201 \times 5.4783 = 12.0578$$

$$ETD = \sqrt{\frac{75.0299}{5} + \frac{75.0299}{5}} = 5.4783$$

$$DMS 1\% = 3.106 \times 5.4783 = 17.0157$$

$$5 \quad 5$$

$$DMS 5\% = 2.201 \times 5.8106 = 12.7892$$

$$ETD = \sqrt{\frac{75.0299}{5} + \frac{75.0299}{4}} = 5.8106$$

$$DMS 1\% = 3.106 \times 5.8106 = 18.0478$$

$$5 \quad 4$$

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

Arreglo de medias por magnitud. T2(80.2273) T0(78.0909) T1(63.0909)

Posición relativa de media ----- 2 3

Valores de R 5% ----- 1.00 1.05

Valores de R1% ----- 1.00 1.05

|                    |       |         |         |
|--------------------|-------|---------|---------|
| D 5% = R5%(DMS 5%) | ----- | 12.0578 | 12.6607 |
|--------------------|-------|---------|---------|

|                    |       |         |         |
|--------------------|-------|---------|---------|
| D 1% = R1%(DMS 1%) | ----- | 17.0157 | 17.8664 |
|--------------------|-------|---------|---------|

|                    |       |         |         |
|--------------------|-------|---------|---------|
| D 5% = R5%(DMS 5%) | ----- | 12.7892 | 13.4287 |
|--------------------|-------|---------|---------|

|                    |       |         |         |
|--------------------|-------|---------|---------|
| D 1% = R1%(DMS 1%) | ----- | 18.0478 | 19.9502 |
|--------------------|-------|---------|---------|

4. Arreglo de medias en orden de magnitud.

| Medias por Tratamiento. | T2      | T0        | T1        |
|-------------------------|---------|-----------|-----------|
|                         | 80.2273 | 78.0909   | 63.0909   |
| T2 = 80.2273            | -----   | 2.1364 ns | 17.1364 * |
| T0 = 78.0909            | -----   | -----     | 15.0000 * |
| T1 = 63.0909            | -----   | -----     | -----     |

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

ns = Diferencia estadística no significativa.

**CUADRO A-21.** Peso vivo (kg) por cerdo en cada tratamiento al final del séptimo periodo (49 días de estudio).

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES. |         |         |         |         |         | TOTAL.   | MEDIA.  |
|--------------|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|
|              | R1            | R2      | R3      | R4      | R5      | R6      |          |         |
| T0           | 88.1818       | 94.0909 | 82.2727 | 68.3664 | 86.8182 |         | 419.7300 | 83.9460 |
| T1           | 61.3636       |         | 63.6364 | 59.0910 | 83.6364 | 62.2727 | 330.0001 | 66.0000 |
| T2           | 80.9091       | 79.5454 |         | 94.5454 | 87.2727 |         | 342.2726 | 85.5682 |

**CUADRO A-22.** Análisis de varianza para el peso vivo (kg) por cerdo en cada tratamiento al final de los 49 días de estudio.

| F. DE V.      | G.L. | S.C.      | C.M.     | F.C.   | 5% F.T. 1% |
|---------------|------|-----------|----------|--------|------------|
| TRATAMIENTOS. | 2    | 1125.8798 | 562.9399 | 6.76 * | 3.98       |
| ERROR EXP.    | 11   | 915.8636  | 83.2603  |        | 7.21       |
| TOTAL.        | 13   | 2041.7434 |          |        |            |

\* = Significativo (P&lt;0.05).

**CUADRO A-23.** Prueba de Duncan para el peso vivo (kg) por cerdo en cada tratamiento al final del séptimo período (49 días de estudio).

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

T2 = 85.5682

T0 = 83.9460

T1 = 66.0000

2. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa).

DMS = t x ETD

ETD =  $\sqrt{\frac{CME}{n} + \frac{CME}{n}}$

DMS 5% = 2.201 x 5.7710 = 12.7019

ETD =  $\sqrt{\frac{83.2603}{5} + \frac{83.2603}{5}} = 5.7710$

DMS 1% = 3.106 x 5.7710 = 17.9246

5 5

DMS 5% = 2.201 x 6.1210 = 13.4724

ETD =  $\sqrt{\frac{83.2603}{5} + \frac{83.2603}{4}} = 6.1210$

DMS 1% = 3.106 x 6.1210 = 19.0120

5 4

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

Arreglo de medias por magnitud. T2(85.5682) T0(83.9460) T1(66.0000)

Posición relativa de media ----- 2 3

Valores de R 5% ----- 1.00 1.05

Valores de R1% ----- 1.00 1.05

|                    |       |         |         |
|--------------------|-------|---------|---------|
| D 5% = R5%(DMS 5%) | ----- | 12.7019 | 13.3370 |
| D 1% = R1%(DMS 1%) | ----- | 17.9246 | 18.8209 |
| D 5% = R5%(DMS 5%) | ----- | 13.4724 | 14.1460 |
| D 1% = R1%(DMS 1%) | ----- | 19.0120 | 19.9625 |

4. Arreglo de medias en orden de magnitud.

| Medias por Tratamiento. | T2      | T0        | T1        |
|-------------------------|---------|-----------|-----------|
|                         | 85.5682 | 83.9460   | 66.0000   |
| T2 = 85.5682            | -----   | 1.6222 ns | 19.5682 * |
| T0 = 83.9460            | -----   | -----     | 17.9460 * |
| T1 = 66.0000            | -----   | -----     | -----     |

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

ns = Diferencia estadística no significativa.

**CUADRO A-24.** Peso vivo (kg) por cerdo en cada tratamiento al final del octavo período (56 días de estudio).

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES. |         |         |          |         |         | TOTAL.   | MEDIA.  |
|--------------|---------------|---------|---------|----------|---------|---------|----------|---------|
|              | R1            | R2      | R3      | R4       | R5      | R6      |          |         |
| T0           | 93.6364       | 97.2727 | 90.4545 | 75.4545  | 91.3636 |         | 448.1817 | 89.6363 |
| T1           | 66.3636       |         | 67.2727 | 63.1818  | 90.0000 | 65.9091 | 352.7272 | 70.5454 |
| T2           | 87.7273       | 82.7273 |         | 100.4545 | 93.6364 |         | 364.5455 | 91.1364 |

**CUADRO A-25.** Análisis de varianza para el peso vivo (kg) por cerdo en cada tratamiento al final de los 56 días de estudio.

| F. DE V.      | G.L. | S.C.      | C.M.     | F.C.    | 5% F.T. 1% |
|---------------|------|-----------|----------|---------|------------|
| TRATAMIENTOS. | 2    | 1259.7354 | 629.8677 | 7.40 ** | 3.98       |
| ERROR EXP.    | 11   | 936.9011  | 85.1728  |         | 7.21       |
| TOTAL.        | 13   | 2196.6366 |          |         |            |

\*\* = Significativo (P&lt;0.01).



