



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROCESAMIENTO DE UN ALIMENTO PELETIZADO A BASE DE PASTO, FORRAJE Y MAÍZ DURO, COMO FUENTE DE PROTEÍNA Y ENERGÍA, EN LA ALIMENTACIÓN DE TERNERAS ENTRE 3 A 7 MESES DE EDAD

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos para optar por el título de Ingeniero en Agroindustria y de Alimentos.

Profesor Guía
Ing. Diego Proaño

Autor
Jorge David Amador da Gama

Año
2014

DECLARACIÓN PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Diego Cecil Proaño Egas
Master of Science
C.C. 1705055646

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

Jorge David Amador Dagama
CI: 1717195604

RESUMEN

Para el desarrollo de esta investigación, se estudiaron los resultados finales de cuatro formas de alimentación en terneras de 3-7 meses de edad, donde se sustituyó de forma parcial el concentrado comercial, con un pellet elaborado a base de una mezcla forrajera compuesta de ryegrass perenne (*Lolium perenne* L), pasto azul (*Dactylis glomerata*), trébol blanco (*Trifolium repens*), trébol rojo (*Trifolium pratense*) y kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst), más maíz duro molido, en la ganancia de peso final de las terneras y el análisis económico de los tratamientos.

Los animales se agruparon en cuatro (4) grupos de tres terneras cada uno, y los tratamientos fueron distribuidos al azar dentro de cada grupo.

Los tratamientos en estudio fueron balanceado comercial que fue el tratamiento 1, el tratamiento 2 fue, 80% balanceado comercial + 20% pellet elaborado, tratamiento 3, 70% balanceado comercial + 30% pellet elaborado y el tratamiento 4, 60% balanceado comercial + 40% pellet elaborado.

El experimento tuvo dos fases: La primera en laboratorio donde los alimentos utilizados fueron previamente analizados, determinándose que cumplían con los requerimientos nutricionales para las terneras en crecimiento.

La segunda fase fue de campo, donde se suministró a las terneras cada uno de los tratamientos indicados.

Las terneras fueron alimentadas diariamente con cada uno de los tratamientos en cada grupo, a razón de 2,27kg por ternera, más pacas de heno compuesta de una mezcla forrajera de ryegrass, pasto azul, kikuyo y trébol (rojo y blanco).

Todas las terneras tuvieron siempre corrector vitamínico-mineral de la marca Ganasal y agua a libre disposición.

Los resultados fueron analizados mediante pruebas estadísticas, utilizando un programa que se llama Statgraphics XV, donde se realizó la anova para descomponer la varianza, para ver si existen diferencias estadísticas

significativas. En la variable peso, no se obtuvo estadísticamente diferencias significativas entre los tratamientos, pero en cuanto a estatura se presentaron diferencias estadísticas significativas, siendo el grupo del tratamiento 4 con 60% de balanceado comercial + 40% donde más crecieron las terneras.

La ganancia de peso de las terneras fue de 178,33 Kg para el tratamiento 1 (solo balanceado comercial). Para los tratamientos t2, t3 y t4, con los niveles de sustitución mencionados anteriormente, se obtuvieron pesos promedios finales de 176,33kg, 176 kg y 176 kg respectivamente.

El análisis económico determinó que los costos para el nivel de sustitución 60% de concentrado + 40% de alimento formulado (pellet) que corresponde al tratamiento 4, es el más económico respecto a los tratamientos 1, 2 y 3.

En resumen, tras realizar estos análisis, se pudo determinar que el tratamiento 4 (60% balanceado comercial + 40% pellet elaborado) fue el óptimo, ya que presentó mejor relación costo/ beneficio para el grupo tratado.

ABSTRACT

For the development of this research, the final results of four types of feeding for calves 3-7 months of age, which partially replaced the commercial concentrate were studied with a pellet made from a forage mixture composed of ryegrass perennial (*Lolium perenne* L.), bluegrass (*Dactylis glomerata*), white clover (*Trifolium repens*), red clover (*Trifolium pratense*) and kikuyu (*Pennisetum clandestinum* Hochst), over hard ground corn in final weight gain of calves and economic analysis of treatments.

The animals were grouped into four (4) groups of three calves each, and treatments were randomized within each group.

The treatments in observation were treatment 1 commercial feed, treatment 2 80% commercial feed + 20% pellet prepared, treatment 3, 70% commercial feed + 30% pellet prepared and treatment 4, 60% balanced commercial + 40% pellet prepared.

The experiment had two phases, the first was in the laboratory where the pellet prepared was previously analyzed and was determined that it had the nutritional requirements for growing heifers. The second phase was done on the ranch, where they supplied the animal feed in each treatment.

Calves were fed daily with each of the treatments in each group, for a rate of 2,27kg for each calve, plus hay bales composed of a forage mixture of ryegrass, bluegrass, kikuyu and clover (red and white).

All calves were always corrected with vitamins, minerals from the brand Ganasal and water freely available.

The results were analyzed by statistical tests, using a program called Statgraphics where the anova was performed to decompose the variance, to see if there are statistically significant differences. The weight variable didn't have significant differences between treatments that we statistically obtained. However, in terms of height there was a statistically significant difference in the

treatment group 60% commercial feed and 40% prepared pellet was the strongest growth calves.

The weight gain of the calves was 178.33 kg for absolute control (commercial feed) for t2, t3 and t4 treatments with above replacement levels, average weights were obtained late 176,33kg, 176 kg and 176 kg respectively.

The economic analysis determined that the cost to the replacement level 60% commercial animal feed and 40% formulated feed (pellet) was the cheapest compared to treatments 1, 2 and 3.

Finally, after performing these analyzes, in conclusion it proved that treatment 4 (60% commercial feed + 40% formulated feed (pellet)) was the best because it provided cost / benefit ratio for the group compared to the rest of the treatments.

ÍNDICE

Introducción	1
Capítulo I. Marco teórico	4
1.1. Particularidades del aparato digestivo de las terneras.....	4
1.2. Digestión de carbohidratos	7
1.2.1 Digestión de lípidos	8
1.2.2. Digestión de proteínas	9
1.3. Necesidades de la ternera.....	10
1.4. Requerimientos nutricionales en terneras.....	11
1.4.1. Aspectos generales.....	11
1.5. Importancia del agua en las terneras	13
1.6. Sales minerales	13
1.7. Genética	15
1.8. Pasto y Forraje.....	16
1.8.1. Generalidades	16
1.8.2. Especies Forrajeras utilizadas en la Sierra ecuatoriana	17
1.8.2.1. Leguminosas	17
1.8.2.2. Trébol Blanco (<i>Trifolium repens</i>)	17
1.8.2.3. Trébol Rojo (<i>Trifolium pratense</i>)	18
1.8.2.4. Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)	18
1.8.3.1. Pasto kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum Hochst</i>)	19
1.8.3.2. Ryegrass perenne (<i>Lolium perenne L</i>)	19
1.8.3.3. Pasto Azul (<i>Dactylis glomerata</i>)	19
1.8.3.4. Avena Forrajera (<i>Avena sativa</i>)	20
1.8.4. Formas de uso del pasto	20
1.8.5 El Maíz y su importancia en la alimentación animal.....	21
1.8.6. Características del Maíz.....	21
1.8.6.1. Propiedades nutricionales del Maíz.....	22
1.9. Peletizado de alimentos para ganado bovino.....	23
1.9.1. Pellet.....	23
1.9.1.1. Planta de producción de pellet	23
1.9.1.2. Proceso previo al peletizado	23

1.9.1.3. Proceso de peletizado de alimentos para terneros	24
1.9.1.4 Recepción y almacenamiento de materias primas	24
1.9.1.5 Molienda.....	24
1.9.1.6 Dosificación.....	24
1.9.1.7 Mezcla.....	24
1.9.1.8 Granulación.....	25
1.9.1.9. Almacenamiento del producto final y expedición	25
1.9.2. Balanceados	25
1.9.2.1. Concepto.....	25
1.9.3. Uso e importancia en la producción animal.....	25
1.9.4. Tipos y características de los alimentos.....	28
1.9.7.1 Análisis Costo Beneficio.....	33
Capítulo II Métodos y materiales.....	34
2.1. Materiales y equipos	34
2.2. Animales.....	34
2.2.1. Alimentos	34
2.2.2. Equipos	34
2.2.3. Material de oficina	35
2.3. Localización del Experimento	35
2.3.1. Características del espacio físico.....	36
2.3.2. Preparación de los corrales.....	36
2.3.3. Características de los animales	37
2.3.4. Alimentación.....	37
2.3.5. Materias primas utilizadas.....	37
2.3.6. Pacas de heno	38
2.3.7. Alimento formulado	38
2.3.8. Preparación del pellet	39
2.4.1. Pacas de Heno.....	39
2.4.2 Maíz duro molido.....	40
2.4.3. Grasa de Paso	41
2.4.4. Melaza.....	42
2.5. Elaboración de formulaciones.....	45
2.6. Manejo sanitario de los animales	46

2.6.1. Desinfección de los corrales	47
2.6.2. Trabajo en campo	47
2.6.3 Racionamiento de los animales	48
2.6.4. Determinación de las necesidades alimenticias	50
2.7. Fase laboratorio.....	51
2.7.1. Análisis bromatológicos.....	51
2.7.2. Análisis de alimentos	51
2.7.3. Análisis de alimentos de los diversos tratamientos	51
2.7.4. Análisis de cenizas.....	51
2.7.5. Análisis de Humedad	54
2.7.6. Análisis de proteína.....	56
2.7.7. Análisis de Carbohidratos totales.....	60
2.7.8. Análisis de Lípidos	62
2.7.9. Energía Bruta	64
2.8. Análisis de fibra dietética.....	65
Capítulo III Diseño experimental	70
3.1 Diseño Experimental.....	70
3.2. Diseño Experimental fase de Laboratorio	70
3.2.1. ANOVA Simple para grasa por Tratamiento	70
3.2.2. Anova Simple para fibra por Tratamiento.....	72
3.2.3. Anova simple para carbohidratos por Tratamiento.....	74
3.2.4 Anova Simple para cenizas por Tratamiento.....	76
3.2.5. Anova Simple para humedad por Tratamiento.....	78
3.2.6. Anova Simple para proteína por Tratamiento.....	80
3.2.7. Anova Simple para energía neta por Tratamiento.....	82
3.3. Fase de Campo	84
3.3.1. Anova Simple para peso por Tratamientos	84
3.3.2 Anova Simple para estatura por tratamiento	87
3.4. Pruebas estadísticas para la igualdad de la varianza	91
3.4.1. Fase de campo	92
3.4.1.1. Resultados de estatura de las terneras.....	92
3.4.2. Resultados de peso de las terneras.....	93

3.4.3. Resultados bromatológicos	94
3.4.4. Resultados para carbohidratos	94
3.4.5. Resultados para grasa	95
3.4.6. Resultados para cenizas	96
3.4.7. Resultados para proteína	97
3.4.8. Resultados para fibra	98
3.4.9. Resultados para energía neta	99
3.4.9.1. Resultados para humedad	100
3.5. Resultado para la normalidad	101
3.5.1. Fase de campo	102
3.5.1.1. Pruebas de normalidad para estatura	102
3.5.2. Pruebas de Normalidad para Peso de las terneras.....	103
3.6. Análisis bromatológicos	104
3.6.1. Pruebas de normalidad para carbohidratos	104
3.6.2. Pruebas de normalidad para grasa	105
3.6.2.1. Prueba de normalidad para cenizas.....	106
3.6.3. Pruebas de normalidad para proteína	107
3.6.4. Pruebas de normalidad para residuos de fibra.....	108
3.6.5. Pruebas de normalidad para energía neta	109
3.6.6. Pruebas de normalidad para humedad	110
Capítulo IV Análisis Costo Beneficio	112
4. Método de presupuesto parcial	112
4.1. Análisis Costo Beneficio	112
4.2. Costo de las materias primas para el alimento formulado ..	112
4.3. Costo de los tratamientos.....	114
4.4. Análisis económico de los tratamientos	117
Capítulo V Conclusiones y Recomendaciones.....	119
5.1. Conclusiones.....	119
5.2. Recomendaciones	120
REFERENCIAS	122
ANEXOS	131

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Capacidades relativas de las divisiones del estómago de la ternera en función de la edad, expresadas como porcentaje de la capacidad gástrica total.	6
Tabla 2. Clasificación funcional de las bacterias ruminales.	6
Tabla 3. Funciones en el organismo bovino y condiciones por deficiencia de minerales.....	14
Tabla 4. Cosecha de maíz duro en el Ecuador.	23
Tabla 5. Suministro de alimentos balanceados.....	
Tabla 6. Materias primas y sus proveedores para la elaboración del pellet.	37
Tabla 7. Tratamientos con diferentes concentraciones entre los dos Alimentos.....	46
Tabla 8. Calendario sanitario y manejo del ganado	46
Tabla 9. Contenido nutricional de raciones recomendado para terneras, vaquillas y vaquillonas (en materia seca) – razas grandes.	48
Tabla 10. Resultados de cenizas de los tratamientos.	53
Tabla 11. Resultados de humedad de los tratamientos	55
Tabla 12. Principales reacciones en proteínas alimentarias.	57
Tabla 13. Resultados de proteína de los tratamientos.	59
Tabla 14. Resultados de carbohidratos totales de los tratamientos.	61
Tabla 15. Resultados de grasa totales de los tratamientos.....	63
Tabla 16. Total de Kcal T1.	64
Tabla 17. Total de Kcal T2.	65
Tabla 18. Total de Kcal T3.	65
Tabla 19. Total de Kcal T4.	65
Tabla 20. Resultados de fibra de los tratamientos.	68
Tabla 21 Tabla general de todos los resultados de laboratorio.....	69
Tabla 22. Anova para grasa por tratamiento	71
Tabla 23. Anova para fibra por tratamiento	73
Tabla 24. Anova para carbohidratos por tratamiento	75
Tabla 25. Anova para cenizas por tratamiento	77
Tabla 26. Anova para humedad por tratamiento.	79
Tabla 27. Anova para proteína por tratamiento.....	81

Tabla 28. Anova para energía neta por tratamiento	83
Tabla 29. Anova para peso por tratamientos.....	85
Tabla 30. Medias para peso por alimentos de terneras con intervalos de confianza del 95,0%	86
Tabla 31. Anova para estatura por tratamiento	88
Tabla 32. Medias para estatura por tratamiento con intervalos de confianza del 95,0%	89
Tabla 33. Pruebas de múltiple rangos para estatura por tratamiento ya que se observó una diferencia entre los mismos.	90
Tabla 34. Verificación de varianza	92
Tabla 35. Verificación de varianza	93
Tabla 36. Verificación de varianza	94
Tabla 37. Verificación de varianza	95
Tabla 38. Verificación de varianza	96
Tabla 39. Verificación de varianza.	97
Tabla 40. Verificación de varianza	98
Tabla 41. Verificación de varianza	99
Tabla 42. Verificación de varianza	100
Tabla 43. Normalidad para estatura	102
Tabla 44. Normalidad para peso de las terneras.....	103
Tabla 45. Normalidad de carbohidratos	104
Tabla 46. Normalidad de grasa.	105
Tabla 47. Normalidad de ceniza.....	106
Tabla 48. Normalidad para proteína.....	107
Tabla 49. Normalidad de fibra.	108
Tabla 50. Normalidad de energía neta.	109
Tabla 51. Normalidad de humedad	110
Tabla 52. Costos de las materias primas para el alimento formulado.....	113
Tabla 53. Costos del alimento elaborado 100%	114
Tabla 54. Costos del T1 (balanceado comercial)	114
Tabla 55. Costos del T2 (balanceado Comercial 80% alimento elaborado 20%)	115
Tabla 56. Costos del T3 (balanceado comercial 70% alimento elaborado 30%).....	116

Tabla 57. Costos del T4 (balanceado comercial 60% alimento elaborado 40%).	117
Tabla 58. Costos de los tratamientos por saco (40kg), y por kg de alimento.	118
Tabla 59. Análisis de costos promedios por tratamiento versus su ganancia de peso.	118

ÍNDICES DE FIGURAS

Figura 1. Etapas del desarrollo ruminal.....	5
Figura 2. Nutrientes requeridos por las terneras.....	12
Figura 3. Imagen del lugar del experimento.....	35
Figura 4. Diagrama de flujo de las pacas de heno.....	40
Figura 5. Diagrama de flujo del maíz duro.....	41
Figura 6. Diagrama de flujo de la grasa de paso.....	42
Figura 7. Diagrama de flujo de la melaza.....	43
Figura 8. Diagrama de flujo del alimento formulado.....	45
Figura 9. Determinación de cenizas en la mufla.....	53
Figura 10. Manifold de Digestor.....	58
Figura 11. Gráfico de medias para observar las diferencias de grasa.....	72
Figura 12. Gráfico de medias para observar las diferencias de fibra.....	74
Figura 13. Gráfico de medias para observar las diferencias de carbohidratos.....	76
Figura 14. Gráfico de medias para ver las diferencias de cenizas.....	78
Figura 15. Gráfico de medias para ver las diferencias de humedad.....	80
Figura 16. Gráfico de medias para observar las diferencias de proteína en los 4 tratamientos.....	82
Figura 17. Gráfico de medias para ver las diferencias de energía neta en los 4 tratamientos.....	84
Figura 18. Gráfico de medias para ver las diferencias de peso en los 4 tratamientos.....	87
Figura 19. Gráfico de medias para ver las diferencias de estatura de los 4 tratamientos.....	91
Figura 20. Gráfico de residuos para estatura.....	93
Figura 21. Gráficos de residuos para peso.....	94
Figura 22. Gráfico de residuos de carbohidratos.....	95
Figura 23. Gráfico de residuos para grasa.....	96
Figura 24. Gráfico de residuos para ceniza.....	97
Figura 25. Gráfico de residuos para proteína.....	98
Figura 26. Gráfico de residuos para fibra.....	99
Figura 27. Gráfico de residuos para energía neta.....	100
Figura 28. Residuo de humedad.....	101

Figura 29. Gráfico de normalidad para estatura.....	103
Figura 30. Gráfico para ver la normalidad de pesos en las terneras.	104
Figura 31. Gráfico de normalidad para carbohidratos.	105
Figura 32. Gráfico de normalidad para grasa.	106
Figura 33. Gráfico de normalidad para cenizas.....	107
Figura 34. Gráfico de normalidad de proteína.....	108
Figura 35.. Gráfico de normalidad para fibra.	109
Figura 36. Gráfico de normalidad para energía neta.....	110
Figura 37. Normalidad de humedad.	111

Introducción

La Sierra Ecuatoriana posee zonas ecológicas apropiadas para sustentar la alimentación de los bovinos de leche a base de pasto, el mismo presenta varias formas de ser utilizado como: pasto fresco, pasto deshidratado, pasto conservado, su producción puede aumentar o disminuir en función de las condiciones climáticas durante el año. En consecuencia la producción animal se ve afectada por la falta continua de este alimento (Parra, 2008).

La mayoría de las explotaciones aprovechan sus recursos forrajeros suplementándolos con balanceados comerciales en gran cantidad sin asesoramiento ni manejo apropiado al respecto. Ello motiva una baja eficiencia que pone en peligro el futuro de la producción animal, y además porque los costos de producción por alimentación resultan muy altos (Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente Ecapma, 2010).

En el Ecuador, los sistemas de producción animal se caracterizan por la alimentación de pasturas cuya composición botánica está entre un 80% a 85% de gramíneas y un 15% a 20% de leguminosas, el propósito de esta asociación forrajera se fundamenta en balancear la nutrición y la alimentación de los animales, con el fin de alcanzar los mayores beneficios económicos para la obtención de los productos animales como: leche, carne, lana (Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente Ecapma, 2010).

En toda explotación lechera la crianza es una etapa fundamental dentro de lo que es el sistema de producción de leche que el productor ha adoptado. No existe un sistema de crianza único, el cuál puede ser aplicado por los productores lecheros de la sierra ecuatoriana (Navarro, 2006).

El mismo autor señala textualmente que “La posibilidad de crianza de terneras es muy amplia y variada y el sistema que el productor decida utilizar debe estar en relación con los objetivos que él se haya fijado, lo aconsejable es que, cuando se comienza la crianza de terneros y no se tienen las instalaciones y el personal adecuado, se utilicen sistemas menos intensivos”. En la medida que

no se produzca un cambio en las condiciones no se debe evolucionar a un sistema más intensivo (Navarro, 2006).

El propósito de realizar un adecuado sistema de crianza de terneras es establecer una relación eficiente entre el peso y el tiempo, es decir lograr un peso para ser cubierta la vaca en el menor tiempo posible, sin que se afecte su vida reproductiva y productiva (Navarro, 2006).

En este contexto, varios autores señalan que no es posible referirse a la nutrición y alimentación de vacas de reemplazo, sin establecer previamente de forma objetiva, lo que significa realizar una buena crianza de terneras, de modo de obtener una ternera sana y vigorosa que alcance un desarrollo integral en el menor tiempo posible (Navarro, 2006).

Existen muchos sistemas de crianza de terneras y que ha sido tradicional en muchas explotaciones lecheras del país, en donde se utilicen altas cantidades de leche combinadas con balanceado y pasto.

La alimentación de terneras se realiza en varias formas dependiendo de la finalidad de cada sistema de producción y las diversas formas de destete: precoz, tardío, semitardío, en las cuáles se incluye el uso de concentrado, pasto deshidratado y pasto fresco, siendo el pasto en sus diferentes formas una base alimenticia clave, para el estímulo de las papilas del rumen en las terneras, lográndose el desarrollo ruminal en estos animales (Almeida M. , Manejo de terneras, 2013).

Se hace imprescindible la búsqueda de alternativas económicas que respondan a las necesidades y requerimientos nutricionales de los animales en nuestro medio, de manera concreta en la crianza de terneras, que resulte más económico, cuya base mayoritaria sea el pasto, con el fin de reducir los costos de producción por alimentación, que es lo más caro en la producción animal (Almeida M. , Manejo de terneras, 2013).

En tales circunstancias es necesario generar oportunas tecnologías de alimentación de terneras por dos razones:

Para alcanzar en el menor tiempo posible vaconas de reemplazo en la explotación ganadera, con peso y edad adecuada.

Puesto que es imperativo que las Universidades afronten la generación de tecnologías sostenibles y sustentables, a través de investigaciones aplicadas que contribuyan al desarrollo pecuario del país.

Tomando como base lo indicado anteriormente, esta tesis se presenta como un paso previo de la generación en ese proceso, es decir una alternativa de nutrición y alimentación en terneras, basada en la optimización de los sistemas de alimentación en edades tempranas, potencializando el rendimiento productivo de la explotación.

Por lo tanto esta tesis plantea los siguientes objetivos:

Objetivo General

Procesar un alimento a base de pasto, forraje y maíz duro para la obtención de un producto peletizado, como fuente de energía y proteína para la alimentación de terneras entre 3 a 7 meses de edad.

Objetivos específicos

- Formular un alimento peletizado que provea de energía y proteína a las terneras de 3 a 7 meses de edad.
- Analizar en laboratorio los tratamientos formulados.
- Evaluar el efecto de sustitución parcial del concentrado comercial por el pellet elaborado, en la ganancia de peso de las terneras.
- Analizar el Beneficio /Costo (B/C) de los tratamientos en estudio.

Capítulo I. Marco teórico

1.1. Particularidades del aparato digestivo de las terneras

La crianza de animales bovinos de leche es muy rigurosa, ya que su crecimiento y desarrollo (peso y talla), se logran únicamente manejando un buen programa de alimentación en la explotación. Todo esto vinculado a otros factores determinantes de la producción animal como: sanidad, genética y manejo reproductivo. Una etapa clave constituye el manejo de la cría recién nacida, ya que es muy susceptible a contraer enfermedades, que agraven su estado de salud, por lo que es imperativo una serie de cuidados que van desde la adecuada nutrición, alimentación y manejo en general (Almeida,2013).

