

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



**Evaluación de diferentes niveles (20%, 30% y 40%) de  
harina de semilla de Gandul (Cajanus cajan) en la  
alimentación de ave criolla en la fase crecimiento-desarrollo.**

**Por:**

**YANIRA GUADALUPE HERRERA AMAYA.**  
**ELMER ATILIO RAMIREZ BENITEZ.**

**Requisito para Optar al Título de:**  
**INGENIERO AGRONOMO**

**SAN MIGUEL, DICIEMBRE DE 2006.**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTORA:** DRA. MARIA ISABEL RODRIGUEZ.

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

**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL.**

**DECANO:** LIC. MARCELINO MEJIA

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

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS

ING. AGR. GERMAN EMILIO CHEVEZ

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DEGRADUACION  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS

ING. AGR. M.S.c. JOSE ISMAEL GUEVARA ZELAYA

DOCENTE DIRECTOR:

ING. AGR. JUAN FRANCISCO MARMOL CANJURA

## RESUMEN.

En la explotación avícola, destinada a la producción de carne para el consumo humano, los costos de alimentación es uno de los mas elevados, por lo que sea dispuesto ha utilizar leguminosas que posean un elevado porcentaje de proteína que facilite bajar los costos de la ración, para mejorar la rentabilidad de las aves; además que sea nutritiva para que el animal alcance el máximo desarrollo de su potencial genético de producción.

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la utilización de diferentes niveles de harina de semilla de gandul (Cajanus cajan), con el propósito de mejorar la dieta tradicional utilizada por los productores para alimentar las aves y disminuir los costos de producción, mediante la presentación de raciones isoproteicas en la dieta alimenticia de las aves criollas en la etapa de crecimiento-desarrollo. Para la realización de este estudio se utilizaron 40 pollos criollos de diferentes días de nacidos y con un peso promedio al inicio de la investigación de 0.4832 Kg. los cuales se distribuyeron en forma aleatoria en cuatro tratamientos. El tratamiento T1 (testigo) fue alimentado 100% con concentrado comercial marca ALIANSA. EL tratamiento T2 con 20 % de proteína base gandul + 80 % de proteína base concentrado comercial marca ALIANSA, T3 con 30% de proteína base gandul + 70 % de proteína base concentrado comercial marca ALIANSA y T4 con 40 % de proteína base gandul + 60 % de proteína base concentrado comercial marca ALIANSA, todas estas raciones fueron balanceadas a 20.61% de proteína (isoproteica) mezclado con el concentrado comercial.

Las variables estudiadas fueron: peso vivo promedio, ganancia diaria promedio de peso, conversión alimenticia y evaluación económica.

Al final del experimento, se realizó el análisis estadístico a todos los resultados y se determinó que en el promedio de peso vivo no se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos; sin embargo, aritméticamente, el tratamiento T4 (1.2983Kg.) presentó el mejor promedio de peso vivo, seguido por T3 (1.2784Kg); T2 (1.2699Kg); T1 (1.2387Kg).

Con respecto a la ganancia diaria promedio de peso acumulada al final del estudio, no se observaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, sin embargo aritméticamente el tratamiento T3 (0.0163Kg) presentó el mejor promedio seguido por T4 (0.0162Kg); T2 (0.0157Kg); T1 (0.0149Kg).

En la variable conversión alimenticia acumulada al final del estudio, no existieron diferencias estadísticas significativas, ya que las diferencias fueron aritméticas, donde el tratamiento T3 (3.9808Kg); presentó el mejor promedio acumulado seguido por T4 (4.0160Kg); T2 (4.1110Kg); T1 (4.3569Kg).

Con respecto a la evaluación económica la relación beneficio costo fue mayor para el tratamiento T4 (\$ 1.29) disminuyendo para el T3 (\$ 1.23); T2 (\$ 1.16); y el que presentó el menor beneficio costo fue el tratamiento T1 (\$ 1.02). De tal manera que la utilidad neta por pollo obtenida al final de la investigación para el tratamiento T4 fue \$ 0.46 seguido por T3 = \$ 0.39, T2 = 0.27 y T1 = 0.0031. Con una diferencia de 0.07, 0.19 y 0.4569 con respecto al tratamiento T4.

Finalizando el estudio, se recomienda la utilización del 40% de harina de semilla de gandum como fuente proteica de origen vegetal en la alimentación de la ave criolla en la fase crecimiento-desarrollo, ya que de acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio, este tratamiento (T4) presentó la mejor relación beneficio costo comparado a los demás tratamientos en estudio.

## **AGRADECIMIENTO.**

- ✓ A Dios nuestro señor, por ayudarnos a alcanzar nuestra meta y acompañarnos en todo momento.
  
- ✓ De manera muy especial a nuestro asesor Ing. Agr. Juan Francisco Mármol Canjura, quien con mucha voluntad y dedicación, nos brindo no solo sus conocimientos, sino su valioso tiempo durante el desarrollo de la investigación.
  
- ✓ Al señor Juan Loza por permitirnos llevar a cabo nuestra investigación en sus instalaciones.
  
- ✓ Al señor Rómulo Gálvez por brindarnos su colaboración con el equipo necesario para poder realizar la investigación.
  
- ✓ A CARITAS de El Salvador, especialmente al Ing. Agr. Luis Alonso Andrade por la iniciativa en la realización del estudio.
  
- ✓ A la Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria Oriental, en especial al personal docente del Departamento de Ciencias Agronómicas, por habernos formado profesionalmente.

## **DEDICATORIA.**

✓ A DIOS TODO PODEROSO:

Por ayudarme a alcanzar esta meta y estar conmigo en cada momento de mi vida.

✓ AMIS PADRES:

Manuel Antonio Herrera López y Elda Gladis Amaya De Herrera. Por su esfuerzo y sacrificio para que realizara mis estudios

✓ A MIS HERMANOS:

Por brindarme su apoyo y comprensión.

✓ FAMILIARES Y AMIGOS:

Por haber contribuido de alguna manera en la formación de mi carrera.

**YANIRA.**

## **DEDICATORIA**

- ✓ **ADIOS TODO PODEROSO:**  
Por darme la sabiduría necesaria para realizar satisfactoriamente mis estudios universitarios.
  
- ✓ **A MIS PADRES:**  
Rosa Cándida Benítez Urrutia y Atilio Ramírez Aparicio: Por sus esfuerzos y sacrificios realizados para lograr mi meta propuesta.
  
- ✓ **A MIS HERMANOS:**  
Herbert Bladimir Ramírez Benítez y Luis Angel Ramírez Benítez: Por su apoyo incondicional.
  
- ✓ **AMIS FAMILIARES Y AMIGOS.**

**ELMER.**

## INDICE GENERAL.

| <b>CONTENIDO.</b>                           | <b>Paginas.</b> |
|---|-----------------|
| RESUMEN .....                               | iv              |
| AGRADECIMIENTO .....                        | vi              |
| DEDICATORIA .....                           | vii             |
| INDICE GENERAL .....                        | ix              |
| INDICE DE CUADROS .....                     | xiii            |
| INDICE DE FIGURA .....                      | xviii           |
| <b>1. INTRODUCCION .....</b>                | <b>1</b>        |
| <b>2. REVISION DE LITERATURA .....</b>      | <b>3</b>        |
| <b>2.1. Generalidades de las aves.....</b>  | <b>3</b>        |
| <b>2.1.1. Origen de las aves .....</b>      | <b>3</b>        |
| <b>2.1.2. Taxonomía de las aves.....</b>    | <b>4</b>        |
| <b>2.1.3. Fenotipo de las aves .....</b>    | <b>4</b>        |
| <b>2.1.4. Anatomía interna .....</b>        | <b>5</b>        |
| <b>2.1.5. Aparato digestivo .....</b>       | <b>5</b>        |
| <b>2.1.6. Digestión y asimilación .....</b> | <b>8</b>        |
| <b>2.1.7. Nutrición .....</b>               | <b>8</b>        |
| <b>2.1.7.1. Proteínas .....</b>             | <b>9</b>        |
| <b>2.1.7.2. Energía .....</b>               | <b>9</b>        |
| <b>2.1.7.3. Vitaminas .....</b>             | <b>9</b>        |
| <b>2.1.7.4. Minerales .....</b>             | <b>10</b>       |
| <b>2.1.7.5. Agua .....</b>                  | <b>10</b>       |
| <b>2.2. Sistemas de explotación .....</b>   | <b>11</b>       |
| <b>2.2.1. Producción de carne .....</b>     | <b>11</b>       |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 2.2.2.   | Producción de huevos .....                            | 11 |
| 2.3.     | Instalaciones y manejo .....                          | 12 |
| 2.3.1.   | Factores ambientales .....                            | 12 |
| 2.3.1.1. | Temperatura .....                                     | 12 |
| 2.3.1.2. | Humedad relativa .....                                | 12 |
| 2.3.1.3. | Ventilación .....                                     | 13 |
| 2.3.1.4. | Iluminación .....                                     | 13 |
| 2.3.2.   | Sanidad y profilaxis.....                             | 13 |
| 2.3.2.1. | Newcastle .....                                       | 14 |
| 2.3.2.2. | Cólera aviar .....                                    | 14 |
| 2.3.2.3. | Viruela aviar .....                                   | 15 |
| 2.3.3.   | Función de los antibióticos .....                     | 16 |
| 2.4.     | Generalidades del gandul .....                        | 16 |
| 2.4.1.   | Origen .....  | 16 |
| 2.4.2.   | Descripción .....                                     | 16 |
| 2.4.3.   | Adaptabilidad.....                                    | 17 |
| 2.4.4.   | Clasificación botánica .....                          | 17 |
| 2.4.5.   | Descripción botánica .....                            | 17 |
| 2.4.6.   | Composición química .....                             | 18 |
| 2.4.7.   | Importancia del gandul ( <u>Cajanus cajan</u> ) ..... | 20 |
| 2.4.8.   | Usos del gandul .....                                 | 20 |
| 2.4.8.1. | Usos del gandul en la alimentación humana .....       | 20 |
| 2.4.8.2. | Usos del gandul en la alimentación de aves .....      | 21 |
| 2.4.8.3. | Usos del gandul en la alimentación bovina .....       | 22 |
| 2.4.8.4. | Usos del gandul en la alimentación de conejos .....   | 22 |
| 2.4.9.   | Factores antinutricionales del gandul .....           | 23 |

|                 |   |           |
|-----------------|---|-----------|
| <b>3.</b>       | <b>MATERIALES Y METODOS .....</b>                 | <b>24</b> |
| <b>3.1.</b>     | <b>Generalidades de la investigación .....</b>    | <b>24</b> |
| <b>3.1.1.</b>   | <b>Localización .....</b>                         | <b>24</b> |
| <b>3.1.2.</b>   | <b>Características climáticas del lugar .....</b> | <b>24</b> |
| <b>3.1.3.</b>   | <b>Duración del estudio .....</b>                 | <b>24</b> |
| <b>3.2.</b>     | <b>MATERIALES .....</b>                           | <b>25</b> |
| <b>3.2.1.</b>   | <b>Unidades experimentales .....</b>              | <b>25</b> |
| <b>3.3.</b>     | <b>INSTALACIONES Y EQUIPO.....</b>                | <b>25</b> |
| <b>3.3.1.</b>   | <b>Instalaciones .....</b>                        | <b>25</b> |
| <b>3.3.2.</b>   | <b>Equipo .....</b>                               | <b>25</b> |
| <b>3.4.</b>     | <b>Enfermedades .....</b>                         | <b>26</b> |
| <b>3.5.</b>     | <b>Alimento .....</b>                             | <b>26</b> |
| <b>3.6.</b>     | <b>Tratamiento térmico del gandum .....</b>       | <b>27</b> |
| <b>3.7.</b>     | <b>METODOLOGÍA EXPERIMENTAL .....</b>             | <b>27</b> |
| <b>3.7.1.</b>   | <b>Limpieza y desinfección .....</b>              | <b>27</b> |
| <b>3.7.2.</b>   | <b>Preparación del cuarto de cría .....</b>       | <b>27</b> |
| <b>3.7.2.1.</b> | <b>Nacimiento de los pollitos .....</b>           | <b>28</b> |
| <b>3.7.2.2.</b> | <b>Recibimiento de los pollitos .....</b>         | <b>28</b> |
| <b>3.8.</b>     | <b>Vacunación .....</b>                           | <b>28</b> |
| <b>3.9.</b>     | <b>METODOLOGÍA ESTADÍSTICA .....</b>              | <b>28</b> |
| <b>3.9.1.</b>   | <b>Aleatorización .....</b>                       | <b>28</b> |
| <b>3.9.2.</b>   | <b>Factor en estudio .....</b>                    | <b>28</b> |
| <b>3.9.3.</b>   | <b>Descripción de los tratamientos .....</b>      | <b>29</b> |
| <b>3.9.4.</b>   | <b>Diseño experimental .....</b>                  | <b>29</b> |
| <b>3.9.5.</b>   | <b>Modelo estadístico .....</b>                   | <b>29</b> |
| <b>3.9.6.</b>   | <b>Variables en estudio.....</b>                  | <b>30</b> |

|                 |   |           |
|-----------------|---|-----------|
| <b>3.9.7.</b>   | <b>TOMA DE DATOS .....</b>                    | <b>30</b> |
| <b>3.9.7.1.</b> | <b>Peso vivo .....</b>                        | <b>30</b> |
| <b>3.9.7.2.</b> | <b>Ganancia diaria promedio de peso .....</b> | <b>30</b> |
| <b>3.9.7.3.</b> | <b>Conversión alimenticia .....</b>           | <b>31</b> |
| <b>3.9.7.4.</b> | <b>Análisis económico .....</b>               | <b>31</b> |
| <b>4.</b>       | <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>           | <b>32</b> |
| <b>4.1.</b>     | <b>Peso vivo promedio .....</b>               | <b>32</b> |
| <b>4.2.</b>     | <b>Ganancia diaria promedio de peso .....</b> | <b>40</b> |
| <b>4.3.</b>     | <b>Consumo promedio de alimento .....</b>     | <b>47</b> |
| <b>4.4.</b>     | <b>Conversión alimenticia .....</b>           | <b>50</b> |
| <b>4.5.</b>     | <b>Evaluación económica .....</b>             | <b>56</b> |
| <b>5.</b>       | <b>CONCLUSIONES .....</b>                     | <b>58</b> |
| <b>6.</b>       | <b>RECOMENDACIONES .....</b>                  | <b>59</b> |
| <b>7.</b>       | <b>BIBLIOGRAFIA .....</b>                     | <b>60</b> |
| <b>8.</b>       | <b>ANEXOS .....</b>                           | <b>67</b> |

## INDICE DE CUADROS.

| <b>CUADRO</b> |   | <b>Páginas</b> |
|---------------|---|----------------|
| 1.            | Resumen de peso vivo promedio (Kg.) por tratamiento por Pollos y periodos desde el inicio hasta el final del estudio.....             | 33             |
| 2.            | Peso vivo promedio (Kg.) por tratamiento y variabilidad al final del estudio (50días).....  | 39             |
| 3.            | Resumen de ganancia diaria promedio de peso (Kg.) acumulada por tratamiento desde el inicio hasta el final del estudio (50 días)..... | 41             |
| 4.            | Ganancia diaria de peso promedio (Kg.) acumulada por tratamiento y variabilidad al final del estudio (50 días).....                   | 46             |
| 5.            | Consumo promedio de alimento diario acumulado (Kg.) por pollo y periodo desde el inicio hasta el final del estudio (50días) .....     | 48             |
| 6.            | Análisis de varianza para el consumo promedio de alimento diario acumulado por pollo hasta el final del estudio . .....               | 48             |
| 7.            | Conversión alimenticia promedio acumulada (Kg.) por tratamiento y periodo desde el inicio hasta el final del estudio (50 días) .....  | 51             |
| 8.            | Conversión alimenticia promedio (Kg.) por tratamiento y variabilidad al final del estudio (50días) .....                              | 55             |
| 9.            | Evaluación económica promedio por pollo en cada uno de los tratamientos en estudio .....  | 57             |

|               |  |           |
|---------------|--|-----------|
| <b>A-1.</b>   | Peso vivo promedio (Kg.) por pollo al inicio de la investigación....   | <b>68</b> |
| <b>A-2.</b>   | Análisis de varianza para el peso vivo (Kg.) por pollo al inicio de la investigación.....                        | <b>68</b> |
| <b>A-3.</b>   | Peso vivo promedio (Kg.) por pollo al final del primer periodo (10 días de estudio).....                         | <b>69</b> |
| <b>A-4.</b>   | Análisis de varianza para el peso vivo (Kg.) por pollo al final del primer periodo (10 días de estudio).....     | <b>69</b> |
| <b>A-5.</b>   | Peso vivo promedio (Kg.) por pollo al final del segundo periodo (20 días de estudio).....                        | <b>70</b> |
| <b>A-6.</b>   | Análisis de varianza para el peso vivo (Kg.) por pollo al final del segundo periodo (20 días de estudio).....    | <b>70</b> |
| <b>A-7.</b>   | Peso vivo promedio (Kg.) por pollo al final del tercer periodo (30 días de estudio).....                         | <b>71</b> |
| <b>A-8.</b>   | Análisis de varianza para el peso vivo (Kg.) por pollo al final del tercer periodo (30 días de estudio).....     | <b>71</b> |
| <b>A-9.</b>   | Peso vivo promedio (Kg.) por pollo al final del cuarto periodo (40 días de estudio).....                         | <b>72</b> |
| <b>A-10.</b>  | Análisis de varianza para el peso vivo (Kg.) por pollo al final del cuarto periodo (40 días de estudio).....     | <b>72</b> |
| <b>A-11.</b>  | Peso vivo promedio (Kg.) por pollo al final del quinto periodo (50 días de estudio) .....                        | <b>73</b> |
| <b>A-1 2.</b> | Análisis de varianza para el peso vivo (Kg.) por pollo al final del quinto periodo (50 días de estudio).....     | <b>73</b> |
| <b>A-13.</b>  | Ganancia diaria promedio de peso (Kg.) acumulada por pollo al final del primer periodo (10 días de estudio)..... | <b>74</b> |

|              |  |           |
|--------------|--|-----------|
| <b>A-14.</b> | Análisis de varianza para la ganancia diaria de peso (Kg.) por pollo al final del primer periodo (10 días de estudio).....               | <b>74</b> |
| <b>A-15.</b> | Ganancia diaria promedio de peso (Kg.) por pollo acumulada al final del segundo periodo (20 días de estudio).....                        | <b>75</b> |
| <b>A-16.</b> | Análisis de varianza para la ganancia diaria de peso (Kg.) por pollo al final del segundo periodo (20 días de estudio).....              | <b>75</b> |
| <b>A-17.</b> | Ganancia diaria promedio de peso (Kg.) por pollo acumulada al final del tercer periodo (30 días de estudio).....                         | <b>76</b> |
| <b>A-18.</b> | Análisis de varianza para la ganancia diaria de peso (Kg.) por pollo al final del tercer periodo (30 días de estudio).....               | <b>76</b> |
| <b>A-19.</b> | Ganancia diaria promedio de peso (Kg.) por pollo acumulada al final del cuarto periodo (40 días de estudio).....                         | <b>77</b> |
| <b>A-20.</b> | Análisis de varianza para la ganancia diaria de peso (Kg.) por pollo al final del cuarto periodo (40 días de estudio).....               | <b>77</b> |
| <b>A-21.</b> | Ganancia diaria promedio de peso (Kg.) por pollo acumulada al final del quinto periodo (50 días de estudio).....                         | <b>78</b> |
| <b>A-22.</b> | Análisis de varianza para la ganancia diaria de peso (Kg.) por pollo al final del quinto periodo (50 días de estudio).....               | <b>78</b> |
| <b>A-23.</b> | Conversión alimenticia acumulada (Kg.) por pollo y tratamiento al final del primer periodo (10 días de estudio).....                     | <b>79</b> |
| <b>A-24.</b> | Análisis de varianza para la conversión alimenticia (Kg.) por pollo y tratamiento al final del primer periodo (10 días de estudio) ..... | <b>79</b> |
| <b>A-25.</b> | Conversión alimenticia acumulada (Kg.) por pollo y tratamiento al final del segundo periodo (20 días de estudio).....                    | <b>80</b> |

|              |  |           |
|--------------|--|-----------|
| <b>A-26.</b> | Análisis de varianza para la conversión alimenticia (Kg.) por pollo y tratamiento al final del segundo periodo (20 días de estudio)..... | <b>80</b> |
| <b>A-27.</b> | Conversión alimenticia acumulada (Kg.) por pollo y tratamiento al final del tercer periodo (30 días de estudio).....                     | <b>81</b> |
| <b>A-28.</b> | Análisis de varianza para la conversión alimenticia (Kg.) por pollo y tratamiento al final del tercer periodo (30 días de estudio).....  | <b>81</b> |
| <b>A-29.</b> | Conversión alimenticia acumulada (Kg.) por pollo y tratamiento al final del cuarto periodo (40 días de estudio).....                     | <b>82</b> |
| <b>A-30.</b> | Análisis de varianza para la conversión alimenticia (Kg.) por pollo y tratamiento al final del cuarto periodo (40 días de estudio).....  | <b>82</b> |
| <b>A-31.</b> | Conversión alimenticia acumulada (Kg.) por pollo y tratamiento al final del quinto periodo (50 días de estudio).....                     | <b>83</b> |
| <b>A-32.</b> | Análisis de varianza para la conversión alimenticia (Kg.) por pollo y tratamiento al final del quinto periodo (50 días de estudio).....  | <b>83</b> |
| <b>A-33.</b> | Análisis bromatológico del alimento.....   | <b>84</b> |

