

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



**EVALUACIÓN DEL SUMINISTRO DE DIFERENTES NIVELES DE POLLINAZA EN  
LA DIETA DE TERNERAS ENCASTADAS EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO Y  
DESARROLLO.**

**PRESENTADA POR:**

**CESAR ERNESTO GUEVARA CRUZ.  
JUAN JOSE RICARDO RAMIREZ IGLESIAS.  
JOSE MELBI VILLATORO CERPAS.**

**REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:  
INGENIERO AGRONOMO**

**DOCENTE ASESOR:  
ING.AGR.M.Sc. JOSE ISMAEL GUEVARA ZELAYA**

**CIUDAD UNIVERSITARIA ORIENTAL, AGOSTO DE 2016**

**SAN MIGUEL EL SALVADOR CENTRO AMERICA**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.  
AUTORIDADES**

**LIC. JOSE LUIS ARGUETA ANTILLON  
RECTOR INTERINO**

**ING. CARLOS ARMANDO VILLALTA  
VICE-RECTOR ADMINISTRATIVO INTERINO**

**DRA. ANA LETICIA ZAVALA DE AMAYA  
SECRETARIA GENERAL INTERINA**

**LICDA. NORA BEATRIZ MELENDEZ  
FISCAL GENERAL INTERINA**

**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL**

**AUTORIDADES**

ING. AGR. JOAQUÍN ORLANDO MACHUCA GÓMEZ.

**DECANO**

LIC. CARLOS ALEXANDER DIAZ

**VICE-DECANO**

LIC. JORGE ALBERTO ORTEZ HERNANDEZ

**SECRETARIO**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

## **AUTORIDADES**

ING. AGR . M.Sc. JOSÉ ISMAEL GUEVARA ZELAYA.  
**JEFE DEL DEPARTAMENTO.**

ING .AGR . M.Sc. JOSÉ ISMAEL GUEVARA ZELAYA.  
**DOCENTE ASESOR:**

ING.AGR.M.Sc. ANA AURORA BENITEZ PARADA  
**COORDINADORA GENERAL DE LOS PROCESOS DE GRADUACIÓN.**

## RESUMEN

En nuestro país, uno de los problemas más críticos en el desarrollo de novillas de reemplazo y productividad en las ganaderías, son los altos costos de alimentación; ya que este representa una limitante para un buen desarrollo de las novillas, obteniendo como resultado baja producción y pérdidas en las ganaderías.

El objetivo de la investigación fue determinar el efecto de la implementación de diferentes niveles de pollinaza en la dieta de terneras en etapa de crecimiento-desarrollo, sobre la ganancia diaria de peso, y conversión alimenticia. Se utilizaron 20 terneras encastadas de las razas Holstein, Brown Swiss, Brahmán, Gersey y Ayrshire con una edad promedio de: 18.02 meses y un peso promedio de 284.575 lbs/ternera respectivamente, distribuidos aleatoriamente en 5 tratamientos bajo un diseño completamente al azar. La alimentación suministrada en todos los tratamientos consistió en silo de sorgo, bagazo de caña, cogollo de caña molido, melaza, en diferentes proporciones. Con una suplementación de concentrado comercial con un (22%PT) y pollinaza con un (22%PT) distribuido de la siguiente manera: T0= 4 lbs de concentrado + 0 lbs de pollinaza; T1= 3 lbs de concentrado + 1 pollinaza; T2= 2lbs de concentrado + 2 lbs de pollinaza; T3= 1 lb de concentrado + 3 lbs de pollinaza; 0 lb de concentrado + 4 lbs de pollinaza. El estudio tuvo una duración de 85 días, 15 de los cuales correspondieron a la fase pre experimental, donde se proporciono silo de sorgo, bagazo de caña, cogollo de caña molido, melaza en diferentes proporciones, concentrado y pollinaza, en este periodo la pollinaza se proporciono de manera gradual hasta llegar a la mayor cantidad ( 4 lbs/ ternera / día).

Las variables en estudio fueron: peso vivo, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia, condición corporal, altura a la cruz, y análisis económico. Se utilizo el diseño completamente al azar con igual número de repeticiones, para determinar las significaciones estadísticas se le realizo un análisis de varianza a cada una de las variables en estudio.

Los resultados indican que la inclusión de pollinaza en la dieta de terneras encastadas no afecta el peso vivo (lbs/ ternera/día), no fue estadísticamente significativo entre los tratamientos, los resultados al final del experimento fueron

180.28, 183.63, 189.16, 161.30, 174.03 lbs/ternera/día, para los tratamientos T0, T1, T2, T3, T4 respectivamente.

En relación a la variable ganancia diaria de peso (lbs/ ternera/día) se observó un comportamiento irregular en la significancia entre las diferentes mediciones, donde existieron diferencias estadísticas significativas en los periodos 1, 2, 4, 6, donde al final del experimento no hubieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, los resultados al final del experimento fueron: 0.80, 0.89, 0.86, 0.70, 0.90 (lbs/ ternera/día) correspondiente a los tratamientos T0, T1, T2, T3, T4 respectivamente.

Con los resultados obtenidos en conversión alimenticia de (lbs/ ternera/día) no hubieron diferencias estadísticas significativas al final del experimento, dando como resultado 2.81, 2.78, 2.86, 2.71, 2.79, para los tratamientos T0, T1, T2, T3, T4.

En cuanto a los resultados obtenidos en la variable condición corporal desde el inicio al final del experimento resultaron ser estadísticamente no significativa; al final del ensayo los incrementos fueron 1.13, 1.15, 1.00, 0.97, 0.73, para los tratamientos T0, T1, T2, T3, T4 respectivamente, el tratamiento T0 y T1 obtuvieron el mejor aumento en condición corporal que los tratamientos T2, T3, T4.

En relación a la variable altura a la cruz no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos desde el primer periodo hasta el séptimo periodo, los promedios de altura a la cruz al final del experimento entre los tratamientos fueron: 109.75, 108.87, 113.5, 106.37, 110.87 correspondiente a los tratamientos T0, T1, T2, T3, T4 respectivamente.

Con respecto a la evaluación económica los costos fueron menores en el tratamiento T4=\$1.05 ternera/día, comparado con el resto de los tratamientos evaluados que tuvieron un costo de \$1.15, \$1.47, \$1.59, \$1.75 para los tratamientos T3,T2,T1,T0 respectivamente, se recomienda que a partir de estos resultados se utilice la pollinaza como fuente de proteína ya que los resultados fueron similares tanto para aquellos tratamientos que fueron suplementados con proteína con pollinaza, como los tratamientos en los cuales la proteína fue suplida con concentrado comercial.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios todopoderoso por guiarme e iluminarme en el camino durante el proceso de formación.

A la Universidad de El Salvador, especialmente a la planta docente del departamento de Ciencias Agronómicas de la Facultad Multidisciplinaria oriental, por habernos brindado los conocimientos necesarios para hacer frente a los retos del presente futuro.

A nuestro asesor ING.AGR Y MS.c. JOSÉ ISMAEL GUEVARA ZELAYA, por sus conocimientos, comprensión, paciencia y desinteresada labor de orientación en la elaboración de nuestro trabajo de investigación.

Al personal que labora como docente en el Departamento de Ciencias Agronómicas de la Facultas Multidisciplinaria Oriental, por habernos formado como profesional: Ing. Joaquín Orlando Machucas Gómez, Ing.MS.c. José Ismael Guevara Zelaya, Ing. Marco Evelio Claros Álvarez, Ing. Marco Vinicio Calderón Castellanos, Ing. Silvia Evelin Jurado de Sosa, Ing. Lic.MS.c. Ana Aurora Benítez Parada, Ing. Juan Francisco Mármol Canjura, Ing. Nery Saúl Guevara, especial mente al Ing. Noé Alcides Díaz Reyes (Q.D.D.G), Ing. German Emilio Chávez Saravia (Q.D.D.G), e Ing. Jaime Santos Rodas (Q.D.D.G).

A todos los trabajadores de campo que trabajan en el Departamento de Ciencias Agronómicas de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, que nos ayudaron en nuestra investigación, especialmente a Ricardo Alvarenga.

## **DEDICATORIA.**

A Dios todo poderoso por el gran amor que me entrega, por la fuerza que me dio en esos momentos difíciles y poder seguir adelante y poder triunfar en mi meta académica.

A mis padres: Teresa de Jesús cruz Zelaya y José Rodolfo Guevara Sandoval que siempre han estado conmigo en cada momento y nunca han soltado mi mano, contando con el amor y el apoyo de cada uno de ellos, por su ayuda económica y por creer en mí y sobre todo por ser unos buenos padres que a pesar de todo me criaron con buenos principios. Gracias padres.

A mi abuela: Adelina Zelaya (De grata recordación) por haberme criado con mucho amor y buenos principios, gracias a ti soy lo que soy una buena persona seguidor de tu camino.

A mi abuelo: ( De grata recordación) Carlos Alberto cruz roldan, que fue el que me inculco y me motivo a tomar esta bonita carrera, a ver lo bonito que es el campo, fue un pilar fundamental en formación de mi vida.

A mis lindas hijas: Kenia Guadalupe Guevara y Sofía Alexandra Guevara , que sirvieron de motivación y me dieron fuerza para poder finalizar mi carrera, por ustedes lo logre.

A todos/as: los amigos, compañeros que estuvieron conmigo y que me apoyaron en cada momento, ayudando a seguir adelante siempre por el camino correcto.

**CESAR ERNESTO GUEVARA CRUZ**

## **DEDICATORIA**

A Dios todo poderoso, por darme la vida y permitirme finalizar una etapa de mi educación superior.

A mis padres: José Ricardo Antonio Ramírez castro y Ana Virginia Iglesias Cuellar de Ramírez, por todo el apoyo incondicional tanto económico y moral brindado a lo largo del proceso de mi formación académica siendo ellos un pilar fundamental para el logro de mis objetivos.

A mi esposa: Elisa Yaneth cárdena de Ramírez y mi hijo, Jeremías Emmanuel Ramírez Cárdenas, por su apoyo moral y económico que contribuyo al logro de este triunfo.

A nuestro asesor: Ing.Agr.MS.c. José Ismael Guevara Zelaya y de más ingenieros del Departamento de Ciencias Agronómicas aportaron a mi formación y finalización del proceso, ya que sin sus conocimientos no hubiese sido posible el logro de esta meta.

Y a todas aquellas personas que de alguna manera han contribuido en el logro de esta meta.

**JUAN JOSE RICARDO RAMIREZ IGLESIAS**

## **DEDICATORIA**

A Dios todo poderoso, por darme la vida y permitirme finalizar una etapa de mi educación superior.

A mis padres: Melbi Abid Villatoro Paz y Josefa de Jesús Serpas Navas, por todo el apoyo incondicional tanto económico y moral brindado a lo largo del proceso de mi formación académica siendo ellos un pilar fundamental para el logro de mis objetivos.

A mis hermanas: Hilda María Serpas Villatoro y Delmy Patricia Villatoro Serpas, por su apoyo moral y económico que contribuyo al logro de este triunfo.

A nuestro asesor: Ing.Agr.M.Sc. José Ismael Guevara Zelaya y de más ingenieros del Departamento de Ciencias Agronómicas aportaron a mi formación y finalización del proceso, ya que sin sus conocimientos no hubiese sido posible el logro de esta meta.

Y a todas aquellas personas que de alguna manera han contribuido en el logro de esta meta.

**JOSÉ MELBI VILLATORO CERPAS**

## INDICE GENERAL.

| CONTENIDO  | PAGINA |
|--|--------|
| -RESUMEN.....  | v      |
| -AGRADECIMIENTO.....   | vii    |
| -DEDICATORIA.....  | viii   |
| -INDICE GENERAL.....   | xi     |
| -INDICE DE CUADROS.....  | xvi    |
| -INDICE DE FIGURAS.....  | xxii   |
| 1. INTRODUCCION.....   | 1      |
| 2. MARCO DE REFERENCIA .....                                     | 2      |
| 2.1. Generalidades del ganado bovino.....                        | 2      |
| 2.1.1. Introducción del ganado bovino en América.....            | 2      |
| 2.1.2. Clasificación taxonómica de los bovinos.....              | 2      |
| 2.1.3. Características de diferentes razas de ganado bovino..... | 3      |
| 2.1.3.1. Raza Holstein.....                                      | 3      |
| 2.1.3.2. Raza Ayrshire.....                                      | 3      |
| 2.1.3.3. Raza Brahmán.....                                       | 3      |
| 2.1.3.4. Raza Brown Swiss.....                                   | 4      |
| 2.1.3.5. Raza <u>Guernsey</u> .....                              | 5      |
| 2.2. Sistemas de explotación ganadera.....                       | 5      |
| 2.2.1. Ganadería Intensiva.....                                  | 5      |
| 2.2.2. Ganadería Extensiva.....                                  | 6      |
| 2.2.3. Sistema Mixto o Semi Extensivo.....                       | 6      |
| 2.3. Alimentando del destete al servicio.....                    | 6      |
| 2.3.1. Pastoreo de terneras de Seis a Nueve meses.....           | 9      |
| 2.4. Requerimientos Nutricionales de los Rumiantes.....          | 9      |
| 2.4.1. Materia Seca.....   | 10     |
| 2.4.2. Agua.....   | 10     |
| 2.4.3. Proteínas.....  | 10     |
| 2.4.4. Fibras.....   | 10     |

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| 2.4.5.    | Energía.....   | 11 |
| 2.4.6.    | Carbohidratos.....   | 11 |
| 2.4.7.    | Vitaminas.....   | 12 |
| 2.4.8.    | Minerales.....   | 12 |
| 2.5.      | Características de los alimentos para rumiantes.....                           | 13 |
| 2.5.1.    | Paja.....  | 13 |
| 2.5.2.    | Heno.....  | 13 |
| 2.5.3.    | Forrajes.....  | 14 |
| 2.5.4.    | Ensilaje.....  | 14 |
| 2.5.5.    | Alimentos Energéticos.....   | 14 |
| 2.5.6.    | Alimentos Proteicos.....   | 14 |
| 2.6.      | Fisiología digestiva de los rumiantes.....                                     | 15 |
| 2.7.      | Aparato digestivo de los rumiantes.....  | 15 |
| 2.7.1.    | Órganos digestivos y digestión de los rumiantes.....                           | 16 |
| 2.7.1.1.  | Boca.....  | 16 |
| 2.7.1.2.  | Esófago.....   | 17 |
| 2.7.1.3.  | Estómagos.....   | 17 |
| 2.7.1.4.  | Rumen o Panza.....   | 17 |
| 2.7.1.5.  | Retículo o Redecilla.....  | 17 |
| 2.7.1.6.  | Omaso o Libro.....   | 17 |
| 2.7.1.7.  | Abomaso o Cuajar.....  | 17 |
| 2.7.1.8.  | Intestino Delgado Y Grueso.....  | 17 |
| 2.7.1.9.  | Ano.....   | 18 |
| 2.8.      | Terneras Poligástricas.....  | 18 |
| 2.9.      | Población microbiana del rumen.....  | 18 |
| 2.9.1     | Fermentación Ruminal.....  | 18 |
| 2.10.     | Procesos metabólicos que suceden en el aparato digestivo de los rumiantes..... | 19 |
| 2.10.1.   | Metabolismo del nitrógeno.....   | 19 |
| 2.10.1.1. | Metabolismo de proteínas.....  | 20 |
| 2.10.1.2. | Digestión y absorción de proteínas en  |    |

|       |  |    |
|-------|--|----|
|       | rumiantes.....   | 20 |
|       | 2.10.1.3. Transformación de proteínas en el rumen.....                                 | 21 |
|       | 2.10.1.4. Desintegración de las proteínas.....   | 22 |
| 2.11. | Amoníaco en el Rumen.....  | 22 |
| 2.12. | Digestión, Absorción Y Metabolismo De Los Carbohidratos En Rumiantes.....              | 22 |
| 2.13. | Metabolismo de los lípidos en los rumiantes.....                                       | 23 |
| 2.14. | Complementación nitrogenada.....   | 24 |
| 2.15. | Requerimientos de Nitrógeno No Proteico en Rumiantes.....                              | 24 |
|       | 2.15.1. Fuentes de nitrógeno no proteico.....  | 24 |
|       | 2.15.1.1. Amoníaco.....  | 25 |
|       | 2.15.1.2. Urea.....  | 25 |
|       | 2.15.1.3. Biuret.....  | 25 |
|       | 2.15.1.4. Fosfato Diamónico.....   | 26 |
|       | 2.15.1.5. Polifosfato Amónico.....   | 26 |
|       | 2.15.2. Empleo de nitrógeno no proteico.....   | 26 |
|       | 2.15.3. Utilización de niveles máximos de nitrógeno no proteico para rumiantes.....    | 26 |
| 2.16. | Uso De Pollinaza y gallinaza en La Alimentación De Rumiantes.....                      | 26 |
|       | 2.16.1. ¿Qué Cantidad Se Usa?.....   | 27 |
|       | 2.16.2. ¿Qué Se Debe Hacer Antes De Usarla?.....                                       | 28 |
|       | 2.16.3. ¿Cómo Se Ofrece El Alimento Al Ganado?.....                                    | 28 |
|       | 2.16.4. Animales en pastoreo.....  | 28 |
|       | 2.16.5. Como parte de una dieta integral.....  | 28 |
| 2.17. | Utilización de la pollinaza como alimentación proteínica en la dieta de rumiantes..... | 29 |
|       | 2.17.1. Ventajas Y Desventajas De La Pollinaza con Melaza.....                         | 29 |
|       | 2.17.1.1. Ventajas.....  | 29 |
|       | 2.17.1.2. Desventajas.....   | 29 |
| 2.18. | La pollinaza como fuente mineral.....  | 29 |
| 2.19. | Componentes nutricionales de la pollinaza.....   | 30 |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 2.20.    | Nitrógeno no proteico (NNP) y la pollinaza.....   | 31 |
| 2.21     | Estudios Realizados.....  | 31 |
| 2.21.1   | Uso de las excretas de pollos de engorde (Pollinaza) en la<br>alimentación animal. Rendimiento productivo de toretes de<br>engorde..... | 31 |
| 2.22.2   | Respuesta de Toretos en Engorda a la Adición de Tres Niveles de<br>Pollinaza a Dietas Integrales.....                                   | 32 |
| 2.23.3   | Diseño y evaluación de un sistema tecnológico para la alimentación<br>bovina en la zona cálida del Alto Magdalena.....                  | 34 |
| 3.       | MATERIALES Y METODOS.....   | 35 |
| 3.1.     | Descripción del área de estudio.....  | 35 |
| 3.1.1.   | Localización del ensayo.....  | 35 |
| 3.1.2.   | Características climáticas.....   | 35 |
| 3.1.3.   | Fase de campo.....  | 35 |
| 3.1.3.1. | Fase Pre-Experimental.....  | 36 |
| 3.1.3.2. | Fase Experimental.....  | 36 |
| 3.1.4.   | Instalaciones.....  | 36 |
| 3.1.4.1. | Potrero.....  | 36 |
| 3.1.4.2. | Comederos.....  | 36 |
| 3.1.4.3. | Bebedores.....  | 37 |
| 3.1.4.4. | Manejo.....   | 37 |
| 3.1.4.5. | Alimentación.....   | 37 |
| 3.1.5    | Unidades Experimentales.....  | 37 |
| 3.2      | Metodología estadística.....  | 37 |
| 3.2.1    | Diseño estadístico.....   | 37 |
| 3.2.2    | Descripción De Los Tratamientos.....  | 38 |
| 3.3.3.   | Variables en estudio.....   | 38 |
| 3.3.4.   | Toma de datos.....  | 38 |
| 3.3.5.   | Descripción de la ración alimenticia.....   | 39 |
| 3.3.6.   | Suministro de la ración.....  | 39 |

|    |                                   |    |
|----|-----------------------------------|----|
| 4. | RESULTADOS Y DISCUSION.....       | 41 |
|    | 4.1 Peso vivo.....                | 41 |
|    | 4.2 Ganancia Diaria de Peso ..... | 44 |
|    | 4.3 Conversión Alimenticia.....   | 45 |
|    | 4.4 Altura a la Cruz.....         | 47 |
|    | 4.5 Condición Corporal (C.C)..... | 48 |
|    | 4.6 Evaluación Económica.....     | 51 |
| 5. | CONCLUSIONES.....                 | 54 |
| 6. | RECOMENDACIONES.....              | 55 |
| 7. | REFERENCIAS BIBLIOGRAFIAS.....    | 56 |
| 8. | ANEXOS.....                       | 63 |

## INDICE DE CUADROS

| CUADRO.  | PÁGINA. |
|--|---------|
| 1. Concentrados y forrajes en dietas de novillas de una raza lechera grande.....   | 6       |
| 2. Ejemplos de una ración para novillas con menos de 12 meses de edad.....   | 7       |
| 3. Necesidades de agua de los bovinos en función de la clase de animal y del periodo de producción.....                                    | 10      |
| 4. Aporte de nutrientes de las excretas de aves.....   | 27      |
| 5. Valor Nutricional de la Pollinaza con Cama de Cascara de Arroz...   | 30      |
| 6. Rendimiento de toretes en confinamiento alimentados con raciones que contienen pollinaza, melaza y pulpa de cítricos deshidratados..... | 32      |
| 7. Valores medios para ganancia de peso, consumo y conversión...   | 33      |
| 8. Proporciones de pollinaza y concentrado en los tratamientos.....  | 38      |
| 9. Suministro de raciones por hora/día.....  | 40      |
| 10. Peso Vivo promedio (Kg) por tratamiento por periodo (10 días) durante el ensayo.....   | 41      |
| 11. Ganancia diaria de peso (lbs.) por tratamiento durante el ensayo...  | 44      |
| 12. Conversión Alimenticia Promedio (kg).....  | 46      |
| 13. Altura a la Cruz (cm) por tratamiento por periodo (10 días) durante el ensayo .....  | 47      |
| 14. Condicion corporal (escala 0-5) por tratamiento por periodo de (10dias) durante el ensayo.....   | 49      |
| 15. Cantidad y costo de alimentación.....  | 52      |
| 16. Relación de ingresos y costos de alimentación para los tratamientos (precio de venta por kg de peso P.V \$2.20).....                   | 52      |
| A-1. Peso vivo promedio (kg) por tratamiento y observaciones al inicio del experimento.....  | 66      |

|              |  |    |
|--------------|--|----|
| <b>A-2.</b>  | Análisis de varianza de peso vivo promedio (kg) por tratamiento y observaciones al inicio del experimento.....                 | 66 |
| <b>A-3.</b>  | Peso vivo promedio (kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el primer periodo (10 días).....                          | 67 |
| <b>A-4.</b>  | Análisis de varianza de peso vivo promedio (kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el primer periodo (10 días).....  | 67 |
| <b>A-5.</b>  | Peso vivo promedio (kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el segundo periodo (20 días).....                         | 68 |
| <b>A-6.</b>  | Análisis de varianza de peso vivo promedio (kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el segundo periodo (20 días)..... | 68 |
| <b>A-7.</b>  | Peso vivo promedio (kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el tercer periodo (30 días).....                          | 69 |
| <b>A-8.</b>  | Análisis de varianza de peso vivo promedio (kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el tercer periodo (30 días) ..... | 69 |
| <b>A-9.</b>  | Peso vivo promedio (kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el cuarto periodo (40 días) .....                         | 70 |
| <b>A-10.</b> | Análisis de varianza de peso vivo promedio (kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el cuarto periodo (40 días).....  | 70 |
| <b>A-11.</b> | Peso vivo promedio (kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el quinto periodo (50 días).....                          | 71 |
| <b>A-12.</b> | Análisis de varianza de peso vivo promedio (kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el quinto periodo (50 días).....  | 71 |
| <b>A-13.</b> | Peso vivo promedio (kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el sexto periodo (60 días) .....                          | 72 |
| <b>A-14.</b> | Análisis de varianza de peso vivo promedio (kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el sexto periodo (60 días) .....  | 72 |
| <b>A-15.</b> | Peso vivo promedio (kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el experimento.....                                       | 73 |
| <b>A-16.</b> | Análisis de varianza de peso vivo promedio (kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el experimento.....               | 73 |
| <b>A-17.</b> | Altura a la Cruz (cm) por tratamiento y observaciones al inicio del  |    |

|   |    |
|---|----|
| experimento.....  | 74 |
| <b>A-18.</b> Análisis de varianza de Altura a la Cruz (cm) por tratamiento y observaciones al inicio del experimento. ....                | 74 |
| <b>A-19.</b> Altura a la Cruz (cm) por tratamiento y observaciones al finalizar el primer periodo (10 días).....                          | 75 |
| <b>A-20.</b> Análisis de varianza de Altura a la Cruz (cm) por tratamiento y observaciones al finalizar el primer periodo (10 días).....  | 75 |
| <b>A-21.</b> Altura a la Cruz (cm) por tratamiento y observaciones al finalizar el segundo periodo (20 días).....                         | 76 |
| <b>A-22.</b> Análisis de varianza de Altura a la Cruz (cm) por tratamiento y observaciones al finalizar el segundo periodo (20 días)..... | 76 |
| <b>A-23.</b> Altura a la Cruz (cm) por tratamiento y observaciones al finalizar el tercer periodo (30 días).....                          | 77 |
| <b>A-24.</b> Análisis de varianza de Altura a la Cruz (cm) por tratamiento y observaciones al finalizar el tercer periodo (30 días).....  | 77 |
| <b>A-25.</b> Altura a la Cruz (cm) por tratamiento y observaciones al finalizar el cuarto periodo (40 días).....                          | 78 |
| <b>A-26.</b> Análisis de varianza de Altura a la Cruz (cm) por tratamiento y observaciones al finalizar el cuarto periodo (40 días).....  | 78 |
| <b>A-27.</b> Altura a la Cruz (cm) por tratamiento y observaciones al finalizar el quinto periodo (50 días).....                          | 79 |
| <b>A-28.</b> Análisis de varianza de Altura a la Cruz (cm) por tratamiento y observaciones al finalizar el quinto periodo (50 días).....  | 79 |
| <b>A-29.</b> Altura a la Cruz (cm) por tratamiento y observaciones al finalizar el sexto periodo (60 días).....                           | 80 |
| <b>A-30.</b> Análisis de varianza de Altura a la Cruz (cm) por tratamiento y observaciones al finalizar el sexto periodo (60 días).....   | 80 |
| <b>A-31.</b> Altura a la Cruz (cm) por tratamiento y observaciones al finalizar el experimento.....                                       | 81 |
| <b>A-32.</b> Análisis de varianza de Altura a la Cruz (cm) por tratamiento y observaciones al finalizar el experimento. ....              | 81 |

|              |   |    |
|--------------|---|----|
| <b>A-33.</b> | Condición física por tratamiento y observaciones al inicio del experimento.....   | 82 |
| <b>A-34.</b> | Análisis de varianza de Condición física por tratamiento y observaciones al inicio del experimento.....                 | 82 |
| <b>A-35.</b> | Condición física por tratamiento y observaciones al finalizar el primer periodo (10 días).....                          | 83 |
| <b>A-36.</b> | Análisis de varianza de Condición física por tratamiento y observaciones al finalizar el primer periodo (10 días).....  | 83 |
| <b>A-37.</b> | Condición física por tratamiento y observaciones al finalizar el segundo periodo (20 días).....                         | 84 |
| <b>A-38.</b> | Análisis de varianza de Condición física por tratamiento y observaciones al finalizar el segundo periodo (20 días)..... | 84 |
| <b>A-39.</b> | Condición física por tratamiento y observaciones al finalizar el tercer periodo (30 días).....                          | 85 |
| <b>A-40.</b> | Análisis de varianza de Condición física por tratamiento y observaciones al finalizar el tercer periodo (30 días).....  | 85 |
| <b>A-41.</b> | Condición física por tratamiento y observaciones al finalizar el cuarto periodo (40 días).....                          | 86 |
| <b>A-42.</b> | Análisis de varianza de Condición física por tratamiento y observaciones al finalizar el cuarto periodo (40 días).....  | 86 |
| <b>A-43.</b> | Condición física por tratamiento y observaciones al finalizar el quinto periodo (50 días).....                          | 87 |
| <b>A-44.</b> | Análisis de varianza de Condición física por tratamiento y observaciones al finalizar el quinto periodo (50 días).....  | 87 |
| <b>A-45.</b> | Condición física por tratamiento y observaciones al finalizar el sexto periodo (60 días).....                           | 88 |
| <b>A-46.</b> | Análisis de varianza de Condición física por tratamiento y observaciones al finalizar el sexto periodo (60 días).....   | 88 |
| <b>A-47.</b> | Conversión alimenticia (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el primer periodo (10 días).....               | 89 |
| <b>A-48.</b> | Análisis de varianza de Conversión alimenticia (Kg) por tratamiento   |    |

|              |   |    |
|--------------|---|----|
|              | y observaciones al finalizar el primer periodo (10 días).....   | 89 |
| <b>A-49.</b> | Conversión alimenticia (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el segundo periodo (20 días).....                          | 90 |
| <b>A-50.</b> | Análisis de varianza de Conversión alimenticia (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el segundo periodo (20 días).....  | 90 |
| <b>A-51.</b> | Conversión alimenticia (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el tercer periodo (30 días).....                           | 91 |
| <b>A-52.</b> | Análisis de varianza de Conversión alimenticia (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el tercer periodo (30 días).....   | 91 |
| <b>A-53.</b> | Conversión alimenticia (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el cuarto periodo (40 días).....                           | 92 |
| <b>A-54.</b> | Análisis de varianza de Conversión alimenticia (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el cuarto periodo (40 días).....   | 92 |
| <b>A-55.</b> | Conversión alimenticia (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el quinto periodo (50 días).....                           | 93 |
| <b>A-56.</b> | Análisis de varianza de Conversión alimenticia (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el quinto periodo (50 días).....   | 93 |
| <b>A-57.</b> | Conversión alimenticia (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el sexto periodo (60 días).....                            | 94 |
| <b>A-58.</b> | Análisis de varianza de Conversión alimenticia (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el sexto periodo (60 días).....    | 94 |
| <b>A-59.</b> | Ganancia diaria de peso (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el primer periodo (10 días).....                          | 95 |
| <b>A-60.</b> | Análisis de varianza de Ganancia diaria de peso (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el primer periodo (10 días).      | 95 |
| <b>A-61.</b> | Ganancia diaria de peso (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el segundo periodo (20 días).....                         | 96 |
| <b>A-62.</b> | Análisis de varianza de Ganancia diaria de peso (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el segundo periodo (20 días)..... | 96 |
| <b>A-63.</b> | Ganancia diaria de peso (Kg) por tratamiento y observaciones al   |    |

|              |  |     |
|--------------|--|-----|
|              | finalizar el tercer periodo (30 días).....   | 97  |
| <b>A-64.</b> | Análisis de varianza de Ganancia diaria de peso (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el tercer periodo (30 días)..    | 97  |
| <b>A-65.</b> | Ganancia diaria de peso (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el cuarto periodo (40 días).....                         | 98  |
| <b>A-66.</b> | Análisis de varianza de Ganancia diaria de peso (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el cuarto periodo (40 días)..    | 98  |
| <b>A-67.</b> | Ganancia diaria de peso (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el quinto periodo (50 días).....                         | 99  |
| <b>A-68.</b> | Análisis de varianza de Ganancia diaria de peso (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el quinto periodo (50 días)..... | 99  |
| <b>A-69.</b> | Ganancia diaria de peso (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el sexto periodo (60 días).....                          | 100 |
| <b>A-70.</b> | Análisis de varianza de Ganancia diaria de peso (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el sexto periodo (60 días).....  | 100 |
| <b>A-71.</b> | Ganancia diaria de peso (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el experimento.....                                      | 101 |
| <b>A-72.</b> | Análisis de varianza de Ganancia diaria de peso (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el sexto periodo (60 días).....  | 101 |