**CUADRO A-26.** Prueba de Duncan para el peso vivo (kg) por cerdo en cada tratamiento al final del octavo período (56 días de estudio).

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

$$T2 = 91.1364$$

$$T0 = 89.6363$$

$$T1 = 70.5454$$

2. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa).

$$DMS = t \times ETD$$

$$ETD = \sqrt{\frac{CME}{n} + \frac{CME}{n}}$$

$$DMS 5\% = 2.201 \times 5.8369 = 12.8470$$

$$ETD = \sqrt{\frac{85.1728}{5} + \frac{85.1728}{5}} = 5.8369$$

$$DMS 1\% = 3.106 \times 5.8369 = 18.1293$$

$$\frac{85.1728}{5} \quad \frac{85.1728}{5}$$

$$DMS 5\% = 2.201 \times 6.1909 = 13.6263$$

$$ETD = \sqrt{\frac{85.1728}{5} + \frac{85.1728}{4}} = 6.1909$$

$$DMS 1\% = 3.106 \times 6.1909 = 19.2291$$

$$\frac{85.1728}{5} \quad \frac{85.1728}{4}$$

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

Arreglo de medias por magnitud. T2(91.1364) T0(89.6363) T1(70.5454)

Posición relativa de media ----- 2 3

Valores de R 5% ----- 1.00 1.05

Valores de R1% ----- 1.00 1.05

|                    |       |         |         |
|--------------------|-------|---------|---------|
| D 5% = R5%(DMS 5%) | ----- | 12.8470 | 13.4893 |
| D 1% = R1%(DMS 1%) | ----- | 18.1293 | 19.0358 |
| D 5% = R5%(DMS 5%) | ----- | 13.6263 | 14.3076 |
| D 1% = R1%(DMS 1%) | ----- | 19.2291 | 20.1905 |

4. Arreglo de medias en orden de magnitud.

|                         |               |               |               |
|-------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Medias por Tratamiento. | T2<br>91.1364 | T0<br>89.6363 | T1<br>70.5454 |
| T2 = 91.1364            | -----         | 1.5001 ns     | 20.5910 **    |
| T0 = 89.6363            | -----         | -----         | 19.0909 **    |
| T1 = 70.5454            | -----         | -----         | -----         |

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

ns = Diferencia estadística no significativa.

**CUADRO A-27.** Ganancia diaria de peso (kg) por cerdo acumulado al final del primer periodo (7 días de estudio).

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES. |        |        |        |        |        | TOTAL. | MEDIA. |
|--------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|              | R1            | R2     | R3     | R4     | R5     | R6     |        |        |
| T0           | 0.5455        | 0.8312 | 0.2597 | 0.0585 | 0.3312 |        | 2.0261 | 0.4052 |
| T1           | 0.2794        |        | 0.0974 | 0.1493 | 0.4156 | 0.1883 | 1.1300 | 0.2260 |
| T2           | 0.0520        | 0.3247 |        | 0.0390 | 0.5130 |        | 0.9287 | 0.2322 |

**CUADRO A-28.** Análisis de varianza de ganancia diaria de peso (kg) por cerdo acumulada durante los primeros 7 días de estudio.

| F. DE V.      | G.L. | S.C.   | C.M.   | F.C.    | 5% F.T. 1% |
|---------------|------|--------|--------|---------|------------|
| TRATAMIENTOS. | 2    | 0.1002 | 0.0501 | 0.97 ns | 3.98       |
| ERROR EXP.    | 11   | 0.5679 | 0.0516 |         | 7.21       |
| TOTAL.        | 13   | 0.6680 |        |         |            |

ns = No significativo.

**CUADRO A-29.** Ganancia diaria de peso (kg) por cerdo acumulado al final del segundo período (14 días de estudio).

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES. |        |        |        |        |        | TOTAL. | MEDIA. |
|--------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|              | R1            | R2     | R3     | R4     | R5     | R6     |        |        |
| T0           | 0.3701        | 0.5130 | 0.5159 | 0.0617 | 0.3409 |        | 1.8016 | 0.3603 |
| T1           | 1.0325        |        | 0.3571 | 0.2370 | 0.5195 | 0.2727 | 2.4188 | 0.4838 |
| T2           | 0.0422        | 0.1948 |        | 0.1299 | 0.3442 |        | 0.7111 | 0.1778 |

**CUADRO A-30.** Análisis de varianza de ganancia diaria de peso (kg) por cerdo acumulada durante los 14 días de estudio.

| F. DE V.      | G.L. | S.C.   | C.M.   | F.C.    | 5% F.T. 1% |
|---------------|------|--------|--------|---------|------------|
| TRATAMIENTOS. | 2    | 0.2086 | 0.1043 | 1.88 ns | 3.98       |
| ERROR EXP.    | 11   | 0.6097 | 0.0554 |         | 7.21       |
| TOTAL.        | 13   | 0.8183 |        |         |            |

ns = No significativo.

**CUADRO A-31.** Ganancia diaria de peso (kg) por cerdo acumulado al final del tercer periodo (21 días de estudio).

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES. |        |        |        |        |        | TOTAL. | MEDIA. |
|--------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|              | R1            | R2     | R3     | R4     | R5     | R6     |        |        |
| T0           | 0.2164        | 0.7316 | 0.4870 | 0.3550 | 0.5303 |        | 2.3203 | 0.4641 |
| T1           | 0.4113        |        | 0.3030 | 0.2879 | 0.5411 | 0.3550 | 1.8983 | 0.3797 |
| T2           | 0.2771        | 0.4113 |        | 0.4929 | 0.4913 |        | 1.6726 | 0.4182 |

**CUADRO A-32.** Análisis de varianza de ganancia diaria de peso (kg) por cerdo acumulada durante los 21 días de estudio.

| F. DE V.      | G.L. | S.C.   | C.M.   | F.C.    | 5% F.T. 1% |
|---------------|------|--------|--------|---------|------------|
| TRATAMIENTOS. | 2    | 0.0178 | 0.0089 | 0.44 ns | 3.98       |
| ERROR EXP.    | 11   | 0.2226 | 0.0202 |         | 7.21       |
| TOTAL.        | 13   | 0.2404 |        |         |            |

ns = No significativo.