## INDICE DE FIGURAS.

| <b>Figura</b> |   | <b>Página</b> |
|---------------|---|---------------|
| 1.            | Peso vivo promedio (Kg.) por tratamiento y periodo de 10 días cada uno desde el inicio hasta el final del estudio (50 días).....      | 34            |
| 2.            | Ganancia diaria promedio de peso acumulada (Kg.) por tratamiento y periodo desde el inicio hasta el final del estudio (50 días) ..... | 42            |
| 3.            | Consumo promedio de alimento diario acumulado (Kg.) por pollo y periodo desde el inicio hasta el final del estudio (50 días).....     | 49            |
| 4.            | Conversión alimenticia promedio acumulada (Kg.) por tratamiento y periodo desde el inicio hasta el final del estudio (50 días).....   | 52            |



## INTRODUCCION.

La avicultura en El Salvador ha alcanzado un marcado desarrollo, pues debido a los elevados precios de las carnes rojas, la carne de aves representa una excelente alternativa para el consumidor.

Uno de los problemas que afronta la explotación de las aves en nuestro país son los elevados costos de los insumos que son necesarios en la crianza y alimentación de estas; es por esto que se hace necesario buscar alternativas de materias primas que puedan ser producidas por lo pequeños y medianos avicultores a bajo costo. El gandul (Cajanus cajan) contiene un alto porcentaje de proteína (22-23 %) el cual se adapta fácilmente a nuestro medio y su costo de producción es muy bajo, resulta ideal en la alimentación de diferentes especies animales, con el único problema de no poder proporcionar la harina del grano en forma cruda a monogástricos por la presencia de factores tóxicos, lo que hace necesario la aplicación de procesos térmicos ya que dichos factores pierden su efectividad en presencia del calor. El proceso del tostado del grano resulta un método muy práctico para eliminar los factores antinutricionales que el grano presenta; además asegurando un aumento en el olor y palatabilidad de la harina.

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de diferentes niveles de harina de semilla de gandul (Cajanus cajan) en la alimentación de ave criolla en la fase crecimiento-desarrollo.

El ensayo se realizó en el cantón Llano el coyol, Municipio de El Transito, Departamento de San Miguel.

La investigación se llevó a cabo durante el periodo del 01 de enero al 9 de abril de 2004 (99 días) dividida en tres fases: una fase de inicio que comprendió desde el nacimiento de los pollos hasta los 42 días de edad (01 enero al 11 febrero), una segunda fase pre-experimental la que se llevó a cabo de el 12 al 18 de

febrero en la cual se realizo el cambio gradual del alimento; y una experimental que duro 50 días (del 19 de febrero al 9 de abril). Para esta investigación se utilizaron 40 pollos criollos distribuidos en 4 tratamientos de 10 pollos cada uno. El tratamiento T1 (testigo) se evaluó con 100% de concentrado comercial y los tratamientos T2, T3 y T4 con una dieta del 20, 30 y 40% de harina de semilla de gandul respectivamente.

## **2. REVISION DE LITERATURA**

### **2.1. Generalidades de las aves.**

#### **2.1.1. Origen de las aves.**

La domesticación de las aves, es problema no resuelto de modo inequívoco en cuanto a lugar y la fecha; se admite por los prehistoriadores que la domesticación es obra del hombre neolítico, y casi todos los zoólogos están conformes en considerar como agriotipo de la gallina común o domestica la especie asiática salvaje: Gallus bankiva. Se admite como certeza que la domesticación de la gallina tuvo su origen en la India, cuna de la gallina domestica (38).

El área de expansión geográfica de la gallina de bankiva comprende toda la India septentrional, El Himalaya hasta altitud de 4000 pies, Birmania, Malasia, Indochina, Filipinas. Seguramente en la remota antigüedad debió tener una difusión mucho mayor (35).

La gallina es animal de países calidos o templados, no pasa de los 63° de latitud norte a pesar de las variaciones impuestas por el hombre en la domesticación, la gallina se encuentra en estado domestico en todos los pueblos que forman la civilización antigua (38).

Las gallinas criollas domesticas llegaron a América con los conquistadores en sus primeros viajes y por mas de 500 años han desarrollado su adaptabilidad productiva para las condiciones de la región (39).

### **2.1.2. Taxonomía de las aves.**

Reino ----- Animal.  
Phyllum ----- Chordata.  
Clase ----- Aves.  
División ----- Carinata.  
Orden ----- Galliforme.  
Familia ----- Fasionidae.  
Genero ----- Gallus.  
Especie ----- gallus. (38).

### **2.1.3. Fenotipo de las aves.**

El fenotipo es la forma exterior o visible de las aves. Se pueden dividir en las siguientes partes:

- Pico: es una formación cornea que reemplaza a la boca, cerca de su base se encuentran orificios nasales.
- Cabeza: es redonda, pequeña y cubierta de plumas finas.
- Cresta: se desarrolla cuando el ave llega a su madurez sexual, debe ser roja y caliente.
- Ojos: son redondos prominentes, brillantes. Cuando están enfermos los ojos se achican y pierden brillo.
- Cuello: es largo, flexible y descarnado.
- Espalda: es la región donde se implantan las alas.
- Alas: son los miembros anteriores modificados para el vuelo.
- Plumas: remeras de las alas y timoneras de la cola.
- Glándulas: producen un aceite que el ave utiliza para mantener su plumaje en buen estado.
- Pogostilo: lugar donde se insertan las plumas timoneras de la cola.

- Región de la cloaca.
- Rabadilla: es redondeada con un poco de carne.
- Abdomen: es grande con piel caliente y suave. El abdomen y la rabadilla forman una cavidad amplia para alojar las vísceras abdominales.
- Muslo.
- Pierna: la pierna y el muslo forman un conjunto y redondeado carnosos.
- Tarso: es recto, fuerte y está cubierto de escamas uniformes. En las razas blancas es amarillo antes de comenzar la postura.
- Pata.
- Pechuga: es redonda, grande y con gran cantidad de carne.
- Costillar: las costillas son bien curvadas.
- Región del buche. (3,10,21).

#### **2.1.4. Anatomía Interna.**

En el interior de un ave se pueden distinguir las siguientes partes:

- Cráneo: es una cavidad protegida por huesos que cubren el cerebro.
- Columna vertebral: por su interior pasa la médula espinal de la que salen los nervios a todo el cuerpo.
- Traquea: conduce el aire desde los orificios nasales hasta los bronquios.
- Bronquios: división de la traquea que lleva el aire a cada uno de los pulmones.
- Pulmón: órgano donde la sangre toma el oxígeno del aire y elimina el bióxido de carbono producido por el cuerpo.
- Riñones: se encargan de extraer de la sangre las sustancias de desecho.
- Corazón: se encarga de bombear la sangre a través del cuerpo.
- Músculos de la pechuga: forman la masa muscular más grande del ave. (20).

### **2.1.5. Aparato Digestivo.**

El aparato digestivo de las aves está compuesto por: la boca, esófago, buche, proventrículo, molleja, intestino delgado, ciego, hígado, páncreas, bazo, intestino grueso, cloaca.

- ✓ La boca de las aves no tiene dientes así que no hay masticación. El pico es diseñado para recoger la comida. La lengua tiene una sección en la parte anterior de forma triangular, que sirve para forzar el alimento hacia el esófago y a la vez ayuda a pasar el agua cuando el ave la ingiere. (20).
- ✓ Esófago: es un canal que va de la boca al buche y de ahí a la molleja, y tiene la propiedad de expandirse, está cubierta con un epitelio estratificado con glándulas mucosas.
- ✓ El buche de las aves está bien desarrollado, y es un ensanchamiento del esófago que actúa como órgano de almacenamiento temporal del alimento. Aquí el alimento es ablandado y tiene lugar una digestión parcial debida principalmente a las enzimas contenidas en el alimento.
- ✓ El proventrículo: es el estómago glandular, con paredes gruesas y se encuentra frente a la molleja. Conforme el alimento pasa, se agrega jugo gástrico proveniente de las glándulas de las paredes gruesas del estómago. El jugo gástrico contiene ácido clorhídrico y la enzima pepsina, que actúa sobre las proteínas y polipéptidos y ayuda a la utilización de los minerales. (20).
- ✓ La molleja actúa como los dientes de la gallina, y está compuesta por una capa cornea rodeada de una pared muscular muy fuerte. Estos músculos con sus frecuentes y repetidas contracciones ejercen presión sobre los alimentos, quebrándolos en pequeñas partículas y mezclándolas con los jugos del estómago.

- ✓ El intestino delgado realiza tres funciones: a) recibe el jugo pancreático, que contiene enzimas, y secreta el jugo intestinal, que contiene también enzimas; estas enzimas completan la digestión final de las proteínas convierten los carbohidratos en compuestos mas sencillos, como monosacáridos en el duodeno, así como también los lípidos. b) la segunda función es absorber el alimento digerido y pasarlo al torrente circulatorio. c) realiza una función peristáltica que empuja al material no digerido al ciego y al recto. (20).
- ✓ El ciego es una porción del intestino que no tiene una función importante en las aves y se localiza entre el intestino delgado y el grueso.
- ✓ En el hígado se elabora la bilis que contiene sales biliares como colesterol, lecitina, grasa, pigmentos y mucinas. La bilis es importante para la emulsificación, digestión y absorción de las grasas; además, se secreta por los conductos al duodeno.
- ✓ El páncreas es una estructura rosada que se encuentra en pliegue o dobles del duodeno, secreta el jugo pancreático que contiene amilasa, quimo tripsina, tripsina, carboxipeptidasa y lipasa que actúan sobre proteínas, carbohidratos y grasas. (20).
- ✓ El bazo elimina a los glóbulos rojos desintegrados, almacena hierro y sangre.
- ✓ El intestino grueso va desde la unión del ciego hasta la cloaca, es relativamente corto, y no existe una línea de demarcación entre el recto y el colon.
- ✓ La cloaca es el receptáculo común a los sistemas genitales, digestivos, urinario y termina externamente en el ano. (20).

### **2.1.6. Digestión y Asimilación.**

El ave recoge el alimento con su pico y lo traga. El alimento pasa al buche, donde se almacena hasta llegar a la molleja. La saliva y las secreciones de las paredes del buche ablandan el alimento almacenado en él. Solo una ligera digestión de los carbohidratos tiene lugar en este órgano.

Digestión. El alimento pasa desde el buche a través del esófago y del proventrículo, donde se mezcla con el jugo gástrico (mezcla de pepsina, ácido clorhídrico). Posteriormente pasa a la molleja donde es molido. El alimento parcialmente ingerido en la molleja, pasa al intestino delgado (duodeno). Aquí se agregan las sales biliares y enzimas secretadas tanto por el páncreas como por el intestino delgado, las cuales transforman los carbohidratos en monosacáridos, principalmente glucosa; las proteínas en aminoácido y las grasas en ácidos grasos libres.

La digestión en las aves es muy rápida ya que requiere aproximadamente dos horas y media en gallinas ponedoras para que pase el alimento de la boca a la cloaca.

Absorción: los nutrientes ya digeridos pasan a través de la pared intestinal a la corriente sanguínea. El proceso de absorción es selectivo y está relacionado con la naturaleza química de las sustancias de los alimentos digeridos. Los azúcares, aminoácidos y minerales digeridos se absorben a través de los capilares en la pared intestinal, y de igual manera ocurre con los ácidos grasos libres. (3, 10).

### **2.1.7. Nutrición.**

El alimento es la materia prima que requiere el animal para su crecimiento y para producir carne, huevos y nuevas crías. Los nutrientes que deben estar presentes en la dieta del ave son; aminoácidos (proteínas), carbohidratos

(energía), vitaminas y minerales, otro componente imprescindible es el agua (9, 31).

#### **2.1.7.1. Proteínas.**

Las proteínas desarrollan varias funciones. En primer lugar sirve de material plástico para la construcción de diferentes tejidos y órganos, para la síntesis de las proteínas contenidas en las diversas segregaciones e intervienen en producciones diversas (por ejemplo: plumas, huevos, etc.). En segundo lugar sirven para la producción de energía, para proteger al organismo de la acción perjudicial de los residuos de la digestión y de las toxinas producidas por microorganismos (virus, bacterias, etc.) (20, 30).

#### **2.1.7.2. Energía.**

La energía es proporcionada por una gran cantidad de componentes en los que figuran grasas y aceites, en este grupo figuran también los azúcares, almidones, la celulosa y la fibra. La parte energética de la ración del ave constituye una gran proporción de la misma. La energía proporciona el calor necesario para la realización del trabajo y se encuentra en todos los granos de cereales, en proporciones variables la fuente mas rica de energía son las grasas y los aceites, que proporcionan 2.25 veces mas que los cereales. Los principales cereales que suministran energía son el maíz, el sorgo y el trigo (20,34).

#### **2.1.7.3 Vitaminas.**

Las vitaminas se necesitan en cantidades muy pequeñas en comparación con otros principios nutritivos. Son esenciales para la vida y la cantidad real depende de las condiciones del medio, de la ración y de la intensidad del

crecimiento o de la producción de huevo. Algunas vitaminas son sintetizadas por el ave misma, pero muchas no lo son. Un desequilibrio en las vitaminas puede causar un serio trastorno (3, 20, 34).

#### **2.1.7.4. Minerales.**

Son constituyentes esenciales en todos los seres vivos, animales y vegetales. Representan de un 3-4 % del peso vivo de un pollo y el 10% del peso de un huevo. Los minerales entran en la composición de todos los tejidos y sirven para la producción de enzimas y hormonas. Desarrollan numerosas funciones: sirven para la absorción, la excreción y secreción, regula la concentración de los iones de hidrogeno de la sangre y de los tejidos. Favorecen la irritabilidad y la rapidez de reacción a los estímulos, a los músculos y sistema nervioso (10, 30).

#### **2.1.7.5. Agua.**

El agua cumple la función de permitir la digestión de los alimentos, la absorción de los nutrientes y el transporte de estos a la sangre. Además el agua contribuye a una producción eficiente en gallinas de cualquier edad, se traduce en esto la necesidad de tener un suministro constante de agua que sea a la vez pura y saludable, su importancia queda demostrada por los siguientes puntos: el agua representa del 55 al 75% del peso físico de las aves según su edad y sexo.

Constituye el 65% del huevo entero.

Regula la temperatura del cuerpo del ave (9, 10,20).

## **2.2. Sistemas de Explotación.**

La industria avícola se encuentra muy especializada y la explotación se dedican a una sola faceta de las distintas fases o tipos de producción, las cuales pueden ser: producción de carne y producción de huevos (34).

### **2.2.1. Producción de Carne.**

Las aves utilizadas para la producción de carne son híbridos comerciales en general de tipo pesado que cumple una serie de requisitos especiales que permiten obtener de su explotación el máximo de rentabilidad.

Se trata de animales muy precoces en su crecimiento con un elevado poder de conversión de los alimentos; por lo tanto con ciclo de producción corto.

La exigencia del mercado de carne aviar obliga a producir animales de peso escaso, tierno y de carne blanca (34).

### **2.2.2. Producción de Huevos.**

En la producción de huevos para consumo, se utilizan especies de aves muy seleccionadas, pudiendo ser gallinas de tipo ligeras (que ponen huevos de cáscara blanca) o de tipo semi pesada (huevos morenos). Son huevos no fecundados que se valoran más o menos según una serie de características. El volumen del huevo depende de la raza y del estado fisiológico de la gallina, de manera que las viejas y las que comienzan la postura son las que dan huevos de menos volumen.

La forma del huevo es elíptica, con un extremo obtuso en donde se encuentra la cámara de aire. Por el análisis y medida de esta puede saberse el tiempo transcurrido desde la puesta; de este tiempo dependen las características organolépticas y consistencia de la clara. Se denomina huevo fresco al huevo que tiene el menor espacio en la cámara de aire y así se establecen categorías.

Los huevos de categoría inferior se destinan a la industria: pastelería, cosmética, etc. (34).

### **2.3. Instalaciones y Manejo.**

Hoy en día probablemente la explotación avícola es la que ha alcanzado los más altos niveles de especialización. Esto conduce a que tanto las instalaciones como el manejo de los animales requieran grandes cuidados sin los cuales sería prácticamente imposible mantener los avances que han tenido lugar hasta la fecha especialmente en lo que a niveles de producción se refiere (31, 34, 41).

#### **2.3.1. Factores Ambientales.**

Las condiciones ambientales a las que se encuentran sometidas las aves repercuten directamente sobre la productividad. Es por ello que hay que considerar, los factores climáticos (temperatura, humedad, aireación), que tanto influencia tiene en el buen desarrollo de los animales (19).

##### **2.3.1.1. Temperatura.**

El pollito al nacer necesita una fuente de calor y a medida que crecen las necesidades de temperatura disminuyen 3° por semana llegándose a una temperatura de 20° C. la cual es también la es la ideal para el ave adulta (19).

##### **2.3.1.2. Humedad Relativa.**

La humedad esta directamente relacionada con la temperatura. Si el % de humedad es elevada, las aves se hacen más sensibles al calor, por lo que durante las épocas calurosas deben controlarse las humedades excesivas. Un nivel adecuado será una humedad del 60 – 70% (34).

### **2.3.1.3. Ventilación.**

Otro factor a considerar es la ventilación o aireación que a su vez esta relacionada con los dos factores anteriores descrita. Así si la temperatura aumenta demasiado mediante la ventilación podemos disminuirla. La correcta aireación puede conseguirse mediante el método de ventilación natural o ventilación artificial (34).

### **2.3.1.4. Iluminación.**

Es conocido el efecto estimulante de la luz sobre la ovulación y por lo tanto la producción de huevos, por lo que en la explotación de gallina ponedora se han establecido diversos programas de iluminación (34).