## INDICE DE FIGURAS

| FIGURA   |   | PÁGINA |
|----------|---|--------|
| 1.       | Aparato digestivo de los rumiantes.....                             | 17     |
| 2.       | Peso vivo (kg) por tratamiento durante el ensayo.....               | 43     |
| 3.       | Altura a la cruz (cm) por tratamiento durante el ensayo.....        | 48     |
| 4.       | Condición corporal (escala) por tratamiento durante el ensayo.....  | 51     |
| 5.       | Conversión alimenticia por tratamiento durante el ensayo.....       | 54     |
| 6.       | Ganancia diaria de peso (kg) por tratamiento durante el ensayo..... | 56     |
| Fig.A-1. | Diferentes grados de condición corporal en el ganado bovino.....    | 69     |
| Fig.A-2. | Esquema del Metabolismo del nitrógeno.....                          | 70     |

## 1. INTRODUCCION.

El Salvador es un país con altos índices de población que debido a esto presenta una alta demanda de alimentos ya sea tanto de origen agrícola como pecuarios, y así poder cubrir los requerimientos nutricionales de las personas.

Estos requerimientos de alimentos que la población necesita para cubrir sus necesidades, son afectados por las bajas producciones agropecuarias, debido a una serie de problemas en donde uno de ellos es: el mal manejo de las ganaderías, proporcionando estas bajos rendimientos y una baja rentabilidad; por eso es preciso desarrollar alternativas que ayuden al pequeño productor a aumentar ingresos dentro de su ganadería.

El sector ganadero actualmente, sigue aportando al crecimiento económico, según el ministerio de agricultura y ganadería (MAG), el rubro ganadero genera más de 150 mil empleos, entre las fase de producción, transporte y procesamiento. Otro beneficio es el hecho de que el ganado es una reserva de valor, por lo que se consideran a los animales como una inversión.

La clave para lograr una alta productividad bovina esta en el factor alimenticio que es, a su vez, uno de los mayores retos que enfrentan, sobretodo en la época seca, debido a la escasa o nula disponibilidad de alimento.

La alimentación en el ganado bovino es una parte fundamental para que se obtenga una buena producción, ya sea tanto en la producción de leche como en la producción de carne, una buena alimentación debe de llenar las necesidades nutricionales del animal, para que así tenga un óptimo rendimiento en producción y ganancia de peso.

La pollinaza es la excreta avícola mas importante en la alimentación alternativa de los bovinos, actualmente es utilizada ampliamente como una fuente proteica en la alimentación del ganado. Es por estas y otras razones que la pollinaza está siendo utilizada en nuestro país, siendo una muy importante que reduce los costos de alimentación, y así obtener mejores ganancias en las ganaderías de nuestro país.

## 2. MARCO DE REFERENCIA.

### 2.1. Generalidades del ganado bovino:

Según wikipedia, La vaca, en el caso de la hembra, o toro en el caso del macho (*Bos taurus* o *Bos primigenius*), es una especie de mamífero artiodáctilo de la familia de los bovinos. *B. taurus* es el nombre científico que se le asignó al conjunto de los bovinos domésticos del Viejo Mundo descendientes de las diferentes subespecies del uro salvaje (*Bos primigenius*). Existen dos subespecies principales: *B. taurus*, la vaca o toro doméstico europeo, y *B. indicus*, el cebú, de origen asiático. Se trata de un mamífero rumiante grande y de cuerpo robusto, con unos 120-150 cm de altura y 600-800 kg de peso medio. Domesticado desde hace unos 10,000 años en el Oriente Medio, posteriormente su ganadería se desarrolló progresivamente a lo largo y ancho de todo el planeta. Sus primeras funciones fueron para el trabajo y la producción de carne y de leche, además de aprovecharse los cuernos, el cuero o los excrementos (como fertilizante o combustible); también se siguen empleando en algunos países en los espectáculos taurinos. La cría y utilización de estos animales por parte del hombre se conoce como ganadería bovina (9).

El número total de cabezas de ganado vacuno en el mundo asciende a más de 1333 millones; la mayor parte de esta cantidad el (35,4%) se encuentra en Asia, el (22,3 %) en Sudamérica y el (15,2%) en África. Muchos son los productos que pueden obtenerse de la explotación de bovinos; leche, carne, huesos, piel, sangre, vísceras, enzimas y cuernos (12).

#### 2.1.1. Introducción del ganado bovino en América.

El bovino criollo americano desciende directamente de los animales que llegaron en el segundo viaje de Cristóbal Colón en el año de 1493. Estos animales así como posteriores envíos llegaron a la isla denominada la española.

#### 2.1.2. Clasificación taxonómica de los bovinos.

Reino.....Animalia  
Phylum.....Chordata  
Clase.....Mammalia.  
Orden.....Artiodactila  
Familia.....Bovidae

Subfamilia.....Bovidae

Genero.....Bos

Especie.....Tauros. Gonzales.(30)

### **2.1.3. Características de diferentes razas de ganado bovino.**

#### **2.1.3.1. Raza Holstein.**

La raza Holstein son animales elegantes, grandes con modelos de color de negro y blanco o rojo y blanco. Un ternero Holstein saludable pesa 40 Kg. o más al nacimiento. Una vaca madura llega a pesar unos 675 Kg. Con una altura a la cruz de unos 150 cm. Las vaquillas pueden cruzarse a los 13 meses de edad, cuando llegan a pesar unos 350 Kg.

Es deseable tener hembras Holstein que “paran” por primera vez entre los 23 y 26 meses de edad. La gestación es aproximadamente de nueve meses. Algunas vacas pueden vivir muchos años, sin embargo, la vida productiva promedio de una Holstein es de 4 a 6 años.

#### **2.1.3.2. Raza Ayrshire.**

Esta raza es originaria de la región del condado de Ayr, en el suroeste de Escocia. Es de pelaje Blanco y Rojo, de manchas moteadas y generalmente con bordes irregulares. Se adapta a condiciones de baja alimentación, sus características lecheras son buenas, en especial tiene un buen sistema mamario.

Esta raza desarrolla gran resistencia a climas extremos.

Tiene la más alta tasa de conversión de alimentos que cualquier otra raza lechera, lo que la hace a la vez más productiva, rentable y económica.

Al nacer, los terneros pesan de 30 a 35 kg, llegando a pesar más de 550 Kg en su madurez. El anca es ligeramente inclinada y facilita la salida de la cría. En novillas o vacas Ayrshire las distocias son muy escasas.

La leche de la Ayrshire tiene la proporción ideal para la producción de quesos con un 4.0% de grasa, 3.4% de proteína. El glóbulo graso que es muy pequeño, esto hace que la leche sea muy digestible (40).

#### **2.1.3.3. Raza Brahmán.**

Fue creada en los Estados Unidos de América con el cruzamiento de cuatro razas

indianas de ganado (*Bos indicus*). La selección rígida y cuidadosa desde un comienzo, se basó en la raza productora de carne más eficiente para la mayoría de los climas. El Brahman se encuentra establecido en más de 60 países alrededor del mundo.

El ganado Brahman se conoce mundialmente por su rusticidad, resistencia y capacidad de encontrar alimento; así como de poder digerir eficazmente alimentos fibrosos, es extremadamente resistente al calor y a la alta humedad; responde muy bien a buenas pasturas, pero al mismo tiempo se desempeña perfectamente en condiciones de campos pobres o prologadas sequías.

Esta raza no se ve tan afectada por las garrapatas, moscas, mosquitos y otros insectos; o por enfermedades tales como anaplasmosis y fiebre de garrapata. La raza Brahman es un ganado de carne que tiene crecimiento rápido, terminación precoz, conformación ideal, precocidad sexual, abundantes músculos, pariciones regulares. El pelaje del ganado Brahman varía su de tonalidad, desde un rojo claro, hasta el negro siendo el gris el color predominante. Están descalificados los animales con pelajes grulla, manchas de varios colores y los albinos. El hocico, las pezuñas y la terminación de la cola deben ser negros y los cuernos oscuros (6).

#### **2.1.3.4. Raza Brown Swiss.**

La raza Pardo suiza o Brown Swiss es una de las más antiguas, este ganado se crió en los valles de Suiza central, donde se le utilizó como objeto de intercambio y exportación. Es famosa en todo el mundo y es la segunda raza por su rendimiento lechero. Se caracteriza por su talla mediana; su capa de un sólo color "café-gris" el cual varía en tono, aunque se prefieren las sombras oscuras; las áreas de un color más claro se localizan en los ojos, hocico, orejas y en las partes bajas de las patas. El pelo es corto, fino y suave, los cuernos son blancos con puntas negras, medios o pequeños, dirigidos hacia afuera y arriba, encorvándose en las puntas.

La cabeza es ancha y larga, su espalda es amplia y la línea dorsal recta. El pecho es profundo con costillas bien arqueadas, y los desarrollados cuartos traseros son carnosos. La ubre está bien desarrollada, está en general bien adherida y tiene buenos pezones. Las vacas pueden pesar de 600 a 700 kg, y de 950 a 1 000 kg los toros, pero hay ejemplares de ambos sexos con más peso. Por lo que respecta a su

rendimiento lechero la raza suiza es la segunda del mundo (48).

#### **2.1.3.5. Raza Guernsey**

Tal como su nombre lo indica, la raza guernsey se desarrolló en la isla de Guernsey. Se cree que desciende de dos razas que fueron llevadas desde la cercana Francia, la isigny de Normandía y la Froment du Léon de Bretaña. La raza guernsey fue registrada como una raza independiente hacia 1700 (34).

Esta raza responde a las características propias del animal productor de leche, presenta un esqueleto de fuerte constitución, sólida contextura ósea y tórax profundo. Su pelaje es de color variado, pero predominan el amarillo claro (bayo), el castaño o el amarillo rojizo con manchas blancas. La vaca Guernsey es reconocida por producir leche con alto contenido de mantequilla y proteína, así como una concentración alta de beta-caroteno. Siendo de tamaño intermedio, las Guernsey producen leche de alta calidad mientras que consumen de 20 a 30 por ciento menos alimento por kg. de leche producida que las razas lecheras más grandes. Se les reconoce también por tener un intervalo de preñez más corto y tener una edad promedio más joven de novillas primerizas que las razas más grandes. Otra característica es la carencia de cualquier característica indeseable genética, y principalmente por su excelente adaptación a climas más cálidos.

El ganado Guernsey es también óptimo en el pastoreo. Es una vaca que se formó para la producción de leche basada en el pastoreo. Los productores lecheros pueden darse cuenta de su potencialidad de ganancia por los bajos costos de producción (32).

### **2.2 Sistemas de explotación ganadera.**

En El Salvador los sistemas de producción, están diferenciados por su grado de adopción tecnológica, tamaño del hato y área de terreno (4).

#### **2.2.1. Ganadería Intensiva.**

En la ganadería intensiva el ganado se encuentra estabulado, generalmente bajo condiciones de temperatura, luz y humedad que han sido creadas en forma artificial, con el objetivo de incrementar la producción en el menor lapso de tiempo; los animales se alimentan, principalmente, de alimentos enriquecidos. Es por esto que requiere grandes inversiones en aspectos de instalaciones, tecnología, mano de obra

y alimento, entre otros. Entre sus ventajas se destaca una elevada productividad, que tiene como contraparte la gran contaminación que genera (33).

### **2.2.2. Ganadería Extensiva.**

Esta se caracteriza por la crianza de animales en ecosistemas naturales, que han recibido ciertas modificaciones hechas por el hombre. Esto lo que permite es utilizar el territorio por largos períodos de tiempo ya que dependen de los ciclos naturales. En esta forma de practicarse la ganadería los animales se alimentan de pastizales, hierbas o prados. A diferencia de la ganadería extensiva, esta se caracteriza por no requerir importantes cantidades de energía. Además de esto, esta actividad promueve la conservación del ecosistema natural. Las desventajas en relación a la intensiva, es que es menos eficiente y no proporciona productos tan homogéneos o adaptables a la necesidad de los consumidores. (50)

### **2.2.3. Sistema Mixto o Semi Extensivo.**

Una vez expuestas las características que definen los dos sistemas de explotación del ganado más conocidos pasamos a hablar de otro sistema, ya que todo el ganado no se explota bajo los citados sistemas, sino que existen otros más. Entre estos dos principales antes citados surge otro intermedio denominado mixto, por tener características del extensivo, al darse en él el pastoreo fundamentalmente, y del intensivo, por la estabulación del ganado (38).

### **2.3. Alimentando del destete al servicio.**

Típicamente, de los 3 a 6 meses de edad, la ración de la ternera no debe de contener menos de 40% y más de 80% de forrajes. (Tabla 1).

**Cuadro 1:** Concentrados y forrajes en dietas de novillas de una raza lechera grande.

|                        | Edad (meses) |           |           |           |
|------------------------|--------------|-----------|-----------|-----------|
|                        | 3 – 6        | 7 - 12    | 13 – 18   | 19 - 22   |
| Peso promedio, kg      | 150          | 270       | 400       | 500       |
| Consumo esperado, kg/d | 3.2 – 4.0    | 5.4 – 7.3 | 7.7 – 9.5 | 10 – 11.8 |
| Forraje excelente , kg | 1.8 – 2.2    | 5.0 – 6.0 | 8.0 – 9.0 | 10 - 11   |
| Concentrado, kg.       | 1.4 – 1.8    | 0 – 1.0   | 0 – 1.0   | 0 – 1.0   |
| Buen forraje kg.       | 1.4 – 1.8    | 4.5 – 5.0 | 6.4 – 7.3 | 9.0 - 10  |

|  |           |           |           |           |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Concentrados, kg                                       | 1.8 – 2.2 | 1.4 – 1.8 | 1.4 – 1.8 | 1.0 – 1.4 |
| Mal forraje kg   | 0.9 – 1.4 | 3.2 – 4.0 | 5.4 – 6.4 | 7.3 – 8.2 |
| Concentrados, kg                                       | 2.3 – 2.7 | 2.3 – 2.7 | 2.7 – 3.6 | 2.7 – 3.6 |
| Composición de la dieta, % de la dieta en materia seca |           |           |           |           |
| Forrajes   | 40 – 80   | 50 - 90   | 60 – 100  | 60 - 100  |
| Fibra – FND  | 34        | 42        | 48        | 48        |
| Proteína cruda.  | 16        | 15        | 14        | 12        |
| Calcio   | 0.5       | 0.4       | 0.3       | 0.3       |
| Fosforo  | 0.3       | 0.3       | 0.2       | 0.2       |

Conforme las novillas van creciendo, la concentración de proteína en la dieta puede ser reducida y la concentración de fibra (FND) puede ser incrementada. Los forrajes de mala calidad deben de evitarse en las raciones de las terneras de 3 a 6 meses de edad. Forrajes de mala calidad administrados a novillas más grandes deben ser complementados adecuadamente con concentrados y minerales. (Tabla 2)

**Cuadro 2:** Ejemplos de una ración para novillas con menos de 12 meses de edad.

|                                | 3 A 6 MESES DE EDAD                 |     |     |     | 7 A 12 MESES DE EDAD |     |     |     |
|--------------------------------|-------------------------------------|-----|-----|-----|----------------------|-----|-----|-----|
|                                | 1                                   | 2   | 3   | 4   | 1                    | 2   | 3   | 4   |
| <b>INGREDIENTES</b>            | <b>CANTIDAD (Base materia seca)</b> |     |     |     |                      |     |     |     |
| Alfalfa botonamiento medio. Kg | 2.2                                 | --  | 1.7 | --  | 3.2                  | --  | 5.7 | --  |
| Alfalfa-gramínea. Kg           | --                                  | --  | --  | 1.1 | --                   | 2.8 | --  | --  |
| Heno de una gramínea, Kg       | --                                  | 1.6 | --  | --  | --                   | --  | --  | --  |
| Rastrojo de maíz. Kg           | --                                  | --  | --  | --  | --                   | --  | --  | 4.3 |
| Ensilaje de maíz. Kg           | --                                  | --  | 0.9 | 1.1 | 2.7                  | 2.8 | --  |     |
| Maíz en grano .Kg              | 1.4                                 | 1.5 | 1.0 | 0.9 | 0.5                  | 0.5 | 1.1 | 1.2 |

| Suplemento con 44% PC. Kg       | 0.27 | 0.64                            | 0.36 | 0.64 | 0.27 | 0.5  | --   | 1.1  |
|---------------------------------|------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Minerales, 23% Ca – 18% Pg.     | 14.0 | --                              | 14.0 | 9.0  | 18.0 | 9.0  | 18.0 | 23.0 |
| Piedra caliza o CaCO3. g        | --   | 40.0                            | --   | 18.0 | --   | --   | --   | 18.0 |
| Premezcla de minerales traza, g | 9.0  | 9.0                             | 9.0  | 9.0  | 18.0 | 18.0 | 18.0 | 18.0 |
| TOTAL (consumo, kg/d)           | 3.9  | 3.7                             | 4.0  | 3.7  | 6.7  | 6.6  | 6.8  | 6.6  |
| NUTRIENTES                      |      | COMPOCICION (Base Materia Seca) |      |      |      |      |      |      |
| Energía TDN <sup>3</sup> ,%     | 71.8 | 72.3                            | 71.4 | 72.4 | 66.4 | 66.7 | 65.7 | 67.1 |
| Energía neta de mant. Mcal/kg   | 1.67 | 1.69                            | 1.67 | 1.69 | 1.52 | 1.52 | 1.50 | 1.54 |
| Energía neta de crec.Mcal/kg    | 1.06 | 1.08                            | 1.06 | 1.08 | 0.92 | 0.92 | 0.90 | 0.92 |
| Proteína cruda (PC), %          | 16.7 | 16.4                            | 16.2 | 17.0 | 14.0 | 14.0 | 15.8 | 14.0 |
| Fibras ácido detergente %       | 22.0 | 21.0                            | 23.0 | 22.0 | 28.0 | 28.0 | 30.0 | 28.0 |
| Fibra neutro detergente, %      | 31.0 | 35.0                            | 35.0 | 36.0 | 44.0 | 46.0 | 40.0 | 48.0 |
| Calcio,%                        | 0.80 | 0.63                            | 0.71 | 0.64 | 0.77 | 0.54 | 1.06 | 0.50 |
| Fosforo,%                       | 0.37 | 0.38                            | 0.36 | 0.38 | 0.31 | 0.31 | 0.31 | 0.31 |
| Minerales traza,%               | 0.25 | 0.25                            | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |

Los forrajes de mala calidad deben de evitarse en las raciones de las terneras de 3 a 6 meses de edad. Forrajes de mala calidad administrados a novillas más grandes deben ser complementados adecuadamente con concentrados y minerales.

El porcentaje de proteína cruda requerido en el concentrado depende principalmente del contenido de proteína cruda del forraje en la dieta. Generalmente, una mezcla de concentrado con 16% de proteína cruda (que algunas veces es formulado para las vacas en lactación) puede ser utilizada satisfactoriamente para las novillas (58).

### **2.3.1. Pastoreo de terneras de Seis a Nueve meses:**

Las terneras de Seis meses pueden salir al pasto con seguridad para su salud, cuando esto es posible (es decir, a mitad de abril) siempre que:

- a) Se le dan dos libras (0,907 Kgs.) de concentrados al día, para mantener el abastecimiento necesario de materia seca al principio de la primavera; esta práctica deberá continuarse durante 3 a 4 semanas.
- b) El pasto debe de estar libre de los gusanos de los pulmones, preferiblemente una nueva pradera o zona de pastos no consumida a temporada anterior con ganado vacuno. Si esto no es posible se dará una vacuna oral contra la infección un mes antes de sacarlas al pasto.
- c) Haya albergues contra el tiempo inclemente.

Las terneras nacidas en primavera (marzo a mayo), pueden criarse toda su vida al pasto para reducir el costo de alimentación y el procedimiento recomendable consiste en practicar el destete precoz.

Con este sistema los concentrados y heno, no se dan en cantidades mayores de tres libras (1,36 Kgs.) de cada uno por cabeza, y día (28).

### **2.4. Requerimientos Nutricionales de los Rumiantes.**

Barrantes. Establece que los animales tienen una serie de necesidades alimenticias que en parte son suplidas por lo que ellos comen diariamente, como por ejemplo el pasto de piso, ciertos “matones” ramas de árboles y hojas secas, entre otros. Estos materiales aportan cantidades limitadas de nutrimentos, dentro de los cuales principalmente se habla de energía, proteína y minerales.

Cuando esta situación se presenta en nuestras fincas, es cuando debemos de mejorar la alimentación, por lo que es importante que suplementemos nuestros animales con algo que les ayude a producir más. Es por esta razón que se habla de “balancear” la dieta de los animales utilizando fuentes energéticas, proteicas y

minerales en cantidades y proporciones que llenen los requerimientos de ellos (44).

#### **2.4.1. Materia Seca.**

Generalmente, un bovino suele consumir una cantidad de materia seca del orden del 2-3% de su peso vivo y estará en función de su producción lechera. Los dos tercios de esta materia seca se aportaran en forma de forraje.

#### **2.4.2. Agua.**

Las necesidades de agua en los bovinos dependen de una serie de factores como son la edad del animal, su producción, el clima predominante y el consumo de materia seca. En la siguiente tabla nos muestra las necesidades de agua de los bovinos en función de la clase de animal y del periodo de producción en el que se encuentra:

**Cuadro 3.** Necesidades de agua de los bovinos en función de la clase de animal y del periodo de producción.

| Clase de animal                   | Necesidades de agua |
|-----------------------------------|---------------------|
| Terneros                          | 5-15 litros/día     |
| Bovinos (1-2 años)                | 15-35 litros/día    |
| Vacas secas                       | 30-60 litros/día    |
| Vacas producción (10 kg de leche) | 50-80 litros/día    |
| Vacas producción (20 kg de leche) | 70-100 litros/día   |
| Vacas producción (30 kg de leche) | 90-150 litros/día   |

#### **2.4.3. Proteínas.**

Las proteínas son imprescindibles para los animales que se encuentran en crecimiento y producción.

En el caso de los bovinos, las necesidades de proteínas se expresan en proteína digestible o PD, y para el caso de vacas lecheras, estas necesidades rondan los 70-100 gramos de proteínas digestibles por cada kilogramo de materia seca consumida.

**2.4.4. Fibras.** Para estimular la función del rumen, en el caso de los rumiantes se necesita una cierta cantidad de fibra. Esta fibra también es necesaria para mantener el nivel de grasa de la leche producida por los animales.

Los niveles óptimos de fibra en el caso de las vacas lecheras rondan entre el 17-22% de materia seca. Si los valores de fibra en la ración son superiores al 22% la capacidad de consumo de alimento de estos animales se ve seriamente perjudicada. Sin embargo, valores inferiores al 17% perjudican el nivel de grasa de la leche.

#### **2.4.5. Energía.**

Las fuentes de energía más importantes en la nutrición del ganado son los carbohidratos y en cierto modo las grasas para algunos casos. Las unidades de la energía digestible necesaria en la ración se expresan en Kcal/kg.

Hay que tener cierto cuidado en aportar la cantidad de energía adecuada en la ración, ya que si ésta es insuficiente, las bacterias presentes en el rumen de los animales no pueden llegar a convertir las proteínas requeridas en su alimentación, y por lo tanto, se puede producir una disminución en la producción de la leche. Por ejemplo, una vaca con una producción de leche de 30 kg al día requiere 3600 kcal de forma aproximada (20).

#### **2.4.6. Carbohidratos.**

Según Ureña (52) Los carbohidratos presentes en las plantas proporcionan energía y fibra. Los vegetales son la fuente más importante de energía para los herbívoros y no solo proporcionan carbohidratos solubles sino que también son la fuente necesaria de fibra dietética especialmente importante en los rumiantes para la estimulación de la rumia. Los carbohidratos son la fuente más importante de energía y de los principales precursores de grasa y azúcar (lactosa) en la leche de la vaca. Los microorganismos del rumen permiten a la vaca obtener energía de los carbohidratos fibrosos (celulosa y hemicelulosa) que están ligados a la lignina en las paredes de las células de plantas. La fibra es voluminosa y se retiene en el rumen donde la celulosa y la hemicelulosa fermentan lentamente.

Los carbohidratos no-fibrosos (almidones y azúcares) fermentan rápidamente y completamente en el rumen. El contenido de carbohidratos no-fibrosos incrementa la energía en la dieta, y así mejora el suministro de energía y determina la cantidad de proteína bacteriana producida en el rumen. Sin embargo, los carbohidratos no-fibrosos no estimulan la rumia o la producción de saliva y cuando se encuentran en exceso pueden inhibir la fermentación de fibra.