Después del destete es de vital importancia que el animal ingiera alimentos de buena calidad, para obtener todos los nutrientes necesarios para su normal crecimiento. Esto implica una serie de modificaciones fisiológicas y metabólicas en las que se destacan:

- El comienzo de las terneras a rumiar (indicador principal de la edad de destete).
- El alimento de las terneras pasa de ser una fuente líquida a sólida.
- El nuevo control y manejo de los animales.

El desarrollo funcional del rumen es muy importante para que las terneras tengan un buen crecimiento y a la vez una buena salud (Departamento de producción animal y pasturas Facultad de agronomía-Udelar , 2013).

Las etapas de desarrollo ruminal con terneras al nacimiento y terneras de 6 meses de edad, presentan diferencias importantes que deben ser conocidas, para el buen manejo alimenticio de estos animales. En la figura a continuación se presentan algunas de ellas.

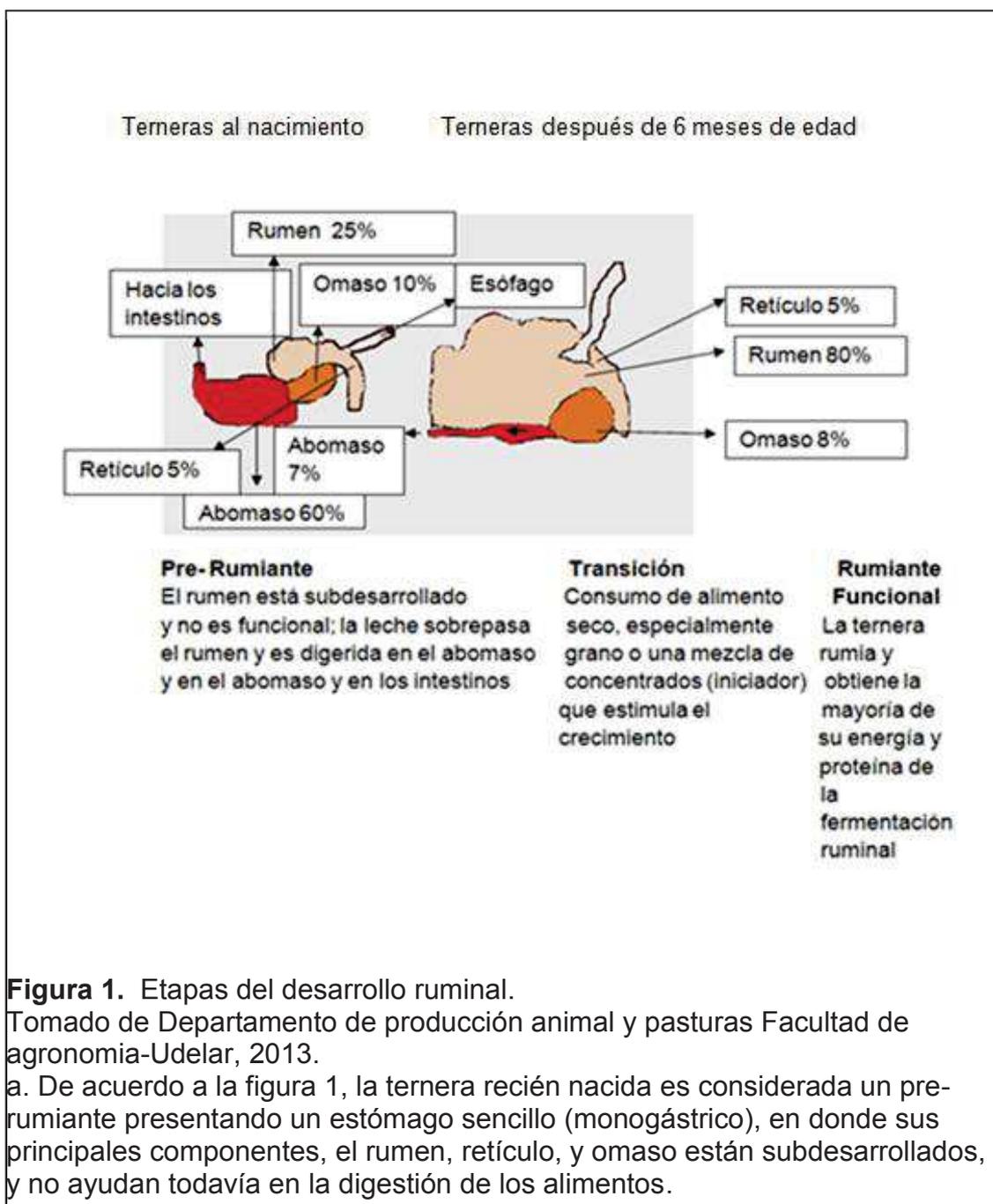


Figura 1. Etapas del desarrollo ruminal.

Tomado de Departamento de producción animal y pasturas Facultad de agronomía-Udelar, 2013.

a. De acuerdo a la figura 1, la ternera recién nacida es considerada un pre-rumiante presentando un estómago sencillo (monogástrico), en donde sus principales componentes, el rumen, retículo, y omaso están subdesarrollados, y no ayudan todavía en la digestión de los alimentos.

De igual manera, es de suma importancia observar las capacidades relativas de las divisiones del estómago en la ternera mostrado en la tabla 1, ya que a mayor edad en la que se encuentre la ternera, sus capacidades van a ir aumentando y esto va a permitir una mayor absorción de nutrientes .

Tabla 1. Capacidades relativas de las divisiones del estómago de la ternera en función de la edad, expresadas como porcentaje de la capacidad gástrica total.

Edad	Retículo-Rumen (%)	Omaso (%)	Abomaso (%)
Neonato	40	4	56
3 Semanas	48	4	36
7 Semanas	66	4	23
Adulto	85-90	3-5	8-9

Tomado de Relling y Mattioli, 2003.

En el nacimiento, la ternera posee solo la capacidad de digerir la leche, la cual contiene lactosa. La lactosa es un disacárido que por acción de la enzima lactasa se descompone en glucosa y galactosa (Audesirk y Byers, 2008).

De esta va a depender la absorción intestinal de glucosa (monosacárido) para mantener un valor de glucemia normal (glucosa libre en la sangre), el cual en recién nacidos es alto siendo de 6 mmol/dm³ y descienden de manera considerable durante las 5 primeras semanas de vida (Álvarez Calvo, 2008).

Entre las 3 y 8 semanas de edad, la ternera pasa por un proceso de transición donde comenzará a ingerir pequeñas porciones de alimento sólido y se van desarrollando gradualmente en los divertículos estomacales (DE), donde empieza a disminuir los valores de glucemia y comenzará a aumentar concentración plasmática de ácidos grasos volátiles (AGV), especialmente acetato (C2), propionato (C3) y butirato (C4) (Relling y Mattioli, 2003).

A partir de la octava semana, ya los divertículos estomacales están bien desarrollados y esto permite una digestión fermentativa propia de un rumiante adulto. Los encargados de la digestión fermentativa son los microorganismos incluyen bacterias, protozoos y hongos, los cuales cumplen un papel imprescindible en la digestión del ternero (Relling y Mattioli, 2003).

Estos grupos de bacterias junto a sus funciones y productos de su fermentación se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Clasificación funcional de las bacterias ruminales.

Grupos de bacterias	Función	Productos de su fermentación
Celulolíticas	Fermentación de carbohidratos de pared celular vegetal (celulosa, pectinas y hemicelulosa).	Ácidos grasos volátiles (En especial acetato).
Amilolíticas	Fermentación de carbohidratos de reserva (almidón)	Ácidos grasos volátiles (En especial propionato).
Lactolíticas	Fermentación de lactato.	Ácidos grasos volátiles (En especial propionato).
Lipolíticas	Degradación de lípidos	Ácidos grasos y glicerol.
Proteolíticas	Degradación de proteínas.	Ácidos grasos volátiles y amoníaco (NH ₃).
Metanógenas	Producción de metano.	Metano (CH ₄).
Ureolíticas	Hidrólisis de urea.	Dióxido de carbono (CO ₂) y amoníaco (NH ₃).
Sacarolíticas	Fermentación de carbohidratos simples.	Ácidos grasos volátiles (En especial butirato).

Tomado de Relling y Mattioli, 2003.

1.2. Digestión de carbohidratos

Los carbohidratos son de fácil digestión, son nutrientes que contienen átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno formando cadenas largas de moléculas repetidas de azúcares simples. Proceden principalmente de las plantas y se los puede calificar en tres grandes grupos que son:

- De contenido celular (azúcares solubles y pectina de fácil digestión)
- De almacenamiento (almidón que es de fácil digestión)
- Estructurales (celulosa y hemicelulosa de difícil digestión por acción de la lignina)

Para la digestión de carbohidratos es muy importante el enlace α 1-4 no ramificado de los polímeros de la glucosa. El almidón es un compuesto de amilasa y amilopectina ramificada enlace α 1-4, formado por enlaces de glucosa α 1-4. Mientras que la celulosa y la hemicelulosa están formados por

enlace β 1-4. Los polímeros con enlaces de α 1-4, son aquellos que pueden ser digeridos por enzimas propias de los animales bovinos. Sin embargo, aquellos que tiene enlaces β 1-4, no pueden ser digeridos por enzimas de los bovino sino de los microorganismos (Van Lier y Regueiro, 2008).

Los carbohidratos digeridos son esenciales para las terneras y determinantes en el futuro reproductivo y productivo del bovino, ya que los mismos son importantes para la síntesis de glucosa y finalmente para la producción de ácidos grasos volátiles(A.G.V.), que constituyen la fuente primaria de energía para los rumiantes (Van Lier y Regueiro, 2008).

En todo sistema de alimentación de terneras se debe considerar el costo por este tipo de alimentación. Como lo señalan varios autores, es necesario optimizar la eficiencia de la digestión de hidratos de carbono en bovinos pre-rumiantes, a través de la necesidad de alimentación con leche y considerar los altos costos que esto genera (Almeida, 2013).

Debido a que la ternera no tiene un rumen desarrollado, la leche ingerida pasa por la gotera esofágica y va directamente al abomaso, debido a que esta se cierra por su gran secreción de saliva al momento de consumir leche, se cuaja en el abomaso debido a la acción de la renina y al pH que se equilibra por acción de la saliva. Una vez cuajada la leche, la lactosa es hidrolizada mediante la acción de la lactasa intestinal en glucosa y galactosa, que se absorbe en el intestino delgado (Martinez s.f.).

1.2.1 Digestión de lípidos

Los lípidos son un caso aparte a los carbohidratos por ser biomoléculas insolubles en agua. La digestión de lípidos depende de la longitud de la cadena hidrógeno carbonada y del nivel de saturación. En el rumen, los microorganismos son los encargados de la hidrólisis de los lípidos en ácidos grasos y glicerol (Van Lier & Regueiro, 2008).

En el caso de los rumiantes por fermentación bacteriana, el glicerol se trasforma en ácido propanóico. Los ácidos grasos insaturados por acción del

ambiente fuertemente reductor del retículo-rumen se hidrogenan y dan lugar a ácidos grasos saturados. Por esto independientemente de la instauración de los ácidos grasos, siempre en el rumen se encontrarán ácidos grasos saturados (Van Lier & Regueiro, 2008).

En las terneras que todavía no tienen desarrollo el rumen por su corta edad, y por tanto, no pueden cumplir el proceso anterior descrito, deben cumplir otro proceso. La leche ingerida por la ternera, que es su alimento principal, pasa directamente al abomaso en donde es cuajada, una vez cuajada la leche, actúa la lipasa pancreática somatostatina en los lípidos, que también ayuda a la motilidad del abomaso al duodeno (Bacha F. , 2002).

1.2.2. Digestión de proteínas

Las bacterias del rumen son capaces de sintetizar sus propias proteínas a partir de aquellas ingeridas en la dieta. La digestión proteica es similar al de los de hidrato de carbono, ya que las moléculas largas de proteínas se romperán en cadenas de péptidos pequeños en la fase luminal de la digestión (Klein, 2013).

La principal diferencia entre la digestión de proteínas, con la digestión de hidratos de carbono, es la intervención de la cantidad de enzimas que intervienen en la digestión, en el caso de las proteínas, van a intervenir un número mayor de enzimas que en el caso de los hidratos de carbono, esto se debe a que las proteínas están compuestas por variedad de aminoácidos de hasta 20 tipos deferentes lo que les hacer ser mucho más complicado para la digestión (Klein, 2013).

Antes de que los neonatos desarrollen el rumen, estos deben beneficiarse de las proteínas de la leche la cual es principalmente la caseína. Sin embargo, la leche también contiene aminoácidos que son esenciales para la ternera como es la lisina, treonina y triptófano. Estos cumplen funciones metabólicas esenciales en la ternera, es decir que para realizar esta digestión de proteínas,

la leche tiene que pasar por el proceso mencionado anteriormente, cuajarse en el abomaso (Van Lier y Regueiro, 2008).

En el abomaso las enzimas cumplen un rol importante en la digestión del alimento líquido, es así como la quimosina va a ser la encargada de unir la caseína con la grasa en el cuajo para que se dé la digestión de estos. La pepsina va a realizar la misma función discutida que romperá a las proteínas en péptidos más pequeños para su digestión y debida absorción (Van Lier y Regueiro, 2008).

1.3. Necesidades de la ternera

Las necesidades esenciales en terneras se fundamentan en la provisión de nutrientes esenciales que deben consumir, los mismos que no pueden ser sintetizado por el organismo, sino que se obtiene de la dieta (Allott, 2012).

Entre las necesidades principales en aminoácidos son veinte, de los cuáles lamentablemente su organismo solo puede producir diez, los cuales se consideran esenciales como: leucina, isoleucina, lisina, metionina, felilalanina, treonina, triptófano, valina, histidina y arginina (Audesirk y Byers, 2008).

De estos aminoácidos esenciales se puede ver que la treonina, el triptófano y la lisina son fundamentales para los neonatos bovinos ya que se obtienen de la leche de la madre (Bacha F. , 2002).

Las necesidades de la ternera no son solamente el conseguir una adecuada nutrición para su crecimiento, reproducción a futuro y producción, sino a esta edad es fundamental el lograr uno de los pasos más importantes en la crianza de un bovino, el cual es el desarrollo del rumen. El rumen de los terneros recién nacidos es muy rudimentario, por lo que estos tienen una digestión simple de mono gástrico (Bacha F. , 2002).

«El tiempo que tardan los animales en desarrollar anatómica y funcionalmente el rumen determina el ritmo al que los procesos digestivos pasan de depender de las enzimas producidas por el animal, a la relación simbiótica que se establece con los microorganismos ruminales (Ørskov, 1988)» (Bacha F. , 2002).

1.4. Requerimientos nutricionales en terneras

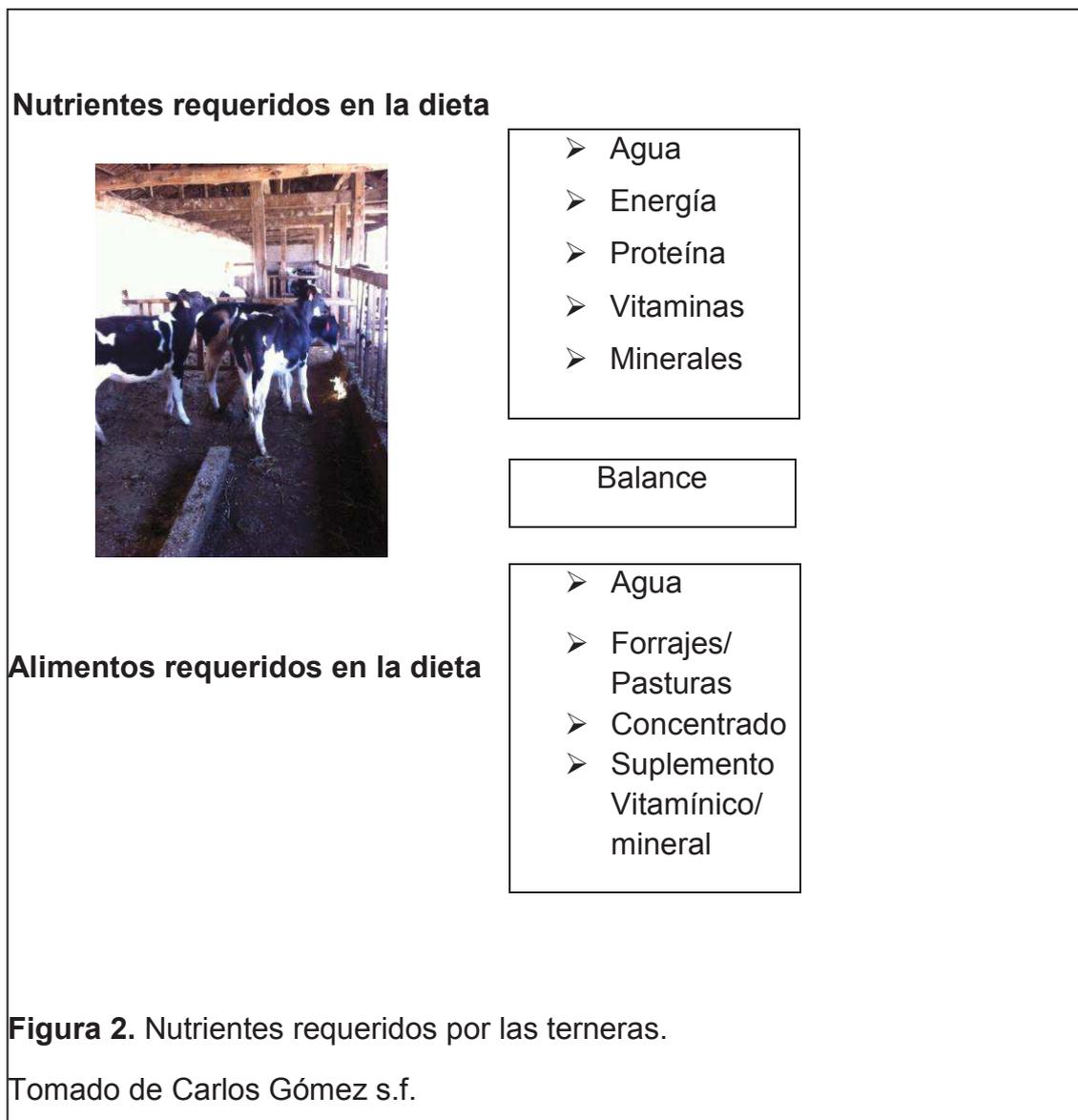
1.4.1. Aspectos generales

La alimentación para las terneras comienzan con la madre dos meses antes del parto, es decir la mayor parte del crecimiento de la ternera en la madre se produce dentro de los dos últimos meses de gestación, donde la madre proporciona los nutrientes necesarios para su crecimiento. También el programa de manejo de la madre afecta a la calidad y la cantidad de anticuerpos que se encuentran en el calostro, o primera leche, en que la cría no lo consuma afecta directamente su salud después del nacimiento (Mairena y Guillén, 2002).

La ternera necesita de niveles adecuados de minerales y vitaminas necesarias para su desarrollo, minimizando los problemas de salud en las vacas secas, lo que se relaciona con la buena condición de la placenta y a mejorar el sistema inmunológico para que la vaca pueda luchar contra algunas enfermedades como la mastitis que es una infección que se presenta antes o después del parto (Almeida M. , 2014).

La deficiencia de minerales como el fósforo, manganeso, cobalto, cobre, cinc y selenio puede resultar en deficiencias en el feto, así como en el ternero recién nacido. Por lo tanto, adecuadas cantidades de minerales y vitaminas deben ser consumidos por la salud y el bienestar tanto de la vaca madre y de la ternera nonata (Santa, 2010).

Se debe complementar con otras fuentes de energía, vitaminas y proteína como son los balanceados y sales minerales con el fin de obtener un buen balance nutricional del animal, como se indica en la siguiente figura.



Cuando la ternera inicia su alimentación lo realiza con una mezcla de granos, fuente de proteínas, minerales y vitaminas, combinándose con la ingesta de agua, entonces el rumen comienza a desarrollarse. En la fase inicial se debe alimentar a las terneras a partir del cuarto día de edad, incluyendo en la dieta ingredientes palatables conteniendo cantidades adecuadas de proteínas, minerales y vitaminas (Magaly & Saquipay, 2011).

1.5. Importancia del agua en las terneras

El agua es parte de la alimentación de los animales, siendo lo más importante después del oxígeno. Se puede obtener de tres fuentes que son: el agua que está en el alimento, la que se produce durante el proceso de asimilación del alimento y el agua que es bebida por el animal (Magaly & Saquipay, 2011).

La ternera recién nacida necesita consumir agua para tener un buen desarrollo del rumen, puesto que coadyuva en los procesos del metabolismo de nutrientes (Magaly & Saquipay, 2011).

El agua actúa como amortiguador entre la temperatura corporal con las del medio ambiente, siendo el solvente universal, contribuyendo al ablandamiento y a la fermentación en los alimentos, permitiendo al animal a la asimilación, y la excreción de orina y heces (Audesirk y Byers, 2008).

1.6. Sales minerales

Aspectos generales

Los minerales son muy importantes para la nutrición de las terneras, aunque no proporcionan energía son esenciales para la utilización y síntesis biológica de nutrientes esenciales (Carlos Calderón, 2012).

Un buen manejo de la nutrición mineral es saber la cantidad de cada elemento que necesita consumir el animal, sus diferentes estados fisiológicos y su aporte en la ración. Por esto es importante conocer el contenido y biodisponibilidad de minerales de los diferentes alimentos, actualmente se utilizan en la preparación de las raciones (Almeida, 2013).

Los principales minerales que deben estar presentes en las sales son el calcio, fósforo, magnesio, sodio y cobre; sin embargo el animal requiere otros elementos minerales que le permiten un desarrollo adecuado, a continuación se describe brevemente las funciones de varios de ellos (Gómez y Fernández, s.f.).

De todos los minerales orgánicos el calcio es el más abundante con un 46% de los cuales 99% está situado en los huesos del animal y los dientes, y el 1% restante en el líquido extracelular y tejidos blandos (Holmes, Brookes, Garrick, Mackenzie, Parkinson, & Wilson, 2002).

Tabla 3. Funciones en el organismo bovino y condiciones por deficiencia de minerales.

Mineral	Función	Deficiencia
Calcio	Contracción muscular, estructura esquelética, permeabilidad de membranas celulares y activación de reacciones enzimáticas.	Raquitismo, osteomalacia e hiperparatiroidismo nutricional secundario. Las manifestaciones agudas principalmente son las relacionadas con hipocalcemia puerperal.
Fósforo	Nutriente esencial para la dieta del animal participando en la formación y la estructura de los huesos, interviene en la formación de energía, ayuda a activar reacciones del metabolismo, realiza reacciones de tapón para proteger al animal en los cambios bruscos de pH. Parte de la estructura de la membrana celular.	Su deficiencia se manifiesta en las terneras con la disminución de crecimiento, dolor óseo, manifiesto de cojeras y raquitismo en bovinos adultos causa problemas reproductivos.
Magnesio	En su mayor proporción en la estructura ósea y el mantenimiento de las funciones de la membrana plasmática, conducción neurológica, en las contracciones musculares y como cofactor enzimático.	Problemas de transmisión muscular, llegando a estados de ataxia, debilidad, arritmia y termina ocasionando la muerte de animal, pero tenemos que tener cuidado con su exceso para no causar intoxicación.
Sodio	Mantener el equilibrio ácido/base, volumen de	Retención de líquidos, problemas en el

	líquidos y osmolaridad, contracción muscular, transmisión neuronal siendo estos los principales.	control ácido base. Afecta al control y presión osmótica y problemas a nivel nervioso y de transmisión de los impulsos.
Cobre	Interviene en varias reacciones, como la respiración celular, mecanismos antioxidantes naturales como el de la su peróxido dismutasa, siendo igual importante en la síntesis de hemoglobina, y de sustancias como la mielina, melanina, queratina.	Diarreas, anemia, artritis, ataxia y puede llevar a una muerte súbita. La intoxicación crónica se denota por hemólisis, ictericia, hemoglobinuria y muerte.
Selenio	Participa en el metabolismo celular. Es importante en la reproducción y meiosis sexual.	Su deficiencia produce en bovinos la enfermedad del musculo blanco, y en exceso causa ataxia, debilidad muscular, ceguera, disnea, entre otros

Tomado de Holmes, Brookes, Garrick, Mackenzie, Parkinson y Wilson, 2002.