**CUADRO A-33.** Ganancia diaria de peso (kg) por cerdo acumulado al final del cuarto período (28 días de estudio).

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES. |        |        |        |        |        | TOTAL. | MEDIA. |
|--------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|              | R1            | R2     | R3     | R4     | R5     | R6     |        |        |
| T0           | 0.5032        | 0.6786 | 0.5276 | 0.3231 | 0.5601 |        | 2.5926 | 0.5185 |
| T1           | 0.4383        |        | 0.3734 | 0.3539 | 0.5844 | 0.4286 | 2.1786 | 0.4357 |
| T2           | 0.4351        | 0.4870 |        | 0.5114 | 0.5844 |        | 2.0179 | 0.5045 |

**CUADRO A-34.** Análisis de varianza de ganancia diaria de peso (kg) por cerdo acumulada durante los 28 días de estudio.

| F. DE V.      | G.L. | S.C.   | C.M.   | F.C.    | 5% F.T. 1% |
|---------------|------|--------|--------|---------|------------|
| TRATAMIENTOS. | 2    | 0.0193 | 0.0096 | 0.96 ns | 3.98       |
| ERROR EXP.    | 11   | 0.1102 | 0.0100 |         | 7.21       |
| TOTAL.        | 13   | 0.1294 |        |         |            |

ns = No significativo.

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

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES. |        |        |        |        |        | TOTAL. | MEDIA. |
|--------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|              | R1            | R2     | R3     | R4     | R5     | R6     |        |        |
| T0           | 0.6104        | 0.7766 | 0.6039 | 0.4532 | 0.6429 |        | 3.0870 | 0.6174 |
| T1           | 0.4675        |        | 0.4286 | 0.3870 | 0.6234 | 0.4987 | 2.4052 | 0.4810 |
| T2           | 0.4779        | 0.5065 |        | 0.5390 | 0.5974 |        | 2.1208 | 0.5302 |

**CUADRO A-36.** Análisis de varianza de ganancia diaria de peso (kg) por cerdo acumulada durante los 35 días de estudio.

| F. DE V.      | G.L. | S.C.   | C.M.   | F.C.    | 5% F.T. 1% |
|---------------|------|--------|--------|---------|------------|
| TRATAMIENTOS. | 2    | 0.0475 | 0.0238 | 2.80 ns | 3.98       |
| ERROR EXP.    | 11   | 0.0934 | 0.0085 |         | 7.21       |
| TOTAL.        | 13   | 0.1410 |        |         |            |

ns = No significativo.

**CUADRO A-37.** Ganancia diaria de peso (kg) por cerdo acumulado al final del sexto periodo (42 días de estudio).

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES. |        |        |        |        |        | TOTAL. | MEDIA. |
|--------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|              | R1            | R2     | R3     | R4     | R5     | R6     |        |        |
| T0           | 0.6061        | 0.7121 | 0.5790 | 0.4318 | 0.6115 |        | 2.9405 | 0.5881 |
| T1           | 0.4221        |        | 0.4113 | 0.4199 | 0.6277 | 0.4589 | 2.3399 | 0.4680 |
| T2           | 0.4849        | 0.5087 |        | 0.5249 | 0.5844 |        | 2.1029 | 0.5257 |

**CUADRO A-38.** Análisis de varianza de ganancia diaria de peso (kg) por cerdo acumulada durante los 42 días de estudio.

| F. DE V.      | G.L. | S.C.   | C.M.   | F.C.    | 5% F.T. 1% |
|---------------|------|--------|--------|---------|------------|
| TRATAMIENTOS. | 2    | 0.0361 | 0.0180 | 2.50 ns | 3.98       |
| ERROR EXP.    | 11   | 0.0794 | 0.0072 |         | 7.21       |

|        |    |        |  |  |  |
|--------|----|--------|--|--|--|
| TOTAL. | 13 | 0.1155 |  |  |  |
|--------|----|--------|--|--|--|

ns = No significativo.

**CUADRO A-39.** Ganancia diaria de peso (kg) por cerdo acumulado al final del séptimo período (49 días de estudio).

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES. |        |        |        |        |        | TOTAL. | MEDIA. |
|--------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|              | R1            | R2     | R3     | R4     | R5     | R6     |        |        |
| T0           | 0.6586        | 0.7588 | 0.6076 | 0.4629 | 0.6354 |        | 3.1233 | 0.6247 |
| T1           | 0.4453        |        | 0.4082 | 0.397  | 0.5751 | 0.4768 | 2.3024 | 0.4605 |
| T2           | 0.4991        | 0.5288 |        | 0.6169 | 0.5937 |        | 2.2385 | 0.5596 |

**CUADRO A-40.** Análisis de varianza de ganancia diaria de peso (kg) por cerdo acumulada durante los 49 días de estudio.

| F. DE V.      | G.L. | S.C.   | C.M.   | F.C.   | 5% F.T. 1% |
|---------------|------|--------|--------|--------|------------|
| TRATAMIENTOS. | 2    | 0.0682 | 0.0341 | 5.01 * | 3.98       |
|               |      |        |        |        | 7.21       |



|            |    |        |        |  |  |
|------------|----|--------|--------|--|--|
| ERROR EXP. | 11 | 0.0752 | 0.0068 |  |  |
| TOTAL.     | 13 | 0.1434 |        |  |  |

\* = Significativo ( $P < 0.05$ ).

**CUADRO A-41.** Prueba de Duncan para la ganancia diaria de peso (kg) por cerdo acumulado al final del séptimo período (49 días de estudio).

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

$$T0 = 0.6247$$

$$T2 = 0.5596$$

$$T1 = 0.4605$$

2. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa).

$$DMS = t \times ETD$$

$$ETD = \sqrt{\frac{CME}{n} + \frac{CME}{n}}$$

$$DMS 5\% = 2.201 \times 0.0522 = 0.1148$$

$$ETD = \sqrt{\frac{0.0068}{5} + \frac{0.0068}{5}} = 0.0522$$

$$DMS 1\% = 3.106 \times 0.0522 = 0.1620$$

$$\frac{0.0068}{5} + \frac{0.0068}{5}$$

$$DMS 5\% = 2.201 \times 0.0553 = 0.1218$$

$$ETD = \sqrt{\frac{0.0068}{5} + \frac{0.0068}{4}} = 0.0553$$

$$DMS 1\% = 3.106 \times 0.0553 = 0.1718$$

$$\frac{0.0068}{5} + \frac{0.0068}{4}$$

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

Arreglo de medias por magnitud. T0(0.6247) T2(0.5596) T1(0.4605)

Posición relativa de media ----- 2 3

Valores de R 5% ----- 1.00 1.05

Valores de R1% ----- 1.00 1.05

---

D 5% = R5%(DMS 5%) ----- 0.1148 0.1205

D 1% = R1%(DMS 1%) ----- 0.1620 0.1701

---

D 5% = R5%(DMS 5%) ----- 0.1218 0.1278

---

D 1% = R1%(DMS 1%) ----- 0.1718 0.1804

4. Arreglo de medias en orden de magnitud.

| Medias por Tratamiento. | T0     | T2        | T1        |
|-------------------------|--------|-----------|-----------|
|                         | 0.6247 | 0.5596    | 0.4605    |
| T0 = 0.6247             | -----  | 0.0651 ns | 0.1642 *  |
| T2 = 0.5596             | -----  | -----     | 0.0991 ns |
| T1 = 0.4605             | -----  | -----     | -----     |

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

ns = Diferencia estadística no significativa.