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

En cuanto a los requerimientos de vitaminas para los bovinos, las vitaminas A, D y E son las más importantes. Otras vitaminas como la B y la K suelen ser sintetizadas por las bacterias del rumen durante la digestión.

Las vacas durante los últimos días de gestación, necesitan incrementar los niveles de vitamina A en las raciones para que se obtengan terneros en buen estado. Una deficiencia en esta vitamina puede reducir el apetito del animal, disminuyendo su peso o provocar diarrea, ceguera y la producción de crías débiles.

En el caso de la vitamina D, una deficiencia de esta vitamina en las raciones, puede provocar raquitismo en los animales en crecimiento y trastornos como la fiebre de la leche en animales después del parto. Es conveniente saber que aquellos bovinos que son criados en condiciones de una alta exposición solar o que se alimentan de forrajes expuestos al sol no necesitan una aportación suplementaria de esta vitamina. Si embargo, las vacas lecheras criadas bajo otras condiciones si llegan a necesitar 5000-6000 U.I (unidades internacionales) de vitamina D al día.

#### **2.4.8. Minerales.**

En cuanto a los minerales más importantes para los bovinos son el calcio, fósforo, magnesio, sodio, cobre, cobalto, yodo y selenio. También necesitan otros minerales igual de importantes, pero que no se conoce mucho sobre sus requerimientos y deficiencias. A continuación, vamos a describir de forma resumida las necesidades de cada uno de estos minerales.

El calcio y el fósforo junto con la vitamina D son necesarios para la formación de los huesos. Los requerimientos de estos minerales son aproximadamente de tres partes de calcio por una de fósforo.

Un trastorno que puede provocar la deficiencia de magnesio es la hipomagnesia o también denominada como la tetania de los pastos, sobre todo, en vacas destinadas a una alta producción, aunque las necesidades en este mineral no son del todo conocidas. Los síntomas característicos son disminución de la producción, inquietud de las vacas, estremecimientos musculares y en casos graves muerte de los animales. Se conoce que las vacas lecheras necesitan consumir al menos 30 gramos de sal común al día. Una deficiencia de sodio, puede provocar en las vacas una

reducción del apetito, pérdidas de peso por deshidratación y disminución de la producción. El cobre es un mineral indispensable ya que actúa en varios procesos metabólicos. Los animales deficientes en este elemento suelen presentar pelo áspero, una mala condición corporal y suelen presentar diarrea. Las deficiencias se suelen corregir con la aportación de 500 mg de sulfato de cobre diarios en animales de más de un año y en el caso de terneros, la aportación será de hasta 250 mg diarios. El cobalto forma parte de la vitamina B12. Las deficiencias en este elemento hacen que los animales se encuentren en malas condiciones, disminuyendo el crecimiento y la producción. Se pueden corregir con aportaciones de 50 mg de sulfato de cobalto al día en los becerros y 100 mg en el caso de animales adultos.

El yodo, al formar parte de la hormona tiroidea interviene en el crecimiento de los animales y en la producción de leche. Los síntomas característicos de una deficiencia en este elemento pueden causar bocio, abortos o crías débiles. En el caso de animales jóvenes, sus necesidades son de 2 mg de yodo al día, las vacas en gestación necesitan 2 mg y 3 mg por cada 10 kg de leche producida.

El selenio suele intervenir en los procesos de reproducción. Su deficiencia suele provocar bajas tasas de fertilidad, aunque no se suelen conocer los requerimientos verdaderos en vacas productoras (20).

## **2.5. Características de los alimentos para rumiantes.**

### **2.5.1. Paja.**

La paja está formada por los tallos y las vainas de los cereales maduros, es decir, por la parte más lignificada de la planta. Con aproximadamente un 88% de materia seca, la paja es un alimento pobre en materias nitrogenadas (2,5-5,0 % de materia seca), en azúcares (menos de 0,1%) y en minerales, salvo el potasio.

### **2.5.2. Heno.**

El heno es un forraje seco (85% de materia seca) constituido por todas las partes de la planta que se obtienen después de la siega y secado de la misma. Durante el secado se produce una disminución del valor energético de la planta.

Esta disminución es función principalmente de las condiciones climáticas durante el secado y de las características de la planta (leguminosa, gramínea, etc.) (36).

### **2.5.3. Forrajes.**

Los forrajes son la base de la alimentación del ganado lechero y puede consistir en hierba verde, pastos henificados, ensilados y /o pajas de cereales, entre otros. La siembra y manejo de forrajes es básica en la actividad agropecuaria porque mantiene la fuerza del suelo y permite obtener más y mejor alimento.

Los forrajes de buena calidad, favorecen la producción de ácidos grasos que son parte de la energía que necesita el ganado lechero, además de la formación de la grasa de la leche y por tanto, un forraje de pobre calidad, contribuirá a una disminución en la producción de leche. Los forrajes se consumen frescos, o bien, se conservan mediante técnicas de henificación y ensilaje para mantener una producción uniforme.

### **2.5.4. Ensilaje.**

El ensilado representa la vía húmeda de conservación de forrajes verdes ya que con este sistema se mantiene su valor nutritivo sin reducir sensiblemente su contenido de agua. Los ensilados se producen principalmente de la planta del maíz, del sorgo, de la avena y el Rye Grass, entre otros. El ensilado es el producto que resulta del almacenamiento y la fermentación de forraje fresco en condiciones anaerobias. Las bacterias que se encuentran o adicional al forraje fermentan los carbohidratos disponibles para producir ácidos orgánicos que hacen que el forraje se acidifique.

### **2.5.5. Alimentos Energéticos.**

La energía en la alimentación de ganado lechero es de suma importancia para su crecimiento, reproducción y rendimiento en cuanto a la producción de leche.

Se consideran alimentos energéticos a los granos de cereales, maíz, sorgo, cebada, avena y trigo, entre otros que son ingredientes que aportan energía; en promedio, el 85% de su composición es almidón y por ello se consideran alimentos energéticos.

### **2.5.6. Alimentos Proteicos.**

El ganado productor de leche, requiere, para su desarrollo, crecimiento, mantenimiento, reproducción y producción fuentes adicionales de proteína; no es muy obligado proporcionar proteína de alto valor biológico (aminoácidos esenciales)

porque una buena parte de ésta la proporciona la “flora microbiana” que se ha establecido en el rumen (primer compartimiento del estómago del rumiante).

Como fuente de proteína, se utilizan pastas de oleaginosas que son subproductos del proceso de extracción de su aceite, como: la soya, el algodón, la canola, el cártamo, el girasol, el coco, etc. Éstas deben presentar características adecuadas en cuanto a su textura, color, y olor, un buen perfil de nutrientes y no haber sido sobrecalentadas ya que se reduce su valor nutritivo al formar compuestos Indigeribles (37).

## **2.6. Fisiología digestiva de los rumiantes.**

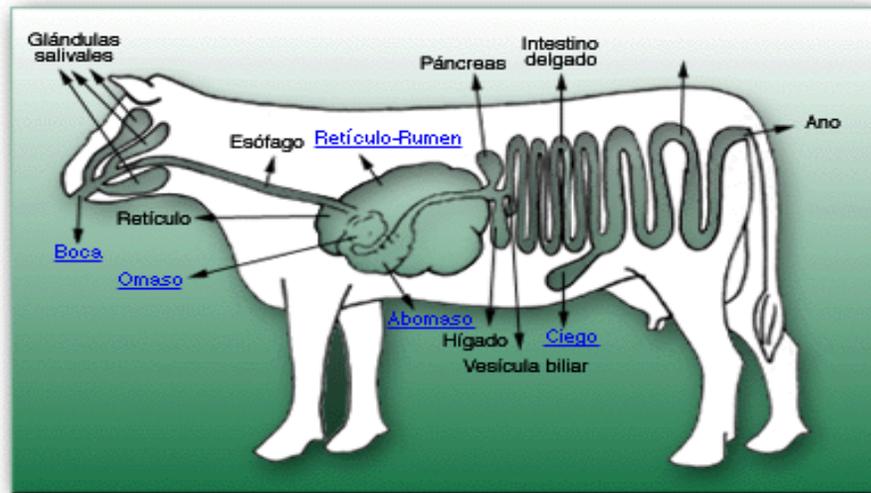
Según Warner (57). La función principal del tracto gastrointestinal (T.G.I.) de los animales consiste en realizar la digestión y absorción de los nutrientes y excreción de ciertos productos de desecho. El tracto gastrointestinal (T.G.I.) de los herbívoros presentan modificación es en sus estómagos y/o intestinos que les permiten utilizar la celulosa y otros vegetales tales como: la hemicelulosa.

El estomago de los rumiantes se divide en 4 compartimentos llamados rumen, retículo, omaso y abomaso, y la mayor parte de la actividad microbiana tiene lugar en el rumen según datos citados indican que el contenido del estomago en el vacuno adulto se distribuye de 81-87% en el retículo-rumen; 10-14% en el omaso, y de 3-5% en el abomaso.

## **2.7. Aparato digestivo de los rumiantes.**

El estómago de los rumiantes (en este caso: bovinos, ovinos y caprinos) se caracteriza por poseer cuatro divisiones, dadas estas características, a diferencia de los no rumiantes, son capaces de aprovechar los carbohidratos estructurales presentes en las plantas (Celulosa, Hemicelulosa y Pectina, las dos primeras constituyentes de la fibra) teniendo así una fuente de energía adicional y basando su alimentación en el consumo de forraje.

Los rumiantes al nacer presentan su estómago no desarrollado, siendo funcional sólo el abomaso producto de que su alimentación inicial es sólo leche; al ir creciendo y agregar alimento fibroso se estimula el desarrollo de los otros compartimientos del estómago.



**Figura 1.** Aparato digestivo de los rumiantes.

El resto del sistema digestivo (intestino delgado y grueso) cumplen las mismas funciones de la descripción general de los mamíferos.

Si el alimento ingerido por el animal no ha podido ser bien reducido de tamaño, el animal devuelve el alimento a la boca por medio de contracciones bruscas del retículo y lo vuelve a masticar, este proceso se conoce como rumia.

Los rumiantes eructan como un mecanismo para liberar los gases (metano y CO<sub>2</sub>) producidos por la fermentación de los microorganismos presentes en el rumen, esto lo consiguen por la contracción y dilatación de los diferentes compartimentos. (3)

### **2.7.1. Órganos digestivos y digestión de los rumiantes.**

Un rumiante es un herbívoro, con cuatro estómagos (en realidad es uno solo dividido en cuatro compartimientos) y que realiza la digestión en dos fases: primero incorpora el alimento sin masticar, y segundo lo devuelve a la boca mas tarde para masticarlo (rumia) (1).

#### **2.7.1.1. Boca.**

La importancia relativa de la boca y sus componentes (lengua, dientes, mandíbulas y glándulas salivales) varían según la especie animal. En la mayoría de estos las funciones de la boca son ingerir alimentos, desmenuzarlos en forma mecánica y mezclarlos con la saliva que actúa como lubricante para facilitar la deglución.

En los rumiantes la hierba se corta por la presión de los incisivos inferiores contra la encía ya que los incisivos superiores faltan. Los incisivos inferiores presentan un filo adecuado para cortar hierba, los molares tienen crestas que permiten una eficaz trituración.

Durante la rumia los molares Trituran muy finamente al alimento que ha vuelto a la boca.

#### **2.7.1.2. Esófago:**

Es un tubo largo, delgado y musculoso que une la boca con el rumen. El alimento pasa de la boca al primer pre-estomago por el esófago.

La parte más destacable del sistema digestivo del rumiante está compuesto por cuatro unidades interdependientes sí que conforman el rumiante primario para el aprovechamiento de los distintos ingredientes que conforman la dieta de estos herbívoros.

**2.7.1.3. Estómagos:** los rumiantes poseen un gran estomago dividido en 4 partes:

#### **2.7.1.4. Rumen o Panza:**

Es un vaso de fermentación grande que puede contener hasta 100 a 120 kg de materia en digestión. Las partículas de fibra se quedan en el rumen de 20 – 48 horas por que la fermentación bacteriana es un proceso lento.

#### **2.7.1.5. Retículo o Redecilla:**

Es una especie de filtro por el que pasa los alimentos, si aún son demasiado grandes, son devueltos al rumen, si no pasan al tercer estómago.

#### **2.7.1.6. Omaso o Libro:**

Es un compartimento con muchos repliegues y con mucha capacidad de absorción.

#### **2.7.1.7. Abomaso o Cuajar:**

Este estomago parece al estómago de los animales no rumiantes, secreta ácidos fuertes y muchas enzimas digestivas.

#### **2.7.1.8. Intestino Delgado Y Grueso:**

La misma función que en el resto de los mamíferos, absorción de nutrientes, agua y la formación de las heces.

#### **2.7.1.9. Ano:**

El final del aparato digestivo por donde se expulsan las heces (27).

#### **2.8. Terteras Poligástricas:**

El rumen de las terteras que no tienen acceso a alimentos sólidos permanece sin desarrollo. El desarrollo de los pre-estómagos es tanto más precoz cuando más pronto comienza el animal a consumir forraje y más todavía si consume pronto concentrado. Este desarrollo es muy rápido: en el ternero presenta una alometría positiva, hasta los 5 meses de edad, y hasta los 8 meses para el omaso (31).

#### **2.9. Población microbiana del rumen.**

Según Moltalbeti. Las bacterias constituyen la mitad de la biomasa en el rumen normal y son responsables de la actividad metabólica.

Los hongos constituyen hasta el 8% de la biomasa intra ruminal y se ubican en la ingesta de lento movimiento evitando su rápido lavado.

Y contribuyen a la digestión de forrajes de baja calidad.

Y por protozoos son los organismos más notables en el rumen, forman gran proporción de la biomasa, entre un 20 – 40 %, pero su contribución es menor por la gran retención y la menor actividad metabólica. Su tiempo de generación es grande y la sobrevivencia en el rumen depende de las estrategias que reducen el lavado (42).

El rumiante recién nacido queda expuesto a muchas poblaciones microbianas diferentes durante el parto y son estas las que posteriormente contribuyen al establecimiento de la población microbiana gastrointestinal. Estas poblaciones tienen su origen en; la vagina, la saliva de la madre, bolo alimenticio, estiércol, flora ambiental, otros animales, la ubre y la leche y otras fuentes alimenticias. Las más importantes son el contacto entre animales y los alimentos disponibles.

Hasta la 3ª semana de edad las bacterias que aparecen en el rumen de terneros son diferentes a las del vacuno adulto. Entre las semanas 9ª y 13ª la población bacteriana del rumen es prácticamente igual a la del rumiante adulto (7).

#### **2.9.1. Fermentación Ruminal.**

El rumen es una cámara de fermentación anaeróbica. La población microbiana se mantiene al ingerir y masticar alimentos con regularidad, añadiendo tampones y eliminando los ácidos producidos, arrastrando los residuos alimenticios no digeribles

y los productos microbianos, y manteniendo unas condiciones apropiadas de pH, temperatura y humedad para el crecimiento microbiano. Estos microorganismos dependen del rumiante para disponer de las condiciones óptimas para su crecimiento, y el rumiante depende de los productos de fermentación anaeróbica del alimento fibroso que ingiere y de la actividad biosintética microbiana, para cubrir sus propias necesidades nutritivas. El metabolismo del rumiante está enfocado a aprovechar los productos de la fermentación microbiana como los ácidos grasos volátiles (AGV), sin embargo, no todos los productos de la fermentación microbiana son útiles para el rumiante, también los hay de inútiles como el metano, o incluso nocivos como el amoníaco y los nitratos (14).

## **2.10. Procesos metabólicos que suceden en el aparato digestivo de los rumiantes.**

Los rumiantes poseen el beneficio de tener una cámara fermentativa pre-gástrica, formada por tres compartimientos: el retículo, el rumen y el omaso. Estos compartimientos, también llamados pre-estómagos, se caracterizan por tener un epitelio no secretor, a diferencia de lo que es la cavidad gástrica propiamente dicha (el abomaso), cuya mucosa es secretora y cumple prácticamente las mismas funciones que el estómago simple de los monogástricos. A pesar de que los pre-estómagos carecen de enzimas propias para degradar los alimentos ingeridos por el rumiante, es en esta cámara que se realiza la mayor parte de la digestión del alimento debido a la fermentación microbiana (principalmente por hidrólisis y oxidación anaeróbica) (5).

### **2.10.1. Metabolismo del nitrógeno.**

Según Egaña. (25) El metabolismo nitrogenado ha sido profundamente estudiado en las especies rumiantes debido a sus características particulares, que lo diferencian nítidamente de las especies monogástricos.

Es sabido que en el rumen, las bacterias, protozoos y hongos son los encargados de degradar a través de una fermentación anaeróbica los distintos componentes dietarios, con el resultado final de obtener energía para poder multiplicarse y consecuentemente generan numerosos productos finales de la fermentación, los cuales son utilizados por el rumiante.

En el caso específico del nitrógeno dietario, ya sea éste de origen proteico, o bien de naturaleza no proteica es transformado en grado variable a través de distintas vías metabólicas a nitrógeno microbiano, siendo éste posteriormente digerido en el abomaso e intestino delgado mediante la acción de las propias enzimas proteicas endógenas del rumiante, de una manera similar a como ocurre en las especies monogástricos.

La capacidad de degradar el N dietario por la microflora ruminal, como también la capacidad de éstas para multiplicarse depende de una gran cantidad de factores asociados tanto con la dieta ingerida como también con el propio animal.

Es importante destacar que los rumiantes tienen las mismas necesidades que los monogástricos en aminoácidos esenciales, los cuales son aportados, en el caso de los primeros, tanto por la proteína microbiana sintetizada en el rumen, como también por la proteína dietaria que no fue degradada en éste. Ambos tipos de proteína constituyen finalmente las fuentes que el animal dispone para satisfacer sus requerimientos netos de aminoácidos.

#### **2.10.1.1. Metabolismo de proteínas.**

Las bacterias ruminales degradan la proteína del alimento mediante proteasas secretadas al medio dando lugar a péptidos de cadena corta. Estos compuestos entran al interior de las bacterias donde son desdoblados en aminoácidos, para formar posteriormente proteína microbiana o bien ser desaminados para formar AGV y NH<sub>3</sub> (22).

#### **2.10.1.2. Digestión y absorción de proteínas en rumiantes.**

Los animales no precisan las proteínas como tales sino los aminoácidos que las componen para sintetizar sus propias proteínas. La mayoría de los aminoácidos se ingieren en forma de proteínas, y sólo ellos pueden incorporarse a las diferentes rutas metabólicas. Para ello, las proteínas y péptidos ingeridos sufren un proceso de degradación hidrolítica por medio de enzimas proteolíticas (secretadas por el estómago, páncreas e intestino delgado) en el tracto gastrointestinal. Después de la acción de las enzimas los aminoácidos quedan libres y son absorbidos y transportados a la corriente sanguínea por medio de la que llegan al hígado donde transcurre parte de su metabolismo y luego se distribuyen.

Las proteínas endógenas también se degradan después de un tiempo y adquieren unas señales que van a indicar a las enzimas de degradación cuando deben comenzar su proceso.

Los aminoácidos libres que provienen de este proceso de digestión de las proteínas son absorbidos por las paredes del intestino y conducidos por medio del sistema porta-hepático. Una vez que llegan al hígado, a través de la corriente sanguínea, son distribuidos por las células para su posterior utilización (53).

### **2.10.1.3. Transformación de proteínas en el rumen.**

Las proteínas de los alimentos son degradados por los microorganismos del rumen vía aminoácidos para formar amoníaco y ácidos orgánicos (ácidos grasos con cadenas múltiples). El amoníaco también viene de las fuentes de nitrógeno no-proteico en los alimentos y de la urea reciclada de la saliva y a través de la pared del rumen. Niveles demasiado bajos de amoníaco causan una escasez de nitrógeno para las bacterias y reduce la digestibilidad de los alimentos.

Demasiado amoníaco en el rumen produce una pérdida de peso, toxicidad por amoníaco y en casos extremos, muerte del animal. El amoníaco es utilizado para el crecimiento de la población de bacteria. El nivel de utilización de amoníaco para sintetizar proteína microbiana depende principalmente de la disponibilidad de energía generada por la fermentación de carbohidratos. En promedio, 20 gr. de proteína bacteriana es sintetizada de 100 gr materia orgánica fermentada en el rumen. La síntesis de proteína bacteriana puede variar entre 400 gr/día a aproximadamente 1500 gr/día según la digestibilidad de la dieta. El porcentaje de proteína en bacteria varía entre 38 y 55%. En general, las bacterias del rumen contienen más proteína cuando las vacas consumen más alimentos y las bacterias, pegadas a partículas de alimentos, pasan más rápidamente del rumen al abomaso.

Usualmente una porción de proteína de la dieta resiste la degradación en el rumen y pase sin degradación al intestino delgado. La resistencia a la degradación en el rumen varía considerablemente entre fuentes de proteína y está afectada por varias factores. Usualmente las proteínas en un forraje son degradadas a un mayor nivel (60-80%) que las proteínas en concentrados o subproductos industriales (30-60%) (41).

#### **2.10.1.4. Desintegración de las proteínas.**

Según Anisson (2). La desintegración de proteínas es de importancia cuantitativa para el animal. El amoníaco es uno de los productos finales de la digestión de varias proteínas y que es el principal componente de la fracción NNP. La cantidad de  $\text{NH}_3$  depende de la naturaleza de las proteínas y la proporción de hidratos de carbono de la ración.

Las proteínas son desintegradas por la acción de enzimas proteolíticas de los gérmenes; se forman péptidos y aminoácidos que a su vez son atacados por desaminasas para dar  $\text{NH}_3$ .

El grado en que las proteínas son desintegradas depende más de las propiedades de las proteínas que de la población microbiana del rumen.

Los factores que gobiernan el grado de desintegración proteínica son:

- La solubilidad.
- Forma física.

#### **2.11. Amoníaco en el Rumen.**

El amoníaco es el principal compuesto nitrogenado que utilizan los microorganismos para la síntesis de aminoácidos y proteínas, hay que considerar que para esto se requiere suficiente energía o carbohidratos; El amoníaco se utiliza además para la formación de diversos componentes nitrogenados de la pared celular y ácidos nucleicos. El amoníaco liberado en el rumen es absorbido a la sangre, conducido al hígado en donde se forma urea, la cual se puede reciclar en la saliva o eliminarse a través de la orina (18).

La capacidad del hígado para transformar el amonio en urea (detoxificación) es muy alta pero no es ilimitada, por lo tanto al superarse tal capacidad se pueden producir severos daños clínicos en el animal. Sin embargo, normalmente no se registran casos de toxicidad en vacunos pastoreando forrajes con alto contenido de nitrógeno. No obstante, se sospecha que puede haber toxicidad subclínica o alteraciones del metabolismo (21).

#### **2.12. Digestión, Absorción Y Metabolismo De Los Carbohidratos En Rumiantes.**

Los carbohidratos son la fuente más importante de energía y de los principales precursores de grasa y azúcar (lactosa) en la leche de la vaca. Los microorganismos del rumen permiten a la vaca obtener energía de los carbohidratos fibrosos (celulosa y hemicelulosa) que están ligados a la lignina en las paredes de las células de plantas. La fibra es voluminosa y se retiene en el rumen donde la celulosa y la hemicelulosa fermentan lentamente. Mientras que madura la planta, el contenido de lignina de la fibra incrementa y el grado de fermentación de celulosa y hemicelulosa en el rumen se reduce. La presencia de fibra en partículas largas es necesaria para estimular la rumia. La rumia aumenta la separación y fermentación de fibra, estimula las contracciones del rumen y aumenta el flujo de saliva hacia el rumen. La saliva contiene bicarbonato de sodio y fosfatos que ayudan a mantener la acidez (pH) del contenido del rumen en un pH casi neutral. Raciones que faltan fibra suficiente resultan en un porcentaje bajo de grasa en la leche y contribuyen a desordenes de digestión, tales como desplazamiento del abomaso y acidosis del rumen. Los carbohidratos no-fibrosos (almidones y azúcares) fermentan rápidamente y completamente en el rumen. El contenido de carbohidratos no-fibrosos incrementa la energía en la dieta, y así mejora el suministro de energía y determina la cantidad de proteína bacteriana producida en el rumen. Sin embargo, los carbohidratos no-fibrosos no estimulan la rumia o la producción de saliva y cuando se encuentran en exceso pueden inhibir la fermentación de fibra (54).

### **2.13. Metabolismo de los lípidos en los rumiantes.**

Según Martínez (39). El metabolismo lipídico de los rumiantes es muy distinto al de los monogástricos en diferentes aspectos que en última instancia están relacionados con las modificaciones que los nutrientes de la dieta, incluyendo los lípidos y los sustratos lipogénicos, sufren por la fermentación microbiana ruminal. Las grasas de los alimentos sufren dos importantes transformaciones en el rumen: lipólisis y biohidrogenación. La lipólisis se refiere a la liberación de los ácidos grasos de los ésteres presentes en los lípidos de los alimentos. La biohidrogenación es el proceso de saturación de los dobles enlaces presentes en los ácidos grasos.

El principal sitio de absorción de las grasas es el tramo medio y final del yeyuno aunque también ocurre absorción en el tramo inicial a pesar del bajo pH. En el

yeyuno superior se absorben exclusivamente los ácidos grasos libres que llegan al duodeno con la digesta, mientras que los ácidos grasos procedentes de la digestión enzimática de las grasas neutras y los fosfolípidos son absorbidos en los dos tercios finales. Los ácidos grasos de cadena larga no son absorbidos en el intestino grueso.

#### **2.14. Complementación nitrogenada.**

La alimentación de los rumiantes es de origen vegetal, lo cual incluye hojas, tallos, tubérculos, raíces y semillas. Con ciertos desperdicios de animales como las aves, de las cuales obtenemos la pollinaza que es una fuente apropiada de nitrógeno fermentable y su principal componente no proteico es el ácido úrico y también en la actualidad compuestos inorgánicos como la urea (47).

El papel del Nitrógeno como regulador del consumo voluntario también se presenta cuando los animales son alimentados con forrajes de baja calidad (con 50 % o menos de digestibilidad). En estas dietas el déficit de nitrógeno en el rumen puede actuar como factor limitante del consumo de energía porque deprime la digestión de la celulosa. Por otra parte, el consumo de estos forrajes está determinado por la tasa de "vaciado" de forraje del rumen, y debido a la menor actividad bacteriana ésta se encuentra disminuida (49).

#### **2.15. Requerimientos de Nitrógeno No Proteico en Rumiantes.**

Los requerimientos nitrogenados están íntimamente relacionados a la disponibilidad energética, por lo que puede adoptarse un valor de 32 g de N/kg de materia orgánica (MO) digerida en el rumen, o de 1,34g de N/Mj de EM, aunque al aumentar la digestibilidad de la MO los requerimientos de N tienden a reducirse (43).

##### **2.15.1. Fuentes de nitrógeno no proteico.**

Los compuestos de NNP se hallan de manera natural en los alimentos en más o menos concentración. Particularmente las pasturas tiernas son ricas en compuestos de NNP son las pasturas tiernas, en cuyo contenido de nitrógeno (N) entra el NNP en proporción hasta del 25-30 %. La fracción principal del NNP de la pastura está constituida por aminoácidos libres, amidas libres (glutamina y asparagina), nitrato, bases púricas y sales de amoníaco.

Los compuestos con nitrógeno no proteico pueden utilizarse satisfactoriamente en cierta cuantía como sustituto de la proteína, tanto en el engorde de bovinos para

producir carne como en la alimentación de vacas lecheras. A este respecto se utilizan principalmente: amoníaco, urea, biuret, fosfato diamónico, y polifosfato amónico (35).

#### **2.15.1.1. Amoniaco.**

Es un gas que, en general, se disuelve en el agua. Es la fuente más barata de nitrógeno que puede utilizarse en la alimentación del ganado, pero, como es tóxica y difícil de manejar, se usa principalmente para aumentar el contenido de nitrógeno de los alimentos pobres en proteína mediante la amonización en escala industrial. El amoníaco se fija químicamente y no se libera hasta que el pienso fermenta en el rumen.