### **2.3.2. Sanidad y Profilaxis.**

Siempre resulta mas rentable combatir enfermedades antes que surjan, para que esto sea posible se deben tomar todas las medidas preventivas necesarias. En primer lugar, se pondrá especial cuidado en ofrecer a los animales los elementos que cumplan los requisitos exigidos en cuanto a nutrición.

En la higiene de la explotación, deben cumplirse las normas ya descritas en relación a la humedad, ventilación, temperatura, etc.; así como los programas de desinfección y desinsectación de locales y materiales. Uno de los productos con los cuales se obtienen muy buenos resultados en la desinfección de virus de amplio espectro es el Virkon S de Antec. Como medida específica se pondrán en práctica los programas sistemáticos de vacunación y se eliminara o aislara en cuarentena a cualquier animal que presente indicios de enfermedades contagiosas (34).

Las aves de corral son afectadas por diversas enfermedades que ocasionan

grandes pérdidas por disminución de la productividad la alta mortalidad. Las enfermedades más comunes son: Newcastle, cólera aviar y viruela aviar (9, 31).

#### **2.3.2.1. Newcastle.**

El Newcastle es la más peligrosa de todas las enfermedades. Es causada por el virus *tortor furens*, que se propaga rápidamente a través del agua y el aire, de un animal enfermo a otro y por los pájaros del monte, produce problemas respiratorios y nerviosos a las aves que finalmente le provocan la muerte. El periodo de incubación del virus en el cuerpo del animal varia de 4 a 14 días, dependiendo de la salud de las gallinas.

Los síntomas que esta enfermedad presenta son:

- Las gallinas se ponen tristes, pierden el apetito y se debilitan.
- Estornudos, tos y dificultad para respirar
- temblores, y parálisis parcial
- pescuezo torcido
- las aves caminan en círculos, se ponen como locas y caen de espaldas (2, 31).

#### **2.3.2.2. Cólera Aviar.**

El cólera es una enfermedad muy grave que es causada por una bacteria llamada *Pasteurella multocida*. Es transmitida a través de las deyecciones de las aves, es muy contagiosa y afecta sobre todo a los animales adultos.

Los síntomas que presentan son:

- fiebre.
- moco y diarrea verde.
- perdida del apetito.

-ojos cerrados y cuello encogido.

-cresta, cabeza y barbilla adquiere un color oscuro, casi negro.

- las a ves se debilitan y permanecen sentadas.

El cólera aviar se presenta de tres formas:

-afecta el sistema digestivo, las aves pueden tener diarrea de color verde blanco-amarillento.

-se manifiesta a través de problemas en el sistema respiratorio: las aves segregan una sustancia que les bloquea la respiración.

-finalmente hay una forma de ataque fulminante que produce la muerte. (2, 31).

### **2.3.2.3. Viruela Aviar.**

La viruela aviar es una enfermedad provocada por un virus que se transmiten a través de los mosquitos y el contacto con animales enfermos. Ataca sobre todo a los animales jóvenes, de tres meses, aunque puede presentarse en animales de mas edad.

Hay dos clases de viruela: cutánea y difteria.

Viruela cutánea (llamada también seca): se presenta en forma de excrecencias verrugas o bubas que aparecen en la cresta, barbilla, cabeza, ojos y patas del animal. Esta forma de viruela es más común. Las aves pierden el apetito, bajan de peso y buscan los lugares sombríos. Pueden causar la ceguera de las aves.

Viruela difteria (llamada también húmeda): se presenta en forma de placas o pústulas en la boca, faringe, laringe y traquea que excretan pus. Produce también secreción nasal y ocular. Las pústulas obstruyen el paso del aire y del alimento; el animal tose por el estorbo presente y finalmente llega el momento en el que no puede respirar ni comer y muere.

Las enfermedades antes mencionadas pueden ser evitadas mediante la aplicación oportuna de la vacuna correspondiente para la enfermedad (2, 31).

### **2.3.3. Función de los Antibióticos.**

Los antibióticos no pueden ser considerados propiamente como nutriente alimenticios, sino mas bien como productos terapéuticos.

Se ha extendido mucho el uso de los antibióticos en las raciones alimenticias para las aves en crecimiento.

Cuando se hace que los pollos ingieran antibióticos en pequeñas cantidades, se hace con el fin de aumentarles el hambre, controlar y prevenir el desarrollo de bacterias dañinas en el aparato digestivo, ayuda a que se sintetiza las vitaminas en mencionado sistema, y como consecuencia incrementan la eficacia de los alimentos y el ritmo del desarrollo.

La ingestión de antibióticos en altos niveles (10-100gr) y aun mas / tonelada de alimento se impone a las aves como una medida preventiva o bien como una terapia contra las enfermedades (2, 10).

### **2.4. Generalidades del Gandul (Cajanus cajan).**

A nivel mundial el gandul es conocido con diferentes nombres como: gandú, arveja, fríjol de palo, chicharo, quinchoncho (43).

#### **2.4.1. Origen.**

Se considera que el origen del gandul es el centro de la India y Pakistán (43).

#### **2.4.2. Descripción.**

Es una planta arbustiva semi-perenne .Por su amplia distribución geográfica se considera una planta cosmopolita, ya que se puede cultivar desde una latitud de 30° Norte a 30° Sur, abarcando zonas como Asia, África, Medio Oriente, las isla del Caribe, Norte, Centro y Sur América (17, 26) .

### **2.4.3. Adaptabilidad.**

El gandul se cultiva desde 0 hasta 2000 msnm, soporta temperaturas que oscilan entre los 16° C y 35° C, requiere de una precipitación anual de 250 a 1000 mm por año, puede soportar periodos prolongados de sequía, crece en suelos pobres y con poco contenido de fósforo, con un ph de 5-7 y se adapta a suelos con textura franco arenosa a arcillosa.

El gandul no responde a fertilizaciones nitrogenadas, excepto para la producción de forraje. En el país no se reportan plagas y enfermedades específicas de importancia económica que lo ataquen (29, 42).

### **2.4.4. Clasificación Botánica.**

Reino ----- Vegetal.

Sub-reino----- Embriofita.

Clase ----- Angiosperma.

Sub-clase ----- Dicotiledónea.

Orden ----- Gnetales.

Familia ----- Leguminosa.

Genero ----- Cajanus.

Especie ----- Cajan. (12).

### **2.4.5. Descripción Botánica.**

El gandul tiene una raíz principal que alcanza hasta 3 metros de longitud y raicillas laterales que se ramifican y poseen nódulos en las cuales habitan bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico. Su tallo es erecto y leñoso alcanza

una altura de 3.5 metros, sus hojas pueden ser de tipo trifoliadas, alternas con hojuelas lanceoladas de 4-10cm. de largo, y de 3-4cm. de ancho, haz de color verde oscuro, envés verde claro, las hojas pueden tener diferentes colores dependiendo de la variedad, las flores son en paniculas terminales sobre pedúnculos erguidos hasta 10cm. de largo, las flores pueden ser de color amarillo, a veces con estrías de color parda o rojas de 2 cm. de largo, las vainas son verdes o púrpuras de 6-8cm. de largo y 1.4cm. de ancho. La semilla es de forma redondeada, lisa de 4-8mm de diámetro de color blanco, gris, café, amarillo (6, 28).

#### **2.4.6. Composición Química.**

##### **Composición química de la planta entera de gandul (Cajanus cajan).**

Humedad ----- 11.9 %

Proteína cruda ----- 14.83 %

Fibra cruda ----- 29 %

Ceniza ----- 3.5 %

Extracto etéreo ----- 1.2 %

Extracto libre de nitrógeno --- 68.73 %

**- Composición química del grano tierno de gandul (Cajanus cajan).**

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| Humedad -----                     | 64   |
| Proteína cruda -----              | 7    |
| Fibra cruda -----                 | 7.0  |
| Cenizas -----                     | 1.8  |
| Extracto etéreo -----             | 0.6  |
| Extracto libre de nitrógeno ----- | 20.2 |

Fuente: Cristales E. (11).

**- Análisis de la composición química del grano seco de gandul (Cajanus cajan).**

|                     |        |
|---------------------|--------|
| Agua -----          | 15.2 % |
| Proteína -----      | 22.3 % |
| Grasa -----         | 1.7 %  |
| Carbohidratos ----- | 47.8 % |
| Cenizas -----       | 3.6 %  |
| Calcio -----        | 9.1 %  |
| Fósforo -----       | 0.3 %  |

**- Composición química de la harina del grano seco del gandul (Cajanus cajan).**

|                                   |        |
|-----------------------------------|--------|
| Proteína cruda -----              | 22.3 % |
| Fibra cruda -----                 | 6.4 %  |
| Ceniza -----                      | 3.5 %  |
| Extracto etéreo -----             | 1.4 %  |
| Extracto libre de nitrógeno ----- | 66.4 % |

Fuente: Cristales E. (11).

**2.4.7. Importancia del Gandul (Cajanus cajan).**

La importancia de gandul estriba en el alto porcentaje de proteína, la cual puede ser aprovechada para la alimentación humana y diferentes especies animales, la cantidad y calidad de proteína de este cultivo varia en sus estructuras vegetales, presentando el grano seco de un 22-23 % de proteína, grano verde 7% y la planta entera de un 14-16 % de proteína, además de ser un mejorador de suelo (1, 13, 15, 37).

**2.4.8. Usos del Gandul.**

El gandul es utilizado en la nutrición de diferentes especies animales como conejos, bovinos, aves y muy poco en la alimentación humana. Por su alta calidad proteica y fácil adaptabilidad a cualquier zona, además es utilizado en fertilidad de suelo y puede ser utilizado como cortina rompevientos, fuente de leña y como tutores para hortaliza (6, 15, 17, 18).

#### **2.4.8.1. Usos del Gandul en la Alimentación Humana.**

El gandul es utilizado como fuente de proteína de origen vegetal (22-23 % de proteína); y en los países occidentales como Uganda, Birmania, India y otros, es consumido igual que el frijol común por los países de Centroamérica. El cultivo del gandul en El Salvador no tiene demanda, su utilización se limita al consumo de grano tierno. Esta limitante se debe principalmente, a la falta de conocimiento en la agronomía del cultivo, composición química del grano formas culinarias de preparación, o por hábitos dietéticos de la población. Por otra parte, es de hacer mención que el grano de esta leguminosa posee ciertas limitantes para el consumo, especialmente cuando se utiliza el grano en forma de harina para la alimentación de animales, debido a la presencia de factores antinutricionales si se consume o se suministra en forma cruda; sin embargo, cabe mencionar que dichos factores son desnaturalizados y eliminados a través de la presencia del calor (5, 29, 40).

#### **2.4.8.2. Usos del Gandul en la Alimentación de Aves.**

En la alimentación de aves se ha evaluado diferentes niveles de gandul, utilizando la variedad 64-2B en la alimentación de pollo de engorde. Las variables evaluadas para este estudio fueron: ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, peso canal caliente, evaluación económica. Para este estudio, el grano maduro de gandul fue humedecido en agua durante dos horas, luego fue cocido hasta llevarlo a ebullición (100°) a presión normal del ambiente durante 30 minutos, luego se dejó secar al sol por un periodo de siete horas para elaborar la harina; los niveles evaluados fueron: 0 %, 12 %, 24 %, 36 % de gandul, complementando la ración con harina de soya y cebo de res a aceptación de la ración testigo que era alimentación con concentrado comercial. De los datos obtenidos se recomienda el uso del tratamiento T2 (24%) de harina

de semilla de gandul en la alimentación de pollo de engorde, ya que aunque no fue el tratamiento que logro la mayor ganancia de peso, fue el que dejo la mejor relación beneficio costo según la variable de evaluación económica (27).

#### **2.4.8.3. Usos del Gandul en la Alimentación Bovina.**

El gandul en la alimentación bovina ha sido evaluado con mayor énfasis, principalmente en ganado lechero, lográndose un incremento en la productividad y disminución de los costos. Estas investigaciones se hicieron utilizando cruce de vacas Holstein-Brown Swiss de 3-6 años de edad, con un peso promedio de 95 0libras y una producción de 14-15 botellas/vaca/día, con 14 horas de pastoreo diario de zacate pangola suplementando con 10 libras de concentrado. La proteína de semilla de gandul sustituyo ala proteína de algodón en un 100 %. Los resultados mostraron un incremento de 3 – 4 botellas por vaca/día recomendando la harina de semilla de gandul como sustituto total de la harina de semilla de algodón en concentrado para vaca lechera (16).

#### **2.4.8.4. Usos del Gandul en la Alimentación de Conejos.**

Se han realizado estudios en la alimentación de conejos neocelandés blanco por California en la fase de engorde utilizando diferentes niveles de harina de semilla de gandul (Cajanus cajan) peletizado en forma artesanal. Los tratamientos evaluados fueron: 5%, 10%, 15% y 20% de harina de semilla de gandul y un tratamiento testigo con concentrado comercial.

Los resultados al final del estudio determinaron que a medida se incrementaron los niveles de harina de semilla de gandul las variables: peso vivo, consumo de alimento, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia fueron mejores en comparación al tratamiento testigo que no contenía gandul.

Las recomendaciones que dan los investigadores al final del estudio es utilizar el tratamiento que posee el mayor porcentaje de harina de semilla de gandul (20%) adicionado a la ración; ya que fue con este se logro obtener los mejores rendimientos (4).

#### **2.4.9. Factores Antinutricionales de la Semilla de Gandul.**

El grano maduro de gandul presenta ciertas limitantes para su uso ya que presenta ciertos factores tóxicos dentro de los cuales el de mayor porcentaje son los inhibidores de tripsina cuyo efecto mas importante, es a reducción en la disponibilidad e hidrólisis de las proteínas, ocasionando en los animales un crecimiento menor, diarrea, apatía, e hiperactividad del páncreas si se proporciona en forma cruda especialmente en monogástricos (5, 7).

El valor nutricional del gandul al igual que otras leguminosas se mejora mediante la destrucción de las sustancias antinutricionales por la aplicación de procesos térmicos, sin disminuir el valor nutritivo de las proteínas. El gandul crudo contiene 10.1 T.U.I/ml.(unidades internacionales de tripsina/ml) de inhibidores de tripsina y cocido contiene 3.5 T.U.I/ml. lo que significa que los procesos térmicos no eliminan totalmente los factores antinutricionales presentes en la semilla de gandul solamente disminuye sus niveles (22, 25).

### **3. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. Generalidades de la investigación.**

##### **3.1.1. Localización.**

El presente trabajo de investigación se desarrollo en las instalaciones de la granja del señor Juan Loza. Ubicada en el cantón Llano el coyol, Municipio de El Tránsito, Departamento de San Miguel. Con coordenadas geográficas de 13° 22' latitud norte y 88° 19' longitud oeste.

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

Las condiciones metereologicas que caracterizan al lugar donde se realizó el experimento son: precipitación promedio anual 1730 mm; temperatura promedio anual 25°C, humedad relativa del 72% y con una elevación de 171 msnm.

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

La fase de campo tuvo una duración de 14 semanas (99días), divididas en tres periodos:

Fase de inicio: La cual inicio desde el nacimiento de los pollitos hasta los 42 días de edad. La alimentación que se les proporcionó fue concentrado de inicio a voluntad.

Pre-experimental: esta inicio cuando las aves tenían 43 días de edad hasta los 49 días, en la cual la cual se realizo la aleatorizacion y además una primera pesa. En este periodo se realizo el cambio gradual del alimento, el cual fue de concentrado inicio a finalizador para el caso del tratamiento testigo y de inicio a

las diferentes mezclas para los tratamientos que con tenían gandum adicionado ala ración.

Experimental: Esta fase se inicio cuando los pollos tenían 50 días de edad; al inicio de esta se realizo una pesa y a estos datos se les aplico un análisis de varianza siendo no significativo por lo tanto no se realizo la aleatorizacion nuevamente, en este periodo se le proporciono las dietas correspondientes para cada uno de los tratamientos en estudio.

## **3.2. MATERIALES.**

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

Se utilizaron 40 pollos criollos, de diferentes edades de nacidos (no mayores de 7 días), sin sexar, en lotes de 10 pollos por tratamiento.

## **3.3. INSTALACIONES Y EQUIPO.**

### **3.3.1. Instalaciones.**

El ensayo se realizo en una galera tipo dos aguas de 4 mts de largo por 3 mts de ancho (12 mt<sup>2</sup>) la cual fue dividida en 4 secciones, donde cada sección representó un tratamiento con una dimensión de 2.10 mts de largo por 0.92 mts de ancho donde se alojaron 10 pollos por cada tratamiento.

### **3.3.2. Equipo.**

En la etapa de inicio se utilizo comederos tipo tolva regulando la altura de acuerdo al crecimiento de los pollos, un comedero por cada tratamiento. Se utilizaron bebederos plásticos con capacidad de 1galón de agua, utilizando un bebedero por cada tratamiento desde el recibimiento de los pollos hasta el final de la investigacion.Como fuente de calor se utilizo un foco de 100 watts.

Además se utilizó una báscula de reloj de 40lbs. de capacidad, con precisión en onzas; para llevar el control de peso tanto de las unidades experimentales como del alimento.

### **3.4. Enfermedades.**

Entre las enfermedades que afectaron las aves en estudio se menciona la diarrea, la cual se controló con el suministro de sulfa disuelta en el agua durante 4 días; esta se presentó con mayor influencia en el 2° periodo en el Tratamiento T4, pero el antibiótico se proporcionó a todas las aves de una manera preventiva.

### **3.5. Alimento.**

En la fase previa a la etapa pre-experimental del ensayo se utilizó concentrado comercial en las primeras 6 semanas el cual fue inicio engorde (23% de proteína 3190kc/Kl.) y para las últimas 8 semanas se empezó a dar las mezclas de los diferentes niveles de harina de semilla de gandum y concentrado comercial el cual fue sustituido en niveles de 20%, 30% y 40%, esta sustitución se dio en el concentrado finalizador.

El cambio de concentrado inicio engorde a finalizador en las mezclas de los diferentes niveles de gandum se hizo en forma gradual, los últimos 3 días de la sexta semana y los primeros 3 días de la séptima semana, con el fin de no causar estrés en los pollos, realizándose en las porciones siguientes: 75% concentrado inicio más 25% de la mezcla; 50% concentrado inicio más 50% de la mezcla; 25% concentrado inicio más 75% de la mezcla.

Las dietas elaboradas fueron ricas en proteínas, pero no ricas en energía por el bajo contenido de energía metabolizable del gandum (343kcal/Kg.).

### **3.6. Tratamiento térmico del gandul.**

Para la elaboración de las diferentes dietas se utilizo semilla madura de gandul, las cuales fueron sometidas a un proceso térmico como paso previo a su uso con el objetivo de eliminar las sustancias toxicas que presenta.

El proceso consistió en tostar el grano seco hasta que adquirió un color café cremoso, luego se dejo enfriar a temperatura ambiente durante 4 horas y después se molió en molino de nixtamal para la obtención de la harina.

### **3.7. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.**

#### **3.7.1. Limpieza y desinfección.**

Ocho días antes de recibir a los pollitos se realizo la limpieza y desinfección de toda la galera con desinfectante (virkon) y cal.

El desinfectante se aplico con bomba de mochila en toda la galera a razón de 10gr/lts, luego se procedió a calentar las paredes y piso.

#### **3.7.2. Preparación de cuarto de cría.**

Se construyo un cuarto de cría de 1 m<sup>2</sup>, para este se utilizo tablas y granza sobre el piso. Al cuarto se le instalo un foco de 100 watts como fuente de calor cuya altura se le regulo de acuerdo a las necesidades térmicas de los pollos. A los 21 días se retiro el cuarto de cría y la fuente de calor, elevándola al techo y encendiéndola de 6 de la tarde a 6 de la mañana; se utilizo dos bebederos de galón y dos comederos de tolva.