1.7. Genética

La mejora genética en el ganado bovino es sumamente importante, ya que es un proceso que se logra de generación tras generación obteniendo genes favorables que se denotan en características dadas. Para esto se debe usar reproductores superiores en las hembras para ir mejorando la genética en cada generación (Almeida D. M., 2013).

Otro factor que es importante es observar la deficiencia que tiene la hembra y usar un reproductor que tenga el tipo que cumpla aquella deficiencia mejorándola sin descuidar los factores restantes, por eso se debe tener

cuidado ya que el mal uso del reproductor, puede retardar el mejoramiento genético del rebaño (Almeida D. M., 2013).

Las ganaderías han enfatizado en un mejoramiento genético intensivo con el fin de conseguir las mejores crías y más aptas para la producción de leche y de carne. La selección artificial es una muestra del mejoramiento genético de los animales utilizado en la ganadería. El uso de toros con genotipos y fenotipos excelentes que provengan de genéticas que han trascendido y muestren las características lecheras en gran proporción es un recurso muy apreciado por los ganaderos (Almeida D. M., 2013).

1.8. Pasto y Forraje

1.8.1. Generalidades

El pasto es el principal alimento para el ganado bovino, existen diferentes variedades de pastos, y se lo puede suministrar de varias formas como el forraje, que es la masa vegetal que ha sido cosechada, con un alto porcentaje de agua y que puede ser sometido a diferentes procesos como secado, mezclado y fermentado, para ser suministrado a los animales (Màrquez De Prado, Santamaria Becerril, Coletto Martinez, & Morales, 2010).

El crecimiento del pasto puede ser dividido en tres etapas que son:

1. Etapa vegetativa
2. Etapa de floración
3. Etapa de formación de semilla

La primera etapa es donde el valor nutritivo va a estar más alto, la concentración de proteína, energía, calcio, fósforo y materia seca digestible en la planta. En la etapa de formación de semilla todo el valor nutritivo se reduce, mientras la concentración de fibra aumenta, esto produce que aumente el contenido de lignina, afectando el contenido de los carbohidratos solubles (Màrquez De Prado, Santamaria Becerril, Coletto Martinez, & Morales, 2010).

1.8.2. Especies Forrajeras utilizadas en la Sierra ecuatoriana

Entre las especies más utilizadas en la Sierra ecuatoriana se destacan dos grupos que son las leguminosas y gramíneas:

1.8.2.1. Leguminosas

Contienen un alto porcentaje de proteína, con alto contenido de lisina y gran contenido de algunos minerales como: Calcio, hierro, zinc, fósforo, potasio y magnesio, así como de algunas vitaminas hidrosolubles, especialmente tiamina, riboflavina y niacina, su alto contenido de nitrógeno es superior que el de las gramíneas (Díaz & Roldán, 2006).

La cantidad de nitrógeno fijado por las leguminosas puede variar de 20 a 560 kg anuales por hectárea. Contiene bajos niveles de fibras y alto contenido de calcio, por eso son muy recomendadas para la alimentación del ganado bovino. La mezcla forrajera deberá ser utilizada junto con la especie dependiendo el suelo, el clima, la altura, y la cantidad de agua (Díaz & Roldán, 2006).

Entre las especies más utilizadas en la zona de la Sierra ecuatoriana, se van a ver a continuación:

1.8.2.2. Trébol Blanco (*Trifolium repens*)

Es una planta perenne, se desarrolla mejor en lugares fríos y húmedos. Se recomienda suelos fértiles que mantengan un Ph de 6 a 6.5, necesita estar constantemente en contacto con agua, para un mejor desarrollo, crece en una altitud de 2000 msnm, hasta 3000 msnm, viendo, excelentes resultados hasta los 3200msnm (Díaz & Roldán, 2006).

1.8.2.3. Trébol Rojo (*Trifolium pratense*)

Es una planta perenne, se desarrolla en suelos fértiles y con gran capacidad de drenar agua. Se recomienda ser sembrada en suelos con un pH de 6,5 a 7, crece en altitudes de 2000msnm hasta los 3000msnm. Los niveles de digestibilidad se hallan entre 65 % 80%, facilitando al ganado ya que es muy digerible y palatable (Silva, 2011).

1.8.2.4. Alfalfa (*Medicago sativa*)

Es una planta perenne, ideal para las rotaciones de cultivos de larga duración, a diferencia de los tréboles la alfalfa requiere de suelos cálidos y con altitudes desde los 200msnm hasta los 2000msnm, aunque en la Sierra ecuatoriana, se encuentran lotes de alfalfa sembrada hasta los 3000msnm con buenos resultados en suelos que sean fértiles, contiene un alto porcentaje de proteína y vitaminas que ayudan a las terneras muchísimo para su crecimiento y a las vacas para aumentar su productividad lechera de en un porcentaje alto (Díaz & Roldán, 2006).

1.8.3. Gramíneas

Las gramíneas constituyen una fuente importante de alimentación junto a las leguminosas, constituyen la mayor parte de la materia seca y los carbohidratos para el animal, generalmente son pobres en proteína, por lo que los ganaderos las asocian con las leguminosas para obtener la mezcla forrajera ideal. Constituyen de tallos cilíndricos, huecos, con nudos llenos, hojas alternas y largas, con flores en espiga y granos secos (Díaz & Roldán, 2006).

Entre las gramíneas más usadas en la Sierra ecuatoriana se pueden ver a continuación:

1.8.3.1. Pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum Hochst*)

Es una gramíneas de origen africano, es de las más comunes de la zona en especial en lugares fríos, crece a una altitud entre 1000 y 3200 msnm, se adapta a cualquier tipo de suelo, pero no se desarrolla bien si estos no son fértiles, soporta especialmente a la sequía y su óptima producción se obtiene en suelos de alta fertilidad con un mínimo de 750 mm de precipitación anual, muchas veces crece de manera indeseada por eso muchos ganaderos lo consideran como mala hierba, pero si lo maneja de buena forma y se emplean buena mezclas forrajera, es muy a provechoso para la alimentación ganadera (Guarin, 2011).

1.8.3.2. Ryegrass perenne (*Lolium perenne L*)

Es una gramínea originaria de Europa, muy adaptable a mucha variedad de suelos, de preferencia que sean pesados y muy fértiles. Es sembrado en altitudes comprendidas entre 2200 y 3000 msnm, aunque muchas veces estas cifras aumenten hasta 3400 msnm obteniendo muy buenos resultados, es un pasto denso con mucho follaje, muy palatable para el ganado, los cuales lo consumen aún en estado de floración, contiene una resistencia muy buena al pastoreo continuo y a las heladas lo que es muy importante económicamente para el ganadero (Villalobos & Sanchez, 2010).

1.8.3.3. Pasto Azul (*Dactylis glomerata*)

Es una planta perenne originaria del Norte de África, tiene un crecimiento robusto, sus matas son individuales, tiene muchos tallos e hijas plegadas con vainas comprimidas. Se desarrolla mejor en un Ph de 6 hasta 6.5, pero tolera pH de 5 a 7, crece muy bien en todo tipo de suelos, pero tiene un mejor rendimiento en suelos fértiles, con buen drenado y profundos, crece mejor en alturas entre los 1800msnm hasta los 3200msnm. Es excelente para la alimentación bovina, tiene excelente rendimientos para cortes o pastoreo en si dando una cantidad de carbohidratos altas al ganado (Silva, 2011).

1.8.3.4. Avena Forrajera (*Avena sativa*)

Es una planta herbácea anual perteneciente a la familia de las gramíneas. Contiene un sistema radicular potente, con raíces abundantes y profundas, los tallos son gruesos y rectos, pero tiene poca resistencia al viento, las hojas son planas y alargadas. Es una planta que se adapta a zonas frías y altas, entre los 2600 msnm, hasta los 3300msnm de altitud, muy exigente al agua, es por eso que no resiste mucho tiempo a las sequias, en pastoreo puede soportar de uno, hasta máximo dos comidas o cortes si se tiene suerte, el suelo debe tener un pH esté comprendido entre 5 y 7 para un mejor desarrollo (Davila, 2014).

1.8.4. Formas de uso del pasto

La masa vegetal que está recientemente cosechada, es la fuente de nutrientes muy económica como base para la alimentación animal, son suministrados a los animales de diferentes maneras como son en forrajes verdes y en heno (Davila, 2014).

Forrajes verdes

Son los forrajes que se les dan a los animales para que los consuman de forma inmediata, de esta manera puede ser suministrado en pastoreo y/o corte. Estos tienen un 70% de humedad aproximadamente pero pueden variar de acuerdo a condiciones y ciertos factores climáticos (Davila, 2014).

Heno: (Forraje Seco), Es el forraje verde que es sometido a una serie de reacciones donde interactúan la exposición del aire y la luz solar secando una gran cantidad de pasto. El heno tiene una ventaja que puede ser almacenado en lugares cerrados donde no entre la lluvia por unos seis meses aproximadamente. Este tiene un 12% de humedad aproximadamente, con variaciones ligeras de acuerdo a las condiciones y factores climáticos (Davila, 2014).

Los diferentes métodos de conservación del forraje para su posterior consumo del ganado son: por ensilaje y por henolaje.

Ensilado: Consiste en aprovechar a las bacterias presentes, para obtener un producto fermentado mediante el uso y aprovechamiento de bacterias anaerobias, puesto que este consiste en dos fases. La fase aerobia, la cual consiste en una serie de reacciones metabólicas que utilizan oxígeno. Una vez agotado este gas, las bacterias anaerobias comienzan a fermentar el azúcar de los vegetales produciendo alcohol en ligeros porcentajes y dióxido de carbono. Para esto se debe almacenar el forraje en un lugar llamado silo, donde se fermenta en condiciones anaeróbicas por medio de las bacterias especializadas (Davila, 2014).

Henolaje: Se hace dejando secar el forraje hasta un porcentaje adecuado, con más humedad que el heno, después tiene que ser envuelto con un plástico que tiene protección ultravioleta (UV) para que no entre los rayos solares y permita la fermentación para poder ser consumido después de 21 días. El plástico tiene una durabilidad de un año para poder ser almacenado y proseguir a dar de comer a los animales. No existe un porcentaje fijo de humedad, puesto que depende de distintos factores climáticos, laborales y mecánicos, un henolaje muy adecuado es de aproximadamente un 30% de humedad (Davila, 2014).

1.8.5 El Maíz y su importancia en la alimentación animal

1.8.6. Características del Maíz

Es una gramínea muy utilizada para la elaboración de balanceados, ya que tiene un alto valor nutricional que beneficia a los animales principalmente por su alto contenido de almidón y baja presencia de fibra. Es por esto que se considera una fuente de energía concentrada, con alto contenido de nutrientes digeribles (Chiriboga J. L., 2013).

El maíz es un alimento necesario para el ganado bovino, es muy digerible, posee un alto contenido de carbohidratos y bajo en proteínas y minerales. Este

producto no requiere una cantidad limitada de consumo para los animales, siempre y cuando sea necesario suplementar con 5 kg de concentrado al día (Chiriboga J. L., 2013).

1.8.6.1. Propiedades nutricionales del Maíz

En comparación con otros cereales forrajeros, el maíz es más bajo en proteínas y ligeramente más alto en energía. El maíz contiene aproximadamente el 70% de almidón sobre una base de materia seca. Otros componentes importantes del maíz son la proteína, fibra y minerales (Chiriboga J. , 2013).

Los microorganismos ruminales requieren proteína degradable en el rumen para su uso en el crecimiento y la síntesis de la proteína. La mayoría de investigaciones con el maíz indican un beneficio importante en la proporción de proteína degradable. Varios investigadores señalan que, al igual que todos los cereales, el maíz es bajo en calcio y relativamente alto en fósforo. Las dietas que contienen altos niveles de maíz deben incluir un suplemento de calcio, como la piedra caliza, para evitar los cálculos urinarios. La relación de calcio y fósforo en este tipo de dietas es de 2 a 1: dos partes de calcio por uno de fósforo). El maíz puede servir como única fuente de granos en dietas de finalización, dependiendo del rendimiento del ganado deseado. El nivel de maíz se puede variar para suministrar energía adicional en la dieta de crecimiento y finalización de ganado (ILSI Argentina, 2006).

En el Ecuador se han producido en totalidad 2'795.000 hectáreas de maíz en los últimos 5 años, de los cuales de maíz duro tenemos sembradas 200,000 hectáreas anuales. Cabe recalcar que en el último año esta cifra aumentó a 280,000, haciendo que el país sea más autosustentable y la importaciones se reduzcan a la mitad (Andes, 2013).

En la siguiente tabla se puede observar las cosechas de maíz duro en los últimos años.

Tabla 4. Cosecha de maíz duro en el Ecuador.

Maíz duro	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Total (TM)	505.238	593.461	559.291	537.705	606.294	880.000	1 200 000

Tomado de Auditorias socios Afaba, 2011.

1.9. Peletizado de alimentos para ganado bovino

1.9.1. Pellet

El concepto de pellet se utiliza para denominar a un comprimido o aglomerado de forma cilíndrica. Este tipo de alimento se utiliza para la nutrición y alimentación animal (Latuz, 2004).

1.9.1.1. Planta de producción de pellet

Una planta de producción de pellet para alimentar terneros, es aquella industria que procesa diferentes productos alimenticios como maíz, trigo, cebada, entre otros, que constituyen la materia prima, en diferentes etapas, utilizando maquinarias y equipos, hasta obtener un comprimido o aglomerado de forma cilíndrica (Davila J. , 2014).

1.9.1.2. Proceso previo al peletizado

El proceso previo al peletizado se inicia con un diagnóstico de los requerimientos nutricionales del ternero y de su estado de salud. Luego se estudian los valores nutricionales de las materias primas como son maíz, pasto, forrajes, cebada, alfalfa, etc., realizando una combinación de los mismos para obtener una tabla nutricional del pellet aglomerado (Davila J. , 2014).

Para su procesamiento se necesita de una máquina extrusora y una máquina granuladora, cuyo proceso es el siguiente:

1.9.1.3. Proceso de peletizado de alimentos para terneros

- Recepción y almacenamiento de materias primas
- Molienda
- Dosificación
- Mezcla
- Granulación
- Almacenamiento y Despacho (Davila J. , 2014).

1.9.1.4 Recepción y almacenamiento de materias primas

La recepción de la materia prima de los ingredientes como maíz, pasto, forraje, melaza, etc., se la realiza en la planta. Durante la descarga se realiza el proceso de inspección de estos alimentos para determinar el estado en que se encuentran las mismas. Una vez realizada la inspección si cumplen con los requerimientos requeridos continúa el proceso, sino se rechaza.

La inspección se lleva a cabo por personal especializado en alimentos que trabajan en la fábrica Winavena. Se determina el nivel proteínico, energético y de humedad. Luego de ser inspeccionada la materia prima se embodega en los silos a temperatura ambiente.

1.9.1.5 Molienda

La molienda se realiza a través de un molino en donde las materias primas, se trituran a un tamaño de 2 a 10 mm compactando sus nutrientes (Davila J. , 2014).

1.9.1.6 Dosificación

En esta etapa se dosifica cada materia prima ya molida, de acuerdo a los requerimientos de las terneras y se las mezclan.

1.9.1.7 Mezcla

El proceso de mezcla se lo realiza con la máquina mezcladora la cual homogeniza la materia prima molida, luego se incorporan materias primas

liquidadas, y se adicionan minerales y vitaminas. Este proceso en la maquina mezcladora dura de 3 a 5 minutos (Davila J. , 2014).

1.9.1.8 Granulación

La siguiente fase es la granulación, en donde la materia prima ya homogenizada y adicionada de vitaminas y minerales, se le procesa en la máquina extrusora y máquina granuladora, con el fin de transformar la materia prima molida en pellets granulados. El granulado de alimentos para terneros sirve para que la digestibilidad en su sistema sea inmediata (Davila J. , 2014).

1.9.1.9. Almacenamiento del producto final y expedición

El pellet granulado es almacenado en sacos empaquetados y comercializado en las distintas productoras ganaderas.

1.9.2. Balanceados

1.9.2.1. Concepto

«Es aquella mezcla de ingredientes cuya composición nutricional permite aportar la cantidad de nutrientes biodisponibles necesarios para cubrir el requerimiento del metabolismo de un animal, en función de su etapa metabólica, edad y peso»(García, 2003).

1.9.3. Uso e importancia en la producción animal

La Industria de alimentos balanceados es un eslabón agroindustrial en la cadena del sector pecuario, el cual se encarga de convertir las materias primas de origen agrícola, en alimento para la producción animal (Cámara Industria Alimentos Balanceados, 2013).

Estos alimentos no solo son importantes en términos de los gastos, sino también en términos nutricionales, ya que estos alimentos son la fuente primaria de proteína animal que requiere el organismo para su normal desarrollo (Cámara Industria Alimentos Balanceados, 2013).

La producción de alimentos balanceados ha mantenido una dinámica en la que se puede observar en la siguiente tabla, las provincias que más suministran balanceados en los diferentes animales.

Tabla5. Suministro de alimentos balanceados.

Provincia	Engorde	Postura	Camarones	Tilapia	Porcino	Bovino	Otros	Producción
Azuay	16.950	2.200	0	0	600	510	500	20.760
Cotopaxi	196	30.077	0	0	8.473	710	0	39.456
El Oro	12.445	0	0	0	1.053	866	16.761	31.125
Guayas	30.370	20.523	98.323	35.63	3.920	4.809	5.846	199.429
Imbabura	23.717	0	0	0	0	0	0	23.717
Los Ríos	10.472	0	0	0	0	0	0	10.472
Manabí	64.305	39.016	297	0	922	423	322	105.285
Pichincha	129.324	73.030	0	142	7.705	2.851	3.321	216.373
Tungurahua	77.241	234.220	0	0	22.977	3.089	12.948	350.475
Total	365.020	399.066	98.620	35.78	45.650	13.258	39.698	999.092

Tomado de Auditorias socios Afaba, 2011.

a. En la figura se puede observar la producción de balanceados para bovinos, donde Guayas lidera en la producción con un total de 4.809 toneladas, seguido de Tungurahua con 3.089 toneladas y Pichincha con 2.851 toneladas.

Los granos que se encuentran en los alimentos balanceados, conforman la principal fuente de almidones en las dietas para terneras. Maíz, trigo, sorgo, avena y cebada (Mesoamericana, 2012).

En terneras durante el destete alimentadas con balanceado de tipo iniciador a corta edad, se prueba que se desarrollan mejor que las terneras que consumen balanceado después del destete, cuando las terneras empiezan a comer alimentos sólidos el rumen empieza a proveerle de nutrientes para el crecimiento de microorganismos ruminales y ácidos grasos volátiles, especialmente ácido butírico, todos provenientes de la fermentación (Jorge Elizondo Salazar, 2008).

El ácido butírico estimula el crecimiento de las papilas ruminales, cuando las terneras consumen ad libitum durante tres semanas balanceado, el rumen tendrá suficiente cantidad de microorganismos que le van a permitir a la ternera fermentar el alimento y suplirle de energía, los mismos microorganismos constituyen una fuente nutricional de proteína microbiana, cuando pasa al resto del tracto gastrointestinal, donde serán absorbidos y digeridos. Esta proteína microbiana permite una digestibilidad del 80% (Jorge Elizondo Salazar, 2008).

Un problema muy común en el Ecuador es la falta de conocimiento sobre las propiedades y beneficios de los balanceados. Los ganaderos suelen buscar un mayor beneficio reduciendo sus costos por suplementación o por sustitución. (Almeida, 2013).

En relación al párrafo anterior con mucha frecuencia los ganaderos ecuatorianos en la alimentación de terneras sustituyen el balanceado por silo de maíz y otros productos fuentes de carbohidratos con el fin de reducir costos, el balanceado en el Ecuador y a nivel mundial tiene costos excesivos que muchas veces por falta de organismos reguladores pueden verse hasta

ilógicos. Sin embargo, su aporte proteico no puede ser remplazado por otras fuentes en un 100% (Almeida, 2013).

1.9.4. Tipos y características de los alimentos

Los productores de ganado bovino, para solucionar el problema de alimentación de las terneras, están investigando alternativas de productos que suministren la cantidad de proteínas y carbohidratos necesarias, siendo el alimento peletizado una solución (Almeida M. , Manejo de terneras, 2013).

A nivel mundial, la agroindustria de alimentos para ganado bovino, vacuno, porcino, caballar, etc.; cuenta con molinos y mezcladoras automatizadas; extrusoras y expansores, que habilitan ciertas materias primas y mejoran su digestibilidad; peletizadoras que aumentan la eficiencia y la conversión alimenticia, a niveles poco alcanzables (Davila J. , 2014).

En el Ecuador, la producción de alimentos peletizados para los animales, lo lidera Procesadora Nacional de Alimentos (PRONACA), la cual lanzo una nueva presentación de peletizado en el año 2009, cubriendo el 70% del mercado de alimentos. El restante 30% lo ocupa los productos de alimentos balanceados, que comercializan sus productos con una presentación en polvo (MAG-IICA-SICA. 2001)

1.9.5. Análisis analíticos

Son diversos métodos químicos, realizados en laboratorio, para poder obtener la composición del alimento que se tiene en estudio (Gracia, 2011).

1.9.5.1 Toma de Muestras

La toma de muestras tiene como objetivo de proveer el material que se va a estudiar, sin tener que utilizar grandes proporciones, ya que con solo unos gramos de peso se puede obtener los resultados de todo el alimento (Gracia, 2011).

Entre los análisis más comunes que se realizan en los alimentos, son los análisis bromatológicos que se van a ver a continuación:

➤ **Análisis de Humedad**

El componente que más abunda, y que está presente en todos los alimentos es el agua. La determinación de humedad en los alimentos es una de las más importantes de todas, ya que indica la cantidad de agua en los alimentos, este valor varía entre un 60 % a 9% en los alimentos naturales. La determinación de humedad se realiza en los alimentos por la pérdida de masa que sufre el alimento en si cuando es sometido a un proceso de tiempo más temperatura, el residuo final que se obtiene se conoce como sólidos totales o materia seca (Alimentos, 2008).

El agua se puede encontrar de tres maneras como: el agua de combinación, agua absorbida y en forma libre, aumentando el volumen del alimento.

Determinación de Humedad.

➤ **Análisis de fibra dietética**

El interés, y la preocupación por saber la cantidad de la fibra dietética se remonta desde la época de los 70 cuando investigadores como Trowell, Burkitt y entre otros vieron la deficiencia en los alimentos de fibra causaban enfermedades en los países occidentales, por eso el estudio empezó, se observó que los alimentos que contienen fibra provienen de origen vegetal, y está representado por la suma de polisacáridos, forman parte estructural de las paredes celulares vegetales tales como celulosa, hemicelulosa, lignina y sustancias pécticas y lignina no estructurales (FAO Departamento de Agricultura, s.f.).