#### **2.15.1.2. Urea.**

Es la fuente más barata de nitrógeno sólido. Es un polvo blanco, cristalino y soluble en agua, que se usa como fertilizante y para la nutrición animal. Actualmente se presenta en el mercado en forma granulada y perlada, siendo esta última la más recomendable para

El uso animal por su soltura y facilidad para mezclarla con otros ingredientes. La urea fertilizante, que es más barata, es higroscópica y se cuaja con mucha facilidad, lo que hace difícil mezclarla con los piensos sólidos; sin embargo, puede utilizarse con los piensos si se añade en forma de suspensión o de solución en melaza. Las semillas de algunas leguminosas, especialmente la soya *Glycine max*, contiene una enzima, la ureasa, que descompone la urea y hace inapetecible el pienso. La ureasa queda en gran parte destruida por tratamiento térmico, por el cual los granos y las harinas oleaginosas pueden mezclarse con urea (29).

#### **2.15.1.3. Biuret.**

Se produce a partir de la urea por calentamiento, y contiene un 41% de nitrógeno (Equivalente Proteico= 2,56 de PB). Es apenas soluble en agua y no es tóxico, ya que el amoníaco se libera lentamente en el rumen. Por consiguiente, tiene ventajas concretas en comparación con la urea para utilizarlo en los piensos secos. Sin embargo, es más caro, y hace falta un período de adaptación de 2 semanas a 2 meses, antes de que se obtenga una respuesta a la alimentación con biuret, por lo tanto debe ser utilizado en tratamientos prolongados.

#### **2.15.1.4. Fosfato Diamónico.**

Se trata de un polvo cristalino de color blanco soluble en agua. Contiene 21,4 % de nitrógeno y 23,7 % de fósforo. Tiene la ventaja, con respecto a la urea, que mejora a la vez el aporte de fósforo.

#### **2.15.1.5. Polifosfato Amónico.**

Es una fuente corriente de fósforo y de NNP en los suplementos líquidos. Se emplea en forma líquida, ya que tiene la ventaja, que no es corrosivo. Contiene 11 % de N<sub>2</sub> y 16,1 % de fósforo (46).

#### **2.15.2. Empleo de nitrógeno no proteico.**

Las fuentes de NNP, como la urea, son usadas frecuentemente en dietas para cubrir los requerimientos de nitrógeno a nivel ruminal. Sin embargo, su uso tiene límites. Los excesos pueden afectar el consumo voluntario de alimentos y causar daños irreversibles, e incluso la muerte del animal. El uso del NNP debe ir aparejado con el consumo de carbohidratos de cierto grado de fermentabilidad ruminal. Se ha observado que cuando las raciones son bajas en carbohidratos pueden ocurrir, con frecuencia, síntomas de toxicidad con cantidades de urea tan bajas como 0,3 g/kg PV, particularmente en animales que no han sido acostumbrados al consumo de este producto. Cuando los animales reciben adecuadas cantidades de carbohidratos en su ración 1 a 2 g/kg PV de urea puede que no causen problemas de toxicidad si los animales han sido adaptados previamente al consumo de esta fuente (16).

#### **2.15.3. Utilización de Niveles Máximos de Nitrógeno No Proteico para Rumiantes.**

Se recomienda que la urea usada como suplemento proteico, puede reemplazar un tercio (1/3) del total de la proteína, o componer un 3 % de la materia seca (MS) del concentrado o un 1 % del total de la MS de la ración (10).

#### **2.16. Uso De Pollinaza y gallinaza en La Alimentación De Rumiantes.**

Las excretas de ave (pollinaza y gallinaza) son subproductos pecuarios que se han utilizado extensivamente en la preparación de alimentos para rumiantes (bovinos, ovinos y caprinos), en especial en la industria de engorda de corderos y becerros, aunque también han sido ampliamente utilizados como un recurso

alimenticio para la época de sequía. Su empleo está basado en el alto contenido de proteína, aunque también aporta una cantidad aceptable de energía y minerales.

La pollinaza contiene las excretas de aves de engorda (pollos), la cual se presenta mezclada con el material que se utiliza como cama para las aves, como aserrín o pajas. La otra excreta avícola es la gallinaza, la cual contiene las excretas de las gallinas de postura. Sin embargo, es común que se confundan, pero es importante diferenciarlas, pues el uso de la gallinaza tiene mayores restricciones que la pollinaza.

### **2.16.1. ¿Qué Cantidad Se Usa?**

La cantidad a usar es variable, pero se aconseja no ofrecer más del 30% de la materia seca de la ración, porque la pollinaza contiene nitrógeno no proteico (NNP), que en cantidades elevadas puede ser tóxico. Además, no se debe utilizar urea u otra fuente de NNP en dietas que ya incluyen pollinaza o gallinaza.

La composición química de las excretas de ave es muy variable principalmente, la pollinaza, debido al tipo de cama utilizada en las naves de engorda. En la tabla 3 se expone la composición de la pollinaza y la gallinaza.

**Cuadro 4.** Aporte de nutrientes de las excretas de aves.

| Nutriente                          | Pollinaza | Gallinaza |
|------------------------------------|-----------|-----------|
| Materia seca, %                    | 84.7      | 89.6      |
| Proteína cruda, %                  | 31.3      | 28.0      |
| Proteína verdadera, %              | 16.7      | 11.3      |
| Proteína digestible, %*            | 23.3      | 14.4      |
| Fibra cruda, %                     | 16.8      | 12.7      |
| Grasa cruda, %                     | 3.3       | 2.0       |
| Elementos libres de nitrógeno, %   | 29.5      | 28.7      |
| Cenizas, %                         | 15.0      | 28.0      |
| Total de nutrientes digestibles, % | 72.5      | 52.0      |
| Energía digestible, Kcal/Kg *      | 2440      | 1911      |
| Calcio, %                          | 2.37      | 8.8       |
| Fósforo, %                         | 1.8       | 2.5       |
| Magnesio, %                        | 0.44      | 0.67      |

|                  |      |      |
|------------------|------|------|
| Manganeso, mg/Kg | 225  | 406  |
| Sodio, %         | 0.54 | 0.94 |
| Potasio, %       | 1.70 | 2.33 |
| Cobre, mg/Kg     | 98   | 150  |
| Zinc, mg/Kg      | 235  | 463  |

### **2.16.2. ¿Qué Se Debe Hacer Antes De Usarla?**

Antes de ofrecerla al ganado, es necesario secarla al sol y molerla, con el fin de que se integre perfectamente con los demás ingredientes que se utilizarán en la dieta.

Debido a la gran variabilidad en su composición, es conveniente analizarla, especialmente para conocer el contenido de proteína y cobre y determinar la cantidad a utilizar.

### **2.16.3. ¿Cómo Se Ofrece El Alimento Al Ganado?**

Las excretas de aves se ofrecen al ganado de diferentes maneras, sin embargo, son especialmente útiles como suplemento para animales en pastoreo, tanto en pradera como en agostadero, y como ingrediente en dietas integrales, para animales en confinamiento.

### **2.16.4. Animales en pastoreo.**

Cuando se usa como suplemento para animales en pastoreo, se mezcla una parte de grano (maíz o sorgo), una de melaza y dos de pollinaza. Un alimento de éste tipo contiene de 15 a 16% de proteína cruda (PC) y más de 65% de nutrientes digestibles totales (NDT). La cantidad que se ofrece de la mezcla depende del tipo de animal y de las condiciones del forraje disponible durante el pastoreo. El suplemento se ofrece después del pastoreo.

### **2.16.5. Como parte de una dieta integral.**

El uso de la pollinaza en dietas integrales, depende del tipo de ingredientes a utilizar. Se acostumbra mezclar la pollinaza con melaza para mejorar su aceptación, aunque al mezclarlo con otros componentes se diluyen el mal sabor y olor.

Una forma práctica de usar estos residuos, es molerlos y mezclarlos con pajas o rastrojos, también molidos y mezclados en partes iguales. Para esto, se pesan 50 kg de rastrojo u olote de maíz molido y 50 kg de pollinaza seca y molida y se mezclan perfectamente (PC = 13 %; TND = 55 %). Se puede sustituir 10 kg de rastrojo por 10 kg de melaza, con lo que la mezcla mejora su sabor (PC = 11 %; TND = 56 %). (17)

### **2.17. Utilización de la pollinaza como alimentación proteínica en la dieta de rumiantes.**

Según Chávez. (15). El contenido de proteína cruda de la pollinaza es de 21% en promedio. El contenido de proteína varía de acuerdo al tipo de cama que se utilice. El 50% del nitrógeno presente en la pollinaza es proteína verdadera, la cual es alta en glicina y un poco bajo en arginina, lisina, metionina y cistina.

Para aumentar la gustosidad y el consumo de las dietas a base de pollinaza, se puede mezclar con maíz, sorgo, melaza, salvado de trigo o cascarilla de soya. Para iniciar al ganado en dietas elevadas de pollinaza es recomendable utilizar mezclas de 50:50 de cualquier grano y pollinaza, y disminuir gradualmente la cantidad de grano, aumentando la de pollinaza hasta obtener la proporción deseada (23).

#### **2.17.1. Ventajas Y Desventajas De La Pollinaza con Melaza.**

##### **2.17.1.1. Ventajas.**

Su bajo costo y su alto contenido proteico (20% aproximadamente) que nos proporciona la pollinaza, sobre todo si la cama de los pollos es de cascara de maní molida o pasto seco picado.

Estas camas anteriormente nombradas son más digestibles y tienen mayores nutrientes que la cascarilla de arroz y la viruta o aserrín.

##### **2.17.1.2. Desventajas.**

No puede ser la única fuente alimenticia ya que siempre es necesario la fibra larga dentro de la ración para realizar una rumia adecuada, y los niveles máximos de consumo animal por día es de 5 Kg.

En ciertos lugares es difícil conseguirla (56).

### **2.18. La pollinaza como fuente mineral.**

Según Carbajal. (11).Una alternativa al empleo de estos dos tipos de suplementos es el uso de la cama de pollos de engorda (pollinaza) que generalmente

se encuentran disponibles en las zonas tropicales. Tradicionalmente, la pollinaza ha sido utilizada como suplemento proteínico para rumiantes; no obstante, también es rica en P, además de calcio y otros minerales.

La disponibilidad del P de la pollinaza ha sido evaluada con animales (Field et al 1977; Rosero et al 1990; Cooke et al 1990; Cantón et al 1996). En general, se le ha encontrado una disponibilidad elevada; ello se puede atribuir a que el P de la pollinaza se encuentra en un 53.4% en forma de P orgánico soluble en ácido, el cual se absorbe en los rumiantes por medio de la acción de las enzimas fitasas que se encuentran en el rumen; un 34.8% está formado de P inorgánico, el cual también está disponible para los rumiantes y el 11.8% restante no está disponible.

Además de su elevado contenido en proteína, la pollinaza también es un recurso valioso como fuente de minerales. Contiene cantidades elevadas de fósforo y niveles variables de cobre. El fósforo es un mineral de costo elevado y altamente requerido por el ganado que se explota en pastoreo en toda la república, debido a que los forrajes contienen cantidades insuficientes de este mineral. Por lo tanto, el uso de pollinaza ayuda a solucionar la falta de este mineral de una manera económica (13).

### **2.19. Componentes nutricionales de la pollinaza.**

Un elemento de importante consideración dentro de la composición química de las excretas de aves y que también se aprecia en los datos mostrados en esta sección, es su alta variabilidad, la cual ha sido atribuida a los numerosos factores que alteran su composición. En el caso de la cama de pollos se destacan principalmente el tipo de material que se use como cama, la densidad de aves en el galpón, grosor de la cama y el intervalo de recolección o edad de la cama (45).

La FAO (1980) describe la composición física de la pollinaza como sigue: 62% de heces, 31% de camada, 3% de alimento desperdiciado, 2% de plumas y 2% de materia extraña con relación a materia fresca.

#### **Cuadro 5.** Valor Nutricional de la Pollinaza con Cama de Cascara de Arroz.

Composición en base a 84.7% de materia seca

| Componente     | %    |
|----------------|------|
| Proteína cruda | 31.3 |
| Fibra cruda    | 16.8 |

|         |      |
|---------|------|
| Ceniza  | 15.0 |
| Calcio  | 2.4  |
| Fosforo | 18.0 |

Según ENO (26). La digestibilidad de la materia seca (DMS), de ambos tipos de gallinaza tanto de aves de engorde, como las de postura, son semejantes (50%), aunque existe una menor digestibilidad, en el caso de los pollos de engorde, considerando el periodo de formación de la gallinaza de pollo (7 – 10 semanas), es de esperar que este material se encuentre en una fase de inestabilidad fermentativa, lo cual causaría diferentes grados de descomposición de la fibra, afectando así la digestibilidad del material.

## **2.20. Nitrógeno no proteico (NNP) y la pollinaza.**

Según Delgadillo (19). Manifiesta que el aporte del nitrógeno, es una parte muy importante dentro de la nutrición de los rumiantes, Para la síntesis de proteína microbiana. El nitrógeno puede ser de origen dietario, del nitrógeno no proteico externo o del nitrógeno de reciclaje endógeno. La proteína microbiana (PM) formada en el rumen, pasa hacia al intestino, representado el 70% a 90% de nitrógeno no amoniacal que penetra al intestino; la proteína microbiana, puede verse afectada por la cantidad de energía de ATP disponible para el crecimiento microbiano. Las fuentes de NNP más económicas, has sido la urea y el amoniaco (en forma líquida o gaseosa), administrado en forraje de baja calidad incluyendo algunas sales amoniacales, así como las de origen endógeno, el cual es transferido hacia el rumen atreves de la saliva.

## **2.21. Estudios Realizados.**

### **2.21.1. Uso de las excretas de pollos de engorde (Pollinaza) en la alimentación animal. Rendimiento productivo de toretes de engorde.**

TOBIAS C. realizaron uso de las excretas de pollos de engorde (Pollinaza) en la alimentación animal. Rendimiento productivo de toretes de engorde, en la universidad de costa rica, donde demostraron con relación a la ganancia de peso diario no evidencio diferencia significativa ( $P>0.05$ ) entre tratamientos con valores promedios (Kg/animal/día) de  $0.70 \pm 0.53$ ;  $0.70 \pm 0.50$ ;  $0.81 \pm 0.48$  y  $0.77 \pm 0.43$ . para las

dietas A, B, C, D, respectivamente. En el mismo orden los valores para consumo de materia seca Kg /100 Kg de peso vivo/día, fueron 1.98, 1.85, 2.42, 2.30, donde se encontraron diferencia significativa ( $P<0.05$ ) entre todos los tratamientos. La conversión alimenticia no mostro diferencia significativa ( $P>0.05$ ) entre los tratamientos.

Los resultados indican que la inclusión de 4 kg. De pollinaza en la ración permitió un mayor consumo de materia seca y una mayor ganancia de peso diario y una conversión alimenticia que con la ración con 2 Kg de pollinaza.

Los tratamientos evaluados consistieron en forraje picado, 40 gr. de sal mineralizada para todos los animales y los siguientes suplementos.

- Dieta A: 2 Kg. de pollinaza, 2 Kg. de melaza de caña
- Dieta B: 2 Kg. de pollinaza, 1.35 Kg. de pulpa de cítrico deshidratada.
- Dieta C: 4 Kg. de pollinaza, 2.5 Kg. de melaza de caña.
- Dieta D: 4 Kg. de pollinaza, 1.7 Kg. de pulpa de cítrico deshidratada.

**Cuadro 6.** Rendimiento de toretes en confinamiento alimentados con raciones que contienen pollinaza, melaza y pulpa de cítricos deshidratados.

| RENDIMIENTO                                  | TRATAMIENTOS.          |                        |                        |                        |
|--|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|  | A                      | B                      | C                      | D                      |
| Ganancia diaria peso, (Kg/día)               | 0.70±0.53 <sup>a</sup> | 0.70±0.50 <sup>a</sup> | 0.81±0.50 <sup>a</sup> | 0.77±0.43 <sup>a</sup> |
| Consumo MS(Kg/100 Kg De Peso vivo/día)       | 1.98±0.25 <sup>c</sup> | 1.85±0.26 <sup>d</sup> | 2.42±0.23 <sup>a</sup> | 2.3±0.19 <sup>b</sup>  |
| Eficiencia de conversión (Kg MS/Kg de carne. | 15.5±10.4 <sup>a</sup> | 14.4±11.5 <sup>a</sup> | 12.4± 5 <sup>a</sup>   | 13.2±6.4 <sup>a</sup>  |

a,b,c,d,= medias en la misma fila con diferentes letras difieren significativamente( $P<0.05$ ) (51).

### **2.22.2. Respuesta de Toretos en Engorda a la Adición de Tres Niveles de Pollinaza a Dietas Integrales.**

Así mismo en otro estudio realizado por Duarte (24). En el campo experimental Morelia de México, se planteo realizar un estudio para evaluar diferentes niveles de pollinaza sobre el comportamiento de toretes alimentados con ingredientes de la

región templada del estado de Michoacán, utilizando 27 toretes cebú con un peso inicial promedio de 319 kg se distribuyeron en un diseño completamente al azar, a tres tratamientos que consistieron en la inclusión del 15 (P15), 25 (P25) y 35 % (P35) de pollinaza en base seca como ingrediente de la dieta y melaza se diluyó en un 10 % de agua y se mezcló diariamente con el alimento ofrecido.

Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 7. El promedio diario de ganancia de peso fue de 1285, 1188 y 998 g por animal en los tratamientos P15, P25 y P35, respectivamente; las diferencias entre tratamientos P15 y P25 con respecto a P35 fueron altamente significativas ( $P < 0.01$ ).

Este efecto puede ser atribuible a un mayor consumo de alimento y de algunos nutrientes como la proteína cruda ( $N \times 6.25$ ) ya que a pesar de que el consumo es superior a los requerimientos en los tres tratamientos, los dos primeros contenían mayor porcentaje de harinolina y es bien conocido el efecto que tiene la inclusión de una fuente de proteína verdadera con buen balance de aminoácidos sobre el consumo de alimento y la ganancia de peso vivo en los sistemas de alimentación donde se utilizan subproductos agroindustriales.

La diferencia en el consumo de alimento dio como resultado que los animales en el P15 consumieran 22.6 Mcal de energía metabolizable por día mientras que los animales del tratamiento con mayor contenido de pollinaza, consumieron 15.8Mcal, equivalente a una diferencia de 42 % que se refleja en la misma proporción sobre la ganancia de peso vivo entre tratamientos.

**Cuadro 7:** Valores medios para ganancia de peso, consumo y conversión

|                  | TRATAMIENTOS.     |                   |                   |
|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                  | P15               | P25               | P35               |
| Peso Vivo Kg.    |                   |                   |                   |
| Inicial          | 321               | 315               | 320               |
| Final            | 447               | 432               | 417               |
| Ganancia diaria  | 1.28 <sup>a</sup> | 1.19 <sup>a</sup> | 0.99 <sup>b</sup> |
| Consumo (kg/día) |                   |                   |                   |
| MS               | 9.40 <sup>a</sup> | 8.30 <sup>a</sup> | 7.20 <sup>b</sup> |
| N*6.25           | 1.53              | 1.41              | 1.28              |

|            |      |      |      |
|------------|------|------|------|
| Conversión | 8.06 | 7.35 | 7.86 |
|------------|------|------|------|

MS.=Materia seca  
 ab Literales distintas en los renglones indican diferencias altamente significativas (P<0.01)

### **2.23.3. Diseño y evaluación de un sistema tecnológico para la alimentación bovina en la zona cálida del Alto Magdalena.**

Se realizó un estudio que se llevó a cabo en Agrinsa (Tolima) con el objetivo de evaluar un sistema tecnológico de manejo para la alimentación intensiva de bovinos. Se usaron 30 toretes Cebú comercial con un peso inicial promedio de 210 kg en un diseño de bloques completamente aleatorizado en tres tratamientos que consistieron en la inclusión del 57,7% (T1), 47,1% (T2) y 36,8% (T3), de la mezcla tamo de arroz con pollinaza, los demás ingredientes fueron: semilla de algodón, harina de arroz, cacota de algodón, tortave, melaza, y una pre mezcla de vitaminas y minerales. La duración de la prueba fue de 105 días, al finalizar el experimento se observó una ganancia de peso vivo superior en los animales sometidos al Tratamiento 3 (p<0,05) de 1,012gr/día, seguida por el tratamiento 2 con 840gr/día y el Tratamiento 1 con 680 gr/día. La evaluación del consumo mostró que el tratamiento 3 fue el mejor, con diferencias estadísticas entre los tratamientos (p<0,05); sin embargo la mejor conversión alimenticia se evidenció con el Tratamiento 2 (6,91) superando al tratamiento 3 (7,04). En el análisis de digestibilidad de las dietas, el mejor índice lo obtuvo el tratamiento 3 con el 63,38%, y en su orden el Tratamiento 2 (59,11%) y el tratamiento 1 (51,53%), en el mismo orden el tratamiento con mayor rentabilidad fue el Tratamiento 3 (12,4%), en el Tratamiento 2 se obtuvo un porcentaje del 9,94%, y el Tratamiento 1 arrojó un porcentaje negativo del -6,58% (8).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS.**

#### **3.1. Descripción del área de estudio.**

##### **3.1.1. Localización del ensayo.**

El ensayo se realizó en la Unidad de Investigación Agropecuaria (UNIAGRO) de la Facultad Multidisciplinaria Oriental de la Universidad de El Salvador. Dicha facultad se encuentra ubicada en el Cantón El Jute, Jurisdicción y Departamento de San Miguel, a la altura del kilómetro 144 de la carretera que de la Ciudad de San Miguel conduce a la Ciudad de Usulután. Las coordenadas geográficas del lugar son: 13° 26' Latitud Norte y 88°09' Longitud Oeste. En cuanto a la altura sobre el nivel del mar, el área de estudio se encuentra a 140 m.s.n.m.

##### **3.1.2. Características climáticas.**

La temperatura promedio anual es de 30.1 °C. Caracterizado por 2 épocas bien marcadas que son: La época seca que comprende los meses de noviembre a abril y la época lluviosa comprendida en los meses de mayo a octubre.

La precipitación anual reciente, en dicho lugar es de 1054mm, la humedad relativa promedio anual es de 70.45% y la velocidad anual promedio del viento es de 9.2 km/h.

##### **3.1.3. Fase de campo.**

Esta fase duró 85 días, dividida en un periodo de adaptación de 15 días y un periodo experimental de 70 días, en el periodo de adaptación se sometieron a las unidades experimentales a las nuevas instalaciones del experimento, para que se adaptaran al cambio de infraestructura y al nuevo tipo de alimentación y manejo; con lo cual se evitó que los animales sufrieran estrés al momento que se inició el experimento.

Las unidades experimentales que se utilizaron en el ensayo fueron seleccionadas y aleatorizadas para formar grupos homogéneos en cuanto a: su peso, edad y raza. De igual forma previo a este periodo las terneras fueron tratadas contra parásitos internos y externos con Cobaldamin, luego se vitaminaron con ADE por cada unidad experimental para que estas iniciaran el experimento en iguales condiciones y que dicho factor no afectara los resultados finales.

### **3.1.3.1. Fase Pre-Experimental:**

La alimentación en este periodo fue diferente a la que se suministró en la fase experimental en cuanto a la cantidad de concentrado (22%) y la pollinaza, donde la cantidad de concentrado fue equivalente a 3.2 onz/ternera/día mientras que la pollinaza se suministró de manera gradual iniciando el día 1 y 2: 6 onzas; día 3 y 4: 12 onzas; día 5 y 6: 18 onzas; día 7 y 8: 21 onzas; día 9 y 10: 32 onzas; día 11 y 12: 48 onz; día 13,14 y 15: 64 onz/ternera/día, para los tratamientos T0, T1, T2, T3, y T4 respectivamente. Mientras que el resto de la ración fue en base al requerimiento de materia seca según el peso de cada animal. Esta fase se inicio el 13 de Mayo del 2012 y finalizó el 27 de Mayo del mismo año.

### **3.1.3.2. Fase Experimental:**

Esta fase inicio el 28 de Mayo del 2012 y finalizo el 27 de julio del mismo año, la alimentación fue diferente a la que se suministro en la fase pre-experimental en cuanto a la cantidad de concentrado y la pollinaza, siendo estas las siguientes T0: 4 libras de concentrado y 0 libras de pollinaza; para el T1: 3 libras de concentrado + 1 libra de pollinaza; T2: 2 libras de concentrado + 2 libras de pollinaza; T3: 1 libra de concentrado + 3 libras de pollinaza; T4: 0 libras de concentrado + 4 libras de pollinaza.

Al inicio de esta fase las unidades experimentales fueron pesadas para conocer el peso vivo con el que iniciaron el experimento, con el objetivo de conocer la ganancia diaria de peso hasta la siguiente pesa, la cual se realizo cada 10 días, de igual forma fue evaluada su condición física, y altura a la cruz, posteriormente se realizo un análisis de varianza para cada una de las variables.

### **3.1.4. Instalaciones.**

#### **3.1.4.1. Potrero.**

Se utilizó un potrero de 1/2 manzana, empastado con zacate callie, ubicado al sur de las instalaciones de la ganadería de la Facultad de Ciencias Agronómicas.

#### **3.1.4.2. Comederos.**

Se utilizaron comederos hechos de mitades de barriles, uno para cada unidad experimental, lo cual fueron distribuidos en el área correspondiente a cada tratamiento.

#### **3.1.4.3. Bebederos.**

Se utilizó un abrevadero el cual está localizado en el centro del corral, con sus respectivas barras de hierro a su alrededor, para impedir que los animales se metan a la pila, a la par se encuentra un salitrero, que abastece de sales minerales a las terneras.

#### **3.1.4.4. Manejo.**

La ganadería se maneja de una forma semi-estabulada aprovechando el pastoreo en las horas frescas, es decir por la mañana y la tarde y la estabulación en las horas nocturnas.

#### **3.1.4.5. Alimentación.**

La alimentación diaria estaba constituida por la ración experimental que fue suministrada tres veces al día, durante el tiempo entre la primera y segunda comida las terneras pastoreaban en un potrero.

#### **3.1.5. Unidades Experimentales:**

Para este trabajo de investigación se utilizaron 20 terneras encastadas Holstein, Brown Swiss, Brahmán, Gersey y Ayrshire con una edad promedio de: 18.02 meses y un peso promedio de 284.575.lbs/ternera. Las terneras fueron sometidas a un periodo de adaptación de 10 días en donde se sometieron al nuevo manejo. Se consideró a cada ternera como una unidad experimental, las cuales fueron distribuidas aleatoriamente en cada uno de los tratamientos considerando lo siguiente: edad y encaste.

### **3.2. Metodología estadística.**

#### **3.2.1. Diseño estadístico.**

Para la realización del experimento se utilizo el diseño completamente al azar con igual número de repeticiones, utilizándose 5 tratamientos con 4 repeticiones para cada tratamiento.

El modelo estadístico fue el siguiente

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

Donde:

$Y_{ij}$  = J-ésima observación i-ésimo tratamiento.

$\mu$  = media global.

T<sub>i</sub> = efecto del i-ésimo tratamiento.

E<sub>ij</sub> = error experimental.

### **3.2.2. Descripción De Los Tratamientos.**

Los tratamientos que se evaluaron se basaron en la inclusión de diferentes niveles de pollinaza, donde la inclusión en la dietas fueron las siguientes proporciones.

**Cuadro 8.** Proporciones de pollinaza y concentrado en los tratamientos.

| Tratamiento | Pollinaza (Lbs.) | Concentrado (Lbs.) |
|-------------|------------------|--------------------|
| T0          | 0                | 4                  |
| T1          | 1                | 3                  |
| T2          | 2                | 2                  |
| T3          | 3                | 1                  |
| T4          | 4                | 0                  |

El complemento de la ración alimenticia estuvo constituida por el suministro de Silo, bagazo de caña, pacas de cogollo de caña y melaza, mas pastoreo durante un lapso de tiempo. El pastoreo consistió en enviar a los animales a un potrero empastado con callie, donde su estadía fue relativamente corta.