### **3.7.2.1. Nacimiento de los pollitos.**

El día de nacimiento de cada camada se fueron identificando con diferentes colores de acuerdo a las fechas de nacimiento de los pollitos, los colores fueron: hilo de lana verde, ocre, morado, rojo y anaranjado.

Cada pollito que nacía se colocaba en el cuarto de cría a los cuales se les proporcionó agua azucarada y concentrado a voluntad.

### **3.7.2.2. Recibimiento de los pollitos.**

Los pollos fueron recibidos con una edad que oscilaba entre los 7 y 15 días de nacimiento, los cuales se manejaron en un área de 1 m<sup>2</sup> donde se les proporcionaba agua y concentrado a voluntad, durante un periodo de 42 días.

## **3.8. Vacunación.**

Se vacunaron los pollitos a los 8 días de nacidos contra la enfermedad de Newcastle con CEPA BI.

Se aplicó también vacuna contra el cólera aviar la cual fue colocada a las aves a la tercera semana.

La vacuna contra la viruela aviar fue aplicada a las aves a la cuarta semana de edad.

## **3.9. METODOLOGÍA ESTADÍSTICA.**

### **3.9.1. Aleatorización.**

Las unidades experimentales se distribuyeron en forma aleatoria por camada para cada tratamiento, para un total de 10 pollos por tratamiento.

### **3.9.2. Factor en estudio.**

Evaluación de diferentes niveles de harina de semilla de gandum en la dieta de ave criolla.

### **3.9.3. Descripción de los tratamientos.**

T1: Alimentación con concentrado comercial marca ALIANSA.

T2: Alimentación con 20% de de proteína base gandul mas 80% de proteína base concentrado comercial ALIANSA.

T3: Alimentación con 30% de proteína base gandul mas 70% de proteína base concentrado comercial ALIANSA.

T4: Alimentación con 40% de proteína base gandul mas 60% de proteína base concentrado comercial ALIANSA.

### **3.9.4. Diseño experimental.**

Para la evaluación estadística del ensayo se utilizo el diseño completamente al azar, con 4 tratamientos y 5 observaciones por tratamiento, cada observación estaba formada por 2 pollos.

### **3.9.5. Modelo estadístico.**

El modelo estadístico que describe el comportamiento de cada observación del experimento se define por la expresión matemática siguiente:  $Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$ .

Donde:

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

$\mu$  = Media experimental.

$T_i$  = Efecto medio del i-esimo tratamiento.

$E_{ij}$  = Error experimental.

$i$  = Numero de tratamiento.

$j$  = Numero de repetición.

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

| F de V               | G.L |
|----------------------|-----|
| Tratamiento (T - 1 ) | 3   |
| Error T( r -1 )      | 16  |
| Total ( Tr- 1 )      | 19  |

Donde:

T = Numero de tratamiento.

r = Numero de observaciones por tratamiento.

### **3.9.6. Variables en estudio.**

Para la investigación se evaluaron las variables: peso vivo, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y análisis económico.

### **3.9.7. TOMA DE DATOS.**

#### **3.9.7.1. Peso vivo.**

La medición de esta variable se realizo tomando el peso de los pollos cada 10 días, realizándose tal medición antes de suministrarles la ración de la mañana para evitar que el consumo de alimento no influyera en el peso vivo tomado al inicio y final de cada periodo.

#### **3.9.7.2. Ganancia diaria de peso.**

Estos datos se obtuvieron de la diferencia que resulto de la toma de peso al final de cada periodo menos el peso inicial, dividido entre el numero de días de los periodos acumulados.

### **3.9.7.3. Conversión alimenticia.**

Esta variable se midió mediante el cociente que resulto de dividir el consumo de alimento entre la ganancia de peso total; dicha medición se realizó cada 10 días.

### **3.9.7.4. Análisis económico.**

Para determinar esta variable se considero el valor por kilogramo en base a la ganancia de peso.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 4.1. Peso vivo promedio.

El análisis estadístico sobre el comportamiento de peso vivo de los pollos por tratamiento y periodo se presenta en los cuadros Anexo A-1 al A-12, el cual se realizó desde el inicio de la fase pre-experimental, que correspondió a la quinta semana de vida de los pollos hasta completar trece semanas de edad de los mismos. La fase experimental en si tuvo una duración de 50 días (5 periodos de 10 días c/u). El resumen del comportamiento del peso vivo registrado por periodo durante el estudio se presenta el cuadro 1 y figura 1. Durante toda la investigación se observó en general una tendencia ascendente en el peso vivo promedio por pollo desde el inicio (0.4831Kg.) hasta el final del ensayo (1.2713 Kg.), por lo que se concluye que, independientemente de los diferentes tipos de alimentos que se ofrecieron, los pollos respondieron como se esperaba en condiciones normales de manejo y alimentación respecto a la variable peso vivo. El análisis estadístico para el peso vivo promedio al inicio de la fase experimental (Anexo A-1 y A-2) demuestra que no existió diferencia estadística para dicha variable en los tratamientos, los cuales presentaron los siguientes promedios, T1 = 0.4951Kg., T4 = 0.4887Kg., T2 = 0.4858Kg., T3 = 0.4631Kg. Esto indica que todas las unidades experimentales consideradas en el estudio tenían pesos similares desde el punto de vista estadístico al inicio de la fase experimental, y que es una condición indispensable que se debe de cumplir al iniciar este tipo de ensayo para poder valorar resultados atribuibles al alimento en estudio, esto se debió a que todas las aves hasta esta fecha fueron manejadas de la misma manera;

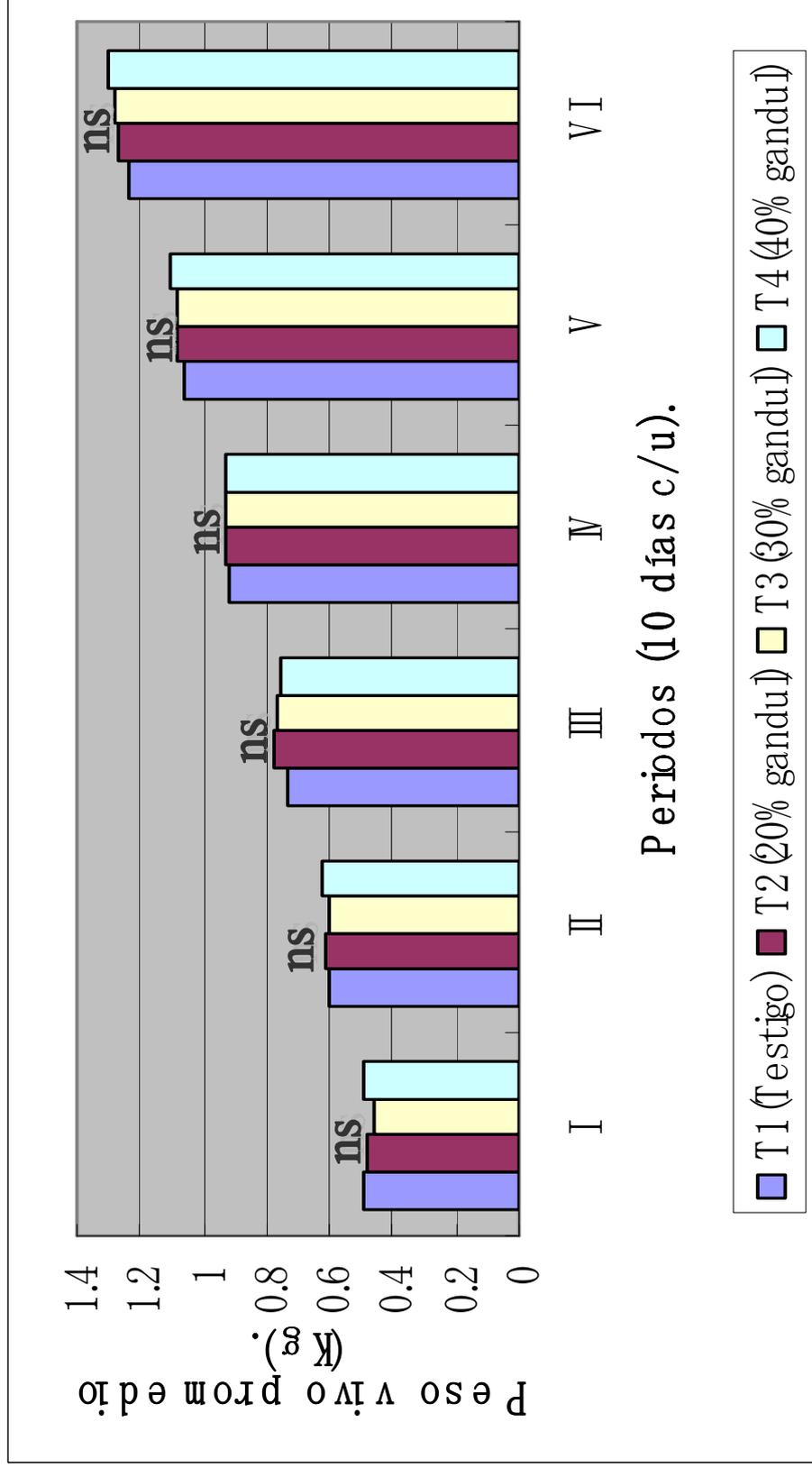
**CUADRO 1.** Resumen de peso vivo promedio (k g) por tratamiento por pollo y periodo desde el inicio hasta el final del estudio (50 días).

| Tratamiento        | *        | Periodos (10 días c/u) |          |          |          |          | Total  | Promedio |
|--------------------|----------|------------------------|----------|----------|----------|----------|--------|----------|
|                    |          | 1                      | 2        | 3        | 4        | 5        |        |          |
| T1(Testigo)1/      | 0.4951ns | 0.6051ns               | 0.7349ns | 0.9134ns | 1.0654ns | 1.2387ns | 5.0526 | 0.8421   |
| T2 (20%<br>gandul) | 0.4858ns | 0.6165ns               | 0.7733ns | 0.9261ns | 1.0824ns | 1.2699ns | 5.1540 | 0.8590   |
| T3 (30%<br>gandul) | 0.4631ns | 0.5994ns               | 0.7614ns | 0.9261ns | 1.0838ns | 1.2784ns | 5.1122 | 0.8520   |
| T4 (40%<br>gandul) | 0.4887ns | 0.6222ns               | 0.7507ns | 0.9347ns | 1.0995ns | 1.2983ns | 5.1941 | 0.8657   |
| Total              | 1.9327   | 2.4432                 | 3.0203   | 3.7003   | 4.3311   | 5.0853   |        |          |
| Pro medio          | 0.4831   | 0.6108                 | 0.7551   | 0.9251   | 1.0828   | 1.2713   |        |          |

\* = Peso pro medio al inicio de la investigación.

1/ = Concentrado comercial marca Aliansa.

ns = Diferencia estadística no significativa entre tratamientos



**FIG. 1.** Peso vivo promedio (Kg.) por tratamiento y período de 10 días cada uno desde el inicio hasta el final del estudio.

así como también se les proporcionó el mismo tipo de alimento lo cual les permitió un desarrollo uniforme.

Al realizar el análisis de varianza a la variable de peso vivo correspondiente al primer periodo de estudio (Anexo A-3 y A-4), se observó que no hubo significación estadística entre los tratamientos; los promedios de peso vivo por tratamiento fueron: T4 = 0.6222 Kg.; T2 = 0.6165 Kg.; T1 = 0.6051 Kg.; T3 = 0.5994Kg. En este periodo se pudo observar que el tratamiento que estaba desprovisto de gandum (T1 = concentrado comercial) fue el que aritméticamente inicio con un peso ligeramente mayor a los demás, pero en este periodo fue superado por T4 y T2, se esperaba que por ser el tratamiento que no posee gandum en la ración, este cambio de alimento no afectara directamente a las aves en el peso vivo. También es de resaltar que las aves de los tratamientos que poseían gandum en la ración respondieron de una forma favorable al cambio de alimento. Se esperaba que el tratamiento T3 alcanzara un peso similar a los tratamientos T4 y T2, por el hecho de contener gandum adicionado ala ración; pero asumimos que esto se debió a que este tratamiento (T3), aritméticamente inició con un promedio de peso inferior al resto.

Según el análisis de varianza correspondiente al segundo periodo (Anexo A-5 y A-6) este demostró que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, cuyos promedios de peso vivo por pollo al final de dicho periodo se comportaron aritméticamente de la siguiente manera: T2=0.7733kg; T3= 0.7614kg; T4= 0.7507kg; T1 = 0.7349kg respectivamente. Es de hacer notar que en este periodo el tratamiento T2 y T3 superan aritméticamente al tratamiento T4, que en el periodo anterior había presentado el mayor peso vivo, este descenso en el peso fue causado por problemas de salud (coccidiosis) que afectó dicho tratamiento en este periodo. Para el control de esta enfermedad fue

necesario el suministro de antibiótico al agua por un periodo de cuatro días y se proporcionó al resto de tratamientos de una manera preventiva. Un aspecto importante de hacer notar es que el tratamiento T3 supero aritméticamente a los tratamientos T4 y T1 a pesar que fue el tratamiento que inicio con un peso menor al resto de ellos.

De igual manera al realizar el análisis de varianza correspondiente al tercer periodo (Anexo A-7 y A-8) se demostró que los tratamientos se comportaron similares entre si, ya que las diferencias fueron únicamente aritméticas, comportándose de la siguiente manera: T4 = 0.9347Kg.; T3= 0.9261Kg.; T2 = 0.9261Kg.; T1 = 0.9134Kg. Es de hacer notar que en este periodo el tratamiento T4 toma protagonismo nuevamente en el peso vivo, parece ser que una vez superado el stress causado por la coccidiosis normaliza su comportamiento en el peso vivo, se puede observar que con el suministro de antibiótico en el agua se logra un control eficiente de la coccidia y una vez superado este problema las aves tienden a normalizar el comportamiento en la ganancia de peso; es de mencionar que el tratamiento T3, mantiene su dominio aritmético respecto al T1 e iguala al tratamiento T2, manteniendo este dominio ascendente hasta el final de la investigación.

En los datos obtenidos en el cuarto periodo (Anexo A-9 y A-10) se puede observar que los resultados obtenidos fueron: T4 = 1.0995Kg.; T3 = 1.0838Kg.; T2 = 1.0824Kg.; T1 = 1.0654Kg. Es de notar que en este periodo y en el anterior los tratamientos que poseen gandum adicionado a la ración toman protagonismo en el aumento de peso vivo y dentro de estos el que alcanza un mayor aumento es el tratamiento T4 (1.0995Kg.) el cual presenta la mayor proporción de gandum (40%). Este mismo comportamiento se observa en el quinto periodo (Anexo A-11 al A-12) donde aritméticamente el tratamiento T4

(40% de proteína a base de gandum + 60% de proteína base concentrado comercial) mantuvo un dominio sobre los demás tratamientos, seguido por T3 (30% de proteína a base de gandum +70% de proteína base concentrado comercial), T2 (20% de proteína a base de gandum + 80% de proteína base concentrado comercial) y T1 (concentrado comercial ) que presentó el promedio mas bajo, el cual corresponde a pollos alimentados con concentrado comercial.

Es de hacer notar que, comparando los promedios de todos los periodos obtenidos en el cuadro de resumen de peso vivo por tratamiento por pollo y periodo desde el inicio hasta el final del estudio (Cuadro 1), los tratamientos que contenían gandum adicionado en la ración resultaron ser aritméticamente mejor al tratamiento testigo (concentrado comercial), obteniendo los siguientes datos T4 = 0.8657 Kg., T2 = 0.8590Kg., T3 = 0.8520 y T1 = 0.8421Kg., notándose que el tratamiento T2 supero aritméticamente al tratamiento T3, pero esta diferencia se puede atribuir a que al inicio de la investigación el tratamiento T2 presento un mayor promedio de peso vivo que el tratamiento T3, pero a medida se fue desarrollando la investigación el tratamiento T3 alcanzo promedios de peso aritméticos superiores al tratamiento T2 en los últimos dos periodos, esto se puede notar en los cuadros de resumen de peso vivo promedio por pollo por periodo (Cuadro 1).

Estos resultados coinciden con lo expresado por Benítez Parada y Col. (4) quienes realizaron un estudio sobre otros monogástricos (conejos). Estos investigadores expresan que el peso vivo en conejos es mayor a medida que se aumentan los niveles de gandum en la dieta de estos.

La eficiencia productiva acumulada por tratamiento se presenta en el cuadro 2. Para analizar dicha eficiencia; se tomo como base (100%) el tratamiento que resultó con menor promedio al final de la fase experimental T1= 1.2387Kg.,

para los tratamientos T4, T3, T2, T1. la eficiencia productiva fue de 105%, 103%, 102% y 100%.

Para establecer el porcentaje de proteína en todos los tratamientos se estandarizaron las raciones al (20.61%) tomando como base el porcentaje proteico del concentrado comercial (20.61%) (Anexo A-33) el propósito de balancear las raciones a este nivel fue para garantizar que cada tratamiento recibiera el mismo aporte protéico con su respectivo nivel de harina de semilla de gandul (20,30 y 40%) y de esta manera evitar que un tratamiento llevara ventajas o desventaja sobre otro. Zaviezo (44), manifiesta que niveles excesivos de proteína en la ración no solo significa un alto costo adicional de la formula, sino que afectan el desempeño productivo de las aves y recomienda que a las aves jóvenes en desarrollo se les debe proporcionar 21% de proteína para obtener un optimo desempeño productivo.

Se pudo comprobar que las aves criollas asimilan eficientemente la harina de semilla gandul hasta un 40% en comparación al concentrado comercial. Las diferencias aritméticas resultantes entre tratamientos se pueden atribuir al efecto del gandul adicionado a la ración. Lo antes mencionado se pudo observar en el tratamiento T3, el cual arranco con un peso vivo inferior al resto de tratamientos, y a medida se iba desarrollando la investigación alcanzó pesos similares a ellos; es muy probable que de haber prolongado la investigación este tratamiento (T3) hubiese superado al tratamiento T4 con resultados estadísticos significativos por la tendencia que este tuvo durante la investigación. Cabe mencionar que aunque existieron diferencias aritméticas entre tratamientos al final del estudio; las diferencias estadísticas fueron no significativas, y se esperaba que el tratamiento T4 por haber presentado un consumo ligeramente mayor (cuadro 5) comparado al resto de

**CUADRO 2.** Peso vivo promedio (Kg.) por tratamiento y variabilidad al final del estudio (50 días).

| Tratamiento 1/ | Peso vivo promedio (Kg.) | Desviación estándar (Kg.) | Coefficiente de variación (%) | Eficiencia productiva 2/ (%) |
|----------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| T1             | 1.2387                   | ± 0.2830                  | 33.61                         | 100                          |
| T2             | 1.2699                   | ± 0.2928                  | 34.08                         | 102                          |
| T3             | 1.2784                   | ± 0.3047                  | 35.76                         | 103                          |
| T4             | 1.2983                   | ± 0.3037                  | 35.08                         | 105                          |
| Total          | 5.0853                   | 1.1842                    | 138.53                        |                              |
| Pro medio      | 1.2713                   |                           |                               |                              |

1/ = T1 (testigo) = 100 % concentrado comercial marca ALIANSA (20.61 % de proteína total)

T2 = 20 % de proteína base gandul (20.61 % de proteína total).

T3 = 30 % de proteína base gandul (20.61 % de proteína total).

T4 = 40 % de proteína base gandul (20.61 % de proteína total).