**CUADRO A-42.** Ganancia diaria de peso (kg) por cerdo acumulado al final del octavo periodo (56 días de estudio).

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES. |        |        |        |        |        | TOTAL. | MEDIA. |
|--------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|              | R1            | R2     | R3     | R4     | R5     | R6     |        |        |
| T0           | 0.6737        | 0.7208 | 0.6778 | 0.5268 | 0.6372 |        | 3.2363 | 0.6473 |
| T1           | 0.4789        |        | 0.4221 | 0.4205 | 0.6169 | 0.4821 | 2.4205 | 0.4841 |
| T2           | 0.5584        | 0.5195 |        | 0.6453 | 0.6331 |        | 2.3563 | 0.5891 |

**CUADRO A-43.** Análisis de varianza de ganancia diaria de peso (kg) por cerdo acumulada durante los 56 días de estudio.

| F. DE V.      | G.L. | S.C.   | C.M.   | F.C.   | 5% F.T. 1% |
|---------------|------|--------|--------|--------|------------|
| TRATAMIENTOS. | 2    | 0.0681 | 0.0341 | 6.43 * | 3.98       |
| ERROR EXP.    | 11   | 0.0581 | 0.0053 |        | 7.21       |
| TOTAL.        | 13   | 0.1262 |        |        |            |

\* = Significativo (P<0.05).

**CUADRO A-44.** Prueba de Duncan para la ganancia diaria de peso (kg) por cerdo acumulado al final del octavo período (56 días de estudio).

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

$$T0 = 0.6473$$

$$T2 = 0.5891$$

$$T1 = 0.4841$$

2. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa).

$$DMS = t \times ETD$$

$$ETD = \sqrt{\frac{CME}{n} + \frac{CME}{n}}$$

$$DMS 5\% = 2.201 \times 0.0460 = 0.1013$$

$$ETD = \sqrt{\frac{0.0053}{5} + \frac{0.0053}{5}} = 0.0460$$

$$DMS 1\% = 3.106 \times 0.0460 = 0.1430$$

$$\frac{0.0053}{5} + \frac{0.0053}{5}$$

$$DMS 5\% = 2.201 \times 0.0488 = 0.1075$$

$$ETD = \sqrt{\frac{0.0053}{5} + \frac{0.0053}{4}} = 0.0488$$

$$DMS 1\% = 3.106 \times 0.0488 = 0.1577$$

$$\frac{0.0053}{5} + \frac{0.0053}{4}$$

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

Arreglo de medias por magnitud. T0(0.6473) T2(0.5891) T1(0.4841)

Posición relativa de media ----- 2 3

Valores de R 5% ----- 1.00 1.05

Valores de R1% ----- 1.00 1.05

D 5% = R5%(DMS 5%) ----- 0.1013 0.1064

D 1% = R1%(DMS 1%) ----- 0.1430 0.1502

D 5% = R5%(DMS 5%) ----- 0.1075 0.1129

D 1% = R1%(DMS 1%) ----- 0.1577 0.1593

4. Arreglo de medias en orden de magnitud.

| Medias por Tratamiento. | T0     | T2        | T1        |
|-------------------------|--------|-----------|-----------|
|                         | 0.6473 | 0.5891    | 0.4841    |
| T0 = 0.6473             | -----  | 0.0582 ns | 0.1632 ** |
| T2 = 0.5891             | -----  | -----     | 0.1050 ns |
| T1 = 0.4841             | -----  | -----     | -----     |

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

ns = Diferencia estadística no significativa.

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

| TRATAMIENTOS. | PERIODO. |        |        |        |        |        |        |        | TOTAL.  | MEDIA. |
|---------------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|
|               | 1        | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      |         |        |
| T0            | 1.8874   | 1.9266 | 1.9660 | 2.0319 | 2.1057 | 2.1962 | 2.2784 | 2.3662 | 16.7585 | 2.0948 |
| T1            | 2.7495   | 2.7835 | 2.8620 | 2.9466 | 3.0472 | 3.1610 | 3.2667 | 3.3681 | 24.1847 | 3.0231 |
| T2            | 3.1364   | 3.1679 | 3.1871 | 3.2754 | 3.3880 | 3.5002 | 3.6109 | 3.7251 | 26.9908 | 3.3739 |

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

| F. DE V.      | G.L. | S.C.   | C.M.   | F.C.       | 5% F.T. 1% |
|---------------|------|--------|--------|------------|------------|
| TRATAMIENTOS. | 2    | 6.9888 | 3.4944 | 80.5161 ** | 3.47       |
| ERROR EXP.    | 21   | 0.9108 | 0.0431 |            | 5.78       |
| TOTAL.        | 23   | 7.8995 |        |            |            |

\*\* = Significativo (P<0.01).

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

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

$$T2 = 3.3739$$

$$T1 = 3.0231$$

$$T0 = 2.0948$$

2. Cálculo de DMS (Diferencia mínima significativa).

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

$$DMS 5\% = 2.080 \sqrt{\frac{2 \times 0.0431}{8}} = 0.2159$$

$$DMS 1\% = 2.831 \sqrt{\frac{2 \times 0.0431}{8}} = 0.2939$$

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

|                                 |            |            |            |
|---------------------------------|------------|------------|------------|
| Arreglo de medias por magnitud. | T2(3.3739) | T1(3.0231) | T0(2.0948) |
| Posición relativa de media      | -----      | 2          | 3          |
| Valores de R 5%                 | -----      | 1.00       | 1.05       |
| Valores de R 1%                 | -----      | 1.00       | 1.05       |
| <hr/>                           |            |            |            |
| D 5% = R5%(DMS 5%)              | -----      | 0.2159     | 0.2267     |
| D 1% = R1%(DMS 1%)              | -----      | 0.2939     | 0.3056     |

4. Arreglo de medias en orden de magnitud.

| Medias por Tratamiento. | T2     | T1        | T0        |
|-------------------------|--------|-----------|-----------|
|                         | 3.3739 | 3.0231    | 2.0948    |
| T2 = 3.3739             | -----  | 0.3508 ** | 1.2791 ** |
| T1 = 3.0231             | -----  | -----     | 0.9283 ** |
| T0 = 2.0948             | -----  | -----     | -----     |

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

**CUADRO A-48.** Consumo de alimento promedio acumulado (kg) por cerdo en cada tratamiento y periodo durante el estudio (56 días).