➤ **Análisis de proteína**

El análisis de proteínas se obtiene de la conformación de los lípidos y carbohidratos, que puede ser física o química. Actualmente todos los métodos

para la obtención de proteína son de naturaleza empírica, Existe un método muy usado que consiste en aislar y pesar la proteína de manera directa, pero este método se lo utiliza sólo a veces en investigaciones bioquímicas debido a que es dificultoso. El método más utilizado es el del investigador danés Johann Kjeldahl, que lleva el apellido del mismo, que se lo elabora por medio de la determinación del nitrógeno orgánico. Por medio de esta técnica se digieren las proteínas y otros componentes orgánicos de los alimentos en una mezcla con ácido sulfúrico en presencia de catalizadores que se pueden utilizar de manera de pastillas, nitrógeno orgánico se convierte mediante esta digestión en sulfato de amonio. Esta mezcla digerida se llega a neutralizar mediante una base y termina posteriormente por destilarse. El destilado se lo tiene que recoger con una solución de ácido bórico los aniones del borato formado se titulan con HCl (o H_2SO_4) estandarizado para poder saber el nitrógeno del contenido de la muestra (Department, s.f.).

➤ **Análisis de cenizas**

Las cenizas en los alimentos, están constituidas por el residuo inorgánico que queda después de que se haya quemado la parte orgánica del alimento. Las cenizas no necesariamente tienen la misma composición que la materia mineral que se encuentra presente en el alimento, ya que puede existir pérdidas por volatilización o alguna interacción entre los constituyentes (Quiminet, 2009).

➤ **Análisis de Carbohidratos totales**

Seguido del agua los carbohidratos son los componentes más abundantes en los alimentos y los más ampliamente distribuidos. Son compuestos orgánicos que desempeñan funciones importantes en el organismo, ya que cumple el papel energético. Tiene propiedades sensoriales también en los alimentos como en la textura, consistencia y palatabilidad de los mismos (Gutiérrez, 2000).

➤ **Análisis de Lípidos**

Los lípidos son compuestos que pueden provenir de origen animal, o vegetal, constituidos principalmente por los glicéridos naturales de los ácidos grasos y otros componentes lípidos que son (Mereles):

- Ag derivados de los lípidos simples
- Pigmentos (Beta-carotenos, xantinas)
- Vitaminas liposolubles
- Esteroles
- Hidrocarburos(Mereles).

➤ **Energía Bruta**

Es el punto de partida para conocer la energía que contiene cualquier alimento o de una ración, su estimación se la puede realizar a partir de la composición química (Análisis de Weende o Van Soest) y los valores de combustión de los lípidos, carbohidratos y proteínas (Bauza, 2012).

1.9.6. Diseño Experimental

Experimento, se refiere a la muestra a la cual se estimara los parámetros poblacionales, para tomar las decisiones con respecto a las poblaciones que se tienen en estudio (Universidad Nacional de Luján, 2009).

Los experimentos se pueden realizar tanto en laboratorio como por ejemplo en campo, o diversos lugares de estudio (Universidad Nacional de Luján, 2009).

Diseño de Experimentos

Es la metodología estadística, que es destinada para la planificación y el análisis del experimento (Universidad Nacional de Luján, 2009).

Variable

La variable, es la característica que tiene un objeto y que puede ser observada, para obtener diferentes valores, tanto en el mismo objeto, como entre diferentes objetos. Las principales variables que se distinguen son dos (Universidad Nacional de Luján, 2009):

Variabes cualitativas: Son aquellas que tiene sus valores de carácter representativo, pueden ser comparados diferentes entre sí (Universidad Nacional de Luján, 2009).

Variabes continuas: Son las que cuyos valores, de carácter numérico, permiten que se pueda tener más comparaciones. Una variable continua permite teóricamente, un infinito número de valores entre dos valores consecutivos (Universidad Nacional de Luján, 2009).

Experimento unifactorial: Se estudia un solo factor (Universidad Nacional de Luján, 2009).

Experimento multifactorial: Es cuando se estudian simultáneamente más de un factor en estudio (Universidad Nacional de Luján, 2009).

Tratamiento

Conjunto de condiciones experimentales, que van a ser impuestas en un diseño elegido (Universidad Nacional de Luján, 2009).

Unidad Experimental

Es la parte más pequeña del material experimental expuestas al tratamiento, independientemente de otras unidades (Universidad Nacional de Luján, 2009).

Error Experimental

Es el margen de variación que se va a obtener entre las unidades experimentales que son tratadas de forma idéntica e independiente (Universidad Nacional de Luján, 2009).

Tratamiento Control

Es aquel tratamiento, que no se le aplica nada, para tener como muestra general en comparación con los demás tratamientos (Universidad Nacional de Luján, 2009).

1.9.7. Método de presupuesto parcial

Para el cálculo del análisis económico del experimento se consideró utilizar la metodología del presupuesto parcial, ya que con este enfoque solamente se toman en consideración los costos asociados con la decisión de usar o no un tratamiento. Estos son los costos que permiten diferenciar un tratamiento del otro, y se denominan “Costos que Varían”, y se llaman así porque varían de un tratamiento a otro. Además el presupuesto parcial es la herramienta para hacer análisis de asignación de recursos a corto plazo. Este presupuesto tiene el nombre de parcial, ya que no incluye los ingresos o los costos comunes en ambas tecnologías alternativas. (Perrinet *al*, 1976 y Mamerto Reyes Hernández, 2001).

1.9.7.1 Análisis Costo Beneficio

El análisis de costo/Beneficio, consiste en colocar las actividades en cifras en dólares, de los diferentes costos y los beneficios de la misma actividad, de tal manera podemos saber el impacto financiero de lo que se puede llegar (Sociedad latinoamericana para la calidad s.f.).

Capítulo II Métodos y materiales

2.1. Materiales y equipos

2.2. Animales

- 12 terneras de raza Holstein mestizas destetadas de 90 días de edad.
- Peso promedio de inicio: 98.66 kg \pm 5 kg
- Estatura promedio de inicio: 94.16 cm \pm 1cm

2.2.1. Alimentos

- Pacas de heno (Ryegrass perenne, Trébol rojo y blanco, Pasto Azul y Kikuyo)
- Agua (H₂O)
- Pellet elaborado para el proyecto
- Balanceado comercial para terneras (Nutrifort)
- Suplemento mineral para ganado marca Ganasal

2.2.2. Equipos

- Pala (5 lbs.)
- Carretilla
- Manguera
- Trinche
- Bebederos
- Comederos para balanceados (1m L* 0.60m A)
- Comederos para forraje (2m L* 0.60m A)
- Corrales
- Termómetro (°C \pm 0,05 °C)
- Cinta de masa (kg \pm 5 kg)
- Cinta de estatura (cm \pm 1cm)
- Jeringuilla de 10 cm³ (cm³ \pm 0,05 cm³)
- Jeringuilla de 20 cm³ (cm³ \pm 0,05 cm³)
- Baldes 6 dm³ (dm³ \pm 0,1 dm³)

- Guantes plásticos desechables
- Tijeras
- Agujas intramusculares
- Agujas subcutáneas
- Balanza de precisión

2.2.3. Material de oficina

- Libro de campo
- Cámara de fotos digital
- Cuaderno
- Esferos
- Marcadores
- Letreros
- Registros de la Hacienda

2.3. Localización del Experimento

El lugar donde se realizó la fase de campo está ubicado en el cantón de Mejía, Provincia de Pichincha, Panamericana sur, entrada por la remonta a un Km en la Hacienda Miraflores.



a. Coordenadas: -0.420567,-78.559738

Temperatura:

La temperatura promedio anual es de 15,4°C, como temperatura mínima promedio tenemos 11,7 °C y como temperatura máxima tenemos un promedio anual de 21,2 °C (Plan General de Desarrollo Provincial de Pichincha, s.f.).

Precipitación:

La precipitación anual es aproximadamente 950mm. Se registran los meses de junio, julio y agosto, como los más secos del año con un promedio de precipitación de 35mm, y abril como el mes de mayor precipitación con 117mm (Plan General de Desarrollo Provincial de Pichincha, s.f.).

Humedad relativa:

La humedad relativa de la zona es media y tiene un promedio anual de 83%, en junio la humedad relativa baja hasta septiembre (Plan General de Desarrollo Provincial de Pichincha, s.f.).

2.3.1. Características del espacio físico

El lugar donde se realizó la fase de campo del experimento, fue en la hacienda Miraflores. Se colocaron las terneras en construcciones de bloque con techo de tejas y piso de cemento. Por un lado no está cubierto para que las terneras puedan recibir el sol y tener una buena iluminación (Ver anexo 1 y 3).

2.3.2. Preparación de los corrales

Los cuatro corrales fueron limpiados y desinfectados con agua y creso, en proporción de 0.40 litros de amonio cuaternario en 20 litros de agua. Después

se colocó aserrín, en la parte cubierta de los corrales como cama para las terneras.

2.3.3. Características de los animales

Se utilizaron 12 terneras Holstein mestizas con registro, de un 70% a 80% de pureza, de tres meses de edad, pertenecientes a la misma hacienda, con un cruzamiento muy similar para poder tener animales parejos, se las dividió en cuatro grupos de tres terneras para poder tener cuatro tratamientos, en cada corral se colocó un letrero con el nombre del tratamiento. Se colocó las terneras en su respectivo corral para a continuación proceder con su tratamiento específico.

2.3.4. Alimentación

La alimentación de las terneras fue mixta, a base de forraje y balanceado, como forraje pacas de heno y como balanceado una mezcla de los pellets elaborados, más el balanceado comercial Nutrifort.

2.3.5. Materias primas utilizadas

A continuación se va a observar las materias primas utilizadas para la elaboración del pellet formulado.

Tabla 6. Materias primas y sus proveedores para la elaboración del pellet.

Materia Prima	Origen
Pacas de heno (Ryegrass perenne, Trébol rojo y blanco, Pasto Azul y Kikuyo)	Hacienda Miraflores

Maíz duro	Empresa Winavena
Grasa de paso	Empresa Winavena
Melaza	Empresa Winavena

2.3.6. Pacas de heno

Las pacas de heno que se utilizaron fueron de 21 kilogramos de peso promedio, compuestas de una mezcla forrajera de pasto azul, ryegrass perenne, trébol blanco, trébol rojo, y un poco de kikuyo. Inicialmente se colocaba por día una paca por corral, repartidas la mitad en la mañana y la otra en la tarde, pero después de dos meses aumentamos a dos pacas diarias una se ponía en la mañana y otra en la tarde, todas estas raciones fueron a horarios de 7 h y en la tarde a las 15h.

2.3.7. Alimento formulado

El alimento formulado fue a base de pasto picado deshidratado compuesto de una mezcla forrajera de gramíneas y leguminosas (pasto azul, ryegrass perenne, trébol blanco, trébol rojo, y un poco de kikuyo), con alto porcentaje de proteínas más maíz duro molido en menor proporción, para dar la energía requerida a las terneras, y finalmente la melaza y grasa de paso que cumplen necesidades energéticas de los animales con una menor cuota de materia seca y ayudan a la peletización en especial la melaza (Roberto Fenzo T, 2005).

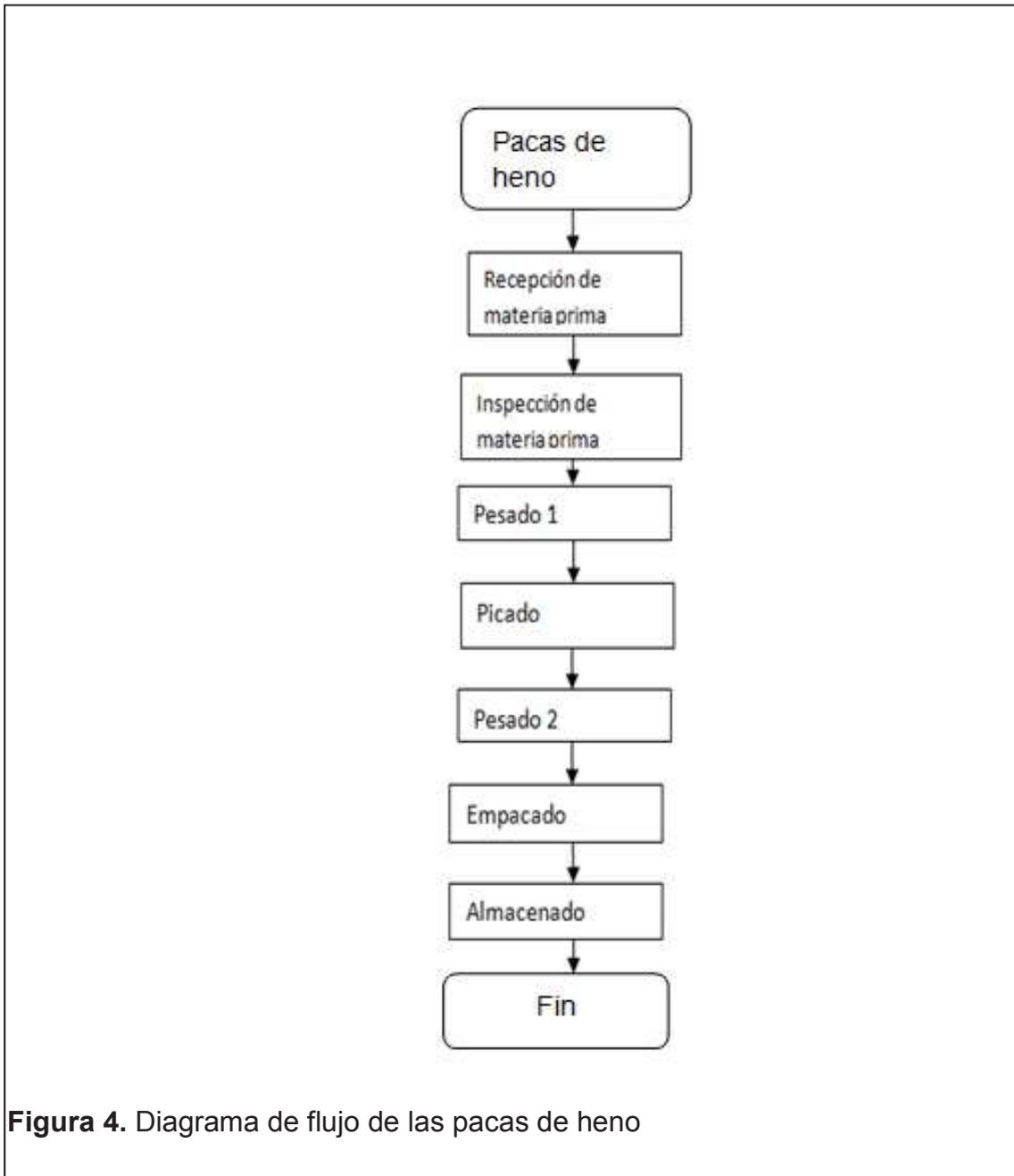
2.3.8. Preparación del pellet

Se realizó el procesamiento, para la obtención del pellet en la fábrica Winavena, primero se procedió a mezclar las materias primas que constituirían el pasto picado deshidratado, maíz duro, grasa de paso y melaza. Todas se utilizaron en diferentes porcentajes que fueron 70% del pasto picado deshidratado, 24% del maíz duro molido, 5% de la melaza y 1% de la grasa de paso, estas cantidades fueron formuladas específicamente para que junto con el balanceado comercial cumplan con los requerimientos nutricionales de las terneras, y a la vez para que se pueda elaborar el pellet con excelentes características y tenga la compactación exacta, continuamos con la peletización teniendo cuidado que la máquina no se atasque debido al alto porcentaje del pasto en la mezcla se forma una pasta muy gruesa, y finalmente lo envasamos en costales de 45kg, realizamos una mezcla con el balanceado comercial (Nutrifort) en los diferentes porcentajes para tener los cuatro diferentes tratamientos.

2.4. Preparación de las materias primas

2.4.1. Pacas de Heno

En el proceso que se observa en el diagrama de flujo a continuación, se realiza una inspección de la materia prima, para ver si cumple con la calidad requerida, después de ser picado las pacas de heno, se receipta en sacos de 40kg, para ser transportados a la fábrica de Winavena, donde se realizara el producto.



2.4.2 Maíz duro molido

Una vez que el maíz fue adquirido se procedió a realizar la valoración de la calidad de la materia prima, siguiendo el procedimiento que se describe a continuación en el diagrama de flujo.

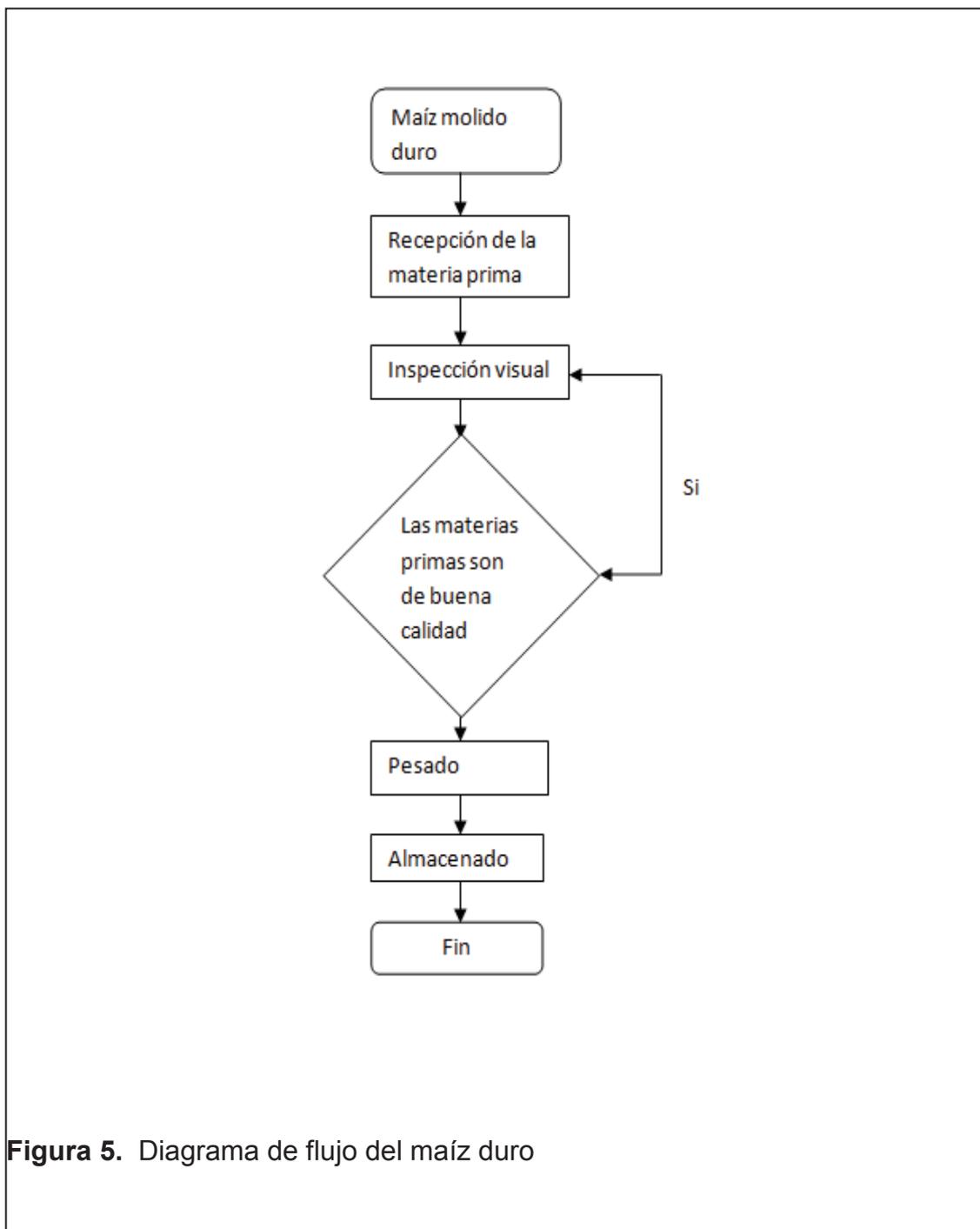


Figura 5. Diagrama de flujo del maíz duro

2.4.3. Grasa de Paso

La grasa de paso es adquirida en la empresa Winavena, se realizó una inspección visual de la materia prima para ver si se encuentra en buenas condiciones, de acuerdo al diagrama de flujo que se describe a continuación:

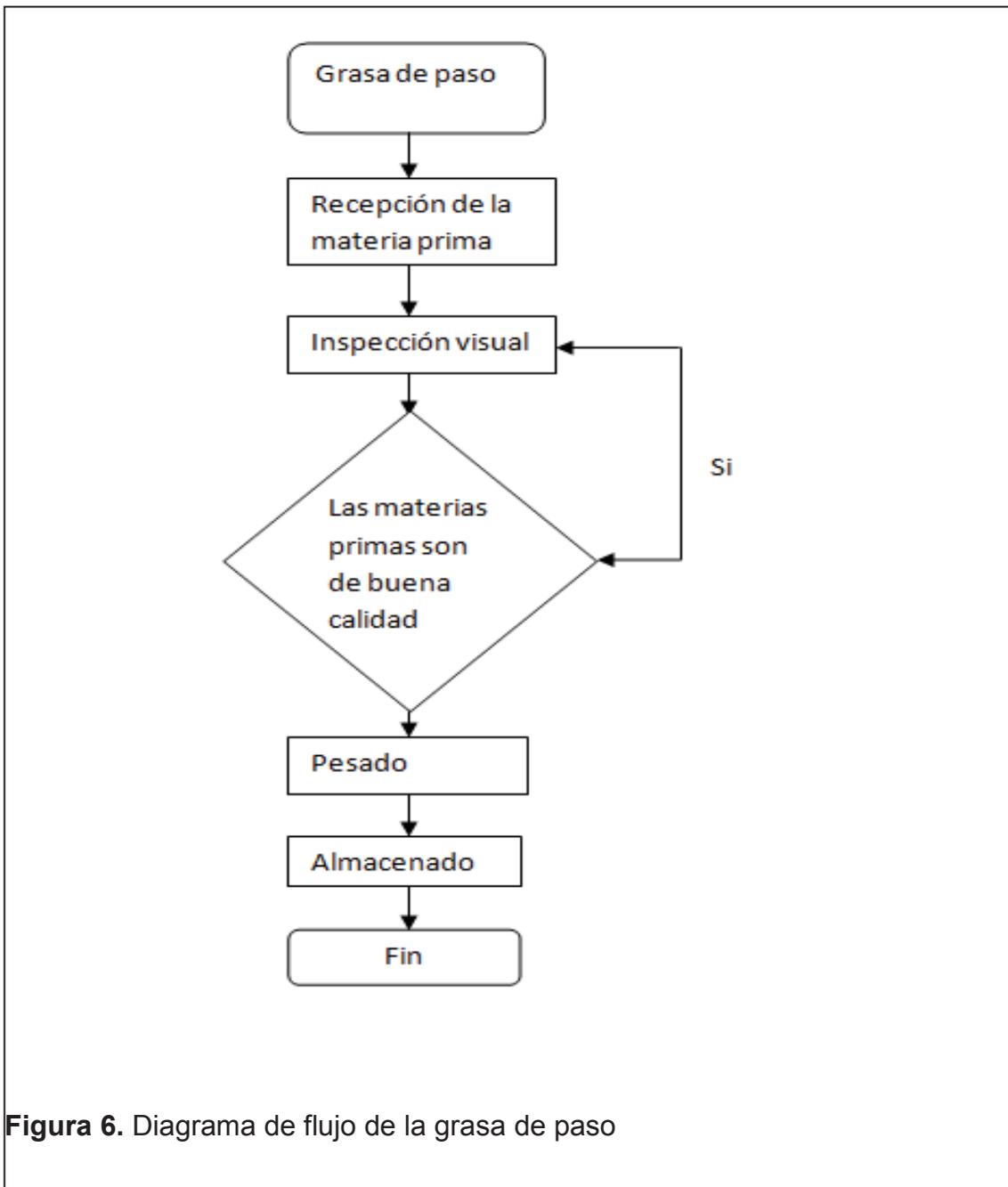


Figura 6. Diagrama de flujo de la grasa de paso

2.4.4. Melaza

La melaza es adquirida de la empresa Winavena, se realizó una inspección visual para ver que la materia prima está en buenas condiciones como se observa el siguiente diagrama de flujo:

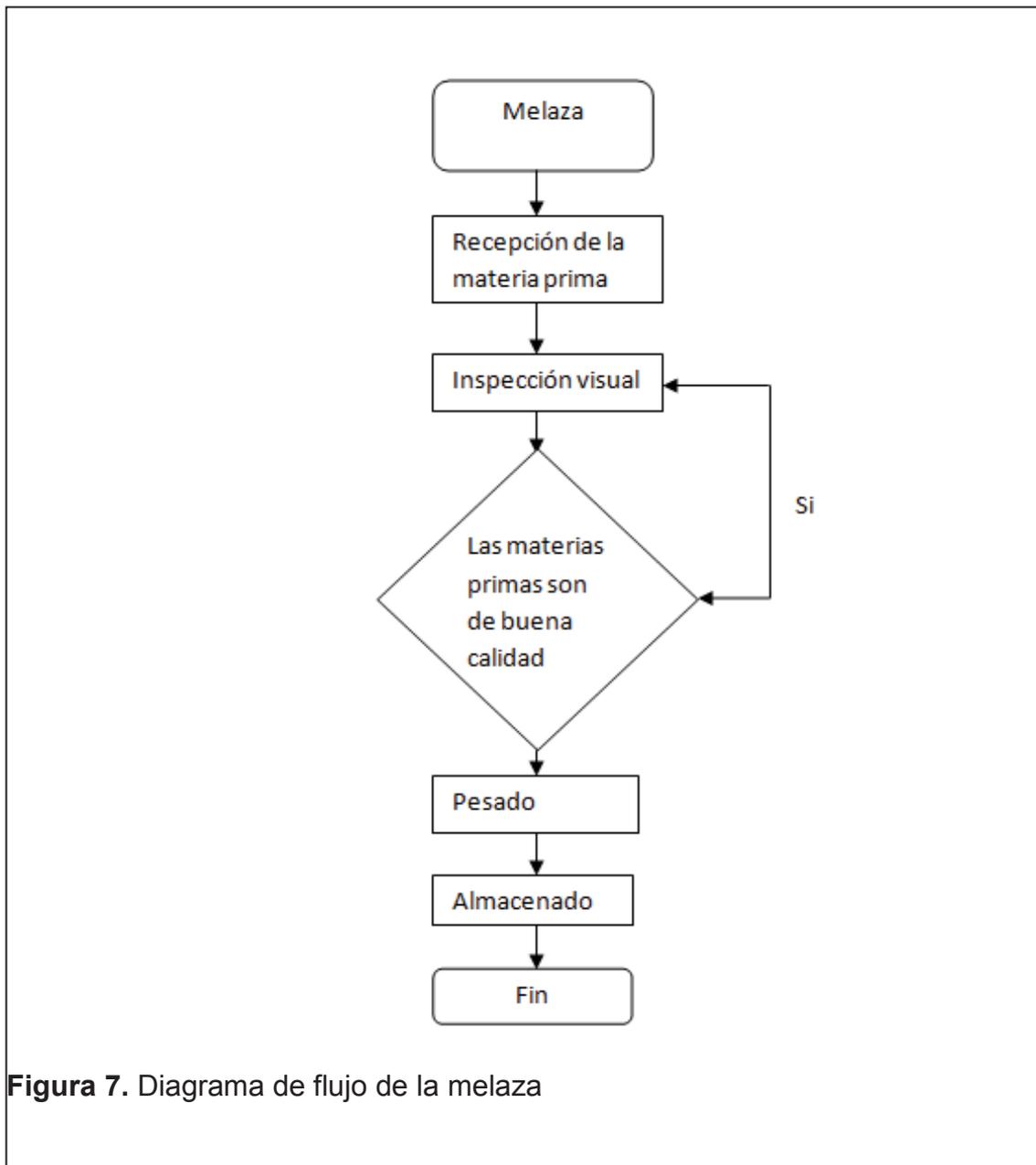


Figura 7. Diagrama de flujo de la melaza

2.4.5. Elaboración del alimento

El alimento formulado es elaborado en la empresa Winavena, donde se realizó la recepción de las materias primas señaladas anteriormente, junto con sus procesos. La formulación se realizó de acuerdo a las necesidades de las terneras, por eso se realizó un mezclado y homogenizado para que todo el pellet que se va a elaborar tenga las mismas proporciones nutricionales en todo el producto. Se realizó un enmelazado para que se pueda formar una masa

pegajosa y facilite al rato del peletizado tenga buena compactación, finalmente se realiza el acondicionamiento del pellet para después ser enfriado y almacenado en condiciones adecuadas, para ser transportado al campo donde será suministrado a las terneras todo este proceso se lo puede observar en el siguiente diagrama de flujo:

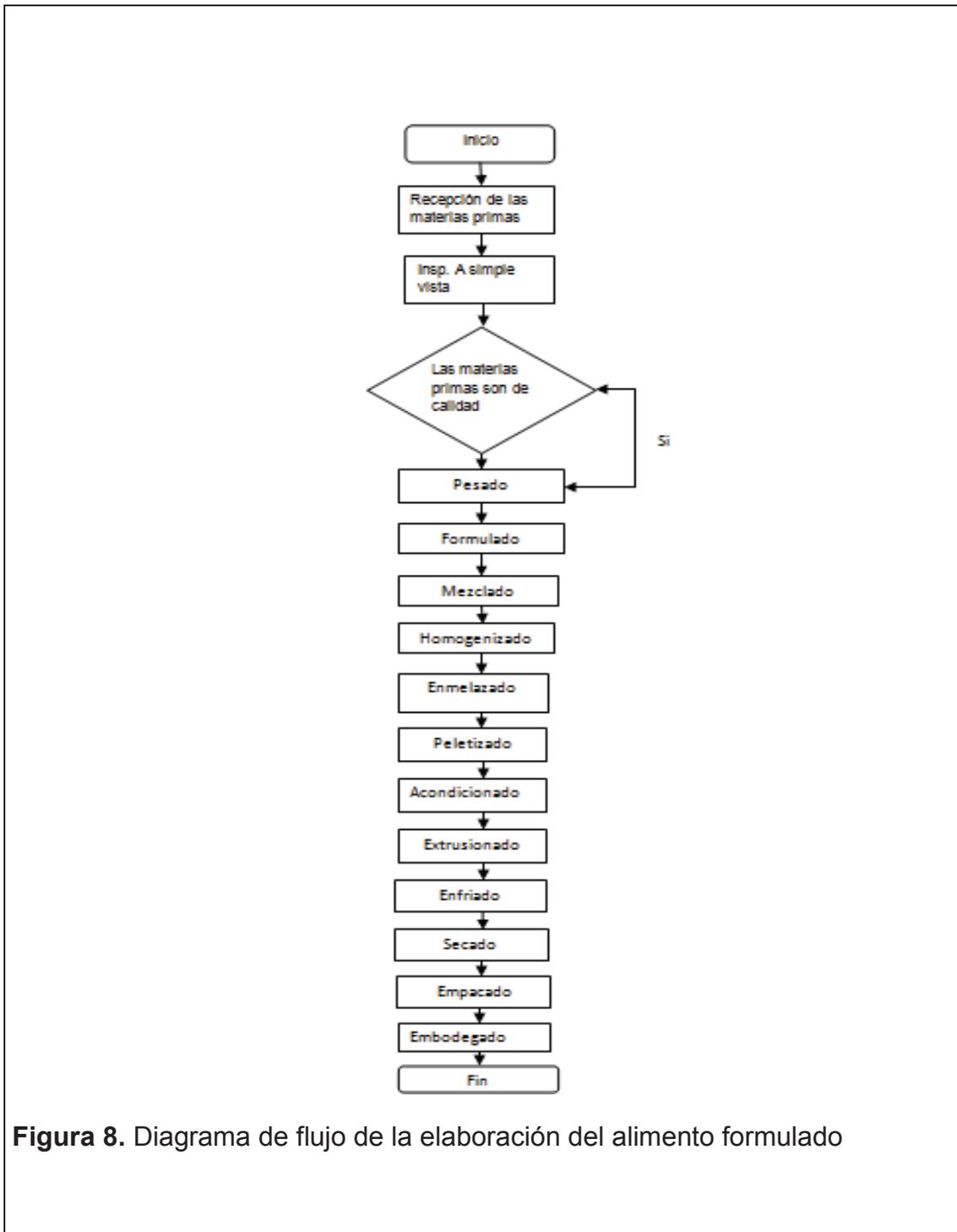


Figura 8. Diagrama de flujo de la elaboración del alimento formulado

2.5. Elaboración de formulaciones

Para la elaboración del alimento para las terneras, se utilizaron dos productos que son el balanceado comercial (Nutrifort), y el alimento formulado elaborado,

se realizaron cuatro mezclas entre los dos productos, sustituyendo parcialmente el balanceado comercial, por el pellets elaborado en diferentes concentraciones.

En la siguiente tabla se describe las diferentes concentraciones de sustitución del pellets elaborado con el balanceado comercial.

Tabla 3. Tratamientos con diferentes concentraciones entre los dos Alimentos.

Tratamientos	Balanceado comercial (Nutrifort) %	Alimento Elaborado %
T1	100	0
T2	80	20
T3	70	30
T4	60	40

2.6. Manejo sanitario de los animales

En la ganadería es sumamente importante tener un sistema sanitario muy riguroso, para evitar cualquier enfermedad de los animales, para lo cual se aplicó el calendario sanitario y el manejo de la hacienda, el mismo que se indica a continuación:

Tabla 8. Calendario sanitario y manejo del ganado

Actividad	Fecha de realización	Repetición
Desparasitación	Miércoles 23 de octubre del 2013	Cada 30 días
Vacunación	Miércoles 13 de noviembre del	No hay repetición

Brucelosis	2013	por animal
Vacunación Aftosa	Miércoles 18 de diciembre del 2013	Cada 6 meses
Limpieza corrales	Lunes 14 de octubre del 2013	De lunes a sábado.
Limpieza comederos y bebederos	Lunes 14 de octubre del 2013	Todos los lunes y jueves.
Desinfección y fumigación de corrales	Lunes 14 de octubre del 2013	Todos los lunes, miércoles y viernes.

2.6.1. Desinfección de los corrales

Los corrales se limpiaron todos los días con agua para tener un óptimo control sanitario, y además una vez cada dos semanas se realizó una limpieza intensiva con amonio cuartenario, para desinfectar y mantener a los animales con adecuada manejo sanitario.

2.6.2. Trabajo en campo

El procedimiento se inició con la selección de las terneras, tomando en consideración la edad, peso corporal y la conformación del animal, a fin de contar con muestras lo más homogéneas posibles en cada tratamiento. Luego se estructuraron cuatro grupos de tres animales por tratamiento, tomando en consideración las características de cada animal como ya se indicó.

Para el alojamiento de las terneras se realizó previamente una desinfección y limpieza de los corrales con creso, para prevenir cualquier infección en los animales, luego se colocaron en grupos de 3 terneras en cada corral con la debida identificación de cada tratamiento.

Se colocaba aserrín para mantener una cama adecuada y limpia y además cada dos semanas se realizaba una limpieza más rigurosa con amonio cuartenario, para obtener una desinfección adecuada y controlar cualquier presencia de patógenos.

Los alimentos suministrados como el balanceado comercial (Nutrifort), y el alimento formulado con los porcentajes indicados en la tabla N^o9, se pesaron previamente con una balanza de precisión, para tener valores exactos y se los mezcló con una pala para que el alimento quede lo más homogéneo posible, y finalmente se empacó en costales de 40kg.

Los alimentos se prepararon semanalmente y se almacenaron en una bodega bajo condiciones adecuadas con temperatura baja y circulación de aire, para mantener estable su composición, y evitar la descomposición del alimento.

Los mismos fueron suministrados a los animales de cada grupo diariamente en la mañana. Las cantidades fueron de 2.27kg de la mezcla por ternera, es decir se colocaba 6.82kg para cada grupo de balanceado, 80 g de suplemento mineral Ganasal por ternera con un total de 240 g por grupo, todo esto tomando en consideración los requerimientos nutricionales de los animales.

El agua se suministró ad libitum a los animales, en cada corral.

2.6.3 Racionamiento de los animales

Tabla 9. Contenido nutricional de raciones recomendado para terneras, vaquillas y vaquillonas (en materia seca) – razas grandes.

Parámetros	Terneros de 3 a 6 meses de edad.	Terneras de 6 a 12 meses de edad.	Vaquillas de 13 a 24 meses de edad.	Vaquillonas de 2 meses antes del parto.
Peso corporal	200	300	450	550-570
Consumo materia seca (kg)	5	7.2	11.4	10.9
Energía NDT (% de MS)	67	65	65	70
Proteína cruda	16	14	12	15

%				
FDA%	20	22	23	25
FDN%	30	32	33	35
Grasa%	2	2	2	3
Calcio%	0.41	0.41	0.37	0.48
Fósforo%	0.28	0.23	0.18	0.26
Magnesio%	0.11	0.11	0.8	0.4
Potasio%	0.47	0.48	0.46	0.52
Sodio%	0.08	0.08	0.07	0.14
Cloro%	0.11	0.12	0.10	0.20
Cobalto (ppm)	0.11	0.11	0.11	0.11
Manganeso (ppm)	22	20	14	22
Zinc (ppm)	32	27	18	30
Selenio (ppm)	0.30	0.30	0.30	0.30
Vitamina A (UI)	24000	24000	36000	75000
Vitamina E (UI)	240	240	360	2000

Tomado de Almeyda, 2013.

En el Ecuador se utiliza el sistema de alimentación americano NRC, como una herramienta para el racionamiento de los animales, el mismo que fue aplicado para esta tesis.

La importancia de este sistema radica en el uso racional de los recursos alimentarios (Forrajes y concentrados), desde un punto de vista económico, como nutritivo (CuencaRural, 2014).

Su aplicación en los animales dependerá de las características propias del animal (edad, genética, sexo y ritmo metabólico) (CuencaRural, 2014).

Este sistema se basa en el uso de tablas, en el que considera la composición de los alimentos, así como también la necesidades o requerimientos (CuencaRural, 2014).

Lo fundamental es que un mismo animal, según su estado fisiológico (crecimiento, lactación y gestación) o únicamente mantenimiento, como señala el autor textualmente *“Sera más o menos eficiente en el aprovechamiento de los nutrientes que componen el alimento ingerido, debido a la constante de eficiencia que marca el aprovechamiento de los alimentos, en cada una de las circunstancias fisiológicas citadas, además el mismo autor señala que el conocimiento de dichas constantes nos va a permitir, en valorar la capacidad nutritiva de un alimento x para un animal determinado, a partir de los valores tabulados, donde figuran la composición de los distintos alimentos”* (CuencaRural, 2014).

En el caso de este experimento se ha aplicado las tablas de racionamiento recomendadas por el NRC en términos de proteína bruta, energía bruta, sobre materia seca de la ración.

Las necesidades de vitaminas y minerales, no se consideró necesario calcularlas, ya que los animales tienen siempre un corrector vitamínico-mineral, a libre disposición.

2.6.4. Determinación de las necesidades alimenticias

Para establecer las necesidades y requerimiento para las terneras, se tomó como referencia, el NRC antes mencionado, se siguió el criterio siguiente:

Se tomó como referencia las ración recomendada por el fabricante, de una cantidad diaria promedio de 2.27kg de balanceado comercial por ternera, para el caso de los niveles de sustitución de Nutrifort por el alimento formulado, de igual manera se suministró una ración diaria de 2.27kg en cada uno de los niveles de sustitución de acuerdo a la tabla N⁰9, esto se realizó con el fin de evaluar los efectos de cada tratamiento en las variables de estudio, a un mismo consumo de alimento.

2.7. Fase laboratorio

2.7.1. Análisis bromatológicos

Los análisis bromatológicos se definen como la ciencia de los alimentos, que permite saber la composición química y su comportamiento bajo diversas condiciones. De tal manera que podemos obtener resultados por diversos factores involucrados tanto como la producción de materias primas, como en la manipulación, elaboración, conservación, distribución, comercialización y consumo (Gutiérrez, 2000).

2.7.2. Análisis de alimentos

Aplica todas las técnicas y los métodos analíticos necesarios para poder determinar de manera cuantitativa y cualitativa sus componentes, esto lleva a cabo especialmente un control alto de calidad, para poder verificar las falsificaciones, adulteraciones, y posibles fraudes (Gutiérrez, 2000).

2.7.3. Análisis de alimentos de los diversos tratamientos

Los análisis bromatológicos fueron elaborados en los laboratorios de la Universidad de las Américas, estuvieron supervisados por la Dra. Janeth Proaño. Se realizaron análisis para obtener la composición exacta de nuestro balanceado en cuanto a grasa, proteína, cenizas, humedad, fibra, y digestibilidad, para saber un valor más exacto se realizaron 3 réplicas de cada una de estas, con todos los tratamientos.

2.7.4. Análisis de cenizas

Los análisis de ceniza en los alimentos en general son el residuo que se obtiene después de que la materia orgánica se ha quemado, el procedimiento consiste en colocar los tratamientos en una mufla a $550^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$, en este procedimiento mucho depende del alimento el tiempo que se deja en la mufla,

por eso se optó por dejar toda la noche, y al otro día sacar los tratamientos de la mufla y observar los resultados (Quiminet, 2009).

Materiales:

- Mufla
- Crisoles de porcelana
- Balanza analítica ($g \pm 0,0001g$)
- Pinzas de crisol

Procedimiento.

- Pesar 3g de muestra en un crisol de los 4 tratamientos
- Colocar los 4 crisoles en la mufla a $550^{\circ}C \pm 25^{\circ}C$
- Dejar reposar durante 12 horas
- Revisar si la cenizas están totalmente blancas
- Una vez obtenido el color requerido (cual), sacar los crisoles
- Dejar enfriar a temperatura ambiente
- Colocar en un desecador y pesar

A continuación se puede observar el equipo de laboratorio llamado mufla, que sirve para la determinación de cenizas.



Figura 9. Determinación de cenizas en la mufla.

Cálculos:

$$\text{Cenizas \%} = \frac{c-a}{b-a} \times 100 \quad (\text{Ecuación 1})$$

Dónde:

CC= Peso del crisol más la ceniza

C= Peso del crisol vacío

W= Peso de la muestra

Fuente:(Quiminet, 2009).

A continuación, en la siguiente tabla se va a observar los resultados de cenizas de los cuatro tratamientos analizados en laboratorio.

Tabla 4. Resultados de cenizas de los tratamientos.

Nombre de los tratamientos	Expresión	Resultados	Unidad
T1.Balanceado comercial (Nutrifort)	Cenizas	8,20	%
T2.Balanceado comercial (Nutrifort) 80% Alimento elaborado 20%	Cenizas	6,45	%
T3.Balanceado comercial (Nutrifort) 70% Alimento elaborado 30%	Cenizas	5,20	%
T4.Balanceado comercial (Nutrifort) 60% Alimento elaborado 40%	Cenizas	4,10	%

2.7.5. Análisis de Humedad

El agua es el componente que mayor se encuentra en los alimentos, existen muchos métodos para determinar el contenido de humedad en los alimentos, entre los más usados tenemos el secado en la mufla o evaporación a temperatura de ebullición (Alimentos, 2008).

Materiales:

- Estufa con control analítica
- Balanza analítica(g \pm 0,0001g)
- Deseccador
- Pinzas
- Espátula
- Caja de Petri
- Termómetro ($^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$)
- Mufla
- Crisoles

Procedimiento1:

Pesar 3g de muestras de los cuatro tratamientos

Colocar las muestras en el horno durante 1 hora a 130°C

Colocar las muestras en el desecador y dejar enfriar

Pesar la muestras seca y anotar los resultados

Procedimiento 2:

Pesar 3g de muestra de los cuatro tratamientos

Colocar los tratamientos en crisoles

Colocar los cuatro crisoles en la mufla

Esperar que se torne blanca la ceniza

Colocar en el desecador y dejar enfriar

Pesar las muestras secas y obtener resultados

Cálculos:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100 \quad (\text{Ecuación 2})$$

En donde:

Pi= Peso Inicial

Pf= Peso final

A continuación, en la siguiente tabla se va a observar los resultados de humedad de los cuatro tratamientos analizados en laboratorio.

Tabla 11. Resultados de humedad de los tratamientos

Nombre de los tratamientos	Expresión	Resultados	Unidad
T1.Balanceado comercial (Nutrifort)	Humedad	13,00	%
T2.Balanceado comercial (Nutrifort) 80% Alimento elaborado 20%	Humedad	12,56	%

T3.Balanceado comercial (Nutrifort) 70% Alimento elaborado 30%	Humedad	12,2	%
T4.Balanceado comercial (Nutrifort) 60% Alimento elaborado 40%	Humedad	11,2	%

2.7.6. Análisis de proteína

Las proteínas forman parte de la composición química de todos los alimentos dependiendo del mismo va a variar su porcentaje. Son polímeros de elevado peso molecular conformado por cadenas más o menos largas (Gutiérrez, 2000).

Materiales:

- 1 matraz de Erlenmeyer de 10 cm³
- 1 matraz volumétrico de 100 cm³
- Pinzas de nuez.
- 1 soporte universal
- 1 pipeta de 10 cm³
- 1 frasco gotero de 25 cm³
- 1 pipeta de 50 cm³
- Agua destilada
- Morteros
- Perlas de ebullición
- 1 embudo de cristal pequeño o mediano

Equipo:

- Equipo Kjeldahl
- Digestor

Procedimiento:

Preparación de la muestra

Se tritura en un mortero las muestras

Se realizan los cuatro tratamientos con sus diferentes porcentajes

Se pesa 3gr de muestra

Tabla 12. Principales reacciones en proteínas alimentarias.

Acilación -NH ₂	→	-NH-CO-R
Alquilación reductora con formaldehído -NH ₂	→	-N(CH ₃) ₂
Hidrólisis -CONH ₂	+H ₂ O →	-COOH
-CO-NH-	+H ₂ O →	-COOH+-NH ₂
Esterificación -COOH	+HOR →	-COO-R
-OH	+HOOCR →	-O-COR
Oxidación -SH	→	-S-S-
Reducción -S-S-	→	-SH

Tomado de Gutiérrez, 2000.

Digestión

De los cuatro tratamientos con 3 g de peso cada uno, se colocan en tubos de ensayo, teniendo mucho cuidado de que no se adhiera a las paredes de los tubos para tener un resultado muy exacto.

Procedimiento:

- Colocar 15 cm³ de ácido sulfúrico en cada uno de los tratamientos con 3 g de peso cada uno.
- Colocar una pastilla catalizadora para acelerar el proceso.
- Colocar una pastilla antiespumante para que no se haga espuma.
- Colocar 50 cm³ de agua destilada
- Colocar los tubos de ensayo en la máquina manifold de digestor

- Aumentar la temperatura cada hora con una temperatura inicial de 150°C
- Llegar a una temperatura final de 400°C, dejar una hora o más tiempo
- Visualizar las muestras consigan una coloración verdosa
- Asegurarse que no queden restos adheridos a la pared de los tubos.