### **3.3.3. Variables En Estudio.**

Los parámetros evaluados durante el periodo de ensayo fueron los siguientes:

- Ganancia diaria de peso (kg/ternera/día).
- Altura a la cruz (cm/ternera/día).
- Conversión Alimenticia (Kg/ternera/día)
- Condición Corporal (C.C.)
- Análisis económico.

### **3.3.4. Toma de datos.**

Para poder tomar los datos de los parámetros anteriormente mencionados se realizaron cada 10 días, a la misma hora para todos los tratamientos (antes de suministrar la primera ración de alimento), con el objetivo de evitar variaciones y error sistemático en las variables que se analizaron.

Ganancia diaria de peso: Las terneras se pesaron al inicio del experimento, y luego cada 10 días, para estimar la ganancia diaria de peso resultado de restar el peso al final del periodo; menos el peso al inicio del mismo para cada ternera, por cada tratamiento.

Altura a la Cruz: Esta variable se determino mediante la medición de la altura de las terneras, con una regla graduada, se realizaba cada 10 días.

Conversión alimenticia: Se efectuó en periodos acumulados cada 10 días, y se calculo mediante el consumo real entre la ganancia diaria entre los diez días.

Condición Corporal. Se realizo con la ayuda de una tabla de medición con sus diferentes grados de condición corporal el cual se comparo con las terneras en estudio para identificar en que niveles se encontraban.

Análisis económico: Se realizara una comparación económica, entre los 5 tratamientos en estudio, basándose en la relación beneficio costo para cada tratamiento para cada tratamiento.

### **3.3.5. Descripción de la ración alimenticia.**

La ración alimenticia estuvo compuesta por Silo, bagazo de caña, pacas de cogollo de caña y melaza, pollinaza y concentrado comercial, teniendo en cuenta que el concentrado y la pollinaza tiene un 22% de PT, igual que la pollinaza con un 22% de PT. La suplementacion que fue distribuida diariamente de la siguiente manera: T0 = 4 lbs. de concentrado + 0 lbs. de pollinaza; T1= 3 lbs. de concentrado+ 1 lb. de pollinaza; T2= 2 lbs. de concentrado + 2 lbs. de pollinaza; T3= 1 lb de concentrado + 3 lbs de pollinaza; T4 = 0 lbs de concentrado + 4 lbs de pollinaza.

### **3.3.6. Suministro de la ración.**

La ración alimenticia fue proporcionada 3 veces al día, la primera ración fue suministrada a las 6.00 am, la segunda a las 11:00 am y la tercera ración a las 4:00 pm, el alimento fue mezclado con la mezcladora eléctrica. La ración suministrada estuvo compuesta por: Silo, bagazo de caña, pacas de cogollo de caña y melaza, las cuales fueron distribuidas según la cantidad de materia seca que las terneras necesitaban según su peso vivo, concentrado y pollinaza en diferentes cantidades según el tratamiento correspondiente.

**Cuadro 9:** Suministro de raciones por hora/día.

| ALIMENTO/HORA | 6:00 AM | 7:00 AM | 11:00 AM | 1:00 PM | 4:00 PM | 5:00 PM |
|---------------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|
| RACION        | X       |         | X        |         | X       |         |
| AGUA          |         | X       |          | X       |         | X       |

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION.

##### 4.1. Peso Vivo (kg).

En los cuadros A-1 al A-16; se presentan los datos individuales de peso vivo/ternera/periodo de medición. Con esta información se procedió a realizar un resumen el cual se presenta en el cuadro 10 y figura 2.

**Cuadro 10: Peso Vivo promedio (Kg) por tratamiento por periodo (10 días) durante el ensayo.**

| Trat.    | Inicio               | Periodo 1            | Periodo 2            | Periodo 3            | Periodo 4            | Periodo 5            | Periodo 6            | Periodo 7            | X             |
|----------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------|
| T0       | 119.71 <sup>ns</sup> | 124.99 <sup>ns</sup> | 134.94 <sup>ns</sup> | 146.19 <sup>ns</sup> | 157.27 <sup>ns</sup> | 160.85 <sup>ns</sup> | 172.33 <sup>ns</sup> | 180.28 <sup>ns</sup> | <b>149.57</b> |
| T1       | 126.70               | 128.63               | 137.95               | 146.82               | 160.00               | 166.53               | 174.74               | 183.63               | <b>153.12</b> |
| T2       | 133.69               | 138.35               | 153.18               | 163.86               | 169.20               | 175.82               | 180.51               | 189.16               | <b>162.97</b> |
| T3       | 119.03               | 122.33               | 128.72               | 138.01               | 146.47               | 148.94               | 154.27               | 161.30               | <b>139.88</b> |
| T4       | 130.45               | 133.23               | 137.67               | 146.36               | 155.11               | 157.55               | 165.00               | 174.03               | <b>149.92</b> |
| <b>X</b> | <b>125.92</b>        | <b>129.51</b>        | <b>138.49</b>        | <b>148.25</b>        | <b>157.61</b>        | <b>161.94</b>        | <b>169.37</b>        | <b>177.68</b>        |               |

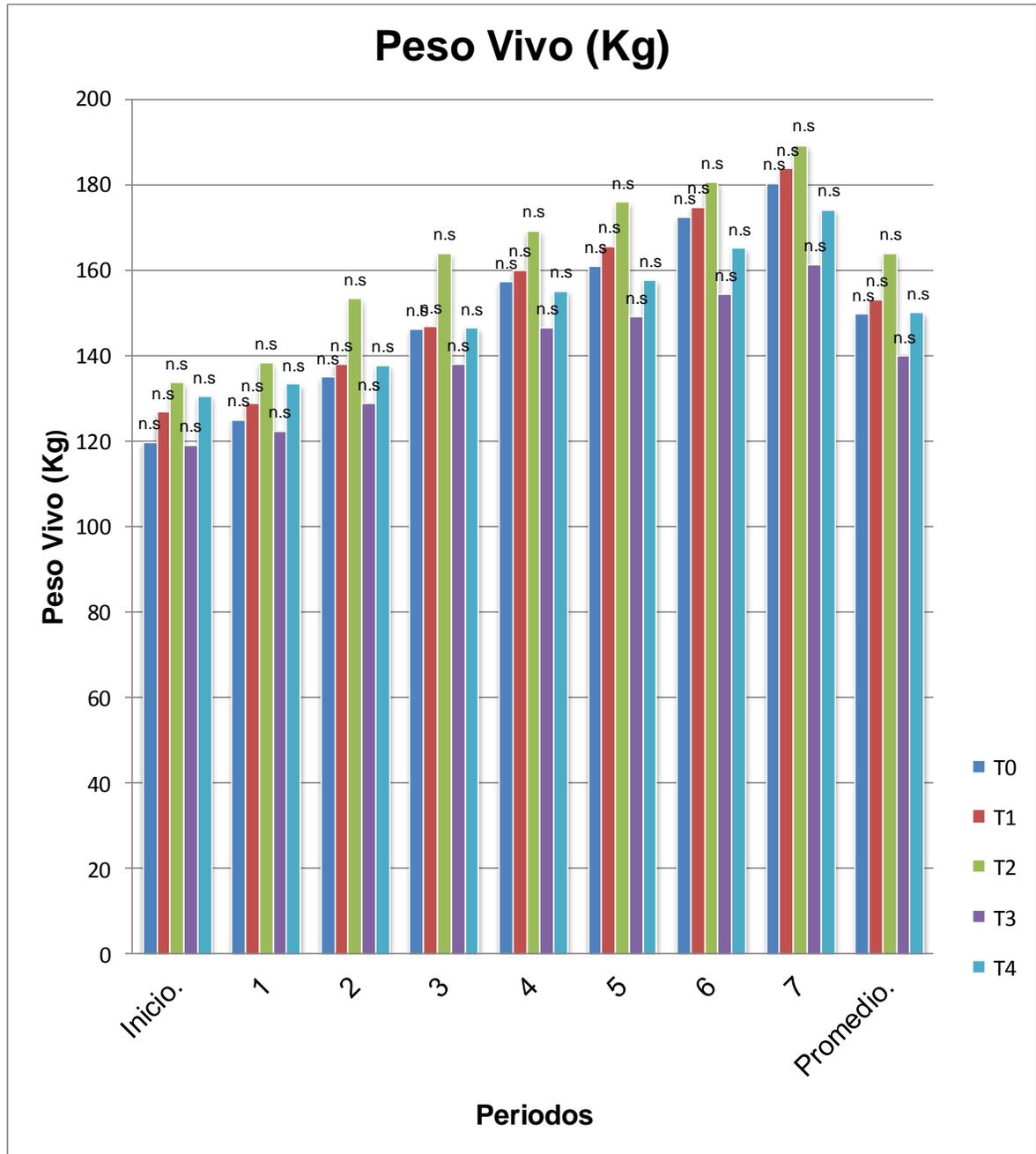
T0= 0 lbs. de pollinaza + 4 lbs. de [ ], T1= 1 lb. de pollinaza + 3 lbs. de [ ], T2= 2 lbs. de pollinaza + 2 lbs. de [ ], T3= 3 lbs. de pollinaza + 1 lb. de [ ], T4= 4 lbs. de pollinaza + 0 lbs. de [ ].

**ns:** no significativo.

Los análisis estadísticos de peso vivo se presentan en el cuadro 10, esta información refiere al promedio desde el inicio hasta el final del mismo (10 días cada periodo); demuestra que durante el tiempo que duro el ensayo no existieron diferencias estadísticas significativas entre cada uno de los tratamientos.

Obsérvese que desde el inicio del experimento hasta el final del mismo (periodo 7); se presentaron variaciones en el promedio de peso vivo/Kg/tratamientos/periodo. Los resultados promedios fueron: 125.92; 129.51; 138.49; 148.25; 157.61; 161.94; 169.37; 177.68 Kg, correspondiente a los periodos 0,1, 2, 3, 4, 5, 6,7 respectivamente. Esto promedio resultaron ser como esperábamos estadísticamente significativos.

La no significancia estadísticas de peso vivo entre tratamiento se atribuye a diferentes factores: la homogeneidad de los tratamientos en cuanto a su peso vivo y encaste. En cuanto al peso vivo los tratamientos fueron homogeneizados previo al



**Fig. 2. Peso vivo (Kg) por tratamiento durante el ensayo.**

Inicio del experimento, con el objetivo que ningún tratamiento llevara ventaja sobre otro, y como era de esperar no existieran diferencias estadísticas significativas, los promedios fueron de; 119.71, 126.70, 133.69, 119.03, 130.45 Kg/promedio, para los

tratamientos T0, T1, T2, T3, T4, respectivamente. Las unidades experimentales fueron distribuidas en cada uno de los tratamientos de acuerdo a su encaste y peso, de tal manera que estos quedaron lo mas similar posible para que ningún tratamiento llevara ventaja sobre otro.

En el primer periodo los promedios de los tratamientos 124.99, 128.63, 138.35, 122.33, 133.23, para los tratamientos T0, T1, T2, T3, T4, respectivamente. Estas diferencias fueron estadísticamente no significativa; similar tendencia se observo en los periodos subsiguientes en la que no se observaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

El comportamiento general observado en cada uno de los periodos puede atribuirse a las causas siguientes:

- a) Similar nivel proteico entre tratamiento.
- b) Similar nivel energético entre tratamiento.

En relación al nivel proteico; tanto la pollinaza como el concentrado comercial presentaron igual análisis de P.C; 22% la pollinaza y 22% el concentrado.

Cabe mencionar que la diferencia entre ambas fuentes proteicas era su presentación; P.C. en el concentrado y NNP en la pollinaza. Este último tuvo que haberse convertido primeramente en proteína bacterial para luego convertirse en P.C, efecto que fue ayudado por el suministro de melaza. En relación a las cantidades suministradas de proteína, podrían considerarse similares ya que la sustitución del concentrado por la pollinaza fue gradual desde el tratamiento T0: 4 lbs. de [ ] + 0 lbs. de pollinaza; 3 lbs. de [ ] + 1 lb. de pollinaza; 2 lbs. de [ ] + 2 lbs. de pollinaza; 1 lbs. de [ ] + 3 lbs. de pollinaza; 0 lbs. de [ ] + 4 lbs. de pollinaza. Por lo tanto, aun cuando entre las unidades experimentales hubo variación entre su peso vivo, no hubo significancia estadística entre los tratamientos; T0, T1, T2, T3, T4 respectivamente ya que estos fueron similares en promedio durante todo el periodo del ensayo. Dicha variable no se vio afectada por el tratamiento en el que se suministro la mayor cantidad de pollinaza, donde esta aportaban un 34% de M.S de la dieta total, siendo este porcentaje aportado por las 4 Lbs. de pollinaza suministrada en el tratamiento 4.

Al observar el comportamiento de esta variable, en cada uno de los tratamientos y en cada uno de los periodos; se aprecia que aritméticamente en los primeros 3 periodos del ensayo se presentan las mayores ganancias de peso vivo. Esto debido a que las terneras al inicio del experimento presentaban un bajo peso, debido a la mala alimentación que estas recibían; las cuales no cubrían sus requerimientos nutricionales por los que dichos periodos cubrieron el déficit que venían arrastrando. Las raciones experimentales fueron balanceadas de manera que cubrieran los requerimientos nutricionales en base a materia seca, la cual fue determinada de acuerdo al peso vivo de cada una de las terneras en el experimento; a medida iba transcurriendo el experimento las terneras iban incrementando su peso vivo, por lo que era necesario aumentar la cantidad de alimento en la ración a suministrar para cada tratamiento, lo cual fue posible realizar ya que los insumos eran suficientes para terminar los periodos del ensayo programado que era de 70 días.

#### **4.2 Ganancia Diaria de Peso(kg).**

La ganancia diaria de peso (kg) obtenida en los tratamientos evaluados durante todo el periodo de estudio se presentan en el cuadro 14 y figura 6.

**Cuadro 14. Ganancia diaria de peso (kg.) por tratamiento durante el ensayo.**

| Trat. | Periodo 1 | Periodo 2 | Periodo 3 | Periodo 4 | Periodo 5 | Periodo 6 | Periodo 7 | X    |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|
| T0    | 0.54 a    | 0.99 b    | 1.12 n.s  | 1.10 a    | 0.36 n.s  | 1.14 a    | 0.80 n.s  | 0.87 |
| T1    | 0.19 b    | 0.93 b    | 0.88 n.s  | 1.31 a    | 0.65 n.s  | 0.82 ab   | 0.89 n.s  | 0.81 |
| T2    | 0.44 ab   | 1.48 a    | 1.06 n.s  | 0.53 b    | 0.66 n.s  | 0.47 b    | 0.86 n.s  | 0.79 |
| T3    | 0.33 ab   | 0.63 bc   | 0.93 n.s  | 0.84 ab   | 0.24 n.s  | 0.53 ab   | 0.70 n.s  | 0.60 |
| T4    | 0.27 ab   | 0.44 c    | 0.87 n.s  | 0.87 ab   | 0.24 n.s  | 0.74 ab   | 0.90 n.s  | 0.62 |

T0= 0 lbs. de pollinaza + 4 lbs. de [ ], T1= 1 lb. de pollinaza + 3 lbs. de [ ], T2= 2 lbs. de pollinaza + 2 lbs. de [ ], T3= 3 lbs. de pollinaza + 1 lb. de [ ], T4= 4 lbs. de pollinaza + 0 lbs. de [ ].

Obsérvese que al final del experimento lo acumulado en ganancia diaria de peso por los tratamientos hubieron diferencia estadísticas significativas, los resultados fueron: 0.87, 0.81, 0.79, 0.60, 0.62 Kg/ternera/día correspondiendo a los tratamientos T0, T1, T2, T3, T4 respectivamente.

La fluctuación de la significancia estadística de los tratamientos en los diferentes periodos, se atribuye a diferentes factores como: el bajo peso en que se encontraban las terneras al principio del experimento, el suministro de alimento limitado, y que no eran llenadas las necesidades nutricionales de las terneras.

Las unidades experimentales, fueron distribuidas en cada uno de los tratamientos, de acuerdo a su encaste, y peso, de tal manera que estas quedaron lo mas similar posible para que ningún tratamiento llevara ventaja uno sobre otro. Al observar el comportamiento en cada uno de los tratamientos y en cada uno de los diferentes periodos que duro el experimento, se aprecia que en los primeros periodos hubo un mayor aumento en la ganancia de peso, esto debido a que las terneras al inicio del experimento presentaban un bajo peso debido a la mala alimentación que estas recibían, lo cual no cubrían sus necesidades nutricionales.

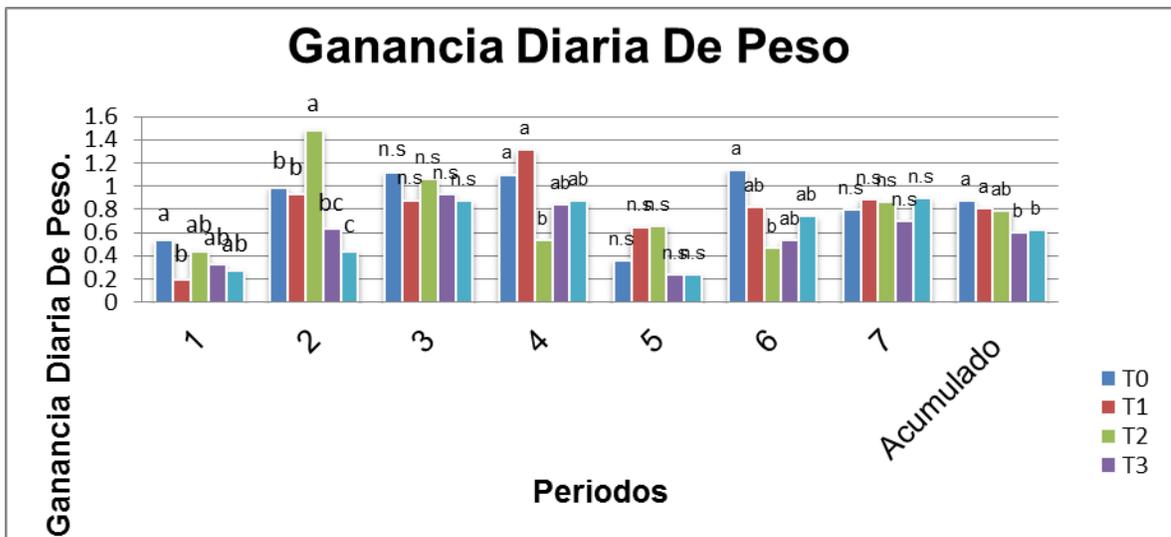


Fig. 6. Ganancia diaria de peso (Kg.) por tratamiento durante el ensayo.

#### 4.3 Conversión Alimenticia.

La conversión alimenticia promedio por tratamiento obtenida durante el ensayo se presenta en el cuadro 13 y figura 5, Correspondiente a cada periodo (10 días).

**Cuadro 13: Conversión Alimenticia Promedio (kg)**

| Trat.    | Periodo 1   | Periodo 2   | Periodo 3   | Periodo 4   | Periodo 5   | Periodo 6   |
|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| T0       | 2.49 n.s    | 2.58 n.s    | 2.67 n.s    | 2.73 n.s    | 2.75 n.s    | 2.81 n.s    |
| T1       | 2.47        | 2.56        | 2.63        | 2.71        | 2.74        | 2.78        |
| T2       | 2.63        | 2.72        | 2.78        | 2.81        | 2.83        | 2.86        |
| T3       | 2.47        | 2.52        | 2.61        | 2.66        | 2.68        | 2.71        |
| T4       | 2.59        | 2.63        | 2.68        | 2.73        | 2.75        | 2.79        |
| <b>X</b> | <b>2.53</b> | <b>2.60</b> | <b>2.67</b> | <b>2.73</b> | <b>2.75</b> | <b>2.79</b> |

T0= 0 lbs. de pollinaza + 4 lbs. de [ ], T1= 1 lb. de pollinaza + 3 lbs. de [ ], T2= 2 lbs. de pollinaza + 2 lbs. de [ ], T3= 3 lbs. de pollinaza + 1 lb. de [ ], T4= 4 lbs. de pollinaza + 0 lbs. de [ ].

**n.s:** no significativo.

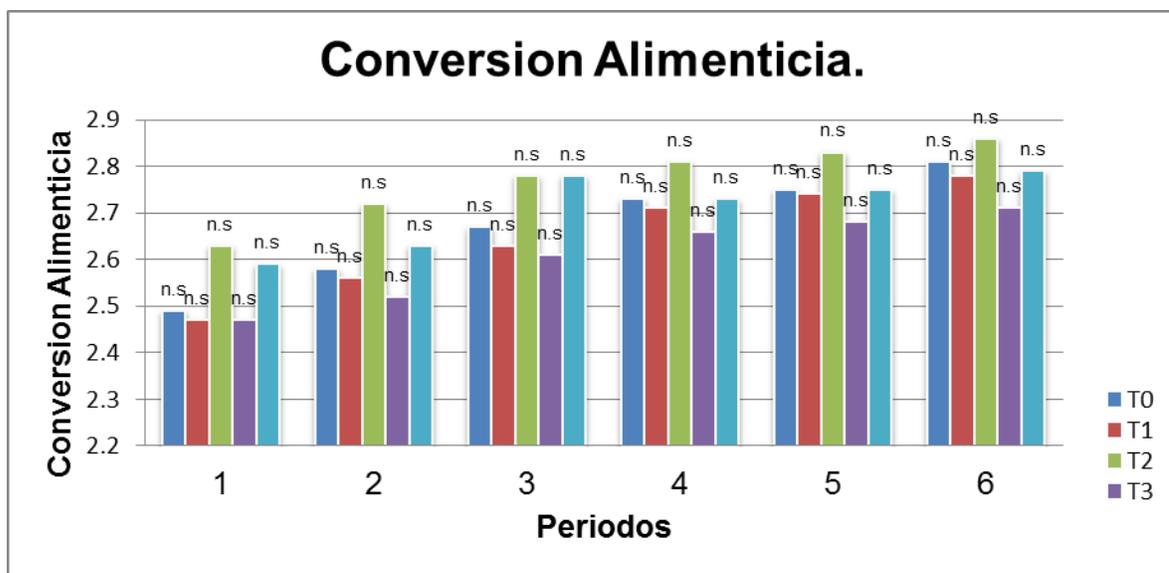
Los respectivos análisis estadísticos de esta variable se presentan en los cuadros A-47 al A-58, estos muestran que durante los diferentes periodos que duro el experimento no existió diferencia estadísticas significativas entre los tratamientos en cada uno de los periodos.

La conversión alimenticia nos refleja el grado de efectividad con que un alimento ha sido aprovechado por un animal, observándose como los mejores datos de conversión los que numéricamente son menores; en relación a la unidad de medición estamos considerando en este caso nos dice, cuantos kilogramos de alimento necesita consumir el animal para aumentar un kilogramo de peso vivo.

Al observar el cuadro 13 y figura 5, donde se presenta la conversión alimenticia por periodo y por tratamiento, se puede apreciar que en los diferentes periodos no hubieron diferencia estadística significativa entre los tratamientos, pues si bien es cierto no hay significación estadística entre los tratamientos, obsérvese que aritméticamente en los diferentes periodos algunos tratamientos obtuvieron una mejor conversión alimenticia.

La no significancia estadística entre los diferentes tratamientos nos viene a reafirmar que en esta fase de desarrollo de los reemplazos el uso de pollinaza y concentrados tienen la misma incidencia en la ganancia de peso, ya que los

tratamientos que consumieron pollinaza no fueron afectados negativamente en la conversión alimenticia compara con el concentrado (ver figura 5)



**Fig. 5. Conversión Alimenticia por tratamiento durante el ensayo.**

#### **4.4 Altura a la Cruz(cm).**

Los datos recopilados en las diferentes mediciones con relación a altura a la cruz, para cada uno de los tratamientos que se evaluaron en el ensayo; se presentan en el cuadro 11 y figura 3.

**Cuadro 11: Altura a la Cruz (cm) por tratamiento por periodo (10 días) durante el ensayo.**

| Trat. | Inicio                 | Periodo 1              | Periodo 2              | Periodo 3              | Periodo 4              | Periodo 5              | Periodo 6              | Periodo 7              | X             |
|-------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---------------|
| T0    | 101.75 <sup>n.s.</sup> | 102.50 <sup>n.s.</sup> | 102.50 <sup>n.s.</sup> | 104.93 <sup>n.s.</sup> | 107.32 <sup>n.s.</sup> | 108.25 <sup>n.s.</sup> | 109.00 <sup>n.s.</sup> | 109.75 <sup>n.s.</sup> | <b>105.75</b> |
| T1    | 102.25                 | 103.00                 | 103.00                 | 104.37                 | 105.35                 | 106.68                 | 107.92                 | 108.87                 | <b>105.18</b> |
| T2    | 108.50                 | 109.25                 | 109.25                 | 109.56                 | 111.25                 | 112.20                 | 113.25                 | 113.50                 | <b>110.85</b> |
| T3    | 101.38                 | 102.00                 | 102.12                 | 103.00                 | 104.08                 | 104.45                 | 105.25                 | 106.37                 | <b>103.58</b> |
| T4    | 105.38                 | 106.00                 | 106.00                 | 106.50                 | 108.20                 | 109.13                 | 110.25                 | 110.87                 | <b>107.79</b> |
| X     | <b>103.85</b>          | <b>104.00</b>          | <b>104.57</b>          | <b>105.67</b>          | <b>107.24</b>          | <b>108.14</b>          | <b>109.13</b>          | <b>109.87</b>          |               |

T0= 0 lbs. de pollinaza + 4 lbs. de [ ], T1= 1 lb. de pollinaza + 3 lbs. de [ ], T2= 2 lbs. de pollinaza + 2 lbs. de [ ], T3= 3 lbs. de pollinaza + 1 lb. de [ ], T4= 4 lbs. de pollinaza + 0 lbs. de [ ].

**n.s:** no significativo.

Al observar los análisis estadísticos de la variable altura a la cruz presentados en los cuadros: A-17 al A-32, los resultados indican que durante el periodo que duro el experimento, no se obtuvieron diferencia estadística significativa entre los tratamientos. Como se puede observar en el cuadro resumen (cuadro 11) correspondiente a esta variable, se inicio con un dato promedio de 103.85 cm y se finalizo con un dato promedio de 109.87 cm, resultando un comportamiento de manera ascendente para cada uno de los tratamientos en los diferentes periodos que duro el experimento. Los incrementos por periodos son mínimos pero de manera sostenida lo cual indica que las terneras desarrollaban acorde a lo esperado. Se pudo observar que no hubo diferencia significativa tomándose en cuenta que la ración base era de acuerdo al peso vivo de cada ternera, con la diferencia que el complemento de la ración para el T0: de 4 lbs de [ ]; T1: 3 lbs de [ ] + 1 lb de pollinaza; T2: 2 lbs de [ ] + 2 lbs de pollinaza; T3: 1 lb de [ ] + 3 lb de pollinaza; y el T4: 4 lbs de pollinaza. A pesar de que la pollinaza requiere de un proceso extra para poder ser transformado en proteína verdadera. Para altura a la cruz se observo un crecimiento lento y constante, hasta llegar a una estandarización después de los 24 meses de edad. Gardner (1997) concluyo que las dimensiones del cuerpo aumentaran aproximadamente a la misma proporción que la ganancia de peso. Lo anterior concuerda con lo obtenido en este estudio donde las medidas de altura a la cruz están asociadas al peso corporal (P.V.) Bermúdez; se acepta que la edad y el peso de las vaquillas están altamente correlacionadas con el crecimiento de la circunferencia torácica, altura a la cruz, y altura y ancho de la cadera.

#### **4.5 Condición Corporal (CC)**

Con relación a la tercera variable en estudio (Condición corporal), los datos obtenidos son presentados en el cuadro 12 y figura 4. Correspondiente a cada periodo (10 días), por tratamiento durante el ensayo.

Los análisis estadísticos de condición corporal de las unidades experimentales, se presentan en los cuadros A-33 al A-46. Nos indican que no hubo diferencia estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio. Los promedios acumulados obtenidos al final del estudio por tratamiento fueron: 3.15; 3.14; 3.16; 3.00; 3.07; correspondientes a los tratamientos: T0, T1, T2, T3, T4.