| TRATAMIENTOS. | PERIODOS. |        |        |        |        |        |        |        |
|---------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|               | 1         | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      |
| T0            | 1.8874    | 1.9266 | 1.9660 | 2.0319 | 2.1057 | 2.1962 | 2.2784 | 2.3662 |
| T1            | 2.7495    | 2.7835 | 2.8620 | 2.9466 | 3.0472 | 3.1610 | 3.2667 | 3.3681 |
| T2            | 3.1364    | 3.1679 | 3.1871 | 3.2754 | 3.3880 | 3.5002 | 3.6109 | 3.7251 |
| TOTAL.        | 7.7733    | 7.8780 | 8.0151 | 8.2539 | 8.5409 | 8.8574 | 9.1560 | 9.4594 |
| MEDIA.        | 2.5911    | 2.6260 | 2.6717 | 2.7513 | 2.8470 | 2.9525 | 3.0520 | 3.1531 |

**CUADRO A-49.** Análisis de varianza para el consumo de alimento promedio acumulado (kg) por cerdo en cada tratamiento y período durante el estudio (56 días).

| F. DE V.   | G.L. | S.C.   | C.M.   | F.C.    | 5% F.T. 1% |
|------------|------|--------|--------|---------|------------|
| SEMANAS.   | 7    | 0.8968 | 0.1281 | 0.29 ns | 2.66       |
| ERROR EXP. | 16   | 7.0027 | 0.4377 |         |            |
| TOTAL.     | 23   | 7.8995 |        |         |            |

ns = No significativo.



**CUADRO A-50.** Consumo de alimento promedio real (kg) por cerdo en cada tratamiento durante el estudio (56 días).

| TRATAMIENTOS | PERIODO. |        |        |        |        |        |        |        | TOTAL.  | MEDIA. |
|--------------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|
|              | 1        | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      |         |        |
| T0           | 1.8874   | 1.9658 | 2.0449 | 2.2296 | 2.4007 | 2.6489 | 2.7717 | 2.9807 | 18.9297 | 2.3662 |
| T1           | 2.7495   | 2.8175 | 3.0190 | 3.2005 | 3.4496 | 3.7298 | 3.9011 | 4.0780 | 26.9441 | 3.3680 |
| T2           | 3.1364   | 3.1993 | 3.2256 | 3.5404 | 3.8381 | 4.0612 | 4.2750 | 4.5246 | 29.8006 | 3.7251 |

**CUADRO A-51.** Análisis de varianza para el consumo de alimento promedio real (kg) por cerdo en cada tratamiento durante el estudio (56 días).

| F. DE V.      | G.L. | S.C.    | C.M.   | F.C.     | 5% F.T. 1% |
|---------------|------|---------|--------|----------|------------|
| TRATAMIENTOS. | 2    | 7.9407  | 3.9703 | 17.12 ** | 3.47       |
| ERROR EXP.    | 21   | 4.8699  | 0.2319 |          |            |
| TOTAL.        | 23   | 12.8106 |        |          |            |

\*\* = Significativo (P<0.01).

**CUADRO A-52.** Prueba de Duncan para el consumo de alimento promedio real (kg) por cerdo en cada tratamiento durante el estudio (56 días).

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

$$T2 = 3.7251$$

$$T1 = 3.3680$$

$$T0 = 2.3662$$

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

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

$$DMS 5\% = 2.080 \sqrt{\frac{2 \times 0.2319}{8}} = 0.5008$$

$$DMS 1\% = 2.831 \sqrt{\frac{2 \times 0.2319}{8}} = 0.6816$$

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

|                                 |            |            |            |
|---------------------------------|------------|------------|------------|
| Arreglo de medias por magnitud. | T2(3.7251) | T1(3.3680) | T0(2.3662) |
| Posición relativa de media      | -----      | 2          | 3          |
| Valores de R 5%                 | -----      | 1.00       | 1.05       |
| Valores de R1%                  | -----      | 1.00       | 1.05       |
| <hr/>                           |            |            |            |
| D 5% = R5%(DMS 5%)              | -----      | 0.5008     | 0.5259     |
| D 1% = R1%(DMS 1%)              | -----      | 0.6816     | 0.7089     |

4. Arreglo de medias en orden de magnitud.

| Medias por Tratamiento. | T2     | T1        | T0        |
|-------------------------|--------|-----------|-----------|
|                         | 3.7251 | 3.3680    | 2.3662    |
| T2 = 3.72.51            | -----  | 0.3571 ns | 1.3589 ** |
| T1 = 3.3680             | -----  | -----     | 1.0018 ** |
| T0 = 2.3662             | -----  | -----     | -----     |

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

ns = Diferencia estadística no significativa.

**CUADRO A-53.** Consumo de alimento promedio real (kg) por cerdo en cada tratamiento y período durante el estudio (56 días).

| TRATAMIENTOS. | PERIODOS. |        |        |        |        |         |         |         |
|---------------|-----------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
|               | 1         | 2      | 3      | 4      | 5      | 6       | 7       | 8       |
| T0            | 1.8874    | 1.9658 | 2.0449 | 2.2296 | 2.4007 | 2.6489  | 2.7717  | 2.9807  |
| T1            | 2.7495    | 2.8175 | 3.0190 | 3.2005 | 3.4496 | 3.7298  | 3.9011  | 4.0780  |
| T2            | 3.1364    | 3.1993 | 3.2256 | 3.5404 | 3.8381 | 4.0612  | 4.2750  | 4.5246  |
| TOTAL.        | 7.7733    | 7.9826 | 8.2895 | 8.9705 | 9.6884 | 10.4399 | 10.9478 | 11.5833 |
| MEDIA.        | 2.5911    | 2.6609 | 2.7632 | 2.9902 | 3.2295 | 3.4800  | 3.6493  | 3.8611  |

**CUADRO A-54.** Análisis de varianza para el consumo de alimento promedio real (kg) por cerdo en cada tratamiento y período durante el estudio (56 días).

| F. DE V.   | G.L. | S.C.    | C.M.   | F.C.               | 5% F.T. 1% |
|------------|------|---------|--------|--------------------|------------|
| SEMANAS.   | 7    | 4.7906  | 0.6844 | 1.36 <sub>ns</sub> | 3.47       |
| ERROR EXP. | 16   | 8.0200  | 0.5012 |                    | 5.78       |
| TOTAL.     | 23   | 12.8106 |        |                    |            |

ns = No significativo.