Figura 10. Manifold de Digestor

Dilución

- Retirar los tubos de la máquina manifold de digestor
- Dejar enfriar a temperatura ambiente
- Añadir 50 cm³ de agua destilada en cada tubo, con mucho cuidado, sin dejar solidificar los tratamientos
- Dejar enfriar de nuevo hasta T ambiente

Destilación

- Colocar en un frasco de Erlenmeyer de 250 cm³ a la salida del destilador con 10 cm³ de ácido bórico y dos gotas de indicador
- Adicionar 10cm³ de hidróxido de sodio (NaOH)

- Colocar los tubos en el destilador
- Destilar hasta obtener 50 cm³ de la muestra con un color azul oscuro

Titulación:

- Valorar el destilado con HCl o H₂SO₄ hasta que cambie de color
- Esperar hasta que se torne la muestra un color verde para que pueda ser titulada
- Colocar en la muestra ácido sulfúrico con 0.0025 N hasta llegar a un pH de 4.5 aproximadamente, se puede observar un cambio de color de verde a violeta.

Equivalentes

Moles de HCl= Moles de NH₃= Moles de N de la muestra

Moles de H₂SO₄= 2Moles de NH₃= 2 Moles de N en la muestra

A continuación, en la siguiente tabla se va a observar los resultados de proteína de los cuatro tratamientos analizados en laboratorio.

Tabla 13. Resultados de Proteína de los tratamientos.

Nombre de los tratamientos	Expresión	Resultados	Unidad
T1. Balanceado comercial (Nutrifort)	Proteína	20,10	%
T2. Balanceado comercial (Nutrifort) 80% Alimento elaborado 20%	Proteína	19,28	%
T3. Balanceado comercial (Nutrifort) 70% Alimento elaborado 30%	Proteína	18,75	%
T4. Balanceado comercial (Nutrifort) 60% Alimento elaborado 40%	Proteína	18,00	%

2.7.7. Análisis de Carbohidratos totales

Los carbohidratos son los segundos componentes más abundantes en los alimentos y los más ampliamente distribuido (Gutiérrez, 2000).

Materiales:

- Balanza Analítica
- Tubos de ensayo
- Espectrofotómetro
- Pipeta

Reactivos

- Ácido sulfúrico 3.6 cm³
- Fenil sulfúrico 0.6 cm³
- Agua destilada
- Muestra de tratamientos

Procedimiento

- Preparar una solución de la muestra de agua
- Preparar los 4 tratamientos en los tubos de ensayo
- Colocar 1 cm³ de la solución o de la muestra
- Adicionar en cada tubo 0.6 cm³ de la solución acuosa de fenol 5%
- Comenzar a mezclar
- Colocar 3.6 cm³ de ácido sulfúrico
- Homogenizar
- Dejar enfriar la mezcla a temperatura ambiente aproximadamente 30 a 40 minutos
- Colocar la muestra en el espectrofotómetro para calcular la cantidad de carbohidratos que se encuentren en la muestra

Cálculos

La fórmula es la siguiente:

$$T = \frac{P}{P_0} \quad (\text{Ecuación 3})$$

$P=P_0$ cuando la luz no es absorbida, por lo tanto $A=0$, cuando se absorbe la luz en un 90%, 10% se transmite, por lo siguiente $P=P_0/ 10$ y $A= 1$.

Ley de Beer

Dentro del fotómetro, se utiliza un haz de luz, buscando la forma precisa para penetrar el elemento del procesado. La ley de Beer es un proceso matemático de cómo la materia absorbe la luz, esta luz de la muestra es disminuida por tres fenómenos físicos que son los siguientes(Optek, s.f.):

- La cantidad de absorción del material durante su trayectoria
- La luz debe atravesar una distancia a través de la muestra
- La probabilidad de que la luz absorba al fotón(Optek, s.f.).

Esta relación puede ser expresada como:

$$A = \epsilon dc$$

Dónde:

A = Es la absorbencia

ϵ = Coeficiente molar de extinción

d = distancia en cm

c = concentración molar(Optek, s.f.)

A continuación, en la siguiente tabla se va a observar los resultados de carbohidratos totales de los cuatro tratamientos analizados en laboratorio.

Tabla 14. Resultados de Carbohidratos totales de los tratamientos.

Nombre de los tratamientos	Expresión	Resultados	Unidad
T1.Balanceado comercial (Nutrifort)	Carbohidratos	41,30	%
T2.Balanceado comercial (Nutrifort) 80% Alimento elaborado 20%	Carbohidratos	44,45	%
T3.Balanceado comercial (Nutrifort) 70% Alimento elaborado 30%	Carbohidratos	46,98	%
T4.Balanceado comercial (Nutrifort) 60% Alimento elaborado 40%	Carbohidratos	49,83	%

2.7.8. Análisis de Lípidos

Los lípidos son insolubles en agua pero si son solubles en otros solventes como es el éter, cloroformo, benceno o acetona.

Materiales:

- Mangueras
- Soporte de Soxhlet
- Pinzas de dedos
- Vasos de precipitación
- Mortero
- Estufa
- Balanza analítica
- Conos de celulosa
- Sistema extractor Soxhlet

Procedimientos:

- Moler las muestras con el mortero y proseguir a desecar en la estufa
- Pesar 40 g de cada tratamiento
- Alistar el equipo Soxhlet
- Poner la muestra en los conos de celulosa
- Añadir el éter de petróleo en el balón
- Ensamblar el balón con el dispositivo de Soxhlet y el condensador
- Se debe secar el balón con la grasas extraídas en un horno de secado por aire a 100 °C
- El solvente se lo lleva hasta a punto de ebullición
- Los gases liberados son llevados al condensador de reflujo
- El condensador lleva los gases a la fase líquida del solvente
- El solvente arrastra la grasa a los conos de celulosa
- El extractor se llena y a través del sifón se produce el reflujo
- El sobrante del éter evaporado es la grasa
- Pesar la grasa

Reactivos:

- Éter de Petróleo
- Agua
- Muestras de tratamientos

A continuación, en la siguiente tabla se va a observar los resultados de grasa de los cuatro tratamientos analizados en laboratorio.

Tabla 15. Resultados de Grasa totales de los tratamientos.

Nombre de los tratamientos	Expresión	Resultados	Unidad
T1. Balanceado comercial (Nutrifort)	Grasa	3,00	%
T2. Balanceado comercial (Nutrifort) 80% Alimento elaborado 20%	Grasa	2,34	%
T3. Balanceado comercial (Nutrifort)	Grasa	2,11	%

70% Alimento elaborado 30%			
T4. Balanceado comercial (Nutrifort) 60% Alimento elaborado 40%	Grasa	1,93	%

2.7.9. Energía Bruta

Para saber la energía neta de los cuatro tratamientos se prosiguió a ver los resultados de la proteína, la grasa y los carbohidratos totales, la proteína tiene 4 kcal/g, la gras 9 kcal/g, y los carbohidratos 4kcal/g. Ese valor indica el aporte energético de cada uno de los tratamientos en kcal en 100g de los distintos balanceados.

Cálculos:

Kcal proteína= gramos de la proteína * 4Kcal

Kcal Grasa= gramos de la Grasa * 9Kcal

Kcal Carbohidratos= gramos de los carbohidratos * 4Kcal

A continuación, en las siguientes tablas se va a observar los resultados de kcal totales de los cuatro tratamientos analizados en laboratorio.

Tabla 16. Total de Kcal T1.

Expresión	Unidad	T1. Balanceado comercial (Nutrifort)	Kcal
Proteínas	%	20,10	80,40
Grasa	%	3,00	27,00
Carbohidratos	%	41,30	165,20
		Kcal Total	272,60

Tabla 17. Total de Kcal T2.

Expresión	Unidad	T2.Balanceado comercial (Nutrifort) 80% Alimento elaborado 20%	Kcal
Proteínas	%	19,28	77,12
Grasa	%	2,34	21,06
Carbohidratos	%	44,45	177,80
		Kcal Total	275,98

Tabla 18. Total de Kcal T3.

Expresión	Unidad	T3.Balanceado comercial (Nutrifort) 70% Alimento elaborado 30%	Kcal
Proteínas	%	18,75	75,00
Grasa	%	2,11	18,99
Carbohidratos	%	49,83	199,32
		Kcal Total	293,31

Tabla 19. Total de Kcal T4.

Expresión	Unidad	T4.Balanceado comercial (Nutrifort) 60% Alimento elaborado 40%	Kcal
Proteínas	%	18,00	72,00
Grasa	%	1,93	17,37
Carbohidratos	%	49,83	199,32
		Kcal Total	288,69

2.8. Análisis de fibra dietética

El análisis de fibra dietética se lo realiza en los alimentos, principalmente de origen vegetal, constituida por polisacáridos y lignina o polisacáridos distintos de almidón y lignina su proceso para la obtención en los alimentos se va a observar a continuación (Guzmán, 2008).

Materiales:

- Matraces de 500 cm³
- Mortero

- Papel aluminio
- Incubadora
- Desecador
- Crisol
- Vasos de precipitación de 250 cm³
- Termómetro
- Probeta de 100 cm³
- Pipeta de 10 cm³

Reactivos:

- Buffer de fosfatos 0.08 mol dm⁻³ , pH= 6´
- Amilasa
- NaOH 0,275N
- Proteasa
- HCl 0.325 N
- Etanol 95% y 78%
- Amiloglucosidasa
- Acetona
- Tratamientos

Procedimiento:

- Adicionar 0,1 cm³ de amilasa
- Tapar en matraz con papel aluminio
- Colocar en baño maría por un periodo de 15 minutos
- Agitar cada 5 minutos
- La temperatura debe ser controlada de 95 °C a 100 °C
- Dejar reposar a temperatura ambiente
- El pH se va a elevar de 7 a 7.7 adicionando 10 cm³ de sodio (NaOH) 0.275
- Con una disolución adicionando 50mg de proteasa en 1 cm³ de buffer de fosfatos
- En cada matraz colocar 0.1 cm³ de la solución proteasa

- Volver a cubrir con el papel aluminio el matraz
- Colocar a baño maría a 60 °C durante 30 minutos
- Agitar muy seguido
- Dejar enfriar a temperatura ambiente
- Adicionar 10 cm³ de ácido clorhídrico al 0.325 N para ajustar el pH a 4
- Colocar 0.1 ml de amiloglucosidasa
- Colocar en la incubadora a 60 °C durante un tiempo de 30 minutos
- Agitar seguido
- Calentar 280 cm³ de etanol a 95% a 60 °C
- Colocar en los matraces, dejar en reposo una hora
- Eliminar el líquido con mucho cuidado que no se vaya los sólidos
- Trasladar los sólidos a un crisol
- Secar en la incubadora a 70 °C durante toda la noche
- Enfriar en el desecador y pesar

Cálculos:

Determinación del blanco

$B = \text{blanco}$, $m_0g = \text{masa del residuo} - PB - CB$

Dónde: - Masa del residuo = promedio de masa del residuo (mg) para la determinación blanco.

PB y CB = masa (mg) de proteína y cenizas, respectivamente en los residuos de los blancos.

Cálculo de fibra dietética total:

$$\% \text{ FDT} = [(\text{masa del residuo} - P - C - B) / \text{masa de la muestra}] \times 100$$

Dónde: $m = \text{masa de la muestra} = \text{promedio de la masa de 2 muestras (mg)}$. -
 $m_1 = \text{masa del residuo} = \text{promedio de las masas de las muestras determinadas en duplicado (mg)}$.

P y C = masa (mg) de proteína y cenizas, respectivamente en los residuos de las muestras. - B = blanco, in dicado (Instituto de salud pública de Chile, 2010).

A continuación, en la siguiente tabla se va a observar los resultados de fibra de los cuatro tratamientos analizados en laboratorio.

Tabla 20. Resultados de Fibra de los tratamientos.

Nombre de los tratamientos	Expresión	Resultados	Unidad
T1.Balanceado comercial (Nutrifort)	Fibra	9,00	%
T2.Balanceado comercial (Nutrifort) 80% Alimento elaborado 20%	Fibra	15,54	%
T3.Balanceado comercial (Nutrifort) 70% Alimento elaborado 30%	Fibra	16,30	%
T4.Balanceado comercial (Nutrifort) 60% Alimento elaborado 40%	Fibra	17,43	%

En la siguiente tabla, se puede observar los resultados realizados en el laboratorio de los cuatro tratamientos analizados.

Tabla 21. Tabla general de todos los resultados de laboratorio.

Expresión	Unidad	T1.	T2.	T3.	T4.
Fibra	%	9,00	15,54	16,30	17,43
Proteína	%	20,10	19,28	18,75	18,00
Humedad	%	13,00	12,56	12,20	11,20
Ceniza	%	8,20	6,45	5,20	4,10
Carbohidratos	%	41,30	44,45	46,98	49,83
Energía neta	Kcal	272,60	275,98	293,31	288,69
Grasa	%	3,00	2,34	2,11	1,93

Capítulo III Diseño experimental

3.1 Diseño Experimental

Es una herramienta estadística muy utilizada en la realización de proyectos, permitiendo anticipar los acontecimientos que se desean conocer con un mínimo margen de error, y también obtener resultados para saber que tratamiento es el mejor o el peor (PDCA HOME, s.f.).

$$Y_{ij} = u + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Dónde:

U: Parámetro de escala común para los tratamientos

τ_i = Medida global, mide el efecto del tratamiento i

ε_{ij} = Es el error atribuible a la medición Y_{ij}

Y la hipótesis es:

$H_0: u_1 = u_2 = u_3 = u_4 = u$

$H_A: u_i \neq u_j$ para algún $i \neq j$

3.2. Diseño Experimental fase de Laboratorio

3.2.1. ANOVA Simple para grasa por Tratamiento

Variable dependiente: Grasa (%)

Factor: Alimentos para terneras (%)

Número de observaciones: 12

Número de niveles: 4

Este procedimiento realiza un análisis de varianza de un factor para Grasa. Construye varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios de

Grasa para los 4 diferentes niveles de los tratamientos. La prueba-F en la tabla anova determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Las diferentes gráficas le ayudarán a juzgar la significancia práctica de los resultados, así como le permitirán buscar posibles violaciones de los supuestos subyacentes en el análisis de varianza.

A continuación se va a realizar la tabla anova para ver las diferencias de grasa en los 4 tratamientos.

Tabla 22. Anova para Grasa por Tratamiento

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	1,92516	3	0,641719	1040,63	0,0000
Intragrupos	0,00493333	8	0,000616667		
Total (Corr.)	1,93009	11			

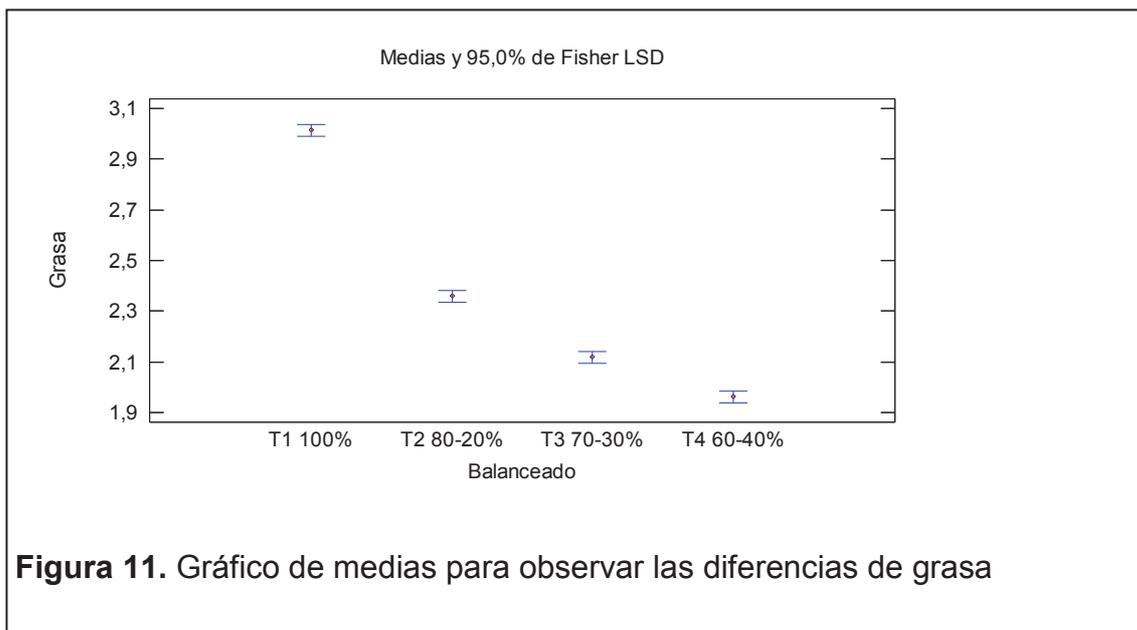
La tabla anova descompone la varianza de Grasa en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 1040,63, es el cociente entre el cuadrado medio, entre-grupos y el cuadrado medio dentro-de-grupos. Ya que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Grasa entre un nivel de alimento y otro, con un nivel del 95,0% de confianza.

A continuación se va a realizar la distribución F de Fisher, para ver con precisión la igualdad de varianzas de parámetros de grasa que tiene una distribución normal (Luis, 2014).

$$F(0.05; 3; 8) = 4,06618056$$

Con un nivel de confianza = 0.95

A continuación se puede observar en el gráfico de medias, dónde el tratamiento 4 es el que menos grasa tiene, seguido del tratamiento 3, tratamiento 2 y tratamiento 1 en el mismo orden mencionado, siendo el tratamiento 1 o comercial el alimento con más grasa.



3.2.2. Anova Simple para fibra por Tratamiento

Variable dependiente: FIBRA (%)

Factor: Alimentos para terneras (%)

Número de observaciones: 12

Número de niveles: 4

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de un factor para fibra. Construye varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios de fibra para los 4 diferentes niveles de los tratamientos. La prueba-F en la tabla anova determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Las diferentes gráficas le ayudarán a observar la significancia práctica de los resultados, así

como le permitirán buscar posibles violaciones de los supuestos subyacentes en el análisis de varianza.

A continuación se va a realizar la tabla Anova para ver las diferencias de Fibra en los 4 tratamientos.

Tabla 23. Anova para fibra por Tratamiento

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	131,578	3	43,8594	1546,16	0,0000
Intra grupos	0,226933	8	0,0283667		
Total (Corr.)	131,805	11			

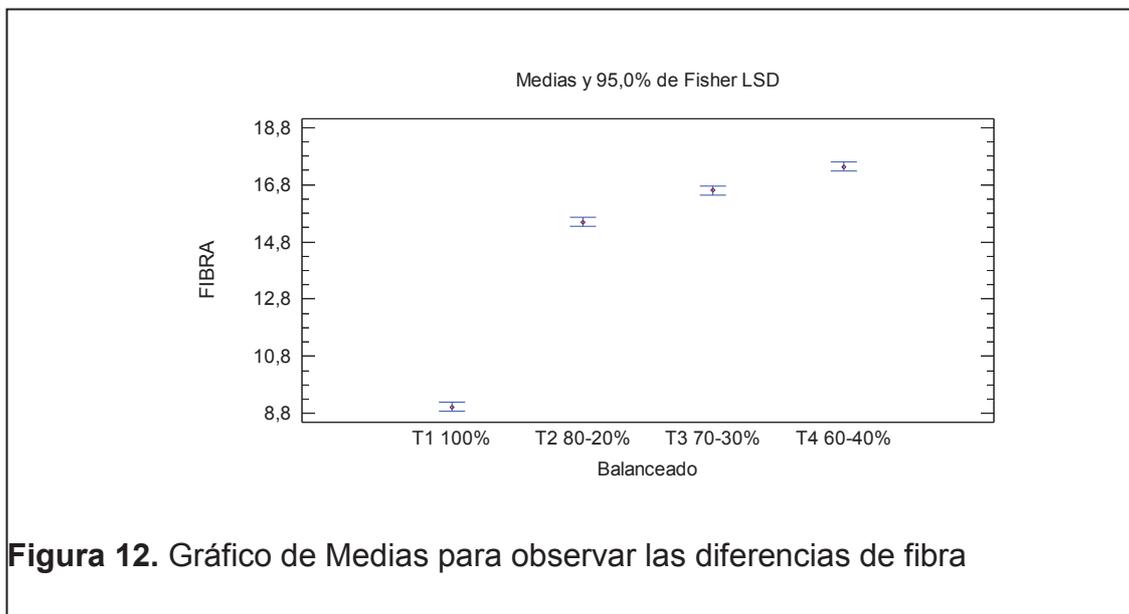
La tabla anova descompone la varianza de fibra en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 1546,16, es el cociente entre el cuadrado medio, entre-grupos y el cuadrado medio dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de fibra entre un nivel de alimento y otro, con un nivel del 95,0% de confianza.

A continuación se va a realizar la distribución F de Fisher, para ver con precisión la igualdad de varianzas de parámetros de fibra que tiene una distribución normal (Luis, 2014).

$$F(0.05; 3; 8) = 4,06618056$$

Con un nivel de confianza = 0.95

A continuación se puede observar en el gráfico de medias, que el tratamiento 4 es el alimento con mayor cantidad de fibra, seguido del tratamiento 3, tratamiento 2 y tratamiento 1 o comercial en el orden mencionado.



3.2.3. Anova simple para carbohidratos por Tratamiento

Variable dependiente: Carbohidratos (%)

Factor: Alimentos para terneras (%)

Número de observaciones: 12

Número de niveles: 4

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de un factor para Carbohidratos. Construye varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios de Carbohidratos para los 4 diferentes niveles de tratamientos. Las diferentes gráficas le ayudarán a juzgar la significancia práctica de los resultados, así como le permitirán buscar posibles violaciones de los supuestos subyacentes en el análisis de varianza.

A continuación se va a realizar la tabla anova para ver las diferencias de grasa en los 4 tratamientos.

Tabla 24. Anova para carbohidratos por Tratamiento

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	115,419	3	38,4731	511,50	0,0000
Intra grupos	0,601733	8	0,0752167		
Total (Corr.)	116,021	11			

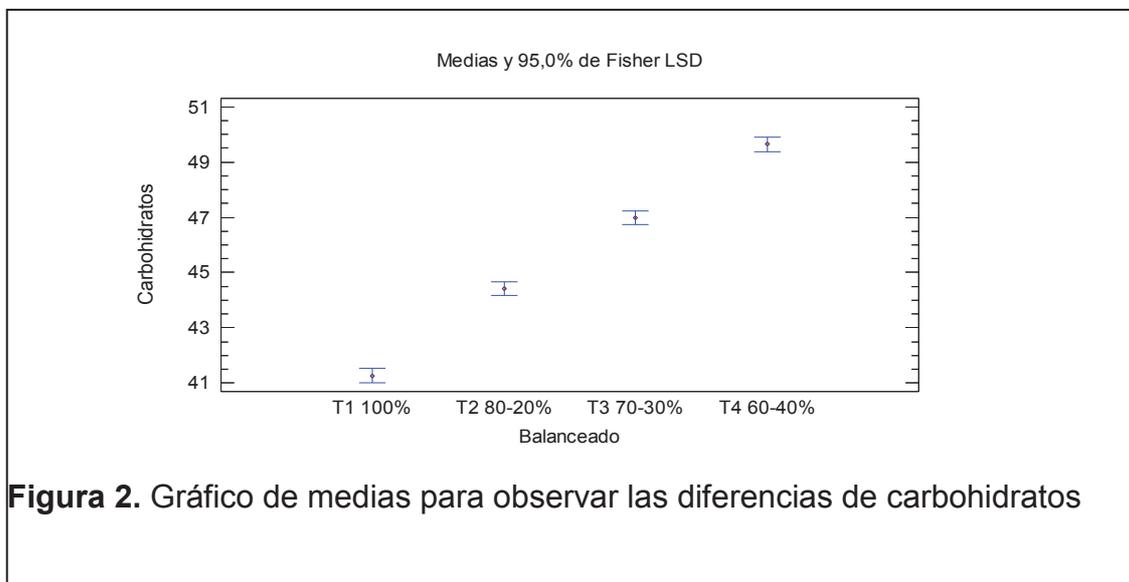
La tabla anova descompone la varianza de carbohidratos en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 511,50, es el cociente entre el cuadrado medio, entre-grupos y el cuadrado medio dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Carbohidratos entre un nivel de Balanceado y otro, con un nivel del 95,0% de confianza.