2/ = En base al tratamiento que presento el menor promedio de peso vivo al final del estudio .  
(T1 = 1.2387 Kg.).

tratamientos, hubiese alcanzado un promedio de peso vivo superior, que resultara en diferencias estadísticas significativas; pero, a medida se aumentó el nivel de gandum en los tratamientos de igual manera la cantidad de fibra cruda presente en la ración fue mayor, lo que probablemente influyó en que las aves en este tratamiento (T4) no alcanzaran promedios de pesos estadísticos superiores al resto de ellos (T1, T2 y T3). Al final de este estudio se puede observar que los tratamientos con mayor porcentaje de gandum son los que obtuvieron un mayor peso vivo aritméticamente hablando, esto podría atribuirse a que el gandum una vez eliminado el efecto tripsinógeno es aprovechado eficientemente por las aves (ya que todos los tratamientos que contenían gandum en forma de harina, previo a ello, el grano fue sometido a la acción del calor por medio del tostado) y se puede comprobar que su efecto nutricional va en una relación directa a la proporción de gandum adicionada a la ración.

De Acosta, Iraida R. y Col. (14), manifiestan que el gandum crudo presenta un nivel de tripsina de 7.76 el cual puede disminuir hasta un 2.32 % al ser sometido al calor, de igual manera Montiel Araujo y Col. (33), aseguran que al no ser tratado previamente el grano, estos factores tóxicos provocan una reducción en la disponibilidad e hidrólisis de las proteínas, lo que da como consecuencia una baja absorción de aminoácidos.

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

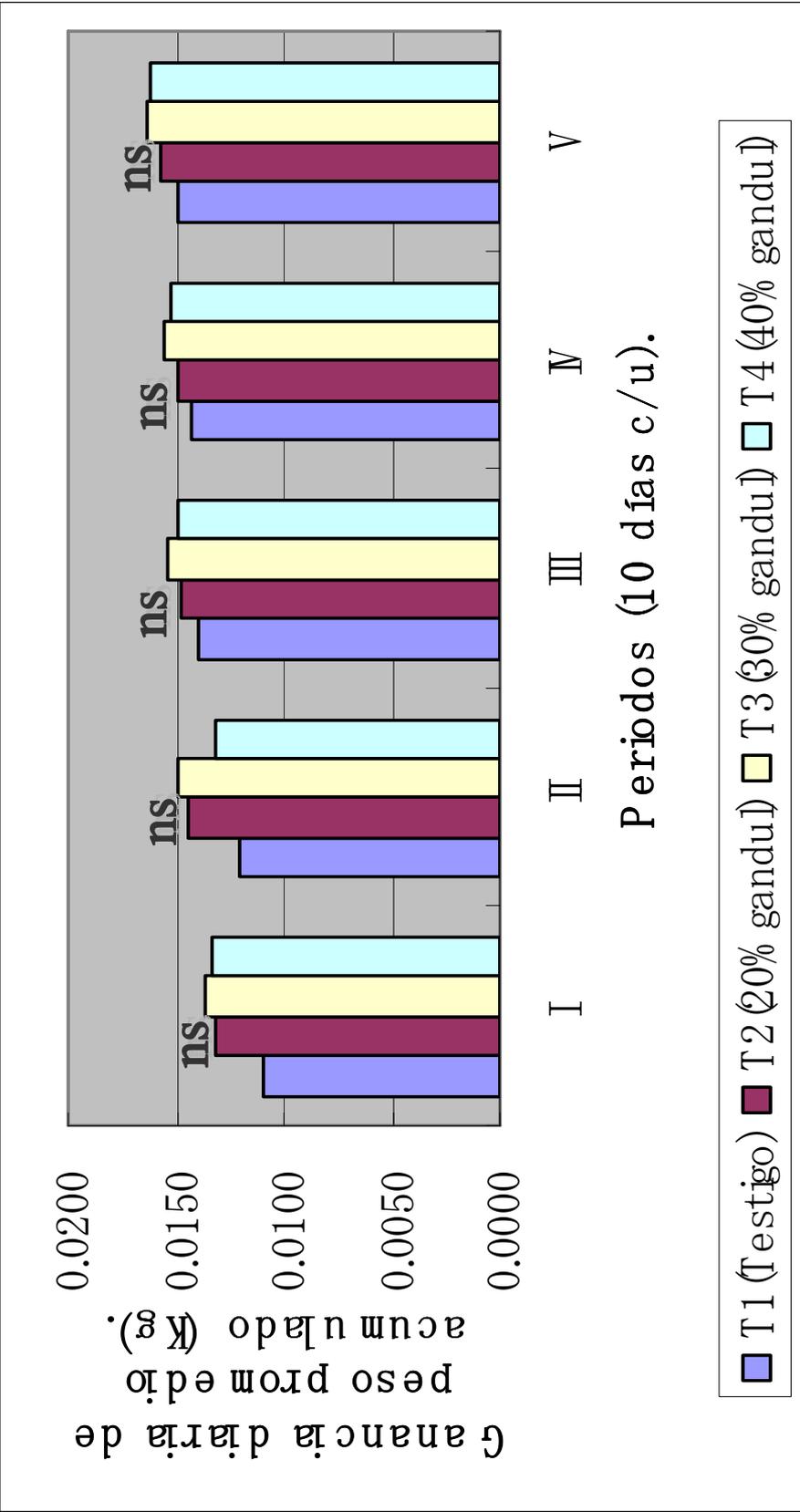
En el cuadro 3 y figura 2 se presenta la ganancia diaria promedio de peso acumulado desde el inicio hasta el final del estudio. Dicha información es acompañada de su análisis de varianza (Anexos A13- A22).

**CUADRO 3.** Resumen de ganancia diaria promedio de peso acumulada (Kg.) por tratamiento y periodo desde el inicio hasta el final del estudio.

| Tratamientos          | Periodos (10 días c/u) |           |           |           |           | Total  | Promedio |
|-----------------------|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|----------|
|                       | I                      | II        | III       | IV        | V         |        |          |
| T1<br>(Testigo)       | 0.0110 ns              | 0.0120 ns | 0.0139 ns | 0.0143 ns | 0.0149 ns | 0.0661 | 0.0132   |
| T2<br>(20%<br>gandul) | 0.0131 ns              | 0.0144 ns | 0.0147 ns | 0.0149 ns | 0.0157 ns | 0.0728 | 0.0146   |
| T3<br>(30%<br>gandul) | 0.0136 ns              | 0.0149 ns | 0.0154 ns | 0.0155 ns | 0.0163 ns | 0.0757 | 0.0151   |
| T4<br>(40%<br>gandul) | 0.0133 ns              | 0.0131 ns | 0.0149 ns | 0.0153 ns | 0.0162 ns | 0.0728 | 0.0146   |
| Total                 | 0.0510                 | 0.0544    | 0.0589    | 0.0600    | 0.0631    |        |          |
| Promedio              | 0.0128                 | 0.0136    | 0.0147    | 0.0150    | 0.0158    |        |          |

\* = Concentrado comercial marca Aliansa.

ns = Diferencia estadística no significativa entre tratamientos.



**FIG 2.** Ganancia diaria promedio de peso acumulada (Kg.) por tratamiento y periodo desde el inicio hasta el final del estudio (50 días).

Al analizar estadísticamente el comportamiento de los datos acumulados; en el primer periodo (10 días de estudio), se observó que las diferencias entre los tratamientos fueron estadísticamente no significativas (Anexos A-13 y A-21); sin embargo, se presentaron diferencias aritméticas, los resultados fueron: T3 = 0.0136Kg., T4 = 0.0133Kg., T2 = 0.0131Kg., T1 = 0.0110Kg. En estos resultados no se observó un dominio en orden lógico con respecto a la proporción del gándul. Pero el tratamiento T3 tiene una ganancia de peso ligeramente mayor a los demás tratamientos y es el que posee el suministro intermedio de gándul.

El análisis de varianza correspondiente al segundo periodo (20 días) demostró que no existió diferencia significativa entre los tratamientos (Anexos A-15 y A-16). Al comparar los promedios de los tratamientos en estudio, aritméticamente se comportaron de la siguiente manera: T3 = 0.0149Kg., T2 = 0.0144Kg., T4 = 0.0131Kg. y T1 = 0.0120Kg.; con una diferencia de T3 y T2 sobre el resto de tratamientos de 0.0013Kg.; 0.0024Kg. respectivamente. Obsérvese que el promedio de ganancia de peso de T3 y T2 es similar y son ligeramente superiores a los demás tratamientos seguido, por T4 y T1 los cuales incrementaron el promedio de ganancia de peso con respecto a T1 quien para este periodo presentó el promedio mas bajo con respecto a los demás tratamientos. Es de resaltar que en este periodo el tratamiento T4 fue afectado por una diarrea, la cual influyó ligeramente en la ganancia diaria promedio de peso para este periodo; dicha enfermedad fue controlada con el suministro de antibiótico en el agua durante 4 días.

Al desarrollar el tercer periodo en estudio (30 días) no existieron diferencias estadísticas significativas; el tratamiento T3 = 0.0154Kg.; fue ligeramente superior con respecto a T4 = 0.0149Kg.; T2 = 0.0147Kg.; y T1 = 0.0139Kg., con

las siguientes diferencias: 0.0005Kg.; 0.0007Kg.; y 0.0015Kg.; respectivamente (Anexos A-18 y A-19).

En el cuarto periodo de estudio (40 días) el tratamiento T3 = 0.0155Kg. fue superior aritméticamente con respecto a T4 = 0.0153Kg., T2 = 0.0149Kg. y T1 = 0.0143Kg. con las siguientes diferencias: 0.0002Kg.; 0.0006Kg.; 0.0012Kg. respectivamente (Anexos A-19 y A-20). En este periodo al realizar el análisis de varianza se pudo hacer notar que no existieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos lo que significó que estos tuvieron un comportamiento similar entre ellos.

Durante el quinto periodo (50 días) al realizar el análisis de varianza se observó que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos (Anexos A-21 y A-22). Al comparar los promedios de los tratamientos en estudio se observó el siguiente comportamiento: T3 = 0.0163Kg., T4 = 0.0162Kg., T2 = 0.0157Kg. y T1 = 0.0149Kg. Se pudo observar que aritméticamente el tratamiento T3 (30% de proteína base gandul + 70% de proteína base concentrado comercial), mantiene un dominio sobre los demás tratamientos, seguido por T4( 40% de proteína base gandul + 60% de proteína base concentrado comercial), T2 (20% de proteína base gandul + 80% de proteína base concentrado comercial), T1( alimentación con concentrado comercial), que presentó el dato más bajo, el cual corresponde a pollos alimentados con concentrado comercial.

En el cuadro 3 y figura 2 se presenta la ganancia diaria de peso acumulada por tratamientos y periodos durante la fase experimental (50 días). Obsérvese que el tratamiento T3 durante todo el estudio fue superior a los demás tratamientos, aunque no hay diferencia estadística en todos los periodos que duró el ensayo, solamente diferencias aritméticas. Estos resultados coinciden con lo expresado por Cidicco (32), quien manifiesta que el gandul puede ser utilizado en raciones

para aves hasta un 30%. En esta investigación se pudo comprobar que las aves aceptaron de buena manera las raciones de alimento que se les proporcionó; ya que, la ganancia diaria de peso fue de manera ascendente y era lo esperado en condiciones normales de manejo. Los tratamientos que contienen gandul adicionado a la ración son los que alcanzaron aritméticamente las mayores ganancias de peso.

En ninguno de los periodos en estudio el tratamiento T1 (concentrado comercial) fue superior a los demás tratamientos; a partir del primer periodo se observa una ligera superioridad aritmética de los tratamientos que poseen gandul; donde se ve que T3 es superior a T4 y a T2 y todos ellos superiores aritméticamente al tratamiento T1.

En resumen se concluye que en la alimentación del ave criolla en la fase crecimiento-desarrollo el tratamiento carente de gandul fue el que aritméticamente estuvo por debajo de los demás tratamientos al final del ensayo en cuanto a la variable ganancia diaria de peso.

En el Cuadro 4 se presenta los datos de variación y eficiencia productiva teniendo como base el tratamiento T1 que presentó el promedio más bajo al final de la investigación; la eficiencia productiva se presentó de la siguiente manera:

**CUADRO 4.** Ganancia diaria de peso promedio acumulado (Kg.) por tratamiento y variabilidad al final del estudio (50 días).

| Tratamiento 1/ | Ganancia diaria promedio (Kg.) | Desviación estándar (Kg.) | Coefficiente de variación (%) | Eficiencia productiva 2/ (%) |
|----------------|--------------------------------|---------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| T1             | 0.0149                         | ± 0.0016                  | 12.48                         | 100                          |
| T2             | 0.0157                         | ± 0.0009                  | 6.49                          | 105                          |
| T3             | 0.0163                         | ± 0.0011                  | 6.59                          | 109                          |
| T4             | 0.0162                         | ± 0.0013                  | 9.10                          | 108                          |
| Total          | 0.0631                         | 0.0049                    | 34.66                         |                              |
| Pro medio      | 0.0158                         |                           |                               |                              |

1/ = T1 (testigo) = 100 % concentrado comercial marca ALIANSA (20.61 % de proteína total)

T2 = 20 % de proteína base gandum (20.61 % de proteína total).

T3 = 30 % de proteína base gandum (20.61 % de proteína total).

T4 = 40 % de proteína base gandum (20.61 % de proteína total).

2/ = En base al tratamiento que presento el menor promedio de la ganancia diaria de peso al final del estudio (T1 = 0.0149 Kg.).

T3 = 109%, T4 = 108%, T2 = 105% y T1 = 100% en diferencias de 9%, 8% y 5%, respectivamente.

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

Esta variable no esta comprendida dentro de nuestro estudio pero es necesario hacer mención de ella para conocer el comportamiento que esta tubo durante la investigación.

Al analizar el consumo (Cuadro 5) acumulado de alimento por tratamiento y periodo obsérvese que no existieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, aunque el tratamiento T4 fue el que presentó un consumo ligeramente mayor aritméticamente. Estos resultados se pueden atribuir al contenido de energía presente en el concentrado comercial el cual es mayor al porcentaje de energía en el resto de tratamientos (A-33); ya que a medida se aumentó el nivel de harina se semilla de gandul la cantidad de energía presente, disminuyó en la ración por lo cual el ave tiende a consumir mayor cantidad de alimento; esto concuerda con lo expresado por KELL (24); quien manifiesta que el consumo de alimento disminuye gradualmente a medida que aumenta el contenido energético de la dieta.

**CUADRO 5.** Consumo promedio de alimento diario acumulado (Kg.) por pollo y periodo desde el inicio hasta el final del estudio (50 días).

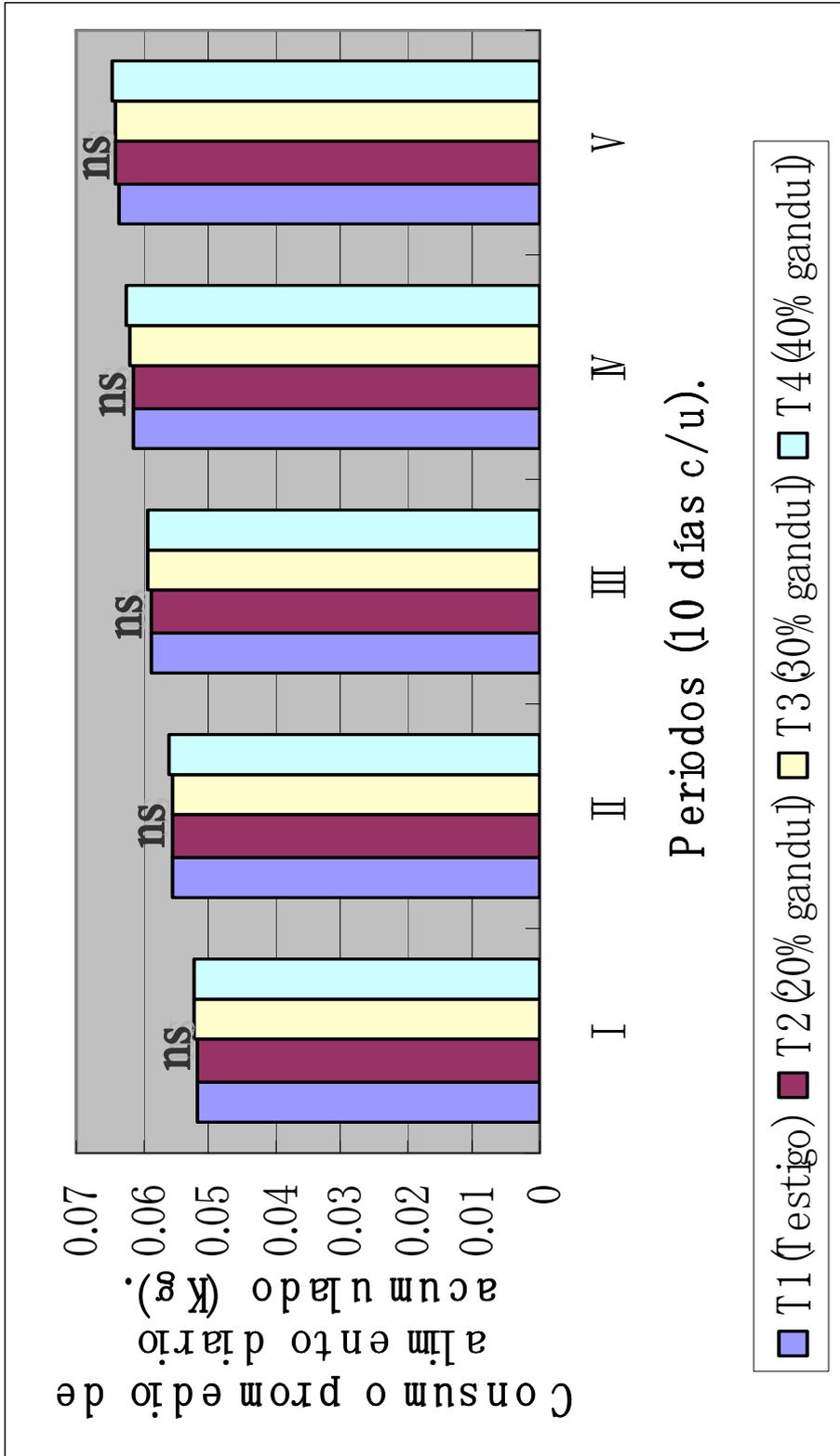
| Tratamiento              | PERIODOS  |           |           |           |           | Total  | Promedio |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|----------|
|                          | I         | II        | III       | IV        | V         |        |          |
| T1 (Testigo)*/<br>gandul | 0.0516 ns | 0.0552 ns | 0.0585 ns | 0.0613 ns | 0.0637 ns | 0.2903 | 0.0581   |
| T2 (20% de<br>gandul)    | 0.0518 ns | 0.0555 ns | 0.0587 ns | 0.0616 ns | 0.0640 ns | 0.2916 | 0.0583   |
| T3 (30% de<br>gandul)    | 0.0520 ns | 0.0557 ns | 0.0591 ns | 0.0620 ns | 0.0643 ns | 0.2931 | 0.0586   |
| T4 (40% de<br>gandul)    | 0.0523 ns | 0.0560 ns | 0.0595 ns | 0.0622 ns | 0.0647 ns | 0.2947 | 0.0589   |

**CUADRO 6.** Análisis de varianza para el consumo de alimento (Kg.) diario acumulado por pollo desde el inicio hasta el final del estudio. (50 días).

| F de V      | G.I | SC          | CM          | FC         | F tabla |      |
|-------------|-----|-------------|-------------|------------|---------|------|
|             |     |             |             |            | 5%      | 1%   |
| Tratamiento | 3   | 0.000002165 | 0.000000722 | 0.03045 ns | 3.24    | 5.29 |
| Error       | 16  | 0.000379160 | 0.000023698 |            |         |      |
| Total       | 19  | 0.000381325 |             |            |         |      |

\* / = Concentrado comercial marca Aliansa.

ns = Diferencia estadística no significativa entre tratamientos.