**CUADRO A-55.** Conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final del primer periodo (7 días de estudio).

| TRATAMIENTOS. | REPETICIONES. |        |         |         |        |         | TOTAL.   | MEDIA.  |
|---------------|---------------|--------|---------|---------|--------|---------|----------|---------|
|               | R1            | R2     | R3      | R4      | R5     | R6      |          |         |
| T0            | 3.4599        | 2.2707 | 7.2676  | 32.2632 | 5.6987 |         | 50.9601  | 10.1920 |
| T1            | 9.8407        |        | 28.2290 | 18.4159 | 6.6157 | 14.6017 | 77.7030  | 15.5406 |
| T2            | 60.3154       | 9.6594 |         | 80.4205 | 6.1138 |         | 156.5091 | 39.1273 |

**CUADRO A-56.** Análisis de varianza para la conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final de los 7 días de estudio.

| F. DE V.      | G.L. | S.C.      | C.M.      | F.C.    | 5% F.T. 1% |
|---------------|------|-----------|-----------|---------|------------|
| TRATAMIENTOS. | 2    | 2041.9134 | 1020.9567 | 2.24 ns | 3.98 7.21  |
| ERROR EXP.    | 11   | 5018.5472 | 456.2316  |         |            |
| TOTAL.        | 13   | 7060.4606 |           |         |            |

ns = No significativo.

**CUADRO A-57.** Conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final del segundo periodo (14 días de estudio).

| TRATAMIENTOS. | REPETICIONES. |         |        |         |        |         | TOTAL.   | MEDIA.  |
|---------------|---------------|---------|--------|---------|--------|---------|----------|---------|
|               | R1            | R2      | R3     | R4      | R5     | R6      |          |         |
| T0            | 5.2056        | 3.7556  | 3.7344 | 31.2253 | 5.6515 |         | 49.5724  | 9.9145  |
| T1            | 2.6959        |         | 7.7947 | 11.7447 | 5.3580 | 10.2072 | 37.8005  | 7.5601  |
| T2            | 75.0687       | 16.2623 |        | 24.3872 | 9.2037 |         | 124.9219 | 31.2305 |

**CUADRO A-58.** Análisis de varianza para la conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final de los 14 días de estudio.

| F. DE V.      | G.L. | S.C.      | C.M.     | F.C.    | 5% F.T. 1% |
|---------------|------|-----------|----------|---------|------------|
| TRATAMIENTOS. | 2    | 1459.4103 | 729.7051 | 2.43 ns | 3.98       |
| ERROR EXP.    | 11   | 3301.5510 | 300.1410 |         | 7.21       |
| TOTAL.        | 13   | 4760.9612 |          |         |            |

ns = No significativo.

**CUADRO A-59.** Conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final del tercer periodo (21 días de estudio).

| TRATAMIENTOS. | REPETICIONES. |        |        |        |        |        | TOTAL.  | MEDIA. |
|---------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|
|               | R1            | R2     | R3     | R4     | R5     | R6     |         |        |
| T0            | 9.0850        | 2.6873 | 4.0370 | 5.5380 | 3.7073 |        | 25.0546 | 5.0109 |
| T1            | 6.9584        |        | 9.4455 | 9.9410 | 5.2892 | 8.0620 | 39.6961 | 7.9392 |
| T2            | 11.5016       | 7.7488 |        | 6.4660 | 6.4871 |        | 32.2035 | 8.0509 |

**CUADRO A-60.** Análisis de varianza para la conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final de los 21 días de estudio.

| F. DE V.      | G.L. | S.C.    | C.M.    | F.C.    | 5% F.T. | 1%   |
|---------------|------|---------|---------|---------|---------|------|
| TRATAMIENTOS. | 2    | 28.5321 | 14.2660 | 2.79 ns | 3.98    | 7.21 |
| ERROR EXP.    | 11   | 56.1548 | 5.1050  |         |         |      |
| TOTAL.        | 13   | 84.6869 |         |         |         |      |

ns = No significativo.

**CUADRO A-61.** Conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final del cuarto periodo (28 días de estudio).

| TRATAMIENTOS. | REPETICIONES. |        |        |        |        |        | TOTAL.  | MEDIA. |
|---------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|
|               | R1            | R2     | R3     | R4     | R5     | R6     |         |        |
| T0            | 4.0380        | 2.9943 | 3.8512 | 6.2888 | 3.6277 |        | 20.8000 | 4.1600 |
| T1            | 6.7228        |        | 7.8913 | 8.3261 | 5.0421 | 6.8749 | 34.8572 | 6.9714 |
| T2            | 7.5279        | 6.7257 |        | 6.4048 | 5.6047 |        | 26.2631 | 6.5658 |

**CUADRO A-62.** Análisis de varianza para la conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final de los 28 días de estudio.

| F. DE V.      | G.L. | S.C.    | C.M.    | F.C.    | 5% F.T. 1% |
|---------------|------|---------|---------|---------|------------|
| TRATAMIENTOS. | 2    | 22.6179 | 11.3090 | 8.49 ** | 3.98       |
| ERROR EXP.    | 11   | 14.6598 | 1.3327  |         | 7.21       |
| TOTAL.        | 13   | 37.2778 |         |         |            |

\*\* = Significativo (P<0.01).

**CUADRO A-63.** Prueba de Duncan para la conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final del cuarto período (28 días de estudio).

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

$$T1 = 6.9714$$

$$T2 = 6.5658$$

$$T0 = 4.1600$$

2. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa).

$$DMS = t \times ETD$$

$$ETD = \sqrt{\frac{CME}{n} + \frac{CME}{n}}$$

$$DMS 5\% = 2.201 \times 0.7301 = 1.6070$$

$$ETD = \sqrt{\frac{1.3327}{5} + \frac{1.3327}{5}} = 0.7301$$

$$DMS 1\% = 3.106 \times 0.7301 = 2.2678$$

$$\frac{1.3327}{5} + \frac{1.3327}{5}$$

$$DMS 5\% = 2.201 \times 0.7744 = 1.7045$$

$$ETD = \sqrt{\frac{1.3327}{5} + \frac{1.3327}{4}} = 0.7744$$

$$DMS 1\% = 3.106 \times 0.7744 = 2.4053$$

$$\frac{1.3327}{5} + \frac{1.3327}{4}$$

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

Arreglo de medias por magnitud. T1(6.9714) T2(6.5658) T0(4.1600)

Posición relativa de media ----- 2 3

Valores de R 5% ----- 1.00 1.05

Valores de R1% ----- 1.00 1.05

D 5% = R5%(DMS 5%) ----- 1.6070 1.6874

D 1% = R1%(DMS 1%) ----- 2.2678 2.3812

D 5% = R5%(DMS 5%) ----- 1.7045 1.7897

D 1% = R1%(DMS 1%) ----- 2.4053 2.5256

4. Arreglo de medias en orden de magnitud.

| Medias por Tratamiento. | T1     | T2        | T0        |
|-------------------------|--------|-----------|-----------|
|                         | 6.9714 | 6.5658    | 4.1600    |
| T1 =6.9714              | -----  | 0.4056 ns | 2.8114 ** |
| T2 = 6.5658             | -----  | -----     | 2.4058 ** |
| T0 =4.1600              | -----  | -----     | -----     |

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

ns = Diferencia estadística no significativa.