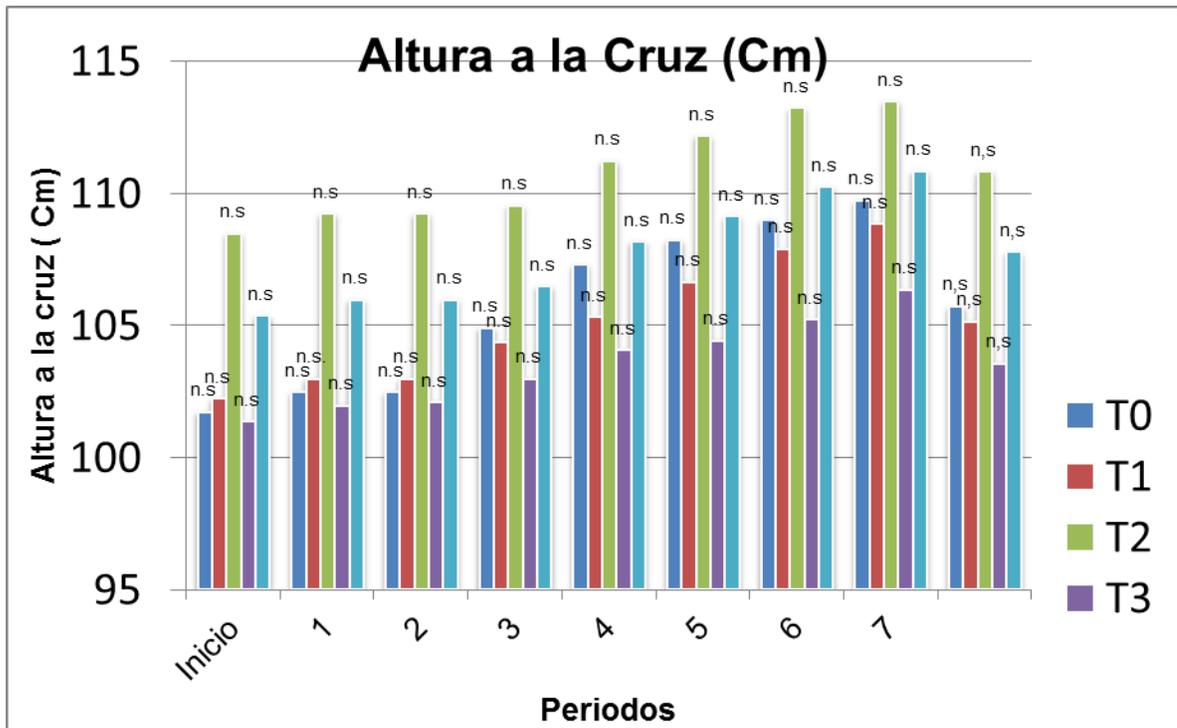


Fig. 3. Altura a la Cruz (Cm) por tratamiento durante el ensayo.

Cuadro 12: Condición Corporal (escala 0-5) por tratamiento por periodo (10 días) durante el ensayo.

| Trat.    | Inicio               | Periodo 1           | Periodo 2            | Periodo 3            | Periodo 4            | Periodo 5            | Periodo 6           | Periodo 7            | X           |
|----------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|-------------|
| T0       | 2.62 <sup>n.s.</sup> | 2.8 <sup>n.s.</sup> | 2.84 <sup>n.s.</sup> | 2.92 <sup>n.s.</sup> | 3.30 <sup>n.s.</sup> | 3.33 <sup>n.s.</sup> | 3.6 <sup>n.s.</sup> | 3.75 <sup>n.s.</sup> | <b>3.15</b> |
| T1       | 2.60                 | 2.75                | 2.75                 | 2.92                 | 3.37                 | 3.37                 | 3.6                 | 3.75                 | <b>3.14</b> |
| T2       | 2.67                 | 2.82                | 2.82                 | 3.00                 | 3.35                 | 3.35                 | 3.57                | 3.67                 | <b>3.16</b> |
| T3       | 2.55                 | 2.72                | 2.72                 | 2.85                 | 3.12                 | 3.15                 | 3.32                | 3.52                 | <b>3.00</b> |
| T4       | 2.72                 | 2.85                | 2.85                 | 3.02                 | 3.22                 | 3.22                 | 3.27                | 3.45                 | <b>3.07</b> |
| <b>X</b> | <b>2.63</b>          | <b>2.79</b>         | <b>2.80</b>          | <b>2.94</b>          | <b>3.27</b>          | <b>3.28</b>          | <b>3.47</b>         | <b>3.63</b>          |             |

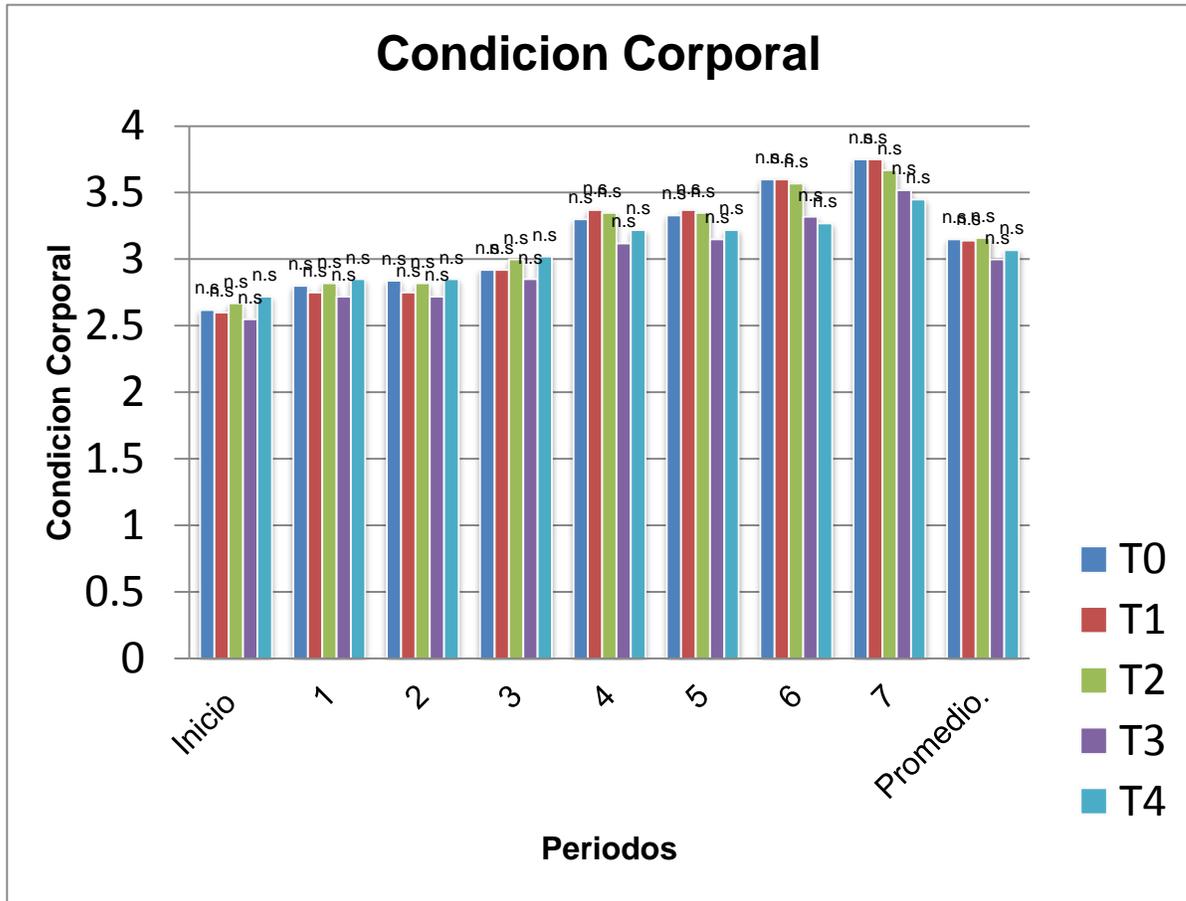
T0= 0 lbs. de pollinaza + 4 lbs. de [ ], T1= 1 lb. de pollinaza + 3 lbs. de [ ], T2= 2 lbs. de pollinaza + 2 lbs. de [ ], T3= 3 lbs. de pollinaza + 1 lb. de [ ], T4= 4 lbs. de pollinaza + 0 lbs. de [ ].

**n.s.**: no significativo.

Al inicio del estudio la condición corporal de las terneras era deplorable; por la mala alimentación y esta se reflejaba en su estado físico a simple vista. Por lo que se vio necesario homogenizar los tratamientos para que ninguno tuviera ventaja sobre otro, y así los tratamientos iniciaran con similar promedio de condición corporal. La no significancia estadística de la condición corporal promedio, se atribuye en primer lugar a que todos los tratamientos fueron homogenizados al inicio del experimento y también considerando los promedio finales donde las unidades experimentales alcanzaron su condición corporal aceptable en cada uno de los tratamientos, donde recibieron la misma cantidad de proteína no importando su fuente; concentrado o pollinaza, y estos ejercen un papel similar sobre la mejora en condición corporal sobre las terneras en desarrollo. La condición corporal es un método que nos permite evaluar de forma económica y sencilla mediante una apreciación visual cronológica lateral y posterior, las reservas corporales de grasa y músculo de las terneras. La escala utilizada va del rango de 1 – 5, el valor mínimo considerado 1 representa a una ternera extremadamente flaca (caquéxica) y el 5 representa a un animal excesivamente gordo (obeso). La condición corporal observada al inicio del experimento fue de: 2.62; 2.60; 2.67; 2.55; 2.72, (al inicio), y al final del ensayo fue de: 3.75; 3.75; 3.67; 3.52; 3.45, (al periodo 7) para los tratamientos: T0, T1; T2; T3; T4, respectivamente, con los q se obtuvieron incrementos en la condición corporal de: + 1.13; + 1.15; + 1.00; + 0.97; + 0.73, para los mismos tratamientos. Si bien no se observó diferencia estadísticas entre cada uno de los tratamientos, se puede apreciar que aritméticamente la mejor condición corporal en promedio al final del experimento le correspondió al T1. El estado corporal es un indicador de la cantidad de grasa corporal que se tiene acumulada con respuesta al aporte nutricional que se le está brindando con el alimento, para conocer la condición corporal de cada una de las unidades experimentales se evaluaron los siguientes aspectos: vertebra en la espalda, aspecto posterior del hueso pélvico, aspecto lateral de línea entre las caderas y cavidad entre la cola.

Esta variable se puede observar de mejor manera en la figura 4, donde la condición corporal se comportó de forma ascendente durante todo el ensayo para cada uno de los tratamientos.

Fig. 4. Condición Corporal (escala) por tratamiento durante el ensayo.



#### 4.6 Análisis Económico.

Los costos de las raciones experimentales y los costos de peso vivo (P.V.), se presentan en el cuadro 15, en este cuadro se observa que el tratamiento T4 fue el que presentó menor costo por ración diaria (\$1.05/ día /ternera) comparado con el resto de los tratamientos evaluados, que tuvieron un costo de: \$ 1.75, \$1.59, \$1.47, \$1.15. Para los tratamientos, T0, T1, T2, T3, T4 respectivamente durante todos los periodos del ensayo, por lo que el tratamiento T4 fue el más económico, a partir de estos resultados se puede optar por la alimentación de terneras de reemplazo suplementándolas con pollinaza como fuente de proteína, ya que los resultados en peso vivo fueron similares tanto para aquellos tratamientos suplementados con

mayor cantidad de pollinaza, como los tratamientos que fueron suplementados con concentrado comercial.

**Cuadro15. Cantidad y costo de alimentación**

| Concepto                         | unidad    | Tratamientos |              |             |              |              |
|----------------------------------|-----------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|
|                                  |           | T0           | T1           | T2          | T3           | T4           |
| Concentrado                      | Lbs       | 4            | 3            | 2           | 1            | -----        |
| Pollinaza                        | Lbs       | -----        | 1            | 2           | 3            | 4            |
| Forraje                          | Lbs       | 16.16        | 16.63        | 18          | 14.44        | 16.08        |
| <b>Costo/día/total</b>           |           | <b>20.16</b> | <b>20.63</b> | <b>22</b>   | <b>18.44</b> | <b>20.08</b> |
| Concentrado                      | \$        | 0.88         | 0.66         | 0.44        | 0.22         | -----        |
| Pollinaza                        | \$        | -----        | 0.045        | 0.09        | 0.135        | 0.18         |
| Forraje                          | \$        | 0.62         | 0.64         | 0.69        | 0.55         | 0.62         |
| <b>Costo/día/ración total</b>    | <b>\$</b> | <b>1.5</b>   | <b>1.34</b>  | <b>1.22</b> | <b>0.9</b>   | <b>0.80</b>  |
| Energía eléctrica                | \$        | 0.05         | 0.05         | 0.05        | 0.05         | 0.05         |
| Medicina                         | \$        | 0.05         | 0.05         | 0.05        | 0.05         | 0.05         |
| Costo ganancia diaria de peso    | \$        | 1.75         | 1.59         | 1.47        | 1.15         | 1.05         |
| Ingreso/tratamiento(\$2.20/kg/PV | \$        | 1.91         | 1.78         | 1.74        | 1.32         | 1.36         |
| Relación beneficio costo         | \$        | 1.09         | 1.12         | 1.18        | 1.15         | 1.30         |

**Cuadro 16. Relación de ingresos y costos de alimentación para los tratamientos (Precio de venta por Kg de peso P.V. \$2.20)**

| Concepto                       | Tratamiento |      |      |      |      |
|--------------------------------|-------------|------|------|------|------|
|                                | T0          | T1   | T2   | T3   | T4   |
| Ingreso por venta P.V          | 1.91        | 1.78 | 1.74 | 1.32 | 1.36 |
| Costos de P.V                  | 1.75        | 1.59 | 1.47 | 1.15 | 1.05 |
| Relación beneficio costo (B/C) | 1.09        | 1.12 | 1.18 | 1.15 | 1.30 |

Siendo los promedios de ganancia diaria acumulados de: 0.87 kg,0.81 kg,0.79kg,0.6 kg,0.6kg, para los tratamientos T0,T1,T2,T3 Y T4, respectivamente donde no se

observaron diferencias considerables en cuanto a la ganancia diaria de peso en cada uno de los tratamientos. Con estos resultados se calculó el ingreso que generan las terneras de: \$1.91, \$1.78, \$1.74, \$1.32 Y \$1.36. para los tratamientos T0, T1, T2, T3 y T4 respectivamente, finalmente la relación beneficio costo fue de \$1.09; \$1.12; \$1.18; \$1.15 y \$1.30 para los tratamientos T0, T1, T2, T3, y T4 respectivamente. Estos resultados indican que la pollinaza puede ser utilizada en la alimentación de terneras de reemplazo como una alternativa para reducir el uso de concentrado comercial y por ende reducir los costos de alimentación.

En resumen, al realizar el análisis económico se observó que con el uso de pollinaza como suplemento proteico en la alimentación de terneras de reemplazo, desde el punto de vista de costos y retribuciones es más rentable comparado con los concentrados comerciales.

## 5. CONCLUSIONES.

Los resultados obtenidos y discusiones nos permitieron establecer las siguientes conclusiones:

- a) La inclusión de pollinaza en la dieta de terneras encastadas, hasta 4 Lbs/animal/día no afecta el peso vivo de los animales en la etapa de crecimiento, comparado al peso vivo de animales alimentados exclusivamente a 4 Lbs diarias de concentrado comercial (174.03 vs 180.28 Kg) respectivamente a una edad promedio de 18 meses.
- b) La ganancia de peso diario en terneras alimentadas con 4 Lbs de concentrado comercial, es superior (0.87 Kg /animal/día) y diferente estadísticamente a la que consume únicamente pollinaza en la misma cantidad (0.62 Kg/animal/día).
- c) La conversión alimenticia promedio en terneras encastadas, es similar en las dietas basadas en concentrado comercial, pollinaza y la combinación de ambos ingredientes.
- d) La ganancia de condición corporal acumulada en 70 días en novillas encastadas en crecimiento, es superior estadísticamente en las terneras alimentadas con concentrado comercial (+1.13), comparadas a las alimentadas con pollinaza (0.73).
- e) Similarmente la altura a la cruz acumulada en 70 días, en el tratamiento de concentrado comercial (+8 cm), fue superior estadísticamente a la altura lograda con pollinaza (5.5 cm).
- f) La relación beneficio costo de la inclusión de pollinaza en la dieta, es superior (1.30) a la obtenida por la inclusión de concentrado (1.09).

## **6. RECOMENDACIONES.**

En base a los resultados obtenidos se recomienda lo siguiente:

- a) Realizar estudios utilizando pollinaza en la alimentación de rumiantes durante periodos más prolongados para evaluar posibles efectos negativos.
- b) Realizar otros estudios utilizando mayores niveles de pollinaza para conocer sus efectos sobre la ganancia de peso.
- c) Monitorear el peso vivo de los reemplazos por lo menos una vez al mes, lo cual servirá para balancear una dieta que cubra los requerimientos nutricionales que necesitan para su desarrollo.
- d) Garantizar a los reemplazos un buen manejo en cuanto a su alimentación, salud, e instalaciones y obtener un adecuado desarrollo, ya que de esto depende la producción futura del hato.
- e) Realizar investigaciones balanceando la energía cuando los niveles de pollinaza son altos.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- 1- Alcolado L. El aparato digestivo de los rumiantes, Disponible en: <http://www.slideshare.net/let/el-aparato-digestivo-de-los-rumiantes>. Consultado el 17 de febrero del 2013.
- 2- Annison, E. F; LEWIS, D.1981. El metabolismo en el rumen. Trad. Chavarría, M. MEX, DF. UTEHA. Pag.167
- 3- Aparato digestivo de los rumiantes disponible en: [www7.uc.cl/sw\\_educ/prodanim/digestiv/fii3a.htm](http://www7.uc.cl/sw_educ/prodanim/digestiv/fii3a.htm). Consultado el 14 de enero 2013.
- 4- Avelar, D.A. 2012. Efecto del uso de diferentes niveles de pollinaza en la dieta de vacas encastadas sobre rendimiento productivo de leche y la ganancia diaria de peso. Tesis Ing. Agr. El Salvador, español. Pág. 5
- 5- Avelar, D.A. 2012. Efecto del uso de diferentes niveles de pollinaza en la dieta de vacas encastadas sobre rendimiento productivo de leche y la ganancia diaria de peso. Tesis Ing. Agr. El Salvador, español. Pág. 17-18
- 6- Bacon. f. ganado brahman. Bucaramanga, Colombia. Disponible en [www.laganaderia.org/ganaderia/microsite/Ganado-Brahman.html](http://www.laganaderia.org/ganaderia/microsite/Ganado-Brahman.html). Consultado el 19 de Diciembre 2012.
- 7- blanco. M. 1999. Bacterias ruminales. Disponible en <http://www.agrarias.unlz.edu.ar/files/anatomia/bacterias%20ruminales.htm>. Consultado el 10 de marzo 2013.
- 8- Bonilla L.N. Col. 2006. Diseño y evaluación de un sistema tecnológico para la alimentación bovina en la zona cálida del Alto Magdalena. Universidad nacional de Colombia. Pág. 23. Disponible en <http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/mv/article/view/2051>. Consultado el 14 de junio del 2013.
- 9- Bos primigenius taurus. Disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Bos\\_primigenius\\_taurus](http://es.wikipedia.org/wiki/Bos_primigenius_taurus). Consultado el 17 de octubre del 2012.

- 10- Briggs, M. 1967. Urea como suplemento proteico (en línea). Disponible en:[www.produccionbovina.com](http://www.produccionbovina.com). Consultado el 17 de diciembre de 2012.
- 11- Carbajal. J. Pollinaza como fuente de fosforo para rumiantes en pastoreo. Disponible en <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/3544/ARTICULOS-RUMIANTES-ARCHIVO/La-pollinaza-como-fuente-de-fosforo-para-rumiantes-en-pastoreo.html>. Consultado el 10 octubre 2012.
- 12- Carbo, C.B. y col. 2007. Enciclopedia práctica de la agricultura y la ganadera. Ed. J. Garriz. El Salvador, Ed. Océano-centrum. p. 831.
- 13- Castellanos. A. Condiciones que favorecen la intoxicación por cobre en ovinos alimentados con pollinaza. Disponible en [http://www.asmexcriadoresdeovinos.org/sistema/pdf/alimentacion/condiciones\\_ufavorecenlaintoxicacion.pdf](http://www.asmexcriadoresdeovinos.org/sistema/pdf/alimentacion/condiciones_ufavorecenlaintoxicacion.pdf). Consultado el 12 de octubre de 2012.
- 14- Cerda. A.R. 2005. Fermentación ruminal, degradación proteica y sincronización energía-proteína en terneras en cebo intensivo. Universidad autónoma de Barcelona. Pag.8. disponible en:<http://ddd.uab.cat/pub/tesis/2005/tdx-0524106-233248/arc1de1.pdf>. Consultado el 26 de abril del 2013.
- 15- Chavez r, M.G. 1980. La gallinaza en la alimentación de rumiantes. Tesis de licenciatura en veterinaria. MEX. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Pág. 110.
- 16- Church, D. 1990. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Trad. Luis Jorge Pérez. MEX. D.F. LIMUSA. Pág. 289, 290.
- 17- Contreras, J.L. 2007. Uso de la pollinaza y gallinaza en la alimentación de rumiantes. Instituto nacional de investigación forestal agrícola y pecuaria. Disponible en <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/308/161.pdf?sequence=1>. Consultado el 10 de noviembre del 2012.
- 18- Cuellas, C; CRUZ. A. 2001. Introducción a la digestión ruminal. Departamento de nutrición animal. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia UNAM. Disponible en [http://www.fmvez.unam.mx/fmvez/enlinea/Ruminal/digest\\_ruminal.htm](http://www.fmvez.unam.mx/fmvez/enlinea/Ruminal/digest_ruminal.htm). Consultado el 29 marzo del 2013.

- 19-** Delgadillo.C.2001. Efectos de la complementación alimenticia de gramíneas tropicales con un alimento complejo catalítico sobre las variables de fermentación ruminal en bovinos y ovinos. Tesis. Dr. Ciencias pecuarias. México, español.pag.33-34
- 20-** Departamento de contenidos de infocarne. Necesidades Nutricionales en los Bovinos. Disponible en [http://www.infocarne.com/bovino/necesidades\\_nutricionales\\_bovinos.htm](http://www.infocarne.com/bovino/necesidades_nutricionales_bovinos.htm). Consultado el 13 de mayo de 2013.
- 21-** Di marco, O; AELLO, M. Afecta el exceso de amonio rumial el gasto energético rumiante. Facultad de ciencias agrarias, universidad nacional de mar de plata, INTA. Disponible en: [http://www.infocarne.com/documentos/afecta\\_exceso\\_amonio\\_ruminal\\_gasto\\_energetico\\_rumiantes.htm](http://www.infocarne.com/documentos/afecta_exceso_amonio_ruminal_gasto_energetico_rumiantes.htm). Consultado el 29 de julio de 2013.
- 22-** Digestión de los rumiantes. Ciencias de la salud. Fisiología animal. Cap.5. disponible en: <http://ocw.um.es/cc.-de-la-salud/fisiologia-animal/Material%20de%20clase/bloque-1-cap-5-tema-6.-digestion-rumiantes-i.pdf>. Consultado el 15 de junio 2013.
- 23-** Disminución del costo de alimentación del ganado incluyendo pollinaza. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Disponible en [http://www.ugrij.org.mx/index2.php?option=com\\_content&do\\_pdf=1&id=563](http://www.ugrij.org.mx/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=563). Consultado el 10 de noviembre del 2012.
- 24-** Duarte V.F. Col. 1996. Respuesta de Toretes en Engorda a la Adición de Tres Niveles de Pollinaza a Dietas Integrales. Campo Experimental Morelia., México. Disponible en <http://www.lrrd.org/lrrd8/2/duarte1.htm>. Consultado el 24 de abril del 2013.
- 25-** Egaña M. 1986. Metabolismo del nitrógeno en rumiantes. Facultad de ciencias veterinarias y pecuarias universidad de chile. Disponible en: <http://www.revistas.uchile.cl/index.php/MMV/article/view/4877/4763>. Consultado el 27 de junio del 2013.

- 26-** Eno, C. 1990. Digestibilidad de los diferentes sustratos usados en las explotaciones avícolas. Disponible en: [www.sian.inia.gob.ve](http://www.sian.inia.gob.ve) Consultado el 29 de julio de 2013.
- 27-** Fishwick, W.C. La vaca, granjas lecheras, Tomo 1. E. Sánchez Saens. P. 110-111.
- 28-** Fishwick, W.C. la vaca, granjas lecheras, E. Sánchez Sáenz. Pág. 143-144.
- 29-** García, F. 2007. Suplementación proteica con NNP: Nitrógeno no proteico. (En línea). Disponible en: [www.produccionbovina.com/producciongestion/menu.php?tema=153](http://www.produccionbovina.com/producciongestion/menu.php?tema=153). Consultado el 8 de Julio de 2013.
- 30-** Gonzales Soto, C.E. 2011. Evaluación del efecto de la inclusión de aditivos Bovatec (Lasalocid Sódico) y Levaduras Diamond V (*Sacharomyces Cerevisiae*) en la dieta de terneras encastadas en etapa de crecimiento-desarrollo. Tesis Ing. Agr. El Salvador, español. Pág. 2-3.
- 31-** Gonzales Soto, C.E. 2011. Evaluación del efecto de la inclusión de aditivos Bovatec (Lasalocid Sódico) y Levaduras Diamond V (*Sacharomyces Cerevisiae*) en la dieta de terneras encastadas en etapa de crecimiento-desarrollo. Tesis Ing. Agr. El Salvador, español. Pág. 12.
- 32-** González A. MSc. 2011. Razas de Ganado Lechero. Razas Lecheras Alternativas. Disponible en: <http://www.agrilacteos-ganatec.com>. Consultado el 27 de diciembre 2012.
- 33-** GRUPO SANTILLANA - La Nación, ed. «Bloque 5. Geografía Económica» (en español). *La Enciclopedia del Estudiante*. 8. Geografía General. Pág. 151.
- 34-** Guernsey (raza bovina) Disponible en [http://es.wikipedia.org/wiki/Guernsey\\_%28raza\\_bovina%29](http://es.wikipedia.org/wiki/Guernsey_%28raza_bovina%29) Consultado el 10 de noviembre del 2012.
- 35-** Kolb, E. 1971. Microfactores en nutrición animal: Nitrógeno no proteico y proteínas desviadas, principios para su empleo en raciones de rumiantes. (en línea). Consultado el 9 de Julio de 2012. Disponible en: [www.ceniap.gov.ve](http://www.ceniap.gov.ve)
- 36-** LA ALIMENTACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE CARNE BOVINA. Disponible en <http://www.itgganadero.com/docs/itg/docs/monograficos/Calidadcarnevac/55-68-c.pdf>. Pág. 60-61. Consultado el 7 de mayo 2013.