**FIG 3.** Consumo promedio de alimento diario acumulado (Kg.) por pollo y periodo desde el inicio hasta el final del estudio (50 días).

#### **4.4. Conversión alimenticia.**

La conversión alimenticia promedio por pollo se calculó mediante el cociente que resultó de la división del consumo total de alimento, entre la ganancia de peso total, en periodos acumulados cada 10 días. De esta manera, se obtuvieron promedios por repetición y tratamiento al final de cada periodo, a los cuales se les realizó sus respectivos análisis de varianza. El comportamiento de estos resultados se detalla en los Anexos A-23 al A-31.

En el cuadro 7 y figura 4 se muestra la conversión alimenticia promedio acumulada (Kg.) al final del presente estudio (99 días de edad de las aves) para cada tratamiento. Con estos resultados se puede decir que se observó un aprovechamiento aceptable del alimento durante el transcurso de la fase experimental por parte de las aves, es decir que estas, en todo el experimento, necesitaron 4.37 libras de alimento para convertir una libra de carne. Estos resultados fueron similares a los obtenidos por la revista Portalagrario (36), quienes manifiestan que las aves ponedoras a la edad de 14 semanas, presentan una relación de conversión de 4.43: 1.

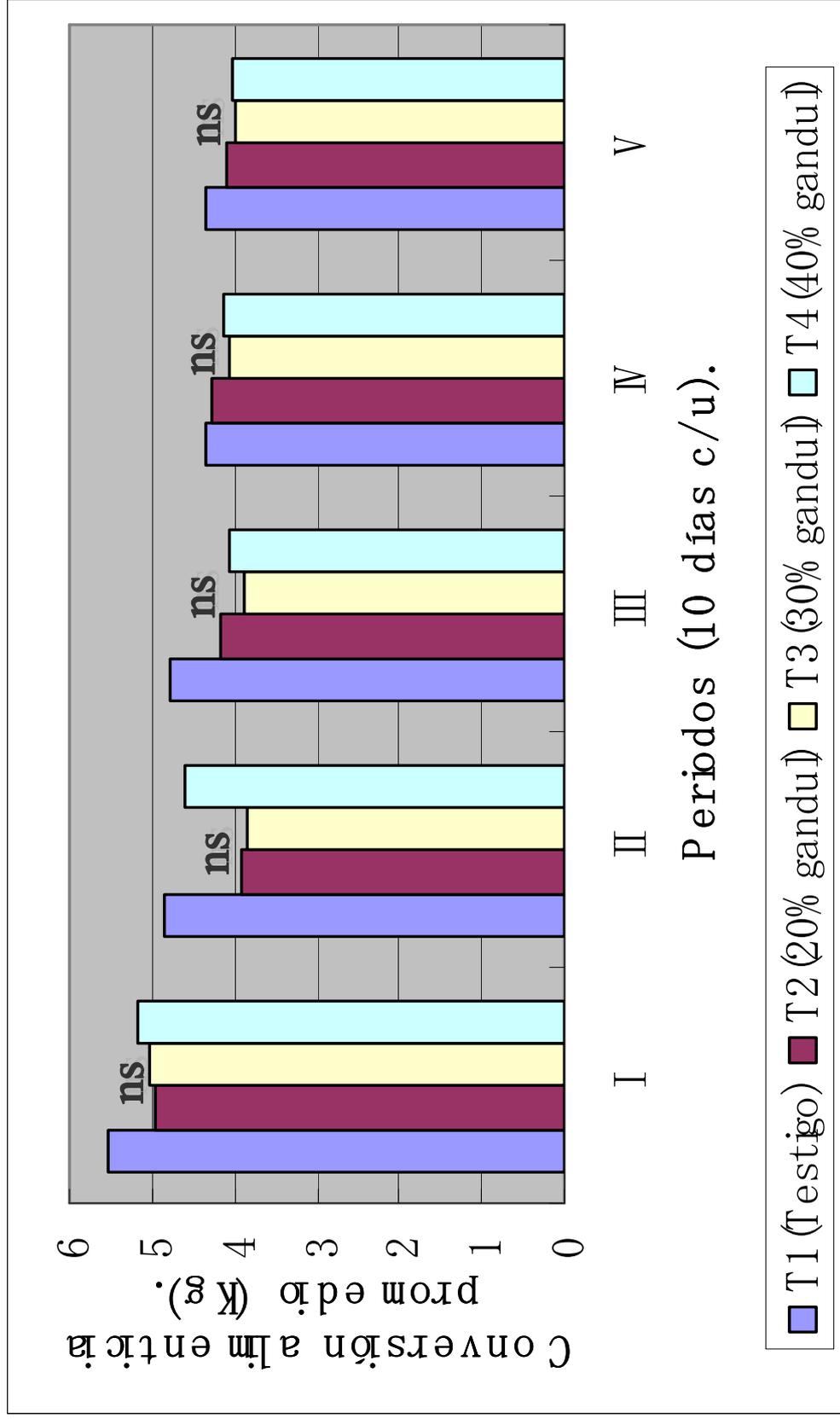
Al analizar estadísticamente el comportamiento de los datos acumulados en el primer periodo (10 días de estudio), se observó que las diferencias entre los tratamientos fueron no significativas. Sin embargo se presentaron diferencias aritméticas y los resultados fueron  $T2 = 4.9568$ ,  $T3 = 5.0122$ ,  $T4 = 5.1802$ ,  $T1 = 5.5294$  (Anexo A-23 y A-24).

**CUADRO 7.** Conversión alimenticia promedio acumulada (Kg.) por tratamiento y periodos desde el inicio hasta el final del estudio. (50 días).

| Tratamientos       | Periodos de 10 c/u |           |           |           |           | Total   | Promedio |
|--------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|----------|
|                    | I                  | II        | III       | IV        | V         |         |          |
| T1 (Testigo)       | 5.5294 ns          | 4.8433 ns | 4.3078 ns | 4.3304 ns | 4.3569 ns | 23.8484 | 4.7690   |
| T2 (20% de gandum) | 4.9568 ns          | 3.8988 ns | 4.1642 ns | 4.2902 ns | 4.1110 ns | 21.4210 | 4.2842   |
| T3 (30% de gandum) | 5.0122 ns          | 3.8272 ns | 3.8649 ns | 4.0530 ns | 3.9808 ns | 20.7381 | 4.1476   |
| T4 (40% de gandum) | 5.1802 ns          | 4.6031 ns | 4.0648 ns | 4.1452 ns | 4.0160 ns | 22.0092 | 4.4018   |
| Total              | 20.6785            | 17.1724   | 16.8787   | 16.8188   | 16.4647   |         |          |
| Promedio           | 5.1696             | 4.2931    | 4.2197    | 4.2047    | 4.1162    |         |          |

\*/ = Concentrado comercial marca Aliansa.

ns = Diferencia estadística no significativa entre tratamientos.



**FIG 4:** Conversión alimenticia promedio acumulada (Kg.) por tratamiento y periodo desde el inicio hasta el final del estudio.

A partir del segundo periodo aritméticamente el tratamiento que mejor comportamiento tuvo fue el T3 y se mantuvo así hasta el final del ensayo con esa ventaja de índole aritmética sobre los demás tratamientos, seguido por T4, T2 y T1, donde el tratamiento T3 obtuvo un promedio de 3.8272, T2 = 3.8988, T4 = 4.6031, T1 = 4.8433 (Anexo A-25 y A-26).

La conversión alimenticia en el tercer periodo no mostró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, pero si aritméticas las cuales fueron de: T3 = 3.8649, T4 = 4.0648, T2 = 4.1642, T1 = 4.3078 (Anexo A-27 y A-28). Otra situación que llama la atención es que durante el primer periodo del ensayo el tratamiento que menor rendimiento tuvo fue el tratamiento T1, que era el tratamiento que no contenía gandul en la ración. De igual manera durante todos los periodos que duro el ensayo, este tratamiento (T1) fue el que tuvo la menor conversión aritméticamente desde el inicio hasta el final. El gandul desde el inicio hasta el final del ensayo muestra sus bondades, ya que los tratamientos con gandul alcanzaron aritméticamente las mejores conversiones comparadas con el tratamiento testigo, con lo que se corrobora el efecto benéfico del gandul adicionado a la ración. Los promedios obtenidos para cuarto periodo demuestran que no existieron diferencias estadísticas significativas, dichos promedios fueron los siguientes de: T3 = 4.0530, T4 = 4.1452, T2 = 4.2902 y T1 = 4.3307 (Anexo A-29 y A-30).

La conversión alimenticia para el quinto periodo no presentó diferencias estadísticas significativas, pero si aritméticas, donde se observa un dominio notable del tratamiento T3 seguido de T4, T2 y T1 respectivamente (Anexo A-31 y A-32). Los tratamientos que contenían gandul adicionado a la ración fueron los que convirtieron más eficientemente el alimento, aun cuando las diferencias son aritméticas comparadas con el promedio obtenido por el tratamiento testigo.

En síntesis en el ave criolla no podemos concluir que el nivel bajo ni el mas alto (20%, 40%) es el recomendado si no el nivel intermedio (30%) el cual alcanzó aritméticamente la mejor conversión alimenticia durante el estudio.

A partir del primer periodo los tratamientos que contenían gandum han superado al testigo, esto nos demuestra que la harina del grano del gandum manifiesta sus bondades desde el inicio del ensayo, al haber sido estos los que mejor convirtieron el alimento, muy por el contrario al tratamiento testigo.

En el cuadro 7 y figura 4 se muestra la conversión alimenticia acumulada al final del presente estudio (50 días de edad de los pollos) y se puede decir que durante la investigación se observó un aprovechamiento normal del alimento durante el transcurso de la fase experimental por parte de las aves, es decir, que las aves, en todo el experimento, necesitaron 4.37 libras de alimento para convertir un libra de carne, ya que por ser ave criolla su cuerpo necesita consumir mayor cantidad de alimento para ganar mas peso, contrario a los resultados obtenidos por Montiel Araujo y Col. (33), quienes manifiestan que el pollo de engorde necesita consumir tan solo 2.46 libras de alimento en condiciones climáticas similares a las de nuestro estudio para poder convertir una libra de carne, esto debido a la genética de este tipo de aves que esta destinado a ganar mas peso con menos alimento.

En el cuadro 8 se presenta los datos de variación y eficiencia productiva obtenidos en la investigación los cuales fueron T3 = 91%, T4 = 92%, T2 = 94% y T1 = 100%.

**CUADRO 8.** Conversión alimenticia promedio (Kg.) por tratamiento y variabilidad al final del estudio. (50 días).

| Tratamiento 1/ | Conversión alimenticia (Kg.) | Desviación estándar (Kg.) | Coefficiente de variación (%) | Eficiencia productiva 2/ (%) |
|----------------|------------------------------|---------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| T1             | 4.35                         | ± 0.4864                  | 10.19                         | 100                          |
| T2             | 4.11                         | ± 0.4017                  | 9.37                          | 94                           |
| T3             | 3.98                         | ± 0.4917                  | 11.85                         | 91                           |
| T4             | 4.01                         | ± 0.4936                  | 11.21                         | 92                           |
| Total          | 16.45                        | 1.8734                    | 42.62                         |                              |
| Pro medio      | 4.11                         |                           |                               |                              |

1/ = T1 (testigo) = 100 % concentrado comercial marca ALIANSA (20.61 % de proteína total)

T2 = 20 % de proteína base gandum (20.61 % de proteína total).

T3 = 30 % de proteína base gandum (20.61 % de proteína total).

T4 = 40 % de proteína base gandum (20.61 % de proteína total).

2/ = En base al tratamiento que presentó la menor conversión alimenticia promedio al final del estudio (T1 = 4.35Kg.).

#### **4.5. Evaluación económica.**

Para la realización de la evaluación económica se hizo en base a la ganancia de peso, la cual se obtuvo de restar al peso final menos el peso inicial en el cuadro del peso vivo.

La utilidad neta por animal en el tratamiento T4 (\$0.46), fue ligeramente mejor a la obtenida en el tratamiento T3 (\$ 0.39), seguida por T2 (\$ 0.27) y T1 (\$ 0.0031), con una diferencia de \$0.07, \$0.19 y \$0.45 con respecto a T4. Los tratamientos T4 y T3 dejaron mejores utilidad por pollo (\$0.46) y (\$ 0.39), lo que incidió en una mejor relación beneficio/costo (\$1.29) y (\$1.23); seguido por el tratamiento T2 (\$1.16) y T1 (\$1.02).

Un aspecto importante que se puede observar en los tratamientos es una leve tendencia ascendente a medida se incrementa la cantidad de gandul en la ración para la variable peso vivo lo que indica que la proteína aportada por la harina de semilla de gandul era de muy buena calidad, debido a que las sustancias tóxicas y antinutricionales que esta contiene es su composición fueron disminuidas a través del proceso térmico del tostado. Para el caso del ingreso por venta, el tratamiento T3 (\$2.06), presentó el mayor ingreso seguido por el tratamiento T4 (\$2.04), T2 (\$1.98), T1 (\$1.88) esto debido a que la ganancia peso por pollo del T3 (0.8153Kg.) aritméticamente fue mejor a los demás tratamientos T4 (0.8096Kg.), T2 (0.7841Kg.) y T1 (0.7436Kg.), con una diferencia de 0.0057Kg., 0.0312Kg. y 0.0717Kg. respectivamente.

**CUADRO 9.** Evaluación económica promedio por pollo en cada uno de los tratamientos en estudio.

| Concepto/ pollo                   | T1<br>(Concentrado) | T2 (20%<br>Gandul) | T3 (30%<br>Gandul) | T4 (40%<br>Gandul) |
|-----------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Concentrado inicio <u>1/</u>      | \$ 0.17             | \$ 0.13            | \$ 0.12            | \$ 0.11            |
| Concentrado finalizador <u>2/</u> | \$ 1.09             | \$ 0.90            | \$ 0.81            | \$ 0.67            |
| Vacuna Newcastle                  | \$ 0.02             | \$ 0.02            | \$ 0.02            | \$ 0.02            |
| Vacuna Cólera                     | \$ 0.02             | \$ 0.02            | \$ 0.02            | \$ 0.02            |
| Vacuna Viruela                    | \$ 0.03             | \$ 0.03            | \$ 0.03            | \$ 0.03            |
| Antibiótico                       | \$ 0.07             | \$ 0.07            | \$ 0.07            | \$ 0.07            |
| Desinfectante                     | \$ 0.08             | \$ 0.08            | \$ 0.08            | \$ 0.08            |
| Granza                            | \$ 0.04             | \$ 0.04            | \$ 0.04            | \$ 0.04            |
| Luz eléctrica                     | \$ 0.07             | \$ 0.07            | \$ 0.07            | \$ 0.07            |
| Mano de Obra <u>3/</u>            | \$ 0.26             | \$ 0.26            | \$ 0.26            | \$ 0.26            |
| Gandul                            |                     | \$ 0.08            | \$ 0.12            | \$ 0.16            |
| Elaboración de Harina.            |                     | \$ 0.01            | \$ 0.03            | \$ 0.05            |
| Costo total/pollo                 | \$ 1.85             | \$ 1.71            | \$ 1.67            | \$ 1.58            |
| Ganancia de peso en Kg./pollo     | 0.7436              | 0.7841             | 0.8153             | 0.8096             |
| Precio de venta por Kg.           | \$ 2.53             | \$ 2.53            | \$ 2.53            | \$ 2.53            |
| Ingreso por venta                 | \$ 1.88             | \$ 1.98            | \$ 2.06            | \$ 2.04            |
| Utilidad neta por animal          | \$ 0.0031           | \$ 0.2738          | \$ 0.3927          | \$ 0.4683          |
| Relación beneficio/costo          | \$ 1.02             | \$ 1.16            | \$ 1.23            | \$ 1.29            |

1 / Concentrado comercial inicio marca alianza = \$15.20 / qq

2 / Concentrado comercial finalizador marca alianza = \$ 15.20 / qq

3 / Tomando como base un salario de \$ 3.43 / día

## 5. CONCLUSIONES.

La alimentación con harina de semilla de gandul, muestra ser una alternativa positiva para el desarrollo de aves criollas en la fase de crecimiento desarrollo.

Las aves criolla en la etapa crecimiento desarrollo toleran hasta un 40% de proteína proveniente de la harina de semilla de gandul en la ración.

La ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia se ven ligeramente afectadas en la medida que se aumenta el nivel de gandul en la ración, por el contenido de fibra que aumenta en la medida se incrementa dicho porcentaje y la energía que de igual manera tiende a disminuir.

El consumo de alimento no es afectado estadísticamente por el nivel de gandul (20 – 40%) en la ración; sin embargo, aritméticamente, este aditivo parece aumentar la palatabilidad, la cual se ve afectada por el contenido de fibra que aumenta en la medida que se incrementa el porcentaje de gandul.

Económicamente el 40% de proteína proveniente de gandul en la dieta resulta ser el nivel mas ventajoso, considerando la relación beneficio costo (\$ 1.29).

En resumen podemos decir que aunque no se presentaron diferencias estadísticas significativas en el rendimiento de los diferentes tratamientos que contenían gandul, estos reflejan una ligera superioridad aritmética en cuanto a rendimiento y beneficios económicos comparados al tratamiento testigo.

## **6. RECOMENDACIONES.**

Alimentar las aves criollas en la etapa crecimiento desarrollo sustituyendo hasta un 40% de proteína en la ración, por la proveniente de harina de semilla de gandul adicionada ala ración.

Realizar nuevas investigaciones con esta leguminosa en aves en la etapa de postura.

Difundir la siembra y utilización del gandul como alternativa a bajo costo de producción en alimentación de aves aunado a que mejora las condiciones edáficas.

Realizar nuevas investigaciones con esta leguminosa en otras especies diferentes a las ya estudiadas.

## 7. BIBLIOGRAFÍA.

1. ALEGRIA, R. A. S. s. f. Importancia y agronómica del gandul. La Libertad, El Salvador. CENTA. 7 p.
2. ASOCIACION FE Y TRABAJO. Manejo en encierro de gallinas criollas. Programa de Agricultura Sostenible. Boletín divulgativo.
3. AVILA GONZALES E,; MANUEL CUCA G. Alimentación. Colegio de Postgrado de Enseñanza e Investigación Agrícola. Editorial Centeno. México. DF.
4. BENITEZ PARADA, A. A.; IGLESIAS ALFARO, MORAGA SALGADO, C. R. 1996. Alimentación de conejo Neocelandés Blanco por California en ka fase de engorde con diferentes niveles de harina de semilla de gandul (Cajanus cajan) peletizado en forma artesanal. Tesis Ing. Agrónomo. San Miguel, universidad de El Salvador. 55-56 p
5. BRAHAM, J. E. 1965. Efecto de la cocción y de la suplementación de aminoácidos sobre el valor nutritivo de la proteína del gandul (Cajanus cajan). Archivos Venezolanos de Nutrición. Venezuela. 20 p.
6. CALDERON, R. G. 1978 Cultivo del gandul. San Salvador, El Salvador, MAG. 3-10 p (Boletín Técnico No. 63).