A continuación se va a realizar la distribución F de Fisher, para ver con precisión la igualdad de varianzas de parámetros de carbohidratos que tiene una distribución normal (Luis, 2014).

$$F(0.05; 3; 8) = 4,06618056$$

Con un nivel de confianza = 0.95

A continuación se puede observar en el gráfico de medias, que el tratamiento 4 es el alimento con mayor cantidad de carbohidratos, seguido del tratamiento 3, tratamiento 2 y tratamiento 1 o comercial en el orden mencionado.



3.2.4 Anova Simple para cenizas por Tratamiento

Variable dependiente: Cenizas (%)

Factor: Alimentos para terneras (%)

Número de observaciones: 12

Número de niveles: 4

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de un factor para cenizas. Construye varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios de Cenizas para los 4 diferentes niveles de los tratamientos. La prueba-F en la tabla anova determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Las diferentes gráficas le ayudarán a juzgar la significancia práctica de los resultados, así como le permitirán buscar posibles violaciones de los supuestos subyacentes en el análisis de varianza.

A continuación se va a realizar la tabla Anova para ver las diferencias de ceniza en los 4 tratamientos.

Tabla 25. Anova para cenizas por tratamiento

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	26,2318	3	8,74392	43,73	0,0000
Intra grupos	1,5996	8	0,19995		
Total (Corr.)	27,8314	11			

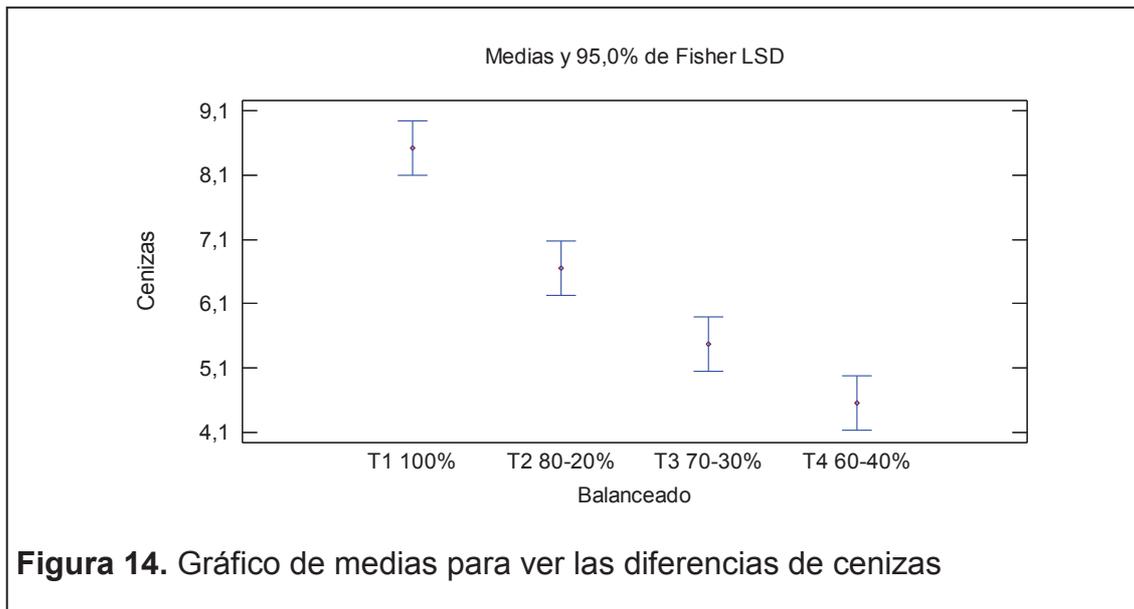
La tabla anova descompone la varianza de cenizas en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 43,73, es el cociente entre el cuadrado medio, entre-grupos y el cuadrado medio dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Cenizas entre un nivel de Balanceado y otro, con un nivel del 95,0% de confianza.

A continuación se va a realizar la distribución F de Fisher, para ver con precisión la igualdad de varianzas de parámetros de cenizas que tiene una distribución normal (Luis, 2014).

$$F(0.05; 3; 8) = 4,06618056$$

Con un nivel de confianza = 0.95

En el siguiente gráfico de medias, se puede observar que el tratamiento 4 es el alimento que tarda menos tiempo en la mufla para volverse cenizas, seguido del tratamiento 3, tratamiento 2, y tratamiento 1 o comercial en el orden mencionado.



3.2.5. Anova Simple para humedad por Tratamiento

Variable dependiente: Humedad (%)

Factor: Alimentos para terneras (%)

Número de observaciones: 12

Número de niveles: 4

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de un factor para humedad. Construye varias pruebas y gráficas para analizar los valores medios de Humedad para los 4 diferentes niveles de los tratamientos. La prueba-F en la tabla anova determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Las diferentes gráficas le ayudarán a ver la significancia práctica de los resultados,

así como le permitirán buscar posibles violaciones de los supuestos subyacentes en el análisis de varianza.

A continuación se va a realizar la tabla Anova para ver las diferencias de Humedad en los 4 tratamientos.

Tabla 26. Anova para Humedad por Tratamiento.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	3,19836	3	1,06612	18,76	0,0006
Intra grupos	0,454733	8	0,0568417		
Total (Corr.)	3,65309	11			

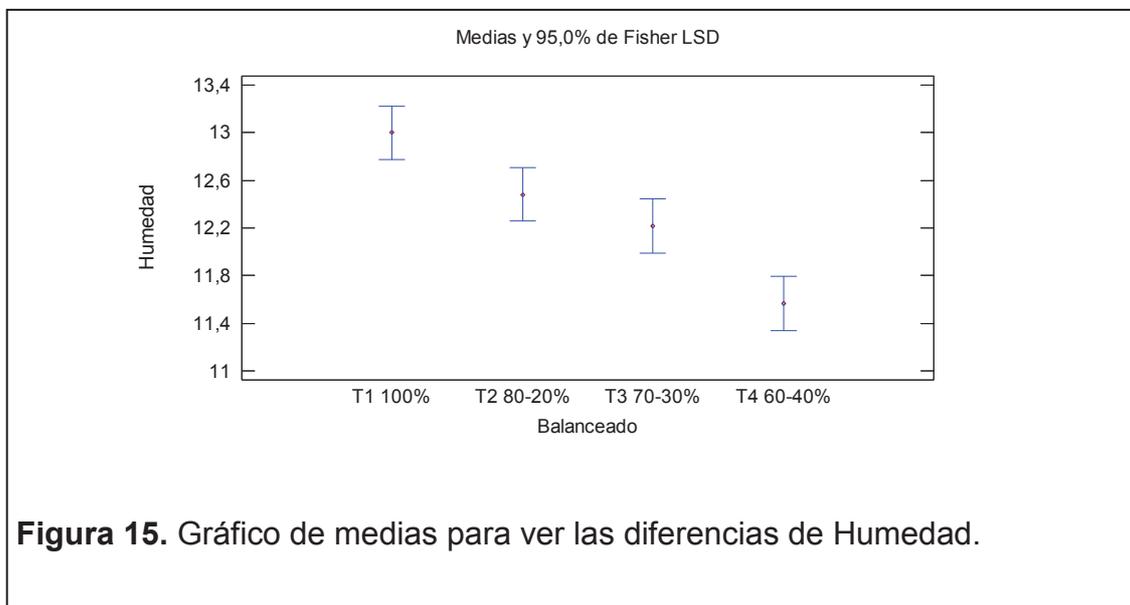
La tabla anova descompone la varianza de humedad en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 18,76, es el cociente entre el cuadrado medio, entre-grupos y el cuadrado medio dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Humedad entre un nivel de Balanceado y otro, con un nivel del 95,0% de confianza.

A continuación se va a realizar la distribución F de Fisher, para ver con precisión la igualdad de varianzas de parámetros de humedad que tiene una distribución normal (Luis, 2014).

$$F(0.05; 3; 8) = 4,06618056$$

Con un nivel de confianza = 0.95

En el siguiente gráfico se puede observar, que el tratamiento 1 o comercial es el alimento con más contenido de agua, seguido del tratamiento 2, tratamiento 3 y tratamiento y tratamiento cuarto, en el mismo orden mencionado.



3.2.6. Anova Simple para proteína por Tratamiento

Variable dependiente: Proteína (%)

Factor: Alimentos para terneras (%)

Número de observaciones: 12

Número de niveles: 4

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de un factor para proteína. Construye varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios de Proteína para los 4 diferentes niveles de los tratamientos. La prueba-F en la tabla anova determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Las diferentes gráficas le ayudarán a juzgar la significancia práctica de los resultados, así como le permitirán buscar posibles violaciones de los supuestos subyacentes en el análisis de varianza.

A continuación se va a realizar la tabla Anova para ver las diferencias de proteína en los 4 tratamientos.

Tabla 27. Anova para proteína por tratamiento

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	6,41423	3	2,13808	666,41	0,0000
Intra grupos	0,0256667	8	0,00320833		
Total (Corr.)	6,43989	11			

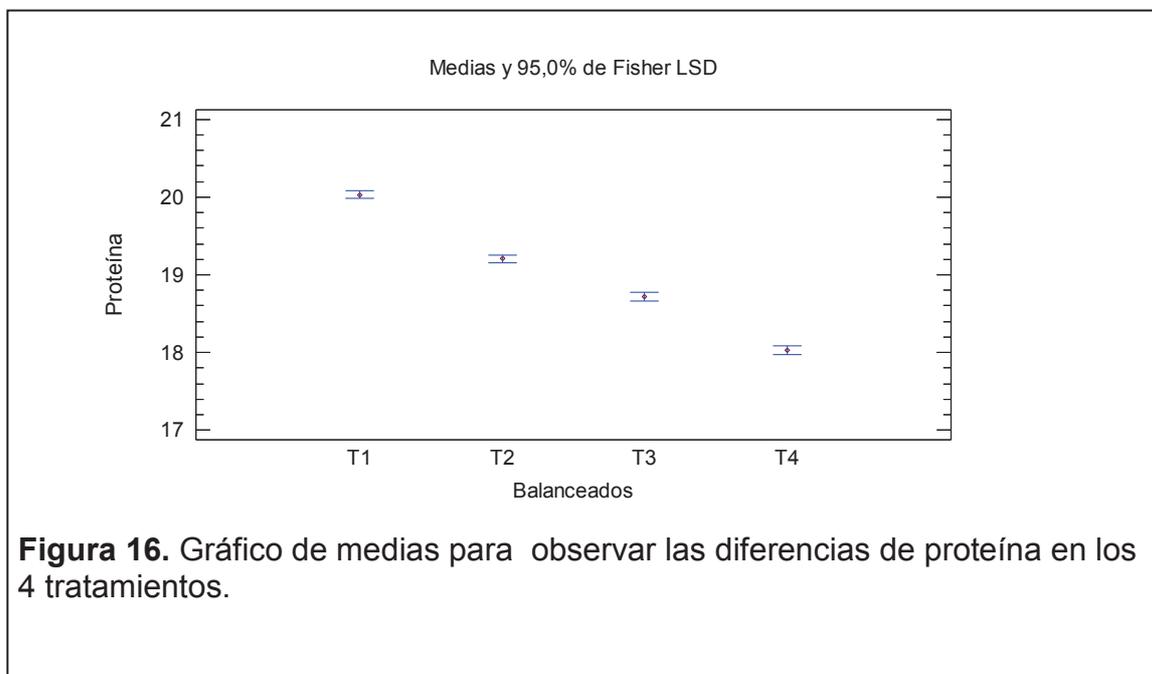
La tabla anova descompone la varianza de proteína en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 666,41, es el cociente entre el cuadrado medio, entre-grupos y el cuadrado medio dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Proteína entre un nivel de balanceados y otro, con un nivel del 95,0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione pruebas de múltiples rangos, de la lista de opciones tabulares.

A continuación se va a realizar la distribución F de Fisher, para ver con precisión la igualdad de varianzas de parámetros de proteína que tiene una distribución normal (Luis, 2014).

$$F(0.05; 3; 8) = 4,06618056$$

Con un nivel de confianza = 0.95

En el gráfico siguiente podemos observar que el tratamiento 1 o comercial, es el alimento con más proteína de todos, seguido del tratamiento 2, tratamiento 3, y finalmente el tratamiento 4 en el orden mencionado.



3.2.7. Anova Simple para energía neta por Tratamiento

Variable dependiente: Energía Neta (Kcal)

Factor: Alimentos para terneras (%)

Número de observaciones: 12

Número de niveles: 4

Este procedimiento realiza un análisis de varianza de un factor para energía neta. Se realizan varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios de energía neta para los 4 diferentes niveles de los tratamientos. La prueba-F en la tabla anova determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Las diferentes gráficas le ayudarán a ver la significancia práctica de los resultados, así como le permitirán buscar posibles violaciones de los supuestos subyacentes en el análisis de varianza.

A continuación se va a realizar la tabla anova para ver las diferencias de energía neta en los 4 tratamientos.

Tabla 28. Anova para energía neta por Tratamiento

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	528,89	3	176,297	15,21	0,0011
Intra grupos	92,7102	8	11,5888		
Total (Corr.)	621,6	11			

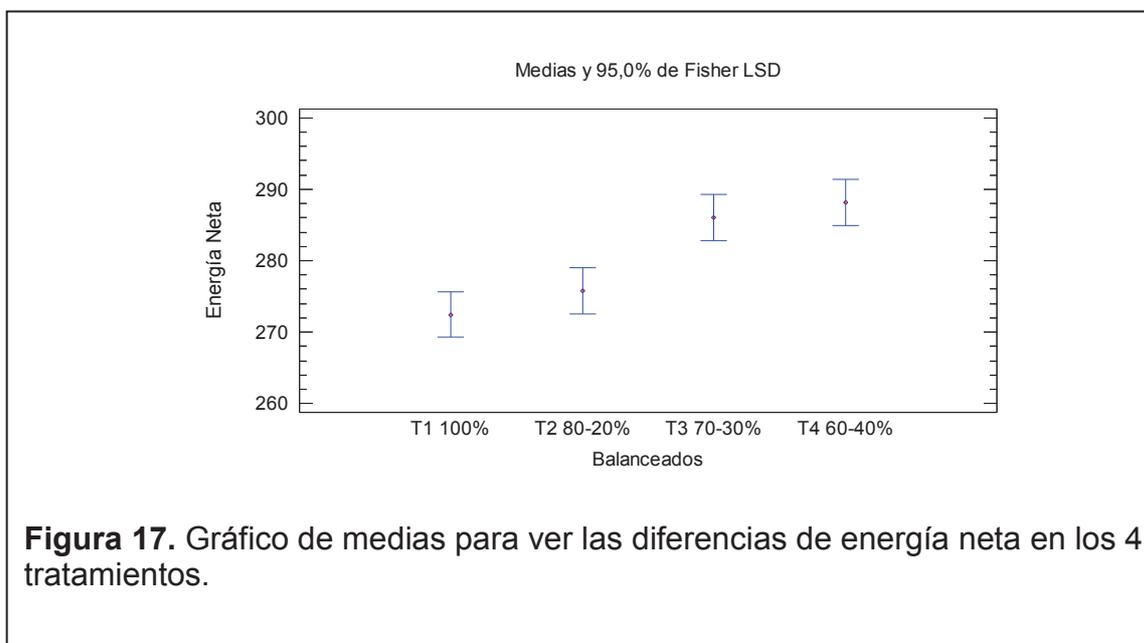
La tabla anova descompone la varianza de energía neta en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 15,21, es el cociente entre el cuadrado medio, entre-grupos y el cuadrado medio dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Energía Neta entre un nivel de Balanceados y otro, con un nivel del 95,0% de confianza.

A continuación se va a realizar la distribución F de Fisher, para ver con precisión la igualdad de varianzas de parámetros de energía neta que tiene una distribución normal (Luis, 2014).

$$F(0.05; 3; 8) = 4,06618056$$

Con un nivel de confianza = 0.95

En el gráfico que esta a continuación, podemos observar que el tratamiento 4 es el alimento con mayor energía neta, seguido del tratamiento 3, tratamiento 2, y finalmente el tratamiento 1 o comercial en el orden mencionado.



3.3. Fase de Campo

3.3.1. Anova Simple para peso por Tratamientos

Variable dependiente: Peso (Kg)

Factor: Alimento para terneras

Número de observaciones: 72

Número de niveles: 4

Este procedimiento realizara un análisis de varianza de un factor para peso. Construye varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios de Peso para los 4 diferentes niveles de los tratamientos. La prueba-F en la tabla anova determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Las diferentes gráficas le ayudarán a ver la significancia práctica de los resultados, así como

le permitirán buscar posibles violaciones de los supuestos subyacentes en el análisis de varianza.

A continuación se va a realizar la tabla anova para ver las diferencias de peso en los 4 tratamientos.

Tabla 29. Anova para peso por tratamientos

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	195,265	3	65,0883	0,10	0,9570
Intra grupos	42263,5	68	621,522		
Total (Corr.)	42458,7	71			

La tabla anova descompone la varianza de peso en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 0,10, es el cociente entre el cuadrado medio, entre-grupos y el cuadrado medio dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Peso entre un nivel de tratamiento y otro, con un nivel del 95,0% de confianza.

A continuación se va a realizar la distribución F de Fisher, para ver con precisión la igualdad de varianzas de parámetros de peso que tiene una distribución normal (Luis, 2014).

$$F(0.05; 3; 68) = 2,73950233$$

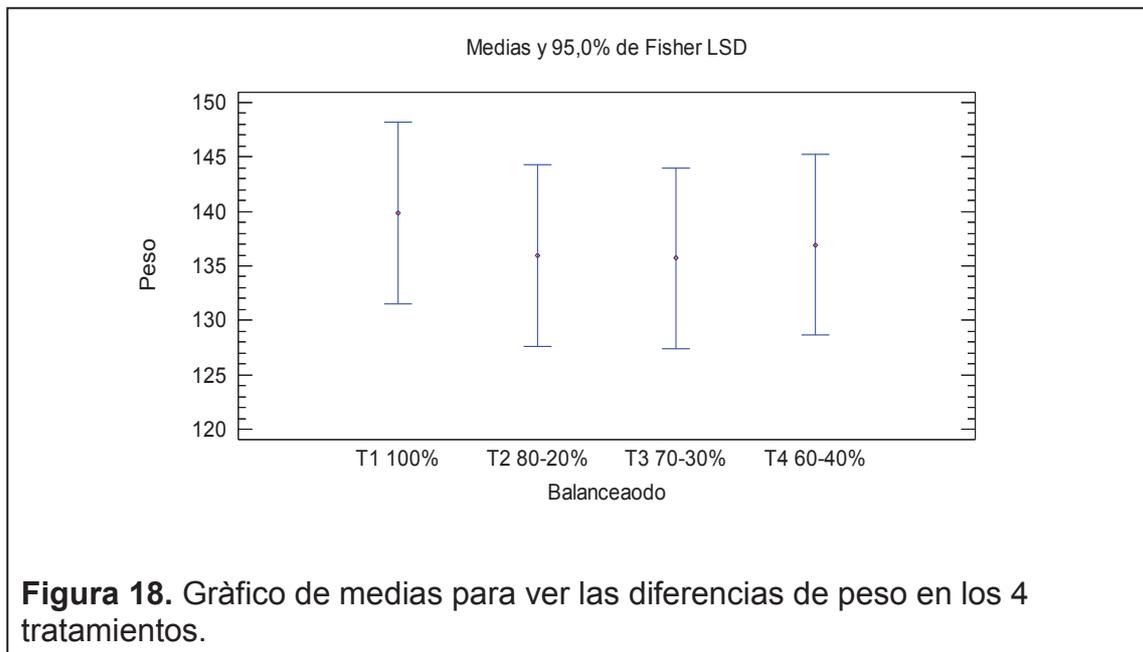
Con un nivel de confianza = 0.95

Tabla 30. Medias para peso por alimentos de terneras con intervalos de confianza del 95,0%

			Error Est.		
<i>Alimentos Terneras</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
T1 100%	18	139,85	5,87614	131,559	148,141
T2 80-20%	18	135,95 9	5,87614	127,668	144,25
T3 70-30%	18	135,70 1	5,87614	127,41	143,992
T4 60-40%	18	136,93 6	5,87614	128,644	145,227
Total	72	137,11 1			

- a. Esta tabla muestra la media de peso para cada nivel de tratamiento. También muestra el error estándar de cada media, el cual es una medida de la variabilidad de su muestreo. El error estándar es el resultado de dividir la desviación estándar mancomunada entre el número de observaciones en cada nivel. La tabla también muestra un intervalo alrededor de cada media. Los intervalos mostrados actualmente están basados en el procedimiento de la diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Están contruidos de tal manera que, si dos medias son iguales, sus intervalos se traslaparán un 95,0% de las veces. Puede ver gráficamente los intervalos seleccionando Gráfico de Medias de la lista de opciones gráficas. En las Pruebas de Rangos Múltiples, estos intervalos se usan para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras.

En el siguiente gráfico de medias, se puede observar que el tratamiento 1 o comercial es el tratamiento con mayor ganancia de peso, seguido del tratamiento 4, tratamiento 3 y tratamiento 2, en el orden mencionado.



3.3.2 Anova Simple para estatura por tratamiento

Variable dependiente: Estatura (Cm)

Factor: Balanceado

Número de observaciones: 72

Número de niveles: 4

Este procedimiento realiza un análisis de varianza de un factor para estatura. Construye varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios de estatura para los 4 diferentes niveles de Balanceado. La prueba-F en la tabla anova determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Si las hay, las pruebas de rangos múltiples le dirán cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Si le preocupa la presencia de valores atípicos, puede elegir la Prueba de Kruskal-Wallis la cual compara las medianas en lugar de las medias. Las diferentes gráficas le ayudarán a juzgar la significancia práctica de

los resultados, así como le permitirán buscar posibles violaciones de los supuestos subyacentes en el análisis de varianza.

A continuación se va a realizar la tabla anova para ver las diferencias de Estatura en los 4 tratamientos.

Tabla 31. Anova para estatura por tratamiento

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	296,547	3	98,849	5,59	0,0017
Intra grupos	1202,91	68	17,6898		
Total (Corr.)	1499,45	71			

La tabla anova descompone la varianza de estatura en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 5,59, es el cociente entre el cuadrado medio, entre-grupos y el cuadrado medio dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de estatura entre un nivel de balanceado y otro, con un nivel del 95,0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione pruebas de múltiples rangos, de la lista de opciones tabulares.