- 37-** MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS PECUARIAS EN UNIDADES DE PRODUCCIÓN DE LECHE BOVINA. 1ª Edición 2009. Pag. 27-31. Disponible en: [www.conasamexico.org.mx/conasa/pdf/manual\\_leche\\_bovina.pdf](http://www.conasamexico.org.mx/conasa/pdf/manual_leche_bovina.pdf). Consultado el 22 de junio del 2013.
- 38-** Marin. C. 1996. Sistema de explotación ganadera. Universidad de Murcia. Disponible en: <http://www.ingeba.org/lurralde/lurranet/lur19/19espej/19espejo.htm>. Consultado el 29 de Diciembre 2012.
- 39-** Martinez A.2010. Metabolismo De Los Lípidos En Los Rumiantes. Departamento de Producción Animal. Universidad de Córdoba. España. Pág. 2- 4. Disponible en [http://www.uesc.br/cursos/pos\\_graduacao/mestrado/animal/arquivos/marin\\_et\\_al.pdf](http://www.uesc.br/cursos/pos_graduacao/mestrado/animal/arquivos/marin_et_al.pdf). Consultado el 10 de marzo del 2013.
- 40-** Martínez. V.D. 2009. Razas de ganado lechero. Introducción ciencias alimentarias. Pag.3-10. Disponible en [es.scribd.com/doc/15482040/razas-de-ganado-lechero](http://es.scribd.com/doc/15482040/razas-de-ganado-lechero). Consultado el 15 de Agosto 2012.
- 41-** METABOLISMO DE PROTEÍNAS EN LAS VACAS LECHERAS. Disponible en [http://www.agrobit.com/Info\\_tecnica/Ganaderia/prod\\_lechera/GA000015pr.htm](http://www.agrobit.com/Info_tecnica/Ganaderia/prod_lechera/GA000015pr.htm). Consultado el 12 de mayo 2013.
- 42-** Montalbetti A. MICROBIOLOGÍA DEL RUMEN. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos7/rumen/rumen.shtml>. Consultado el 22 de abril 2013
- 43-** Obispo. N.E. 2005. El uso de las fuentes de nitrógeno no proteico en rumiantes. Centro nacional de investigación agropecuaria(CENIAP). Venezuela. Disponible en [http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_tec/ceniaphoy/articulos/n8/arti/obispo\\_n/obispo\\_n.htm](http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/ceniaphoy/articulos/n8/arti/obispo_n/obispo_n.htm). Consultado el 1 de agosto de 2013.
- 44-** Orozco E. Bancos forrajeros, Requerimientos Nutricionales de los Rumiantes. Disponible en [http://www.mag.go.cr/biblioteca\\_virtual\\_ciencia/manual\\_b\\_forrajeros\\_04.pdf](http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/manual_b_forrajeros_04.pdf). Pág. 8. Consultado el 12 de mayo de 2012.
- 45-** Ortez Sandoval. DD. 2010. Evaluación del potencial energético de desechos sólidos de granjas de engorde avícolas en el salvador. Tesis. Ing. QQ. El Salvador. PAG.45.

- 46-** Pick, G. 2011. Utilización de nitrógeno no proteico en recría de bovinos, Universidad Católica Argentina. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/utilizacion-nitrogeno-no-proteico-recria-bovinos.pdf>. Consultado el 2 de agosto del 2013.
- 47-** Preston, T. LENG, R.A. 1989. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos básicos y aplicados del Nuevo enfoque sobre la nutrición de los rumiantes en el trópico. Pag.31.
- 48-** RAZA BROWN SWISS. ECUADOR. Disponible en [www.ecured.cu/index.php/Pardo\\_Suiza](http://www.ecured.cu/index.php/Pardo_Suiza). Consultado el 20 de diciembre 2012.
- 49-** Stritzler, C.L. 1983. Suplementación nitrogenada en forrajes de baja calidad. Rev. ARG. Prod. Anim. Vol. 3. Pág. 14-16.
- 50-** TIPOS DE GANADERÍA. Disponible en <http://www.tiposde.org/economia/525-tipos-de-ganaderia>. Consultado 29 de diciembre 2012.
- 51-** Tobía C, y Col. 2001. Uso de las excretas de pollos de engorde (Pollinaza) en la alimentación animal. Rendimiento productivo de toretes de engorde Agronomía Costarricense, vol. 25, Universidad de Costa Rica, pág. 35-38. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43625203>. Consultado el 12 de mayo 2013.
- 52-** Ureña F. Producción animal y gestión de empresas. Digestión, absorción y metabolismo de los carbohidratos en monogástricos y rumiantes. Disponible en <http://www.uco.es/zootecniaygestion/menu.php?tema=153>. Consultado el 6 de mayo del 2013.
- 53-** Ureña. F. Digestión, Absorción y Metabolismo de las materias nitrogenadas en monogástricos y rumiantes. Producción animal y gestión de empresa. <http://www.uco.es/zootecniaygestion/menu.php?tema=148>. Consultado el 18 de julio de 2013.
- 54-** Ureña. F. Digestión, Absorción y Metabolismo de los carbohidratos en monogástricos y rumiantes. Producción animal y gestión de empresa. Universidad de Córdoba. Disponible en: <http://www.uco.es/zootecniaygestion/menu.php?tema=153>. Consultado el 5 de julio de 2013.

- 55-** Vargas. D. Uso potencial de sub-productos animales en la alimentación animal en la república dominicana. Disponible en <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/APH134/cap9.htm>. Consultado 3 de noviembre del 2012.
- 56-** Viteri L. Ing. Zootecnista. Sistema de alimentación para el doble propósito. Ecuador. <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-leche/manejo/articulos/sistema-alimentacion-doble-proposito-t2528/p0.htm>. Consultado el 7 de agosto 2013.
- 57-** Warner, R.G. 1965. Fisiología de la digestión de los rumiantes. pág. 57.
- 58-** Wattiaux. M. Crianza de terneras del destete al parto. Instituto babcock para la investigación y desarrollo internacional de la industria lechera, universidad de Wisconsin-Madison. Disponible en [babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/es/de\\_33.es.pdf](http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/es/de_33.es.pdf). Pág. 129-130

# **8. ANEXOS**

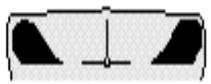
| Grado de condición corporal                            | Vértebra en la espalda  | Aspecto posterior del hueso pélvico   | Aspecto lateral de la línea entre las caderas  | Cavidad entre cadera y la tuberosidad isquiática                                      |   |
|--|---|---|--|---|---|
|  |   |   |  | Aspecto posterior   | Aspecto lateral   |
| 1<br>Subcondicionamiento severo                        |    |    |    |    |    |
| 2<br>Esqueleto obvio                                   |    |    |    |    |    |
| 3<br>Buen balance de esqueleto y tejidos superficiales |    |    |    |   |    |
| 4<br>Esqueleto no tan obvio como tejidos superficiales |  |  |  |  |  |
| 5<br>Sobrecondicionamiento severo                      |  |  |  |  |  |

Fig. A-1. Diferentes grados de condición corporal en el ganado bovino.

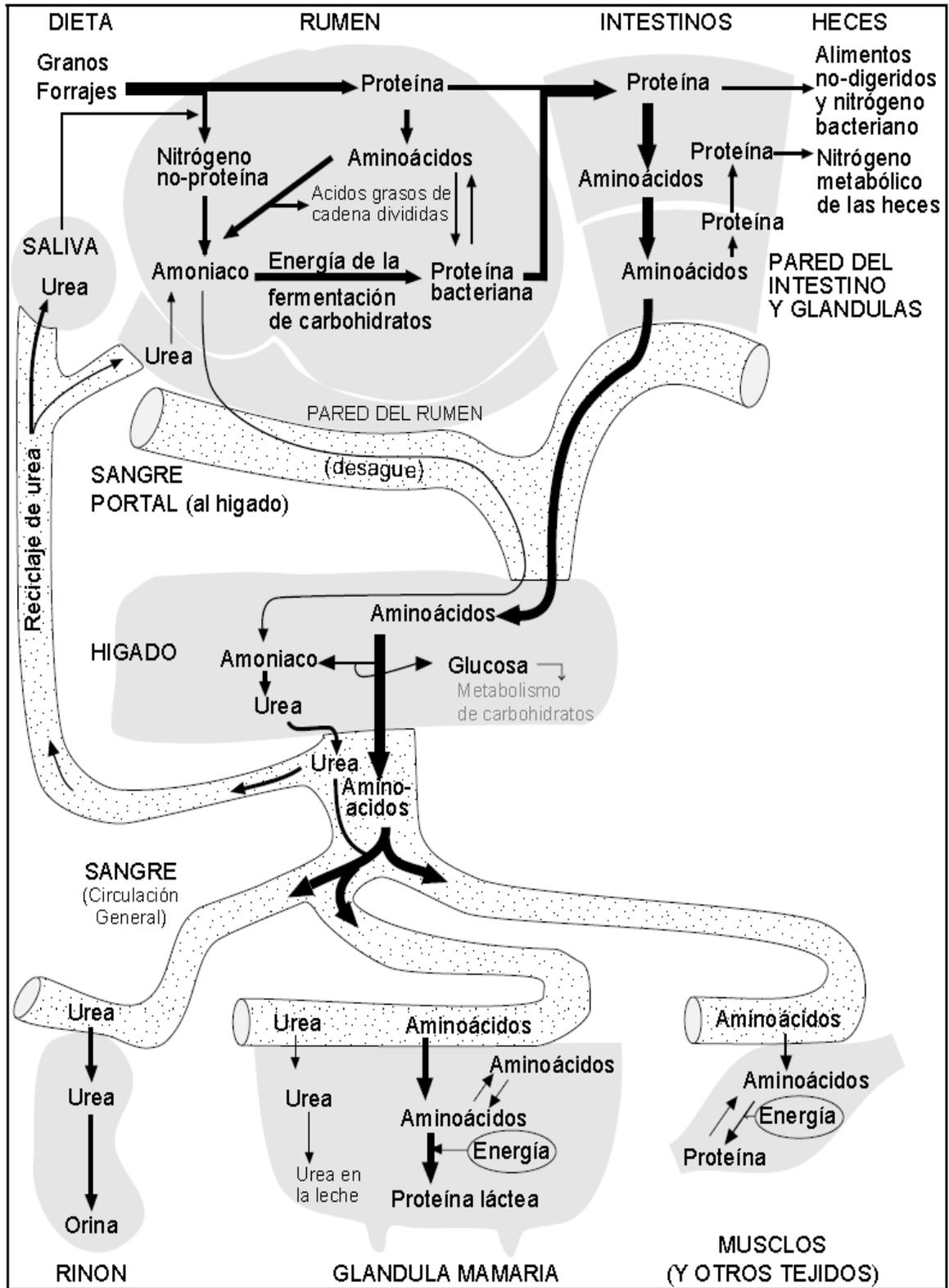


Fig. A-2. Esquema del Metabolismo del nitrógeno.

**CUADRO A-1.** Peso vivo promedio (kg) por tratamiento y observaciones al inicio del experimento.

| TRAT. | OBSERVACIONES |        |        |        |        |        |
|-------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|       | 1             | 2      | 3      | 4      | TOTAL  | MEDIA  |
| T0    | 97.05         | 170.68 | 129.32 | 81.36  | 478.41 | 119.60 |
| T1    | 69.55         | 154.55 | 176.59 | 106.14 | 506.83 | 126.71 |
| T2    | 142.5         | 112.27 | 100.91 | 179.77 | 535.45 | 133.86 |
| T3    | 112.73        | 175.45 | 82.27  | 105.68 | 476.13 | 119.03 |
| T4    | 114.55        | 169.77 | 141.82 | 95.68  | 521.82 | 130.45 |

**CUADRO A-2.** Análisis de varianza de peso vivo promedio (kg) por tratamiento y observaciones al inicio del experimento.

| F. de V.     | GL | S.C       | C.M      | FC     | FT 5% |
|--------------|----|-----------|----------|--------|-------|
| Tratamientos | 4  | 686.47    | 171.61   | 0.1107 | 3.05  |
| Error        | 15 | 23,251.65 | 1,550.11 |        |       |
| Total        | 19 | 23,938.12 |          |        |       |

ns: no significativo.

**CUADRO A-3.** Peso vivo promedio (kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el primer periodo (10 días).

| TRAT. | OBSERVACIONES |        |        |        |        |        |
|-------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|       | 1             | 2      | 3      | 4      | TOTAL  | MEDIA  |
| T0    | 99.77         | 178.86 | 135.91 | 85.45  | 499.99 | 124.99 |
| T1    | 70.23         | 158.41 | 178.18 | 107.73 | 514.55 | 128.63 |
| T2    | 145           | 117.95 | 107.05 | 183.41 | 553.41 | 138.35 |
| T3    | 114.77        | 180.23 | 84.09  | 110.23 | 489.32 | 122.33 |
| T4    | 116.36        | 175    | 143.64 | 97.95  | 532.95 | 133.23 |

**CUADRO A-4.** Análisis de varianza de peso vivo promedio (kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el primer periodo (10 días) .

| F. de V.     | GL | S.C       | C.M      | FC                  | FT 5% |
|--------------|----|-----------|----------|---------------------|-------|
| Tratamientos | 4  | 659.04    | 164.76   | 0.101 <sup>ns</sup> | 3.05  |
| Error        | 15 | 24,281.22 | 1,618.74 |                     |       |
| Total        | 19 | 24,940.26 |          |                     |       |

ns: no significativo.

**CUADRO A-5.** Peso vivo promedio (kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el segundo periodo (20 días).

| TRAT. | OBSERVACIONES |        |        |        |        |        |
|-------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|       | 1             | 2      | 3      | 4      | TOTAL  | MEDIA  |
| T0    | 107.5         | 186.36 | 148.41 | 97.5   | 539.77 | 134.94 |
| T1    | 78.41         | 169.09 | 185.68 | 118.64 | 551.82 | 137.95 |
| T2    | 158.86        | 130.68 | 122.05 | 201.14 | 612.73 | 153.18 |
| T3    | 119.09        | 192.5  | 87.73  | 115.58 | 514.9  | 128.72 |
| T4    | 119.32        | 178.86 | 148.41 | 104.09 | 550.68 | 137.67 |

**CUADRO A-6.** Análisis de varianza de peso vivo promedio (kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el segundo periodo (20 días).

| F. de V.     | GL | S.C       | C.M      | FC                  | FT 5% |
|--------------|----|-----------|----------|---------------------|-------|
| Tratamientos | 4  | 1,299.07  | 324.76   | 0.193 <sup>ns</sup> | 3.05  |
| Error        | 15 | 25,243.42 | 1,682.89 |                     |       |
| Total        | 19 | 26,542.49 |          |                     |       |

ns: no significativo.

**CUADRO A-7.** Peso vivo promedio (kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el tercer periodo (30 días).

| TRAT. | OBSERVACIONES |        |        |        |        |        |
|-------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|       | 1             | 2      | 3      | 4      | TOTAL  | MEDIA  |
| T0    | 120.45        | 194.09 | 161.14 | 109.09 | 584.77 | 146.18 |
| T1    | 85.91         | 175.68 | 196.14 | 129.55 | 587.28 | 146.82 |
| T2    | 166.14        | 140.23 | 134.55 | 214.55 | 605.47 | 163.86 |
| T3    | 127.27        | 200    | 100    | 124.77 | 552.04 | 138.01 |
| T4    | 124.09        | 188.64 | 159.09 | 113.64 | 585.46 | 146.36 |

**CUADRO A-8.** Análisis de varianza de peso vivo promedio (kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el tercer periodo (30 días).

| F. de V.     | GL | S.C       | C.M      | FC                  | FT 5% |
|--------------|----|-----------|----------|---------------------|-------|
| Tratamientos | 4  | 1,434.46  | 358.61   | 0.215 <sup>ns</sup> | 3.05  |
| Error        | 15 | 24,918.03 | 1,661.20 |                     |       |
| Total        | 19 | 26,352.50 |          |                     |       |

ns: no significativo.

**CUADRO A-9.** Peso vivo promedio (kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el cuarto periodo (40 días).

| TRAT. | OBSERVACIONES |        |        |        |        |        |
|-------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|       | 1             | 2      | 3      | 4      | TOTAL  | MEDIA  |
| T0    | 129.09        | 209.55 | 169.55 | 120.91 | 629.10 | 157.27 |
| T1    | 94.09         | 190    | 213.18 | 142.73 | 640    | 160.00 |
| T2    | 172.27        | 148.18 | 138.64 | 217.73 | 676.82 | 169.20 |
| T3    | 135.45        | 208.64 | 105.45 | 136.36 | 585.9  | 146.47 |
| T4    | 133.18        | 192.73 | 171.82 | 122.73 | 620.46 | 155.11 |

**CUADRO A-10.** Análisis de varianza de peso vivo promedio (kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el cuarto periodo (40 días) .

| F. de V.     | GL | S.C        | C.M      | FC                  | FT 5% |
|--------------|----|------------|----------|---------------------|-------|
| Tratamientos | 4  | 1,081.926  | 270.42   | 0.155 <sup>ns</sup> | 3.05  |
| Error        | 15 | 26,106.271 | 1,740.45 |                     |       |
| Total        | 19 | 27,188.197 |          |                     |       |

ns: no significativo.

**CUADRO A-11.** Peso vivo promedio (kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el quinto periodo (50 días).

| TRAT. | OBSERVACIONES |        |        |        |        |        |
|-------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|       | 1             | 2      | 3      | 4      | TOTAL  | MEDIA  |
| T0    | 131.59        | 214.55 | 173.86 | 123.41 | 643.41 | 160.85 |
| T1    | 99.77         | 203.86 | 219.55 | 142.95 | 666.13 | 166.53 |
| T2    | 180.45        | 156.82 | 143.98 | 222.05 | 703.3  | 175.82 |
| T3    | 137.39        | 208.86 | 108.86 | 140.68 | 595.79 | 148.94 |
| T4    | 134.09        | 193.41 | 175.45 | 127.27 | 630.22 | 157.55 |

**CUADRO A-12.** Análisis de varianza de peso vivo promedio (kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el quinto periodo (50 días).

| F. de V.     | GL | S.C       | C.M      | FC                  | FT 5% |
|--------------|----|-----------|----------|---------------------|-------|
| Tratamientos | 4  | 1,612.40  | 403.10   | 0.227 <sup>ns</sup> | 3.05  |
| Error        | 15 | 26,533.89 | 1,768.92 |                     |       |
| Total        | 19 | 28,146.29 |          |                     |       |

ns: no significativo.

**CUADRO A-13.** Peso vivo promedio (kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el sexto periodo (60 días).

| TRAT. | OBSERVACIONES |        |        |        |        |        |
|-------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|       | 1             | 2      | 3      | 4      | TOTAL  | MEDIA  |
| T0    | 148.41        | 226.82 | 184.55 | 129.55 | 689.33 | 172.33 |
| T1    | 104.09        | 207.15 | 233.64 | 154.09 | 698.97 | 174.74 |
| T2    | 185           | 160.45 | 152.95 | 223.64 | 722.04 | 180.51 |
| T3    | 143.41        | 219.55 | 110.45 | 143.69 | 617.10 | 154.27 |
| T4    | 139.55        | 203.86 | 180.45 | 136.14 | 660    | 165.00 |

**CUADRO A-14.** Análisis de varianza de peso vivo promedio (kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el sexto periodo (60 días).

| F. de V.     | GL | S.C       | C.M      | FC                  | FT 5% |
|--------------|----|-----------|----------|---------------------|-------|
| Tratamientos | 4  | 1,634.78  | 408.69   | 0.217 <sup>ns</sup> | 3.05  |
| Error        | 15 | 28,141.51 | 1,876.10 |                     |       |
| Total        | 19 | 29,776.29 |          |                     |       |

ns: no significativo.

**CUADRO A-15.** Peso vivo promedio (kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el experimento.

| TRAT. | OBSERVACIONES |        |        |        |        |        |
|-------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|       | 1             | 2      | 3      | 4      | TOTAL  | MEDIA  |
| T0    | 154.32        | 234.32 | 190.91 | 141.59 | 721.14 | 180.28 |
| T1    | 109.55        | 210.45 | 241.36 | 173.18 | 734.54 | 183.63 |
| T2    | 195.91        | 178.64 | 153.00 | 229.09 | 756.64 | 189.16 |
| T3    | 147.95        | 229.77 | 118.18 | 149.32 | 645.22 | 161.31 |
| T4    | 147.27        | 217.05 | 189.55 | 142.27 | 696.14 | 174.03 |

**CUADRO A-16.** Análisis de varianza de peso vivo promedio (kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el experimento.

| F. de V.     | GL | S.C       | C.M      | FC                  | FT 5% |
|--------------|----|-----------|----------|---------------------|-------|
| Tratamientos | 4  | 1,821.86  | 455.46   | 0.238 <sup>ns</sup> | 3.05  |
| Error        | 15 | 28,597.05 | 1,906.47 |                     |       |
| Total        | 19 | 30,418.91 |          |                     |       |

ns: no significativo.

**CUADRO A-17.** Altura a la Cruz (cm) por tratamiento y observaciones al inicio del experimento.

| TRAT. | OBSERVACIONES |       |       |       |       |        |
|-------|---------------|-------|-------|-------|-------|--------|
|       | 1             | 2     | 3     | 4     | TOTAL | MEDIA  |
| T0    | 99            | 108.5 | 105   | 94.5  | 407   | 101.75 |
| T1    | 93            | 106.5 | 110.5 | 99    | 409   | 102.25 |
| T2    | 106           | 105.5 | 103   | 119.5 | 434   | 108.5  |
| T3    | 105           | 112   | 88.5  | 100   | 405.5 | 101.37 |
| T4    | 99.5          | 112.5 | 109   | 100.5 | 421.5 | 105.37 |

**CUADRO A-18.** Análisis de varianza de Altura a la Cruz (cm) por tratamiento y observaciones al inicio del experimento.

| F. de V.     | GL | S.C      | C.M   | FC    | FT 5% |
|--------------|----|----------|-------|-------|-------|
| Tratamientos | 4  | 148.175  | 37.04 | 0.630 | 3.05  |
| Error        | 15 | 880.87   | 58.72 |       |       |
| Total        | 19 | 1,029.05 |       |       |       |

ns: no significativo.

**CUADRO A-19.** Altura a la Cruz (cm) por tratamiento y observaciones al finalizar el primer periodo (10 días).

| TRAT. | OBSERVACIONES |     |     |     |       |        |
|-------|---------------|-----|-----|-----|-------|--------|
|       | 1             | 2   | 3   | 4   | TOTAL | MEDIA  |
| T0    | 100           | 109 | 106 | 95  | 410   | 102.5  |
| T1    | 94            | 107 | 111 | 100 | 412   | 103    |
| T2    | 107           | 106 | 104 | 120 | 437   | 109.25 |
| T3    | 105           | 113 | 89  | 101 | 408   | 102    |
| T4    | 100           | 113 | 110 | 101 | 424   | 106    |

**CUADRO A-20.** Análisis de varianza de Altura a la Cruz (cm) por tratamiento y observaciones al finalizar el primer periodo (10 días).

| F. de V.     | GL | S.C      | C.M   | FC                  | FT 5% |
|--------------|----|----------|-------|---------------------|-------|
| Tratamientos | 4  | 149.20   | 37.30 | 0.642 <sup>ns</sup> | 3.05  |
| Error        | 15 | 871.75   | 58.11 |                     |       |
| Total        | 19 | 1,020.95 |       |                     |       |

ns: no significativo.

**CUADRO A-21.** Altura a la Cruz (cm) por tratamiento y observaciones al finalizar el segundo periodo (20 días).

| TRAT. | OBSERVACIONES |       |     |     |       |        |
|-------|---------------|-------|-----|-----|-------|--------|
|       | 1             | 2     | 3   | 4   | TOTAL | MEDIA  |
| T0    | 100           | 109   | 106 | 95  | 410   | 102.5  |
| T1    | 94            | 107   | 111 | 100 | 412   | 103    |
| T2    | 107           | 106   | 104 | 120 | 437   | 109.25 |
| T3    | 105           | 113.5 | 89  | 101 | 408.5 | 102.12 |
| T4    | 100           | 113   | 110 | 101 | 424   | 106    |

**CUADRO A-22.** Análisis de varianza de Altura a la Cruz (cm) por tratamiento y observaciones al finalizar el segundo periodo (20 días).

| F. de V.     | GL | S.C      | C.M   | FC                  | FT 5% |
|--------------|----|----------|-------|---------------------|-------|
| Tratamientos | 4  | 146.7    | 36.67 | 0.623 <sup>ns</sup> | 3.05  |
| Error        | 15 | 882.93   | 58.86 |                     |       |
| Total        | 19 | 1,029.63 |       |                     |       |

ns: no significativo.

**CUADRO A-23.** Altura a la Cruz (cm) por tratamiento y observaciones al finalizar el tercer periodo (30 días).

| TRAT. | OBSERVACIONES |        |        |     |        |        |
|-------|---------------|--------|--------|-----|--------|--------|
|       | 1             | 2      | 3      | 4   | TOTAL  | MEDIA  |
| T0    | 102           | 111.75 | 107    | 99  | 419.75 | 104.93 |
| T1    | 96            | 107.5  | 113    | 101 | 417.5  | 104.37 |
| T2    | 107           | 106    | 105.25 | 120 | 438.25 | 109.56 |
| T3    | 105           | 114    | 89     | 104 | 412    | 103.00 |
| T4    | 101           | 114    | 110    | 101 | 426    | 106.50 |

**CUADRO A-24.** Análisis de varianza de Altura a la Cruz (cm) por tratamiento y observaciones al finalizar el tercer periodo (30 días).

| F. de V.     | GL | S.C    | C.M   | FC                  | FT 5% |
|--------------|----|--------|-------|---------------------|-------|
| Tratamientos | 4  | 100.73 | 25.18 | 0.442 <sup>ns</sup> | 3.05  |
| Error        | 15 | 858.03 | 57.20 |                     |       |
| Total        | 19 | 958.76 |       |                     |       |

ns: no significativo.

**CUADRO A-25.** Altura a la Cruz (cm) por tratamiento y observaciones al finalizar el cuarto periodo (40 días).

| TRAT. | OBSERVACIONES |        |       |        |        |        |
|-------|---------------|--------|-------|--------|--------|--------|
|       | 1             | 2      | 3     | 4      | TOTAL  | MEDIA  |
| T0    | 103.7         | 114.5  | 110.6 | 100.50 | 429.30 | 107.32 |
| T1    | 97.2          | 108    | 114.5 | 101.70 | 421.40 | 105.35 |
| T2    | 109           | 108.5  | 106.5 | 121.00 | 445    | 111.25 |
| T3    | 105           | 114.15 | 92.6  | 104.25 | 416.35 | 104.08 |
| T4    | 102           | 115.3  | 112.5 | 103.00 | 432.8  | 108.20 |

**CUADRO A-26.** Análisis de varianza de Altura a la Cruz (cm) por tratamiento y observaciones al finalizar el cuarto periodo (40 días).

| F. de V.     | GL | S.C    | C.M   | FC                  | FT 5% |
|--------------|----|--------|-------|---------------------|-------|
| Tratamientos | 4  | 122.07 | 30.51 | 0.573 <sup>ns</sup> | 3.05  |
| Error        | 15 | 798.28 | 53.21 |                     |       |
| Total        | 19 | 920.36 |       |                     |       |

ns: no significativo.

**CUADRO A-27.** Altura a la Cruz (cm) por tratamiento y observaciones al finalizar el quinto periodo (50 días).

| TRAT. | OBSERVACIONES |        |       |       |        |        |
|-------|---------------|--------|-------|-------|--------|--------|
|       | 1             | 2      | 3     | 4     | TOTAL  | MEDIA  |
| T0    | 105           | 114.7  | 111.8 | 101.5 | 433    | 108.25 |
| T1    | 98.7          | 110    | 115   | 103   | 426.7  | 106.68 |
| T2    | 110           | 109.5  | 107.8 | 121.5 | 448.8  | 112.20 |
| T3    | 105           | 115.6  | 92.7  | 104.5 | 417.8  | 104.45 |
| T4    | 102.4         | 115.65 | 114   | 104.5 | 436.55 | 109.14 |

**CUADRO A-28.** Análisis de varianza de Altura a la Cruz (cm) por tratamiento y observaciones al finalizar el quinto periodo (50 días).

| F. de V.     | GL | S.C     | C.M    | FC                  | FT 5% |
|--------------|----|---------|--------|---------------------|-------|
| Tratamientos | 4  | 133.012 | 33.253 | 0.638 <sup>ns</sup> | 3.05  |
| Error        | 15 | 781.42  | 52.09  |                     |       |
| Total        | 19 | 914.43  |        |                     |       |

ns: no significativo.