7. CAMPABADAL, M. C.; VARGAS, E.; MUSMANI, M.; MURILLO, M.; FOURNIER, K. 1978 Efecto de la suplementación con metionina y triptófano sobre el valor nutritivo del fríjol gandul (Cajanus cajan), utilizado como fuente de proteína. *Agronomía costarricense (CR.)*.163-165 p.
8. CENTRO DE TECNOLOGIA AGRICOLA. 1978, Conozcamos el gandul (Cajanus cajan). San Andrés, La Libertad, El Salvador. 1-3 p.
9. CENTRO DE TECNOLOGIA AGRICOLA; MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1998. Como mejorar la crianza domestica de aves. El Salvador. 12 p.
10. CLARENCE, E. BUNDI,; RONAL, U. DIGGINS. 1991. La producción avícola. Editorial Continental. S. A de C. V. México. 183-179,197-200 p.
11. CRISTALES E., F. R.; BRESSANI, R.; MIRANDA, H. 1976 Composición química y valor nutritivo de algunas leguminosas de grano. Turrialba, Costa Rica. 375-380 p.
12. CRONQUIST, A. 1978. Botánica básica. Editorial Continental México 473 p.
13. CRUZ CRUZ, J. A. 1978. Trabajo presentado en la XXIV reunión anual de PCCMCA. San Salvador, El Salvador.113-120 p.

14. DE ACOSTA IRAIDA R. ACEVEDO E, LEON A, MARQUEZ A. 1998. Caracterización química y energía metabolizable del quinchoncho (*Cajanus cajan*). Maracaibo. Universidad del Táchira, San Cristóbal. Consultado 13 septiembre de 2004. Disponible en [http: / www.avpa.ula.ve/congresos/x\\_congresoremunes.htm](http://www.avpa.ula.ve/congresos/x_congresoremunes.htm).
15. EL DIARIO DE HOY. 2004. EL gandul abre mercados. El Diario de Hoy. San Salvador. ES. marz. 23: 66.
16. EL SALVADOR, CENTRO DE TECNOLOGIA AGRICOLA.1983. Proyecto de sustitución de la harina de semilla de algodón (*Gossypium hirsutum*), por la harina de gandul (*Cajanus cajan*) en la alimentación de ganado bovino. San Andrés, La Libertad. CENTA. 15 p.
17. EL SALVADOR, CENTRO DE TECNOLOGIA AGRICOLA. 1986. El gandul o Alverja (fríjol de palo). San Andrés La Libertad. CENTA. Hoja divulgativa No. 8.
18. EL SALVADOR, CENTRO DE TECNOLOGIA AGRICOLA. Proyecto de siembra del cultivo de gandul. San Andrés. La Libertad. CENTA. 4 p.
19. ENCICLOPEDIA PRÁCTICA DE LA AGRICULTURA Y LA GANADERIA. 1999 .Océano. 913 p.

20. ENSMINGER, M. E. 1976 Producción avícola, Buenos Aires, Argentina. Editorial "El Ateneo".52-58 p.
21. ESCAMILLA ARCE. L. Manual Práctico de Avicultura Moderna. Editorial Continental, S. A de C. V México. 18-21. p.
22. GOMEZ BRENES, R. A.; ELIAS, L. G.; BRESSANI, R.; AVIN, D. 1978. Contenidos de aminoácidos y valor nutritivo del gandul (Cajanus cajan) tierno y maduro y su uso en mezclas con cereales. Reunión anual de PCCMCA, San Salvador. Memoria, EL Salvador. CENTA. 13-26. p.
23. GONZALES ERNESTO AVILA. 1986. Alimentación de las aves. Editorial Trillas. México. DF. 36-37 p.
24. KELL EMS, R. O. y DC. CHURCH. 1981. Proc. West. Sec. A. Soc. Animal Sci. 32:26.
25. L I, M. E.; CAMPABADAL, C.; VARGAS, E. 1981. Complementación del fríjol gandul (Cajanus cajan), con la harina de soya y pescado en dietas para ratas de laboratorio. Agronomía Costarricense (CR). 89-96. p.
26. LITZEMBERGER SAMUEL C. Guía para cultivos en los trópicos y los subtropicos. Centro Regional de ayuda técnica AID. México/ Buenos Aires. 98. p.

27. LOPEZ BELTRAN R. A: 1991. Uso de harina de grano de gandul (Cajanus cajan) en la alimentación de pollos de engorde. Tesis Ing. Agrónomos San Salvador, universidad de El Salvador. 30-31 p.
28. MARTINEZ LOPEZ, M. M. 1999. Cultive su huerto casero, Tomo I Proyecto de reforma y fortalecimiento institucional del MAG y CENTA. Sana Salvador, El Salvador. 5, 48.p.
29. MARTINEZ LOPEZ, M. M. 1999 .Cultive su huerto casero. El gandul o alverja. Tomo II. Proyecto institucional del MAG y CENTA. San Salvador. El Salvador. 5,38.p.
30. MARTINEZ, O. 1977. Gallinas ponedoras. Buenos Aires. Argentina. Editorial Alvastro. 25-27.p.
31. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. Plan profiláctico para aves. Dirección general de sanidad animal y vegetal. 1- 4. p.
32. MONEGAT CLAUDINO.1991. Plantas de Cobertura del Suelo: Características y manejo en pequeñas propiedades. CIDICCO. Tegucigalpa, Honduras. Consultado 13 de noviembre de 2004. Disponible en [hete:/www.CIDICCO. Hm/ Gandul- htm- 22k](http://www.CIDICCO.Hm/Gandul-htm-22k).

33. MONTIEL ARAUJO, 1991. Alimentación de pollo de engorde con semilla de gandul (Cajanus cajan) sometida a tratamientos térmicos. Tesis Ing. Agr. San Salvador. Universidad de El Salvador. Facultad de Ciencias Agronómicas. 10-11 p.
34. OCEANO. 1983. Biblioteca practica de agricultura y ganadería. Producción ganadera. Barcelona. España. 178-184, 195. p.
35. OROZCO F. 1989. Genética de caracteres cualitativos en razas de gallinas ponedoras. Madrid. España. 30, 35. p.
36. Revista Portal agrario. Manual de Producción de Gallinas Ponedoras-UNALM. 1,999. Disponible en [www.minag.gob.pe/pecuaria/pec\\_real.shtml](http://www.minag.gob.pe/pecuaria/pec_real.shtml) - 83k
37. SALAZAR, R. 1978. Gandul forrajero, una alternativa para el ganadero. La Libertad. CENTA. 2. p. Boletín Informativo.
38. SANZ EGAÑA. 1950. Enciclopedia de avicultura. Espasa, calpe, S.A. Madrid, España. 7-8. p.
39. SEGURA, C. J. C. 1989. Rescate genético y fomento avícola de las aves indias o criollas en México. Memoria de la reunión de producción de animales en el trópico. CEICADES. Tabasco. 44-46. p.

40. SOTO, V. E. 1978. El gandul (Cajanus cajan). San Salvador. El Salvador. s. n. 40. p.
41. SUAREZ. E. 1997. Investigación en gallina criolla. Prodesal.
42. VILANOVA A. J. R. Fisiología del gandul. Universidad de El Salvador. El Salvador. 2. p.
43. VIRIKE, B. 1997. Manual de leguminosas de Nicaragua. Primera Edición. Managua, Nicaragua. 528. p.
44. ZAVIEZO. D. 1998. De proteína cruda a proteína ideal. Alimentos balanceados para animales. 5 (6). 16-19. p.

## **8. ANEXOS.**



**CUADRO A-1.** Peso vivo promedio (Kg.) por pollo al inicio de la investigación.

| Tratamiento     | Repeticiones * |        |        |        |        | Total  | Promedio |
|-----------------|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
|                 | I              | II     | III    | IV     | V      |        |          |
| T1 (Testigo)    | 0.5434         | 0.5114 | 0.5114 | 0.4830 | 0.4262 | 2.4754 | 0.4951   |
| T2 (20% Gandul) | 0.5114         | 0.4831 | 0.4687 | 0.4404 | 0.5256 | 2.4292 | 0.4858   |
| T3 (30% Gandul) | 0.4688         | 0.4404 | 0.4972 | 0.4546 | 0.4546 | 2.3156 | 0.4631   |
| T4 (40% Gandul) | 0.5540         | 0.4404 | 0.5256 | 0.4404 | 0.4830 | 2.4434 | 0.4887   |

\* Valores obtenidos del promedio de dos pollos por repetición

**CUADRO A-2.** Análisis de varianza para el peso vivo (Kg.) por pollo al inicio de la investigación.

| F de V      | G.I | SC     | CM     | FC         | F tabla |      |
|-------------|-----|--------|--------|------------|---------|------|
|             |     |        |        |            | 5%      | 1%   |
| Tratamiento | 3   | 0.0029 | 0.0009 | 0.6000 n s | 3.24    | 5.29 |
| Error       | 16  | 0.0246 | 0.0015 |            |         |      |
| Total       | 19  | 0.0275 |        |            |         |      |

n.s = no significativo.

**CUADRO A-3.** Peso vivo promedio (Kg.) por pollo al final del primer periodo (10 días de estudio).

| Tratamiento     | Repeticiones * |        |        |        |        |        |          |  | Total | Promedio |
|-----------------|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|--|-------|----------|
|                 | I              | II     | III    | IV     | V      | Total  | Promedio |  |       |          |
| T1 (Testigo)    | 0.6960         | 0.5682 | 0.6108 | 0.5682 | 0.5824 | 3.0256 | 0.6051   |  |       |          |
| T2 (20% Gandul) | 0.7245         | 0.5824 | 0.5256 | 0.6250 | 0.6250 | 3.0825 | 0.6165   |  |       |          |
| T3 (30% Gandul) | 0.5398         | 0.6108 | 0.5682 | 0.6824 | 0.5960 | 2.9972 | 0.5994   |  |       |          |
| T4 (40% Gandul) | 0.6108         | 0.5398 | 0.6818 | 0.7103 | 0.5682 | 3.1109 | 0.6222   |  |       |          |

\* Valores obtenidos del promedio de dos pollos por repetición

**CUADRO A-4.** Análisis de varianza para el peso vivo (Kg.) por pollo al final del primer periodo (10 días de estudio).

| F de V      | G.I | SC     | CM     | FC          | F tabla |      |
|-------------|-----|--------|--------|-------------|---------|------|
|             |     |        |        |             | 5%      | 1%   |
| Tratamiento | 3   | 0.0016 | 0.0005 | 0.1250 n. s | 3.24    | 5.29 |
| Error       | 16  | 0.0655 | 0.0040 |             |         |      |
| Total       | 19  | 0.0671 |        |             |         |      |

n. s = no significativo.

**CUADRO A-5.** Peso vivo promedio (Kg.) por pollo al final del segundo periodo (20 días de estudio).

| Tratamiento     | Repeticiones * |        |        |        |        |  | Total  | Promedio |
|-----------------|----------------|--------|--------|--------|--------|--|--------|----------|
|                 | I              | II     | III    | IV     | V      |  |        |          |
| T1 (Testigo)    | 0.8097         | 0.7955 | 0.6676 | 0.6960 | 0.7060 |  | 3.6748 | 0.7349   |
| T2 (20% Gandul) | 0.7771         | 0.7387 | 0.7884 | 0.7671 | 0.7955 |  | 3.8668 | 0.7733   |
| T3 (30% Gandul) | 0.8239         | 0.7955 | 0.7387 | 0.7387 | 0.7103 |  | 3.8071 | 0.7614   |
| T4 (40% Gandul) | 0.8239         | 0.7955 | 0.6909 | 0.7529 | 0.6906 |  | 3.7538 | 0.7507   |

\* Valores obtenidos del promedio de dos pollos por repetición

**CUADRO A-6.** Análisis de varianza para el peso vivo (Kg.) por pollo al final del segundo periodo (20 días de estudio).

| F de V      | G.I | SC     | CM     | FC     | F tabla |      |      |
|-------------|-----|--------|--------|--------|---------|------|------|
|             |     |        |        |        | 5%      | 1%   |      |
| Tratamiento | 3   | 0.0040 | 0.0013 | 0.5128 | n.s     | 3.24 | 5.29 |
| Error       | 16  | 0.0413 | 0.0026 |        |         |      |      |
| Total       | 19  | 0.0453 |        |        |         |      |      |

n.s = no significativo.

**CUADRO A-7.** Peso vivo promedio (Kg.) por pollo al final del tercer periodo (30 días de estudio).

| Tratamiento     | Repeticiones * |        |        |        |        | Total  | Promedio |
|-----------------|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
|                 | I              | II     | III    | IV     | V      |        |          |
| T1 (Testigo)    | 0.9091         | 0.9091 | 0.8878 | 0.8665 | 0.9943 | 4.5668 | 0.9134   |
| T2 (20% Gandul) | 1.1080         | 0.8807 | 0.9656 | 0.7813 | 0.8949 | 4.6305 | 0.9261   |
| T3 (30% Gandul) | 0.9517         | 0.8949 | 0.9020 | 0.8878 | 0.9943 | 4.6307 | 0.9261   |
| T4 (40% Gandul) | 0.9943         | 0.9659 | 0.8949 | 0.9233 | 0.8949 | 4.6733 | 0.9347   |

\* Valores obtenidos del promedio de dos pollos por repetición.

**CUADRO A-8.** Análisis de varianza para el peso vivo (Kg.) por pollo al final del tercer periodo (30 días de estudio).

| F de V      | G.I | SC     | CM     | FC          | F tabla |      |
|-------------|-----|--------|--------|-------------|---------|------|
|             |     |        |        |             | 5%      | 1%   |
| Tratamiento | 3   | 0.0012 | 0.0004 | 0.0755 n. s | 3.24    | 5.29 |
| Error       | 16  | 0.0842 | 0.0053 |             |         |      |
| Total       | 19  | 0.0854 |        |             |         |      |

n. s = no significativo.

**CUADRO A-9.** Peso vivo promedio (Kg.) por pollo al final del cuarto periodo (40 días de estudio).

| Tratamiento     | Repeticiones * |        |        |        |        |        |  |          | Total | Promedio |
|-----------------|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--|----------|-------|----------|
|                 | I              | II     | III    | IV     | V      | Total  |  | Promedio |       |          |
| T1 (Testigo)    | 1.0938         | 1.0938 | 0.9943 | 1.0796 | 1.0654 | 5.3269 |  | 1.0654   |       |          |
| T2 (20% Gandul) | 1.1648         | 0.9304 | 1.2642 | 1.0085 | 1.0441 | 5.4120 |  | 1.0824   |       |          |
| T3 (30% Gandul) | 1.1719         | 1.0796 | 1.0512 | 0.9659 | 1.1506 | 5.4192 |  | 1.0838   |       |          |
| T4 (40% Gandul) | 1.0512         | 1.0228 | 1.0938 | 1.1506 | 1.1790 | 5.4974 |  | 1.0995   |       |          |

\* Valores obtenidos del promedio de dos pollos por repetición

**CUADRO A-10.** Análisis de varianza para el peso vivo (Kg.) por pollo al final del cuarto periodo (40 días de estudio).

| F de V      | G.I | SC     | CM     | FC         | F tabla |      |
|-------------|-----|--------|--------|------------|---------|------|
|             |     |        |        |            | 5%      | 1%   |
| Tratamiento | 3   | 0.0029 | 0.0009 | 0.1184 n.s | 3.24    | 5.29 |
| Error       | 16  | 0.1212 | 0.0076 |            |         |      |
| Total       | 19  | 0.1241 |        |            |         |      |

n. s = no significativo.

**CUADRO A-11.** Peso vivo promedio (Kg.) por pollo al final del quinto periodo (50 días de estudio).

| Tratamiento     | Repeticiones * |        |        |        |        | Total  | Promedio |
|-----------------|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
|                 | I              | II     | III    | IV     | V      |        |          |
| T1 (Testigo)    | 1.3921         | 1.4063 | 1.1790 | 1.1364 | 1.0796 | 6.1934 | 1.2387   |
| T2 (20% Gandul) | 1.3210         | 1.3210 | 1.3210 | 1.1790 | 1.2074 | 6.3494 | 1.2699   |
| T3 (30% Gandul) | 1.2216         | 1.1648 | 1.2642 | 1.3637 | 1.3779 | 6.3922 | 1.2784   |
| T4 (40% Gandul) | 1.3921         | 1.2926 | 1.2784 | 1.3210 | 1.2074 | 6.4915 | 1.2983   |

\* Valores obtenidos del promedio de dos pollos por repetición

**CUADRO A-12.** Análisis de varianza para el peso vivo (Kg.) por pollo al final del quinto periodo (50 días de estudio).

| F de V      | G.I | SC     | CM     | FC         | F tabla |      |
|-------------|-----|--------|--------|------------|---------|------|
|             |     |        |        |            | 5%      | 1%   |
| Tratamiento | 3   | 0.0093 | 0.0031 | 0.3039 n.s | 3.24    | 5.29 |
| Error       | 16  | 0.1625 | 0.0102 |            |         |      |
| Total       | 19  | 0.1718 |        |            |         |      |

n. s = no significativo.

**CUADRO A-13.** Ganancia diaria promedio de peso (Kg.) por pollo acumulada al final del primer periodo (10 días de estudio).

| Tratamiento        | Repeticiones * |        |        |        |        |        |          |  |
|--------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|--|
|                    | I              | II     | III    | IV     | V      | Total  | Promedio |  |
| T1 (Testigo)       | 0.0153         | 0.0057 | 0.0099 | 0.0085 | 0.0156 | 0.0550 | 0.0110   |  |
| T2 (20% de Gandul) | 0.0213         | 0.0099 | 0.0057 | 0.0185 | 0.0099 | 0.0653 | 0.0131   |  |
| T3 (30% de Gandul) | 0.0071         | 0.0170 | 0.0071 | 0.0228 | 0.0141 | 0.0681 | 0.0136   |  |
| T4 (40% de Gandul) | 0.0057         | 0.0099 | 0.0156 | 0.0270 | 0.0085 | 0.0667 | 0.0133   |  |

\* Valores obtenidos del promedio de dos pollos por repetición.

**CUADRO A-14.** Análisis de varianza para la ganancia diaria de peso (Kg.) por pollo al final del primer periodo (10 días de estudio).

| F de V      | G.I | SC          | CM          | FC            | F tabla |      |
|-------------|-----|-------------|-------------|---------------|---------|------|
|             |     |             |             |               | 5%      | 1%   |
| Tratamiento | 3   | 0.000021317 | 0.000063951 | 0.0066814 n.s | 3.24    | 5.29 |
| Error       | 16  | 0.000598210 | 0.009571360 |               |         |      |
| Total       | 19  | 0.000619327 |             |               |         |      |

n.s = no significativo.

**CUADRO A-15.** Ganancia diaria promedio de peso (Kg.) por pollo acumulada al final del segundo periodo (20 días de estudio).

Repeticiones \*

| Tratamiento        | I      | II     | III    | IV     | V      | Total  | Promedio |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| T1 (Testigo)       | 0.0133 | 0.0142 | 0.0078 | 0.0107 | 0.0140 | 0.0600 | 0.0120   |
| T2 (20% de Gandul) | 0.0133 | 0.0128 | 0.0160 | 0.0163 | 0.0135 | 0.0719 | 0.0144   |
| T3 (30% de Gandul) | 0.0178 | 0.0178 | 0.0121 | 0.0142 | 0.0128 | 0.0747 | 0.0149   |
| T4 (40% de Gandul) | 0.0135 | 0.0178 | 0.0083 | 0.0156 | 0.0104 | 0.0656 | 0.0131   |

\* Valores obtenidos del promedio de dos pollos por repetición.

**CUADRO A-16.** Análisis de varianza para la ganancia diaria de peso (Kg.) por pollo al final del segundo periodo (20 días de estudio).

| F de V      | G.J | SC          | CM          | FC            | F tabla |      |
|-------------|-----|-------------|-------------|---------------|---------|------|
|             |     |             |             |               | 5%      | 1%   |
| Tratamiento | 3   | 0.000025970 | 0.000077910 | 0.0377506 n.s | 3.24    | 5.29 |
| Error       | 16  | 0.000128988 | 0.002063808 |               |         |      |
| Total       | 19  | 0.000154958 |             |               |         |      |

n.s = no significativo.