**CUADRO A-64.** Conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final del quinto periodo (35 días de estudio).

| TRATAMIENTOS. | REPETICIONES. |        |        |        |        |        | TOTAL.  | MEDIA. |
|---------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|
|               | R1            | R2     | R3     | R4     | R5     | R6     |         |        |
| T0            | 3.4497        | 2.7114 | 3.4868 | 4.6463 | 3.2753 |        | 17.5695 | 3.5139 |
| T1            | 6.5181        |        | 7.1097 | 7.8739 | 4.8880 | 6.1103 | 32.5000 | 6.5000 |
| T2            | 7.0893        | 6.6890 |        | 6.2857 | 5.6712 |        | 25.7352 | 6.4338 |

**CUADRO A-65.** Análisis de varianza para la conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final de los 35 días de estudio.

| F. DE V.      | G.L. | S.C.    | C.M.   | F.C.   | 5% F.T. 1% |
|---------------|------|---------|--------|--------|------------|
| TRATAMIENTOS. | 2    | 28.1088 | 4.0544 | 5.51 * | 3.98       |
| ERROR EXP.    | 11   | 8.0965  | 0.7360 |        | 7.21       |
| TOTAL.        | 13   | 36.2053 |        |        |            |

\* = Significativo (P<0.05).

**CUADRO A-66.** Prueba de Duncan para la conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final del quinto período (35 días de estudio).

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

$$T1 = 6.5000$$

$$T2 = 6.4338$$

$$T0 = 3.5139$$

2. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa).

$$DMS = t \times ETD$$

$$ETD = \sqrt{\frac{CME}{n} + \frac{CME}{n}}$$

$$DMS 5\% = 2.201 \times 0.5426 = 1.1942$$

$$ETD = \sqrt{\frac{0.7360}{5} + \frac{0.7360}{5}} = 0.5426$$

$$DMS 1\% = 3.106 \times 0.5426 = 1.6853$$

$$DMS 5\% = 2.201 \times 0.5755 = 1.2667$$

$$ETD = \sqrt{\frac{0.7360}{5} + \frac{0.7360}{4}} = 0.5755$$

$$DMS 1\% = 3.106 \times 0.5755 = 1.7875$$

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

Arreglo de medias por magnitud. T1(6.5000) T2(6.4338) T0(3.5139)

Posición relativa de media ----- 2 3

Valores de R 5% ----- 1.00 1.05

Valores de R1% ----- 1.00 1.05

D 5% = R5%(DMS 5%) ----- 1.1942 1.2539

D 1% = R1%(DMS 1%) ----- 1.6853 1.7695

D 5% = R5%(DMS 5%) ----- 1.2667 1.3300

D 1% = R1%(DMS 1%) ----- 1.7875 1.8769

4. Arreglo de medias en orden de magnitud.

| Medias por Tratamiento. | T1<br>6.5000 | T2<br>6.4338 | T0<br>3.5139 |
|-------------------------|--------------|--------------|--------------|
| T1 = 6.5000             | -----        | 0.0662 ns    | 2.9861 **    |
| T2 = 6.4338             | -----        | -----        | 2.9199 **    |
| T0 = 3.5139             | -----        | -----        | -----        |

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

ns = Diferencia estadística no significativa.

**CUADRO A-67.** Conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final del sexto periodo (42 días de estudio).

| TRATAMIENTOS. | REPETICIONES. |        |        |        |        |        | TOTAL.  | MEDIA. |
|---------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|
|               | R1            | R2     | R3     | R4     | R5     | R6     |         |        |
| T0            | 3.6235        | 3.0841 | 3.7931 | 5.0862 | 3.5915 |        | 19.1784 | 3.8357 |
| T1            | 7.4887        |        | 7.6854 | 7.5280 | 5.0358 | 6.8882 | 34.6261 | 6.9252 |
| T2            | 7.2184        | 6.8807 |        | 6.6683 | 5.9894 |        | 26.7568 | 6.6892 |

**CUADRO A-68.** Análisis de varianza para la conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final de los 42 días de estudio.

| F. DE V.      | G.L. | S.C.    | C.M.    | F.C.     | 5% F.T. 1% |
|---------------|------|---------|---------|----------|------------|
| TRATAMIENTOS. | 2    | 28.7569 | 14.3785 | 20.09 ** | 3.98       |
| ERROR EXP.    | 11   | 7.8720  | 0.7156  |          | 7.21       |
| TOTAL.        | 13   | 36.6290 |         |          |            |

\*\* = Significativo (P<0.01).

**CUADRO A-69.** Prueba de Duncan para la conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final del sexto período (42 días de estudio).

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

$$T1 = 6.9252$$

$$T2 = 6.6892$$

$$T0 = 3.8357$$

2. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa).

$$DMS = t \times ETD$$

$$ETD = \sqrt{\frac{CME}{n} + \frac{CME}{n}}$$

$$DMS 5\% = 2.201 \times 0.5350 = 1.1776$$

$$ETD = \sqrt{\frac{0.7156}{5} + \frac{0.7156}{5}} = 0.5350$$

$$DMS 1\% = 3.106 \times 0.5350 = 1.6618$$

$$\frac{0.7156}{5} + \frac{0.7156}{5}$$

$$DMS 5\% = 2.201 \times 0.5675 = 1.2490$$

$$ETD = \sqrt{\frac{0.7156}{5} + \frac{0.7156}{4}} = 0.5675$$

$$DMS 1\% = 3.106 \times 0.5675 = 1.7626$$

$$\frac{0.7156}{5} + \frac{0.7156}{4}$$

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

Arreglo de medias por magnitud. T1(6.9252) T2(6.6892) T0(3.8357)

Posición relativa de media ----- 2 3

Valores de R 5% ----- 1.00 1.05

Valores de R1% ----- 1.00 1.05

---

D 5% = R5%(DMS 5%) ----- 1.1776 1.2364

D 1% = R1%(DMS 1%) ----- 1.6618 1.7448

---

D 5% = R5%(DMS 5%) ----- 1.2490 1.3114

---

D 1% = R1%(DMS 1%) ----- 1.7626 1.8507

4. Arreglo de medias en orden de magnitud.

| Medias por Tratamiento. | T1     | T2        | T0        |
|-------------------------|--------|-----------|-----------|
|                         | 6.9252 | 6.6892    | 3.8357    |
| T1 =6.9252              | -----  | 0.2360 ns | 3.0895 ** |
| T2 = 6.6892             | -----  | -----     | 2.8535 ** |
| T0 =3.8357              | -----  | -----     | -----     |

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

ns = Diferencia estadística no significativa.