**CUADRO A-29.** Altura a la Cruz (cm) por tratamiento y observaciones al finalizar el sexto periodo (60 días).

| TRAT. | OBSERVACIONES |     |       |     |       |        |
|-------|---------------|-----|-------|-----|-------|--------|
|       | 1             | 2   | 3     | 4   | TOTAL | MEDIA  |
| T0    | 106           | 115 | 113   | 102 | 436   | 109.00 |
| T1    | 100           | 112 | 115.7 | 104 | 431.7 | 107.92 |
| T2    | 112           | 110 | 109   | 122 | 453   | 113.25 |
| T3    | 106           | 117 | 93    | 105 | 421   | 105.25 |
| T4    | 103           | 116 | 116   | 106 | 441   | 110.25 |

**CUADRO A-30.** Análisis de varianza de Altura a la Cruz (cm) por tratamiento y observaciones al finalizar el sexto periodo (60 días).

| F. de V.     | GL | S.C    | C.M   | FC                  | FT 5% |
|--------------|----|--------|-------|---------------------|-------|
| Tratamientos | 4  | 139.00 | 34.75 | 0.653 <sup>ns</sup> | 3.05  |
| Error        | 15 | 797.51 | 53.16 |                     |       |
| Total        | 19 | 936.52 |       |                     |       |

ns: no significativo.

**CUADRO A-31.** Altura a la Cruz (cm) por tratamiento y observaciones al finalizar el experimento.

| TRAT. | OBSERVACIONES |     |     |       |       |        |
|-------|---------------|-----|-----|-------|-------|--------|
|       | 1             | 2   | 3   | 4     | TOTAL | MEDIA  |
| T0    | 106           | 115 | 114 | 104   | 439   | 109.75 |
| T1    | 101.5         | 112 | 117 | 105   | 435.5 | 108.87 |
| T2    | 113           | 110 | 109 | 122   | 454   | 113.50 |
| T3    | 108           | 117 | 95  | 105.5 | 425.5 | 106.37 |
| T4    | 104           | 117 | 116 | 106.5 | 443.5 | 110.87 |

**CUADRO A-32.** Análisis de varianza de Altura a la Cruz (cm) por tratamiento y observaciones al finalizar el experimento.

| F. de V.     | GL | S.C    | C.M   | FC                  | FT 5% |
|--------------|----|--------|-------|---------------------|-------|
| Tratamientos | 4  | 109.62 | 27.40 | 0.571 <sup>ns</sup> | 3.05  |
| Error        | 15 | 718.81 | 47.92 |                     |       |
| Total        | 19 | 828.43 |       |                     |       |

ns: no significativo

**CUADRO A-33.** Condición física por tratamiento y observaciones al inicio del experimento.

| TRAT. | OBSERVACIONES |     |     |     |       |       |
|-------|---------------|-----|-----|-----|-------|-------|
|       | 1             | 2   | 3   | 4   | TOTAL | MEDIA |
| T0    | 2.5           | 3.0 | 2.6 | 2.4 | 10.5  | 2.62  |
| T1    | 2.2           | 2.8 | 2.8 | 2.6 | 10.4  | 2.6   |
| T2    | 2.6           | 2.7 | 2.6 | 2.8 | 10.7  | 2.67  |
| T3    | 2.6           | 2.7 | 2.5 | 2.4 | 10.2  | 2.55  |
| T4    | 2.3           | 3.0 | 2.9 | 2.7 | 10.9  | 2.72  |

**CUADRO A-34.** Análisis de varianza de Condición física por tratamiento y observaciones al inicio del experimento.

| F. de V.     | GL | S.C   | C.M   | FC                  | FT 5% |
|--------------|----|-------|-------|---------------------|-------|
| Tratamientos | 4  | 0.073 | 0.018 | 0.337 <sup>ns</sup> | 3.05  |
| Error        | 15 | 0.812 | 0.054 |                     |       |
| Total        | 19 | 0.885 |       |                     |       |

ns: no significativo.

**CUADRO A-35.** Condición física por tratamiento y observaciones al finalizar el primer periodo (10 días).

| TRAT. | OBSERVACIONES |     |     |     |       |       |
|-------|---------------|-----|-----|-----|-------|-------|
|       | 1             | 2   | 3   | 4   | TOTAL | MEDIA |
| T0    | 2.7           | 3.2 | 2.7 | 2.6 | 11.2  | 2.80  |
| T1    | 2.4           | 2.9 | 2.9 | 2.8 | 11.0  | 2.75  |
| T2    | 2.7           | 2.9 | 2.8 | 2.9 | 11.3  | 2.825 |
| T3    | 2.8           | 2.9 | 2.6 | 2.6 | 10.9  | 2.725 |
| T4    | 2.4           | 3.2 | 3.0 | 2.8 | 11.4  | 2.85  |

**CUADRO A-36.** Análisis de varianza de Condición física por tratamiento y observaciones al finalizar el primer periodo (10 días).

| F. de V.     | GL | S.C   | C.M   | FC                  | FT 5% |
|--------------|----|-------|-------|---------------------|-------|
| Tratamientos | 4  | 0.043 | 0.011 | 0.193 <sup>ns</sup> | 3.05  |
| Error        | 15 | 0.835 | 0.056 |                     |       |
| Total        | 19 | 0.878 |       |                     |       |

ns: no significativo.

**CUADRO A-37.** Condición física por tratamiento y observaciones al finalizar el segundo periodo (20 días).

| TRAT. | OBSERVACIONES |     |     |     |       |       |
|-------|---------------|-----|-----|-----|-------|-------|
|       | 1             | 2   | 3   | 4   | TOTAL | MEDIA |
| T0    | 2.7           | 3.2 | 2.7 | 2.6 | 11.2  | 2.800 |
| T1    | 2.4           | 2.9 | 2.9 | 2.8 | 11    | 2.750 |
| T2    | 2.7           | 2.9 | 2.8 | 2.9 | 11.3  | 2.825 |
| T3    | 2.8           | 2.9 | 2.6 | 2.6 | 10.9  | 2.725 |
| T4    | 2.4           | 3.2 | 3.0 | 2.8 | 11.4  | 2.850 |

**CUADRO A-38.** Análisis de varianza de Condición física por tratamiento y observaciones al finalizar el segundo periodo (20 días).

| F. de V.     | GL | S.C   | C.M   | FC                  | FT 5% |
|--------------|----|-------|-------|---------------------|-------|
| Tratamientos | 4  | 0.043 | 0.011 | 0.193 <sup>ns</sup> | 3.05  |
| Error        | 15 | 0.835 | 0.056 |                     |       |
| Total        | 19 | 0.878 |       |                     |       |

ns: no significativo.

**CUADRO A-39.** Condición física por tratamiento y observaciones al finalizar el tercer periodo (30 días) .

| TRAT. | OBSERVACIONES |     |     |     |       |       |
|-------|---------------|-----|-----|-----|-------|-------|
|       | 1             | 2   | 3   | 4   | TOTAL | MEDIA |
| T0    | 2.8           | 3.4 | 2.8 | 2.7 | 11.7  | 2.925 |
| T1    | 2.5           | 3   | 3.2 | 3   | 11.7  | 2.925 |
| T2    | 3             | 3   | 3   | 3   | 12    | 3.000 |
| T3    | 3             | 2.9 | 2.7 | 2.8 | 11.4  | 2.850 |
| T4    | 2.5           | 3.5 | 3.2 | 2.9 | 12.1  | 3.025 |

**CUADRO A-40.** Análisis de varianza de Condición física por tratamiento y observaciones al finalizar el tercer periodo (30 días) .

| F. de V.     | GL | S.C   | C.M   | FC                  | FT 5% |
|--------------|----|-------|-------|---------------------|-------|
| Tratamientos | 4  | 0.077 | 0.019 | 0.246 <sup>ns</sup> | 3.05  |
| Error        | 15 | 1.173 | 0.078 |                     |       |
| Total        | 19 | 1.249 |       |                     |       |

ns: no significativo.

**CUADRO A-41.** Condición física por tratamiento y observaciones al finalizar el cuarto periodo (40 días).

| TRAT. | OBSERVACIONES |     |     |     |       |       |
|-------|---------------|-----|-----|-----|-------|-------|
|       | 1             | 2   | 3   | 4   | TOTAL | MEDIA |
| T0    | 3.3           | 3.6 | 3.3 | 3   | 13.2  | 3.300 |
| T1    | 2.9           | 3.6 | 3.6 | 3.4 | 13.5  | 3.375 |
| T2    | 3.5           | 3.5 | 3.2 | 3.2 | 13.4  | 3.350 |
| T3    | 3.2           | 3   | 3   | 3.3 | 12.5  | 3.125 |
| T4    | 2.8           | 3.7 | 3.5 | 2.9 | 12.9  | 3.225 |

**CUADRO A-42.** Análisis de varianza de Condición física por tratamiento y observaciones al finalizar el cuarto periodo (40 días).

| F. de V.     | GL | S.C   | C.M   | FC                  | FT 5% |
|--------------|----|-------|-------|---------------------|-------|
| Tratamientos | 4  | 0.165 | 0.041 | 0.494 <sup>ns</sup> | 3.05  |
| Error        | 15 | 1.252 | 0.083 |                     |       |
| Total        | 19 | 1.417 |       |                     |       |

ns: no significativo.

**CUADRO A-43.** Condición física por tratamiento y observaciones al finalizar el quinto periodo (50 días).

| TRAT. | OBSERVACIONES |     |     |     |       |       |
|-------|---------------|-----|-----|-----|-------|-------|
|       | 1             | 2   | 3   | 4   | TOTAL | MEDIA |
| T0    | 3.3           | 3.6 | 3.3 | 3   | 13.2  | 3.3   |
| T1    | 2.9           | 3.6 | 3.6 | 3.4 | 13.5  | 3.375 |
| T2    | 3.5           | 3.5 | 3.3 | 3.2 | 13.5  | 3.37  |
| T3    | 3             | 3   | 3   | 3.3 | 12.3  | 3.075 |
| T4    | 2.8           | 3.7 | 3.5 | 2.9 | 12.9  | 3.225 |

**CUADRO A-44.** Análisis de varianza de Condición física por tratamiento y observaciones al finalizar el quinto periodo (50 días).

| F. de V.     | GL | S.C   | C.M   | FC                  | FT 5% |
|--------------|----|-------|-------|---------------------|-------|
| Tratamientos | 4  | 0.153 | 0.038 | 0.458 <sup>ns</sup> | 3.05  |
| Error        | 15 | 1.252 | 0.083 |                     |       |
| Total        | 19 | 1.405 |       |                     |       |

ns: no significativo.

**CUADRO A-45.** Condición física por tratamiento y observaciones al finalizar el sexto periodo (60 días) .

| TRAT. | OBSERVACIONES |     |     |     |       |       |
|-------|---------------|-----|-----|-----|-------|-------|
|       | 1             | 2   | 3   | 4   | TOTAL | MEDIA |
| T0    | 3.6           | 3.8 | 3.6 | 3.4 | 14.4  | 3.6   |
| T1    | 3             | 3.7 | 3.9 | 3.8 | 14.4  | 3.6   |
| T2    | 3.8           | 3.6 | 3.4 | 3.5 | 14.3  | 3.575 |
| T3    | 3.5           | 3.2 | 3.3 | 3.3 | 13.3  | 3.32  |
| T4    | 2.9           | 3.7 | 3.5 | 3   | 13.1  | 3.275 |

**CUADRO A-46.** Análisis de varianza de Condición física por tratamiento y observaciones al finalizar el sexto periodo (60 días).

| F. de V.     | GL | S.C   | C.M   | FC                  | FT 5% |
|--------------|----|-------|-------|---------------------|-------|
| Tratamientos | 4  | 0.415 | 0.103 | 1.338 <sup>ns</sup> | 3.05  |
| Error        | 15 | 1.162 | 0.077 |                     |       |
| Total        | 19 | 1.577 |       |                     |       |

ns: no significativo.

**CUADRO A-47.** Conversión alimenticia (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el primer periodo (10 días).

| TRAT. | OBSERVACIONES |      |      |      |       |       |
|-------|---------------|------|------|------|-------|-------|
|       | 1             | 2    | 3    | 4    | TOTAL | MEDIA |
| T0    | 2.32          | 2.87 | 2.65 | 2.12 | 9.96  | 2.49  |
| T1    | 1.81          | 2.78 | 2.86 | 2.42 | 9.87  | 2.47  |
| T2    | 2.71          | 2.51 | 2.41 | 2.88 | 10.51 | 2.63  |
| T3    | 2.48          | 2.87 | 2.10 | 2.44 | 9.89  | 2.47  |
| T4    | 2.50          | 2.85 | 2.70 | 2.30 | 10.35 | 2.59  |

**CUADRO A-48.** Análisis de varianza de Conversión alimenticia (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el primer periodo (10 días).

| F. de V.     | GL | S.C   | C.M   | FC                  | FT 5% |
|--------------|----|-------|-------|---------------------|-------|
| Tratamientos | 4  | 0.086 | 0.021 | 0.199 <sup>ns</sup> | 3.05  |
| Error        | 15 | 1.623 | 0.108 |                     |       |
| Total        | 19 | 1.709 |       |                     |       |

ns: no significativo.

**CUADRO A-49.** Conversión alimenticia (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el segundo periodo (20 días).

| TRAT. | OBSERVACIONES |      |      |      |       |       |
|-------|---------------|------|------|------|-------|-------|
|       | 1             | 2    | 3    | 4    | TOTAL | MEDIA |
| T0    | 2.41          | 2.89 | 2.73 | 2.30 | 10.33 | 2.58  |
| T1    | 1.99          | 2.83 | 2.89 | 2.52 | 10.23 | 2.56  |
| T2    | 2.78          | 2.61 | 2.55 | 2.94 | 10.88 | 2.72  |
| T3    | 2.52          | 2.92 | 2.16 | 2.49 | 10.09 | 2.52  |
| T4    | 2.53          | 2.87 | 2.73 | 2.38 | 10.51 | 2.63  |

**CUADRO A-50.** Análisis de varianza de Conversión alimenticia (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el segundo periodo (20 días).

| F. de V.     | GL | S.C   | C.M   | FC                  | FT 5% |
|--------------|----|-------|-------|---------------------|-------|
| Tratamientos | 4  | 0.093 | 0.023 | 0.277 <sup>ns</sup> | 3.05  |
| Error        | 15 | 1.258 | 0.084 |                     |       |
| Total        | 19 | 1.351 |       |                     |       |

ns: no significativo.

**CUADRO A-51.** Conversión alimenticia (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el tercer periodo (30 días).

| TRAT. | OBSERVACIONES |      |      |      |       |       |
|-------|---------------|------|------|------|-------|-------|
|       | 1             | 2    | 3    | 4    | TOTAL | MEDIA |
| T0    | 2.54          | 2.92 | 2.79 | 2.43 | 10.68 | 2.67  |
| T1    | 2.13          | 2.86 | 2.93 | 2.61 | 10.53 | 2.63  |
| T2    | 2.81          | 2.68 | 2.64 | 2.98 | 11.11 | 2.77  |
| T3    | 2.59          | 2.94 | 2.33 | 2.57 | 10.43 | 2.61  |
| T4    | 2.57          | 2.90 | 2.78 | 2.47 | 10.72 | 2.68  |

**CUADRO A-52.** Análisis de varianza de Conversión alimenticia (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el tercer periodo (30 días) .

| F. de V.     | GL | S.C   | C.M   | FC                  | FT 5% |
|--------------|----|-------|-------|---------------------|-------|
| Tratamientos | 4  | 0.067 | 0.016 | 0.275 <sup>ns</sup> | 3.05  |
| Error        | 15 | 0.919 | 0.061 |                     |       |
| Total        | 19 | 0.986 |       |                     |       |

ns: no significativo.

**CUADRO A-53.** Conversión alimenticia (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el cuarto periodo (40 días).

| TRAT. | OBSERVACIONES |      |      |      |       |       |
|-------|---------------|------|------|------|-------|-------|
|       | 1             | 2    | 3    | 4    | TOTAL | MEDIA |
| T0    | 2.60          | 2.97 | 2.83 | 2.54 | 10.94 | 2.74  |
| T1    | 2.25          | 2.91 | 2.98 | 2.69 | 10.83 | 2.71  |
| T2    | 2.84          | 2.73 | 2.67 | 2.99 | 11.23 | 2.81  |
| T3    | 2.65          | 2.97 | 2.39 | 2.65 | 10.66 | 2.67  |
| T4    | 2.63          | 2.92 | 2.84 | 2.55 | 10.94 | 2.74  |

**CUADRO A-54.** Análisis de varianza de Conversión alimenticia (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el cuarto periodo (40 días) .

| F. de V.     | GL | S.C   | C.M   | FC                  | FT 5% |
|--------------|----|-------|-------|---------------------|-------|
| Tratamientos | 4  | 0.043 | 0.011 | 0.212 <sup>ns</sup> | 3.05  |
| Error        | 15 | 0.764 | 0.051 |                     |       |
| Total        | 19 | 0.807 |       |                     |       |

ns: no significativo.

**CUADRO A-55.** Conversión alimenticia (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el quinto periodo (50 días) .

| TRAT. | OBSERVACIONES |      |      |      |       |       |
|-------|---------------|------|------|------|-------|-------|
|       | 1             | 2    | 3    | 4    | TOTAL | MEDIA |
| T0    | 2.62          | 2.98 | 2.85 | 2.56 | 11.01 | 2.75  |
| T1    | 2.32          | 2.95 | 2.99 | 2.70 | 10.96 | 2.74  |
| T2    | 2.87          | 2.77 | 2.70 | 3.00 | 11.3  | 2.83  |
| T3    | 2.66          | 2.97 | 2.43 | 2.68 | 10.71 | 2.68  |
| T4    | 2.64          | 2.92 | 2.85 | 2.59 | 10.97 | 2.74  |

**CUADRO A-56.** Análisis de varianza de Conversión alimenticia (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el quinto periodo (50 días).

| F. de V.     | GL | S.C   | C.M   | FC                  | FT 5% |
|--------------|----|-------|-------|---------------------|-------|
| Tratamientos | 4  | 0.046 | 0.011 | 0.256 <sup>ns</sup> | 3.05  |
| Error        | 15 | 0.674 | 0.044 |                     |       |
| Total        | 19 | 0.720 |       |                     |       |

ns: no significativo.

**CUADRO A-57.** Conversión alimenticia (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el sexto periodo (60 días).

| TRAT. | OBSERVACIONES |      |      |      |       |       |
|-------|---------------|------|------|------|-------|-------|
|       | 1             | 2    | 3    | 4    | TOTAL | MEDIA |
| T0    | 2.73          | 3.01 | 2.89 | 2.61 | 11.24 | 2.81  |
| T1    | 2.38          | 2.96 | 3.03 | 2.76 | 11.13 | 2.78  |
| T2    | 2.89          | 2.79 | 2.75 | 3.00 | 11.43 | 2.86  |
| T3    | 2.70          | 2.99 | 2.44 | 2.70 | 10.83 | 2.71  |
| T4    | 2.67          | 2.95 | 2.87 | 2.65 | 11.14 | 2.79  |

**CUADRO A-58.** Análisis de varianza de Conversión alimenticia (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el sexto periodo (60 días) .

| F. de V.     | GL | S.C   | C.M   | FC                  | FT 5% |
|--------------|----|-------|-------|---------------------|-------|
| Tratamientos | 4  | 0.047 | 0.011 | 0.294 <sup>ns</sup> | 3.05  |
| Error        | 15 | 0.603 | 0.040 |                     |       |
| Total        | 19 | 0.650 |       |                     |       |

ns: no significativo.

**CUADRO A-59.** Ganancia diaria de peso (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el primer periodo (10 días) .

| TRAT. | OBSERVACIONES |      |      |      |       |        |
|-------|---------------|------|------|------|-------|--------|
|       | 1             | 2    | 3    | 4    | TOTAL | MEDIA  |
| T0    | 0.27          | 0.82 | 0.66 | 0.41 | 2.16  | 0.5400 |
| T1    | 0.07          | 0.39 | 0.16 | 0.16 | 0.78  | 0.1950 |
| T2    | 0.25          | 0.57 | 0.61 | 0.36 | 1.79  | 0.4475 |
| T3    | 0.20          | 0.48 | 0.18 | 0.46 | 1.32  | 0.33   |
| T4    | 0.18          | 0.52 | 0.18 | 0.23 | 1.11  | 0.2775 |

**CUADRO A-60.** Análisis de varianza de Ganancia diaria de peso (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el primer periodo (10 días).

| F. de V.     | GL | S.C   | C.M   | FC                  | FT 5% |
|--------------|----|-------|-------|---------------------|-------|
| Tratamientos | 4  | 0.299 | 0.074 | 2.315 <sup>ns</sup> | 3.05  |
| Error        | 15 | 0.485 | 0.032 |                     |       |
| Total        | 19 | 0.785 |       |                     |       |

ns: no significativo.

**CUADRO A-61.** Ganancia diaria de peso (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el segundo periodo (20 días).

| TRAT. | OBSERVACIONES |      |      |      |       |        |
|-------|---------------|------|------|------|-------|--------|
|       | 1             | 2    | 3    | 4    | TOTAL | MEDIA  |
| T0    | 0.77          | 0.75 | 1.25 | 1.21 | 3.98  | 0.9950 |
| T1    | 0.82          | 1.07 | 0.75 | 1.09 | 3.73  | 0.9325 |
| T2    | 1.39          | 1.27 | 1.50 | 1.77 | 5.93  | 1.4825 |
| T3    | 0.43          | 1.23 | 0.36 | 0.53 | 2.55  | 0.637  |
| T4    | 0.30          | 0.39 | 0.48 | 0.61 | 1.78  | 0.4450 |

**CUADRO A-62.** Análisis de varianza de Ganancia diaria de peso (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el segundo periodo (20 días) .

| F. de V.     | GL | S.C   | C.M   | FC                 | FT 5% |
|--------------|----|-------|-------|--------------------|-------|
| Tratamientos | 4  | 2.501 | 0.625 | 9.53 <sup>ns</sup> | 3.05  |
| Error        | 15 | 0.983 | 0.065 |                    |       |
| Total        | 19 | 3.484 |       |                    |       |

ns: no significativo.

**CUADRO A-63.** Ganancia diaria de peso (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el tercer periodo (30 días).

| TRAT. | OBSERVACIONES |      |      |      |       |        |
|-------|---------------|------|------|------|-------|--------|
|       | 1             | 2    | 3    | 4    | TOTAL | MEDIA  |
| T0    | 1.30          | 0.77 | 1.27 | 1.16 | 4.5   | 1.1250 |
| T1    | 0.75          | 0.66 | 1.05 | 1.09 | 3.55  | 0.8875 |
| T2    | 0.73          | 0.95 | 1.25 | 1.34 | 4.27  | 1.06   |
| T3    | 0.82          | 0.75 | 1.23 | 0.92 | 3.72  | 0.9300 |
| T4    | 0.48          | 0.98 | 1.07 | 0.96 | 3.49  | 0.8725 |

**CUADRO A-64.** Análisis de varianza de Ganancia diaria de peso (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el tercer periodo (30 días).

| F. de V.     | GL | S.C   | C.M   | FC                  | FT 5% |
|--------------|----|-------|-------|---------------------|-------|
| Tratamientos | 4  | 0.204 | 0.051 | 0.854 <sup>ns</sup> | 3.05  |
| Error        | 15 | 0.899 | 0.059 |                     |       |
| Total        | 19 | 1.104 |       |                     |       |

ns: no significativo.

**CUADRO A-65.** Ganancia diaria de peso (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el cuarto periodo (40 días).

| TRAT. | OBSERVACIONES |      |      |      |       |        |
|-------|---------------|------|------|------|-------|--------|
|       | 1             | 2    | 3    | 4    | TOTAL | MEDIA  |
| T0    | 0.86          | 1.55 | 0.84 | 1.18 | 4.43  | 1.1075 |
| T1    | 0.82          | 1.43 | 1.70 | 1.32 | 5.27  | 1.31   |
| T2    | 0.61          | 0.80 | 0.41 | 0.32 | 2.14  | 0.535  |
| T3    | 0.82          | 0.86 | 0.55 | 1.16 | 3.39  | 0.8475 |
| T4    | 0.91          | 0.41 | 1.27 | 0.91 | 3.5   | 0.8750 |

**CUADRO A-66.** Análisis de varianza de Ganancia diaria de peso (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el cuarto periodo (40 días).

| F. de V.     | GL | S.C   | C.M   | FC                  | FT 5% |
|--------------|----|-------|-------|---------------------|-------|
| Tratamientos | 4  | 1.389 | 0.347 | 3.618 <sup>ns</sup> | 3.05  |
| Error        | 15 | 1.439 | 0.095 |                     |       |
| Total        | 19 | 2.829 |       |                     |       |

ns: no significativo.

**CUADRO A-67.** Ganancia diaria de peso (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el quinto periodo (50 días) .

| TRAT. | OBSERVACIONES |      |      |      |       |        |
|-------|---------------|------|------|------|-------|--------|
|       | 1             | 2    | 3    | 4    | TOTAL | MEDIA  |
| T0    | 0.25          | 0.50 | 0.43 | 0.25 | 1.43  | 0.3575 |
| T1    | 0.57          | 1.39 | 0.64 | 0.02 | 2.62  | 0.65   |
| T2    | 0.82          | 0.86 | 0.53 | 0.43 | 2.64  | 0.66   |
| T3    | 0.19          | 0.02 | 0.34 | 0.43 | 0.98  | 0.24   |
| T4    | 0.09          | 0.07 | 0.36 | 0.45 | 0.97  | 0.24   |

**CUADRO A-68.** Análisis de varianza de Ganancia diaria de peso (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el quinto periodo (50 días) .

| F. de V.     | GL | S.C   | C.M   | FC                 | FT 5% |
|--------------|----|-------|-------|--------------------|-------|
| Tratamientos | 4  | 0.712 | 0.178 | 1.99 <sup>ns</sup> | 3.05  |
| Error        | 15 | 1.341 | 0.089 |                    |       |
| Total        | 19 | 2.054 |       |                    |       |

ns: no significativo.

**CUADRO A-69.** Ganancia diaria de peso (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el sexto periodo (60 días) .

| TRAT. | OBSERVACIONES |      |      |      |       |        |
|-------|---------------|------|------|------|-------|--------|
|       | 1             | 2    | 3    | 4    | TOTAL | MEDIA  |
| T0    | 1.68          | 1.23 | 1.07 | 0.61 | 4.59  | 1.1475 |
| T1    | 0.43          | 0.33 | 1.41 | 1.11 | 3.28  | 0.82   |
| T2    | 0.46          | 0.36 | 0.90 | 0.16 | 1.88  | 0.47   |
| T3    | 0.60          | 1.07 | 0.16 | 0.30 | 2.13  | 0.53   |
| T4    | 0.55          | 1.05 | 0.50 | 0.89 | 2.99  | 0.74   |

**CUADRO A-70.** Análisis de varianza de Ganancia diaria de peso (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el sexto periodo (60 días).

| F. de V.     | GL | S.C   | C.M   | FC                  | FT 5% |
|--------------|----|-------|-------|---------------------|-------|
| Tratamientos | 4  | 1.153 | 0.288 | 1.801 <sup>ns</sup> | 3.05  |
| Error        | 15 | 2.401 | 0.160 |                     |       |
| Total        | 19 | 3.55  |       |                     |       |

ns: no significativo.

**CUADRO A-71.** Ganancia diaria de peso (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el experimento.

| TRAT. | OBSERVACIONES |      |      |      |       |       |
|-------|---------------|------|------|------|-------|-------|
|       | 1             | 2    | 3    | 4    | TOTAL | MEDIA |
| T0    | 0.59          | 0.75 | 0.64 | 1.20 | 3.18  | 0.79  |
| T1    | 0.55          | 0.33 | 0.77 | 1.91 | 3.56  | 0.89  |
| T2    | 1.09          | 1.82 | 0.01 | 0.55 | 3.47  | 0.86  |
| T3    | 0.45          | 1.02 | 0.77 | 0.56 | 2.8   | 0.70  |
| T4    | 0.77          | 1.32 | 0.91 | 0.61 | 3.61  | 0.90  |

**CUADRO A-72.** Análisis de varianza de Ganancia diaria de peso (Kg) por tratamiento y observaciones al finalizar el sexto periodo (60 días) .

| F. de V.     | GL | S.C   | C.M   | FC                  | FT 5% |
|--------------|----|-------|-------|---------------------|-------|
| Tratamientos | 4  | 0.113 | 0.028 | 0.107 <sup>ns</sup> | 3.05  |
| Error        | 15 | 3.975 | 0.265 |                     |       |
| Total        | 19 | 4.089 |       |                     |       |

ns: no significativo.