**CUADRO A-17.** Ganancia diaria promedio de peso (Kg.) por pollo acumulada al final del tercer periodo (30 días de estudio).

Repeticiones \*

| Tratamiento        | I      | II     | III    | IV     | V      | Total  | Promedio |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| T1 (Testigo)       | 0.0122 | 0.0133 | 0.0125 | 0.0128 | 0.0189 | 0.0697 | 0.0139   |
| T2 (20% de Gandul) | 0.0199 | 0.0133 | 0.0166 | 0.0114 | 0.0123 | 0.0735 | 0.0147   |
| T3 (30% de Gandul) | 0.0161 | 0.0152 | 0.0135 | 0.0144 | 0.0180 | 0.0772 | 0.0154   |
| T4 (40% de Gandul) | 0.0147 | 0.0175 | 0.0123 | 0.0161 | 0.0137 | 0.0743 | 0.0149   |

\* Valores obtenidos del promedio de dos pollos por repetición.

**CUADRO A-18.** Análisis de varianza para la ganancia diaria de peso (Kg.) por pollo al final del tercer periodo (30 días de estudio).

| F de V      | G.I | SC          | CM          | FC           | F tabla |      |
|-------------|-----|-------------|-------------|--------------|---------|------|
|             |     |             |             |              | 5%      | 1%   |
| Tratamiento | 3   | 0.000005729 | 0.000017187 | 0.009855 n.s | 3.24    | 5.29 |
| Error       | 16  | 0.000108996 | 0.001743936 |              |         |      |
| Total       | 19  | 0.000114725 |             |              |         |      |

n.s = no significativo.

**CUADRO A-19.** Ganancia diaria promedio de peso (Kg.) por pollo acumulada al final cuarto periodo (40 días de estudio).

Repeticiones \*

| Tratamiento        | I      | II     | III    | IV     | V      | Total  | Promedio |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| T1 (Testigo)       | 0.0138 | 0.0146 | 0.0121 | 0.0149 | 0.0160 | 0.0714 | 0.0143   |
| T2 (20% de Gandul) | 0.0163 | 0.0112 | 0.0199 | 0.0142 | 0.0130 | 0.0746 | 0.0149   |
| T3 (30% de Gandul) | 0.0176 | 0.0160 | 0.0139 | 0.0128 | 0.0174 | 0.0777 | 0.0155   |
| T4 (40% de Gandul) | 0.0124 | 0.0146 | 0.0142 | 0.0178 | 0.0174 | 0.0764 | 0.0153   |

\* Valores obtenidos del promedio de dos pollos por repetición.

**CUADRO A-20.** Análisis de varianza para la ganancia diaria de peso (Kg.) por pollo al final del cuarto periodo (40 días de estudio).

| F de V      | G.I | SC          | CM          | FC            | F tabla |      |
|-------------|-----|-------------|-------------|---------------|---------|------|
|             |     |             |             |               | 5%      | 1%   |
| Tratamiento | 3   | 0.000004473 | 0.000013419 | 0.0091106 n.s | 3.24    | 5.29 |
| Error       | 16  | 0.000092056 | 0.001472896 |               |         |      |
| Total       | 19  | 0.000096529 |             |               |         |      |

n.s = no significativo.

**CUADRO A-21.** Ganancia diaria promedio de peso (Kg.) por pollo acumulada al final del quinto periodo (50 días de estudio).

| Tratamiento        | Repeticiones * |        |        |        |        | Total  | Promedio |
|--------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
|                    | I              | II     | III    | IV     | V      |        |          |
| T1 (Testigo)       | 0.0170         | 0.0179 | 0.0134 | 0.0131 | 0.0131 | 0.0745 | 0.0149   |
| T2 (20% de Gandul) | 0.0162         | 0.0168 | 0.0170 | 0.0148 | 0.0136 | 0.0784 | 0.0157   |
| T3 (30% de Gandul) | 0.0151         | 0.0145 | 0.0153 | 0.0182 | 0.0185 | 0.0816 | 0.0163   |
| T4 (40% de Gandul) | 0.0168         | 0.0170 | 0.0151 | 0.0176 | 0.0145 | 0.0810 | 0.0162   |

\* Valores obtenidos del promedio de dos pollos por repetición.

**CUADRO A-22.** Análisis de varianza para la ganancia diaria de peso (Kg.) por pollo al final del quinto periodo (50 días de estudio).

| F de V      | G.I | SC          | CM          | FC            | F tabla |      |
|-------------|-----|-------------|-------------|---------------|---------|------|
|             |     |             |             |               | 5%      | 1%   |
| Tratamiento | 3   | 0.000006261 | 0.000018783 | 0.0227084 n.s | 3.24    | 5.29 |
| Error       | 16  | 0.000051696 | 0.000827136 |               |         |      |
| Total       | 19  | 0.000057957 |             |               |         |      |

n.s = no significativo.

**CUADRO A-23.** Conversión alimenticia acumulada por pollo y tratamiento al final del primer periodo (10 días de estudio).

Repeticiones \*

| Tratamiento       | I      | II     | III    | IV     | V      | Total   | Promedio |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|----------|
| T1(Testigo)       | 3.3725 | 9.6842 | 5.2121 | 6.0706 | 3.3077 | 27.6471 | 5.5294   |
| T2(20% de gandul) | 2.4319 | 5.2323 | 9.0877 | 2.8000 | 5.2323 | 24.7842 | 4.9568   |
| T3(30% de gandul) | 7.3239 | 4.4444 | 7.3239 | 2.2807 | 3.6879 | 25.0608 | 5.0122   |
| T4(40% de gandul) | 9.1754 | 5.2828 | 3.3526 | 1.9326 | 6.1529 | 25.9007 | 5.1801   |

\* Valores obtenidos del promedio de dos pollos por repetición.

**CUADRO A-24.** Análisis de varianza para la conversión alimenticia por pollo y tratamiento al final del segundo periodo (10 días de estudio).

| F de V      | G.I | SC       | CM     | FC           | F tabla |      |
|-------------|-----|----------|--------|--------------|---------|------|
|             |     |          |        |              | 5%      | 1%   |
| Tratamiento | 3   | 0.9982   | 0.3327 | 0.0.0500 n.s | 3.24    | 5.29 |
| Error       | 16  | 106.4818 | 6.6551 |              |         |      |
| Total       | 19  | 107.4800 |        |              |         |      |

n.s = no significativo

**CUADRO A-25.** Conversión alimenticia acumulada por pollo y tratamiento al final del segundo periodo (20 días de estudio).

Repeticiones \*

| Tratamiento       | I      | II     | III    | IV     | V      | Total   | Promedio |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|----------|
| T1(testigo)       | 4.1504 | 3.8873 | 7.0769 | 5.1589 | 3.9429 | 24.2164 | 4.8433   |
| T2(20% de gandul) | 4.1729 | 4.3359 | 3.4688 | 3.4049 | 4.1111 | 19.4936 | 3.8987   |
| T3(30% de gandul) | 3.1292 | 3.1292 | 4.6033 | 3.9225 | 4.3516 | 19.1358 | 3.8272   |
| T4(40% de gandul) | 4.1481 | 3.1461 | 6.7470 | 3.5897 | 5.3846 | 23.0155 | 4.6031   |

\* Valores obtenidos del promedio de dos pollos por repetición.

**CUADRO A-26.** Análisis de varianza para la conversión alimenticia por pollo y tratamiento al final del segundo periodo (20 días de estudio).

| F de V      | G.I | SC      | CM     | FC         | F tabla |      |
|-------------|-----|---------|--------|------------|---------|------|
|             |     |         |        |            | 5%      | 1%   |
| Tratamiento | 3   | 3.8572  | 1.2857 | 1.1145 n.s | 3.24    | 5.29 |
| Error       | 16  | 18.4582 | 1.1536 |            |         |      |
| Total       | 19  | 22.3154 |        |            |         |      |

n. s = no significativo

**CUADRO A-27.** Conversión alimenticia acumulada por pollo y tratamiento al final del tercer periodo (30 días de estudio).

| Tratamiento       | Repeticiones * |        |        |        |        |  | Total   | Promedio |
|-------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|--|---------|----------|
|                   | I              | II     | III    | IV     | V      |  |         |          |
| T1(Testigo)       | 4.7951         | 4.3985 | 4.6800 | 4.5703 | 3.0952 |  | 21.5391 | 4.3078   |
| T2(20% de gandul) | 2.9497         | 4.4135 | 3.5361 | 5.1491 | 4.7724 |  | 20.8208 | 4.1642   |
| T3(30% de gandul) | 3.6708         | 3.8882 | 4.3778 | 4.1042 | 3.2833 |  | 19.3243 | 3.8649   |
| T4(40% de gandul) | 4.0476         | 3.4000 | 4.8374 | 3.6957 | 4.3431 |  | 20.3238 | 4.0648   |

\* Valores obtenidos del promedio de dos pollos por repetición.

**CUADRO A-28.** Análisis de varianza para la conversión alimenticia por pollo y tratamiento al final del tercer periodo (30 días de estudio).

| F de V      | G.I | SC     | CM     | FC         | F tabla |      |
|-------------|-----|--------|--------|------------|---------|------|
|             |     |        |        |            | 5%      | 1%   |
| Tratamiento | 3   | 0.5192 | 0.1731 | 0.3977 n.s | 3.24    | 5.29 |
| Error       | 16  | 7.1447 | 0.4465 |            |         |      |
| Total       | 19  | 7.6739 |        |            |         |      |

n.s = no significativo

**CUADRO A-29.** Conversión alimenticia acumulada por pollo y tratamiento al final del cuarto periodo (40 días de estudio).

| Tratamiento       | Repeticiones * |        |        |        |        | Total   | Promedio |
|-------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|---------|----------|
|                   | I              | II     | III    | IV     | V      |         |          |
| T1(Testigo)       | 4.4420         | 4.1986 | 5.0661 | 4.1141 | 3.8313 | 21.6521 | 4.3304   |
| T2(20% de gandul) | 3.7791         | 5.5000 | 3.0955 | 4.3380 | 4.7385 | 21.4511 | 4.2902   |
| T3(30% de gandul) | 3.5227         | 3.8750 | 4.4604 | 4.8438 | 3.5632 | 20.2651 | 4.0530   |
| T4(40% de gandul) | 5.0161         | 4.2603 | 4.3803 | 3.4944 | 3.5747 | 20.7258 | 4.1452   |

\* Valores obtenidos del promedio de dos pollos por repetición.

**CUADRO A-30.** Análisis de varianza para la conversión alimenticia por pollo y tratamiento al final del cuarto periodo (40 días de estudio).

| F de V      | G.I | SC     | CM     | FC     | F tabla |      |
|-------------|-----|--------|--------|--------|---------|------|
|             |     |        |        |        | 5%      | 1%   |
| Tratamiento | 3   | 0.2483 | 0.0828 | 0.1855 | 3.24    | 5.29 |
| Error       | 16  | 7.1426 | 0.4464 |        |         |      |
| Total       | 19  | 7.3909 |        |        |         |      |

n.s = no significativo.

**CUADRO A-31.** Conversión alimenticia acumulada por pollo y tratamiento al final del quinto periodo (50 días de estudio).

| Tratamiento        | Repeticiones * |        |        |        |        |         |          |  |
|--------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|---------|----------|--|
|                    | I              | II     | III    | IV     | V      | Total   | Promedio |  |
| T1 (Testigo)       | 3.7471         | 3.5587 | 4.7537 | 4.8626 | 4.8626 | 21.7847 | 4.3569   |  |
| T2 (20% de gandum) | 3.9506         | 3.8095 | 3.7647 | 4.3243 | 4.7059 | 20.5550 | 4.1110   |  |
| T3 (30% de gandum) | 4.2583         | 4.4345 | 4.2026 | 3.5330 | 3.4757 | 19.9041 | 3.9808   |  |
| T4 (40% de gandum) | 3.8512         | 3.8059 | 4.2848 | 3.6761 | 4.4621 | 20.0801 | 4.0160   |  |

\* Valores obtenidos del promedio de dos pollos por repetición.

**CUADRO A-32.** Análisis de varianza para la conversión alimenticia por pollo y tratamiento al final del quinto periodo (50 días de estudio).

| F de V      | G.I | SC     | CM     | FC     | F tabla |      |
|-------------|-----|--------|--------|--------|---------|------|
|             |     |        |        |        | 5%      | 1%   |
| Tratamiento | 3   | 0.4318 | 0.2850 | 0.5049 | 3.24    | 5.29 |
| Error       | 16  | 4.5596 | 0.1439 |        |         |      |
| Total       | 19  | 4.9914 |        |        |         |      |

n.s =no significativo.

**CUADRO A-33.** Análisis bromatológico del concentrado comercial Aliansa y la harina de semilla de gandul (Cajanus cajan).

| Identificación de la muestra. | Humedad % | Proteína % | Grasa % | Fibra cruda % |
|-------------------------------|-----------|------------|---------|---------------|
| Concentrado comercial.        | 9.71      | 20.61      | 6.58    | 1.75          |
| Harina de gandul.             | 7.92      | 21.27      | 1.33    | 9.78          |

**FUENTE:** CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUERIA Y FORESTAL.  
LABORATORIO DE QUIMICA AGRICOLA.

**CUADRO A-34.** Análisis Bromatológico de las Diferentes Raciones para cada tratamiento.

| Muestra.         | Humedad % | Proteína % | Grasa % | Fibra Cruda % |
|------------------|-----------|------------|---------|---------------|
| T1 (Concentrado) | 7.15      | 20.61      | 4.84    | 1.28          |
| T2 (20% Gandul)  | 6.92      | 20.61      | 4.10    | 2.43          |
| T3 (30% Gandul)  | 6.84      | 20.61      | 3.75    | 3.03          |
| T4 (40% Gandul)  | 6.75      | 20.61      | 3.40    | 3.61          |

**CUADRO A-35.** Resumen de peso vivo promedio (k g) por tratamiento por pollo y periodo desde el inicio hasta el final del ensayo (50 días de estudio).

| Tratamiento        | Periodos (10 días c/u) |          |          |          |          | Total    | Promedio |        |
|--------------------|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|
|                    | *                      | 1        | 2        | 3        | 4        |          |          | 5      |
| T1(Testigo)1/      | 0.4951ns               | 0.6051ns | 0.7349ns | 0.9134ns | 1.0654ns | 1.2387ns | 5.0526   | 0.8421 |
| T2 (20%<br>gandul) | 0.4858ns               | 0.6165ns | 0.7733ns | 0.9261ns | 1.0824ns | 1.2699ns | 5.1540   | 0.8590 |
| T3 (30%<br>gandul) | 0.4631ns               | 0.5994ns | 0.7614ns | 0.9261ns | 1.0838ns | 1.2784ns | 5.1122   | 0.8520 |
| T4 (40%<br>gandul) | 0.4887ns               | 0.6222ns | 0.7507ns | 0.9347ns | 1.0995ns | 1.2983ns | 5.1941   | 0.8657 |
| Total              | 1.9327                 | 2.4432   | 3.0203   | 3.7003   | 4.3311   | 5.0853   |          |        |
| Pro medio          | 0.4831                 | 0.6108   | 0.7551   | 0.9251   | 1.0828   | 1.2713   |          |        |

**CUADRO A-36.** Análisis de varianza para el peso vivo por periodo y tratamiento desde el inicio hasta el final del ensayo (50 días de estudio).

| F de V      | G.I | SC          | CM        | FC       | F tabla |    |
|-------------|-----|-------------|-----------|----------|---------|----|
|             |     |             |           |          | 5%      | 1% |
| Tratamiento | 3   | 0.001829968 | 0.0006099 | 0.006952 |         |    |
| Error       | 20  | 1.754495522 | 0.087724  |          |         |    |
| Total       | 23  | 1.756325490 |           |          |         |    |

n.s =no significativo.

**CUADRO 37.** Resumen de ganancia diaria promedio de peso acumulada (Kg.) por tratamiento y periodo desde el inicio hasta el final del estudio.

| Tratamientos    | Periodos (10 días c/u) |           |           |           |           | Total  | Promedio |
|-----------------|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|----------|
|                 | I                      | II        | III       | IV        | V         |        |          |
| T1 (Testigo)    | 0.0110 ns              | 0.0120 ns | 0.0139 ns | 0.0143 ns | 0.0149 ns | 0.0661 | 0.0132   |
| T2 (20% gandum) | 0.0131 ns              | 0.0144 ns | 0.0147 ns | 0.0149 ns | 0.0157 ns | 0.0728 | 0.0146   |
| T3 (30% gandum) | 0.0136 ns              | 0.0149 ns | 0.0154 ns | 0.0155 ns | 0.0163 ns | 0.0757 | 0.0151   |
| T4 (40% gandum) | 0.0133 ns              | 0.0131 ns | 0.0149 ns | 0.0153 ns | 0.0162 ns | 0.0728 | 0.0146   |
| Total           | 0.0510                 | 0.0544    | 0.0589    | 0.0600    | 0.0631    |        |          |
| Promedio        | 0.0128                 | 0.0136    | 0.0147    | 0.0150    | 0.0158    |        |          |

**CUADRO A-38.** Análisis de varianza para la ganancia promedio de peso por periodo y tratamiento desde el inicio hasta el final del ensayo (50 días de estudio).

| F de V      | G.I | SC          | CM          | FC     | F tabla |      |
|-------------|-----|-------------|-------------|--------|---------|------|
|             |     |             |             |        | 5%      | 1%   |
| Tratamiento | 3   | 0.000009489 | 0.000003163 | 1.4636 | 3.24    | 5.29 |
| Error       | 16  | 0.000034570 | 0.000002161 |        |         |      |
| Total       | 19  | 0.000044059 |             |        |         |      |

n.s =no significativo.

**CUADRO 39.** Conversión alimenticia promedio acumulada (Kg.) por tratamiento y periodos desde el inicio hasta el final del estudio. (50 días).

| Tratamientos       | Periodos de 10 c/u |           |           |           |           | Total   | Promedio |
|--------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|----------|
|                    | I                  | II        | III       | IV        | V         |         |          |
| T1 (Testigo)       | 5.5294 ns          | 4.8433 ns | 4.3078 ns | 4.3304 ns | 4.3569 ns | 23.8484 | 4.7690   |
| T2 (20% de gandum) | 4.9568 ns          | 3.8988 ns | 4.1642 ns | 4.2902 ns | 4.1110 ns | 21.4210 | 4.2842   |
| T3 (30% de gandum) | 5.0122 ns          | 3.8272 ns | 3.8649 ns | 4.0530 ns | 3.9808 ns | 20.7381 | 4.1476   |
| T4 (40% de gandum) | 5.1802 ns          | 4.6031 ns | 4.0648 ns | 4.1452 ns | 4.0160 ns | 22.0092 | 4.4018   |
| Total              | 20.6785            | 17.1724   | 16.8787   | 16.8188   | 16.4647   |         |          |
| Promedio           | 5.1696             | 4.2931    | 4.2197    | 4.2047    | 4.1162    |         |          |

**CUADRO A-40.** Análisis de varianza para la conversión alimenticia por periodo y tratamiento desde el inicio hasta el final del ensayo (50 días de estudio).

| F de V      | G.I | SC          | CM          | FC     | F tabla |      |
|-------------|-----|-------------|-------------|--------|---------|------|
|             |     |             |             |        | 5%      | 1%   |
| Tratamiento | 3   | 0.748958700 | 0.249652900 | 1.0793 | 3.24    | 5.29 |
| Error       | 16  | 3.700887462 | 0.231305466 |        |         |      |
| Total       | 19  | 4.449846180 |             |        |         |      |

n.s =no significativo.