**CUADRO A-70.** Conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final del séptimo periodo (49 días de estudio).

| TRATAMIENTOS. | REPETICIONES. |        |        |        |        |        | TOTAL.  | MEDIA. |
|---------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|
|               | R1            | R2     | R3     | R4     | R5     | R6     |         |        |
| T0            | 3.4595        | 3.0026 | 3.7498 | 4.9220 | 3.5858 |        | 18.7197 | 3.7439 |
| T1            | 7.3360        |        | 8.0027 | 8.2285 | 5.6802 | 6.8513 | 36.0987 | 7.2197 |
| T2            | 7.2348        | 6.8285 |        | 5.8533 | 6.0820 |        | 25.9986 | 6.4997 |

**CUADRO A-71.** Análisis de varianza para la conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final de los 49 días de estudio.

| F. DE V.      | G.L. | S.C.    | C.M.    | F.C.     | 5% F.T. 1% |
|---------------|------|---------|---------|----------|------------|
| TRATAMIENTOS. | 2    | 33.1628 | 16.5814 | 24.54 ** | 3.98       |
| ERROR EXP.    | 11   | 7.4342  | 0.6758  |          | 7.21       |
| TOTAL.        | 13   | 40.5970 |         |          |            |

\*\* = Significativo (P<0.01).

**CUADRO A-72.** Prueba de Duncan para la conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final del séptimo período (49 días de estudio).

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

$$T1 = 7.2197$$

$$T2 = 6.4997$$

$$T0 = 3.7439$$

2. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa).

$$DMS = t \times ETD$$

$$ETD = \sqrt{\frac{CME}{n} + \frac{CME}{n}}$$

$$DMS 5\% = 2.201 \times 0.5199 = 1.1444$$

$$ETD = \sqrt{\frac{0.6758}{5} + \frac{0.6758}{5}} = 0.5199$$

$$DMS 1\% = 3.106 \times 0.5199 = 1.6149$$

$$\frac{0.6758}{5} + \frac{0.6758}{5}$$

$$DMS 5\% = 2.201 \times 0.5515 = 1.2138$$

$$ETD = \sqrt{\frac{0.6758}{5} + \frac{0.6758}{4}} = 0.5515$$

$$DMS 1\% = 3.106 \times 0.5515 = 1.7128$$

$$\frac{0.6758}{5} + \frac{0.6758}{4}$$

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

Arreglo de medias por magnitud. T1(7.2197) T2(6.4997) T0(3.7439)

Posición relativa de media ----- 2 3

Valores de R 5% ----- 1.00 1.05

Valores de R1% ----- 1.00 1.05

---

D 5% = R5%(DMS 5%) ----- 1.1444 1.2016

D 1% = R1%(DMS 1%) ----- 1.6149 1.6956

---

D 5% = R5%(DMS 5%) ----- 1.2138 1.2745

---

D 1% = R1%(DMS 1%) ----- 1.7128 1.7985

4. Arreglo de medias en orden de magnitud.

| Medias por Tratamiento. | T1     | T2        | T0        |
|-------------------------|--------|-----------|-----------|
|                         | 7.2197 | 6.4997    | 3.7439    |
| T1 =7.2197              | -----  | 0.7200 ns | 3.4758 ** |
| T2 = 6.4997             | -----  | -----     | 2.7558 ** |
| T0 =3.7439              | -----  | -----     | -----     |

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

ns = Diferencia estadística no significativa.

**CUADRO A-73.** Conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final del octavo periodo (56 días de estudio).

| TRATAMIENTOS. | REPETICIONES. |        |        |        |        |        | TOTAL.  | MEDIA. |
|---------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|
|               | R1            | R2     | R3     | R4     | R5     | R6     |         |        |
| T0            | 3.5122        | 3.2827 | 3.4910 | 4.4916 | 3.7134 |        | 18.4909 | 3.6982 |
| T1            | 7.0330        |        | 7.9794 | 8.0098 | 5.4597 | 6.9863 | 35.4682 | 7.0936 |
| T2            | 6.6710        | 7.1705 |        | 5.7727 | 5.8839 |        | 25.4981 | 6.3745 |

**CUADRO A-74.** Análisis de varianza para la conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final de los 56 días de estudio.

| F. DE V.      | G.L. | S.C.    | C.M.    | F.C.     | 5% F.T. | 1%   |
|---------------|------|---------|---------|----------|---------|------|
| TRATAMIENTOS. | 2    | 31.5591 | 15.7796 | 26.65 ** | 3.98    | 7.21 |
| ERROR EXP.    | 11   | 6.5131  | 0.5921  |          |         |      |
| TOTAL.        | 13   | 38.0723 |         |          |         |      |

\*\* = Significativo (P<0.01).

**CUADRO A-75.** Prueba de Duncan para la conversión alimenticia acumulada promedio (kg) por cerdo al final del octavo período (56 días de estudio).

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

$$T1 = 7.0956$$

$$T2 = 6.3745$$

$$T0 = 3.6982$$

2. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa).

$$DMS = t \times ETD$$

$$ETD = \sqrt{\frac{CME}{n} + \frac{CME}{n}}$$

$$DMS 5\% = 2.201 \times 0.4867 = 1.0711$$

$$ETD = \sqrt{\frac{0.5921}{5} + \frac{0.5921}{5}} = 0.4867$$

$$DMS 1\% = 3.106 \times 0.4867 = 1.5116$$

$$DMS 5\% = 2.201 \times 0.5162 = 1.1361$$

$$ETD = \sqrt{\frac{0.5921}{5} + \frac{0.5921}{4}} = 0.5162$$

$$DMS 1\% = 3.106 \times 0.5162 = 1.6033$$

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

Arreglo de medias por magnitud. T1(7.0956) T2(6.3745) T0(3.6982)

Posición relativa de media ----- 2 3

Valores de R 5% ----- 1.00 1.05

Valores de R1% ----- 1.00 1.05

D 5% = R5%(DMS 5%) ----- 1.0711 1.1247

D 1% = R1%(DMS 1%) ----- 1.5116 1.5872

D 5% = R5%(DMS 5%) ----- 1.1361 1.1929

D 1% = R1%(DMS 1%) ----- 1.6033 1.6834

4. Arreglo de medias en orden de magnitud.

| Medias por Tratamiento. | T1     | T2        | T0        |
|-------------------------|--------|-----------|-----------|
|                         | 7.0956 | 6.3745    | 3.6982    |
| T1 = 7.0956             | -----  | 0.7211 ns | 3.3974 ** |
| T2 = 6.3745             | -----  | -----     | 2.6763 ** |
| T0 = 3.6982             | -----  | -----     | -----     |

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

ns = Diferencia estadística no significativa.