A continuación se va a realizar la distribución F de Fisher, para ver con precisión la igualdad de varianzas de parámetros de estatura que tiene una distribución normal (Luis, 2014).

$$F(0.05; 3; 68) = 2,73950233$$

Con un nivel de confianza = 0.95

Tabla 32. Medias para estatura por tratamiento con intervalos de confianza del 95,0%

			Error Est.		
Balanceado	Casos	Media	(s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
T1 100%	18	97,57	0,991345	96,1712	98,9688
T2 80%	18	102,736	0,991345	101,337	104,135
T3 70%	18	101,833	0,991345	100,434	103,232
T4 60%	18	99,4222	0,991345	98,0234	100,821
Total	72	100,39			

a. Esta tabla muestra la media de estatura para cada nivel de balanceado. También muestra el error estándar de cada media, el cual es una medida de la variabilidad de su muestreo. El error estándar es el resultado de dividir la desviación estándar mancomunada entre el número de observaciones en cada nivel. La tabla también muestra un intervalo alrededor de cada media. Los intervalos mostrados actualmente están basados en el procedimiento de la diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Están contruidos de tal manera que, si dos medias son iguales, sus intervalos se traslaparán un 95,0% de las veces. Puede ver gráficamente los intervalos seleccionando gráfico de medias de la lista de opciones gráficas. En las pruebas de rangos múltiples, estos intervalos se usan para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras.

Tabla 33. Pruebas de múltiple rangos para estatura por tratamiento ya que se observó una diferencia entre los mismos.

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>Balanceado</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T1 100%	18	97,57	X
T4 60%	18	99,422 2	XX
T3 70%	18	101,83 3	XX
T2 80%	18	102,73 6	X

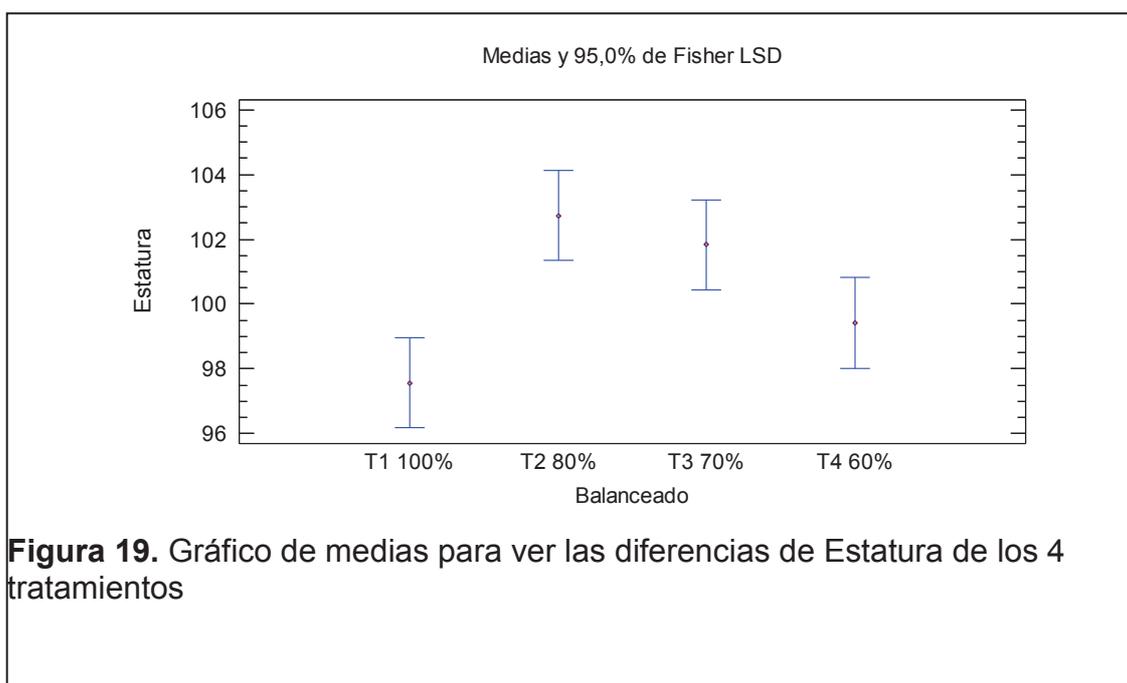
<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T1 100% - T2 80%	*	-5,16611	2,7976
T1 100% - T3 70%	*	-4,26278	2,7976
T1 100% - T4 60%		-1,85222	2,7976
T2 80% - T3 70%		0,90333 3	2,7976
T2 80% - T4 60%	*	3,31389	2,7976
T3 70% - T4 60%		2,41056	2,7976

* indica una diferencia significativa.

a. Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 3 pares indica que estos pares

muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 3 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

A continuación se va a presentar el gráfico de medias, donde se puede observar que el tratamiento 2 es el alimento con mayor obtención de ganancia en estatura, seguido del tratamiento 3, tratamiento 4 y finalmente el tratamiento 1 o comercial en el orden mencionado.



3.4. Pruebas estadísticas para la igualdad de la varianza

Aun cuando es frecuente el uso de las gráficas residuales para diagnosticar la desigualdad de la varianza, se han propuesto también varias pruebas

estadísticas. Estas pruebas pueden considerarse como pruebas formales de la hipótesis.

$$H_0: \sigma^2_1 = \sigma^2_2 = \dots = \sigma^2_a$$

H1: El enunciado anterior no es verdadero para la menos σ^2_i

Nivel de significación (α) y nivel de confianza ($1-\alpha$)

$$\alpha = 0,05 \text{ (5\%); } 1 - \alpha = 0,95 \text{ (95\%)}$$

Estadístico de prueba:

$$L = \frac{(n-k) \sum n_i (\bar{V}_i - V_i^2)}{(k-1) \sum \sum \bar{V}_{ij} - V_i^2} \sim F_{(k-1)(n-k)} \quad (\text{Ecuación 5})$$

La estadística de L de Levene es la estadística F de Fisher con (K-1) y (n-k) grados de libertad para el análisis de varianza de la variable V_{ij} definida como un valor absoluto de las diferencias de las observaciones con relación a la mediana en cada uno de los grupos.

Decisión:

Si el valor P es inferior al 0.05 se concluye que existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis de igualdad de varianza de los datos, caso contrario si P es mayor al 0.05 no existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis de igualdad de varianza

3.4.1. Fase de campo

3.4.1.1. Resultados de estatura de las terneras

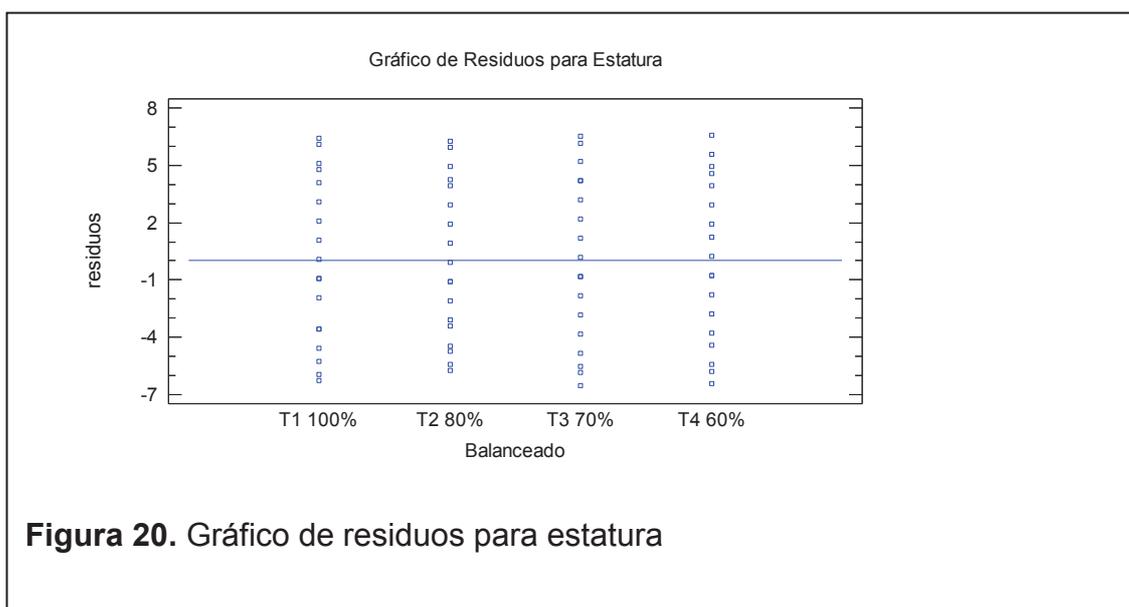
Tabla 34. Verificación de Varianza

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0,0396734	0,989362

El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis para ver la desviación estándar de estatura dentro de cada uno de los 4 niveles de balanceado es la

misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95,0% de confianza.

A continuación se va a presentar el gráfico de residuos para estatura, demostrando que no hay diferencias estadísticas.



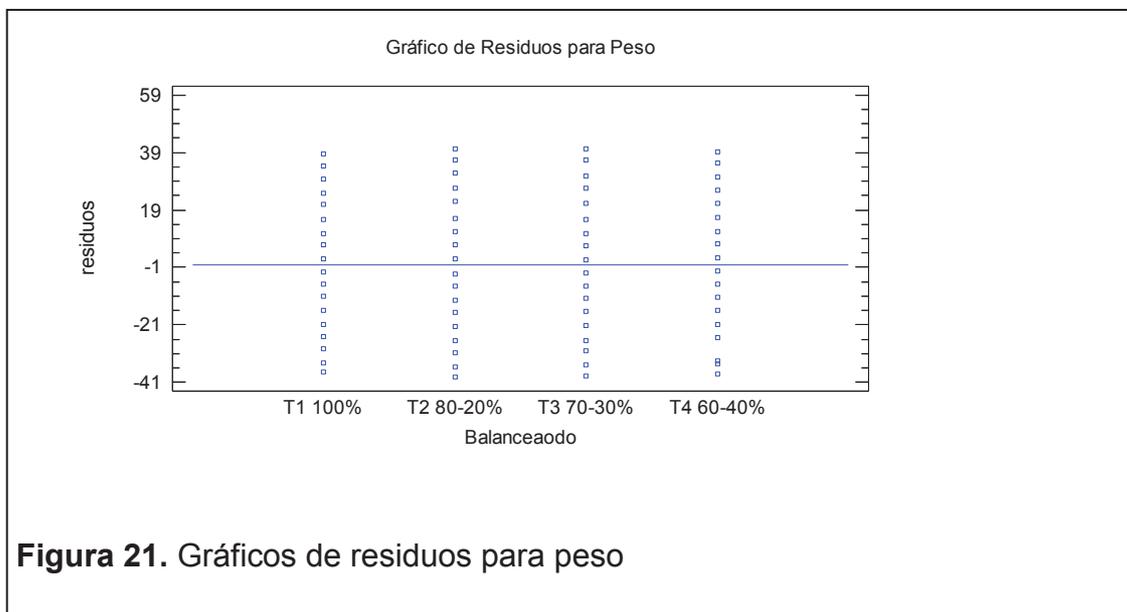
3.4.2. Resultados de peso de las terneras

Tabla 35. Verificación de Varianza

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0,0263917	0,994156

El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis si la desviación estándar de peso dentro de cada uno de los 4 niveles de balanceado es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95,0% de confianza.

A continuación se va a presentar el gráfico de residuos para el peso de las terneras, demostrando que no hay diferencias estadísticas.



3.4.3. Resultados bromatológicos

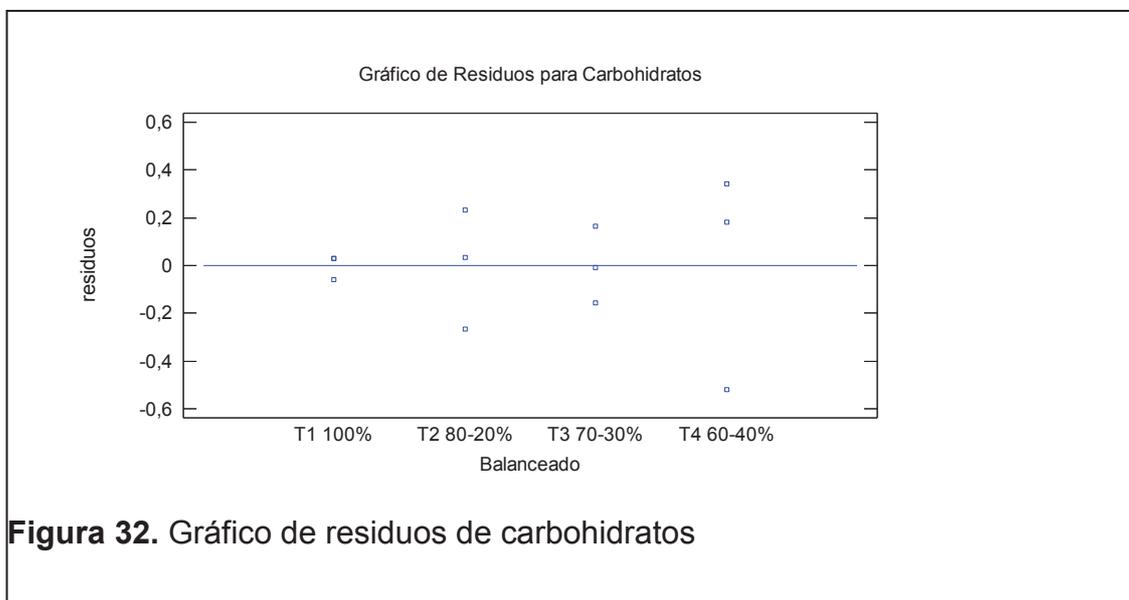
3.4.4. Resultados para carbohidratos

Tabla 36. Verificación de Varianza

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0,832348	0,512641

El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis de si la desviación estándar de carbohidratos dentro de cada uno de los 4 niveles de Balanceado es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95,0% de confianza.

A continuación se va a presentar el gráfico de residuos para grasa, demostrando que no hay diferencias estadísticas.



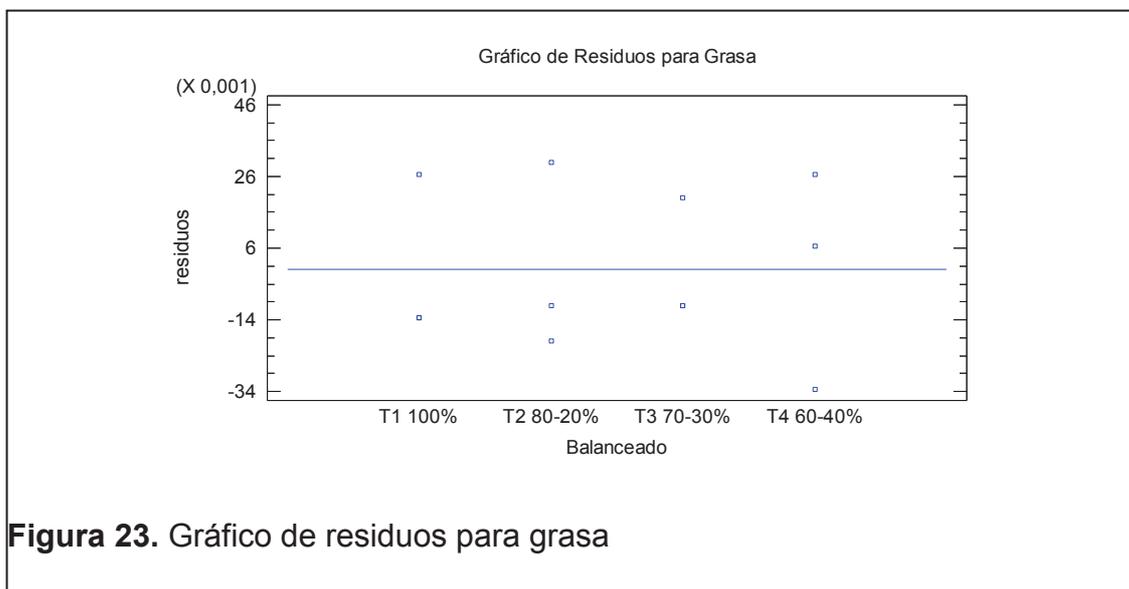
3.4.5. Resultados para grasa

Tabla 37. Verificación de Varianza

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0,133333	0,937455

El estadístico mostrado en esta tabla evalúa si la hipótesis de que la desviación estándar de grasa dentro de cada uno de los 4 niveles de balanceado es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95,0% de confianza

A continuación se va a presentar el gráfico de residuos para grasa, demostrando que no hay diferencias estadísticas.



3.4.6. Resultados para cenizas

Tabla 5. Verificación de varianza

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0,178773	0,907824

El estadístico mostrado en esta tabla evalúa si la hipótesis de la desviación estándar de Cenizas dentro de cada uno de los 4 niveles de balanceado es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95,0% de confianza.

A continuación se va a presentar el gráfico de residuos para cenizas, demostrando que no hay diferencias estadísticas.

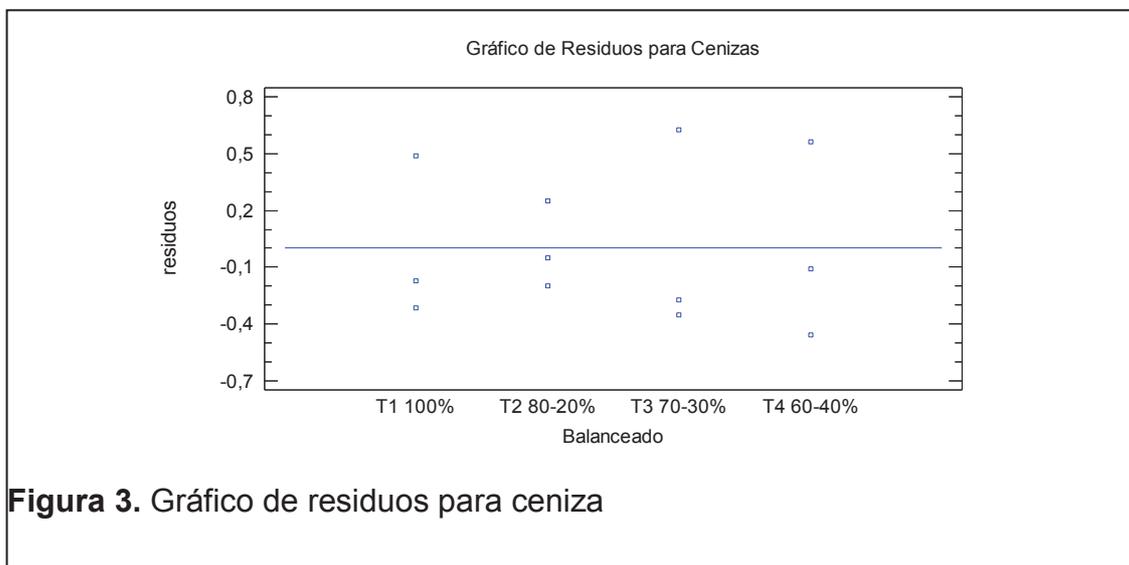


Figura 3. Gráfico de residuos para ceniza

3.4.7 Resultados para proteína

Tabla 6. Verificación de varianza.

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0,481805	0,704

El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis de que si la desviación estándar de proteína dentro de cada uno de los 4 niveles de Balanceados es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95,0% de confianza.

A continuación se va a presentar el gráfico de proteína, demostrando que no hay diferencias estadísticas.

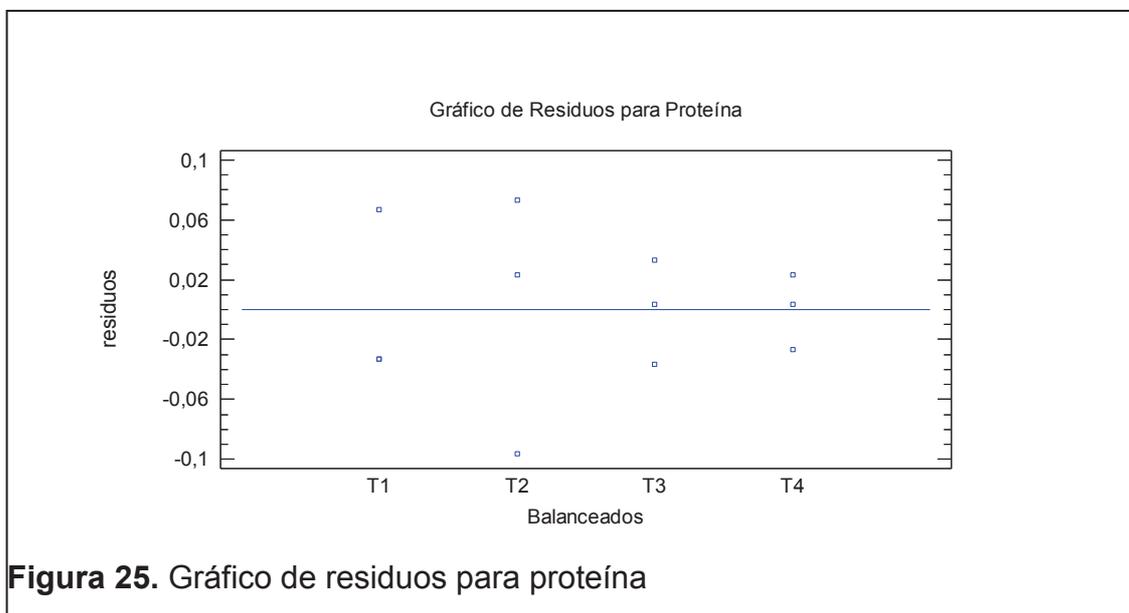


Figura 25. Gráfico de residuos para proteína

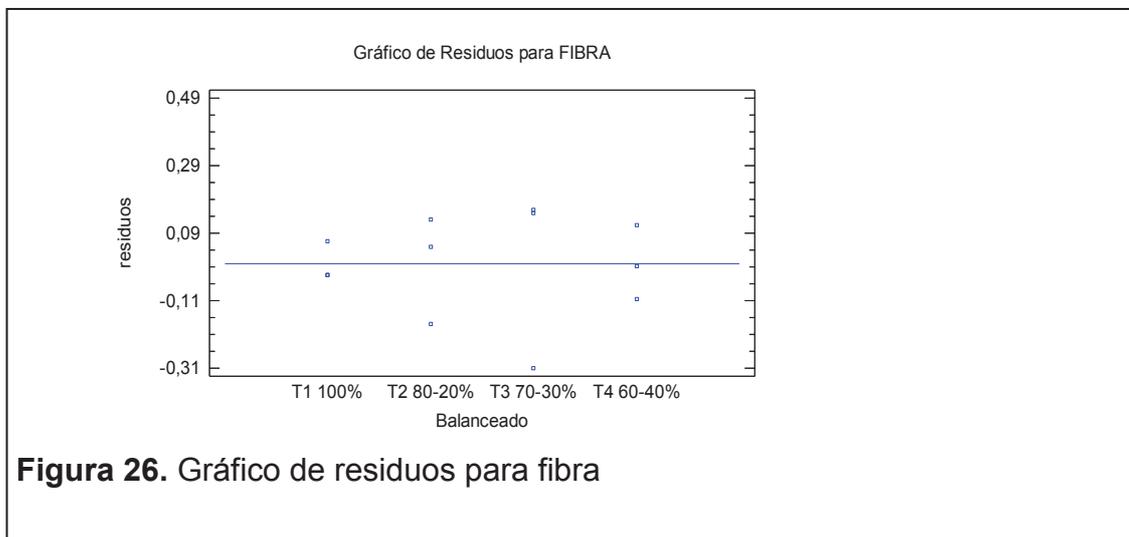
3.4.8. Resultados para fibra

Tabla 40. Verificación de varianza

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0,359467	0,784047

El estadístico mostrado en esta tabla evalúa las hipótesis de que la desviación estándar de fibra dentro de cada uno de los 4 niveles de balanceado y su sustitución por el alimento formulado es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95,0% de confianza.

A continuación se va a presentar el gráfico de fibra, demostrando que no hay diferencias estadísticas.



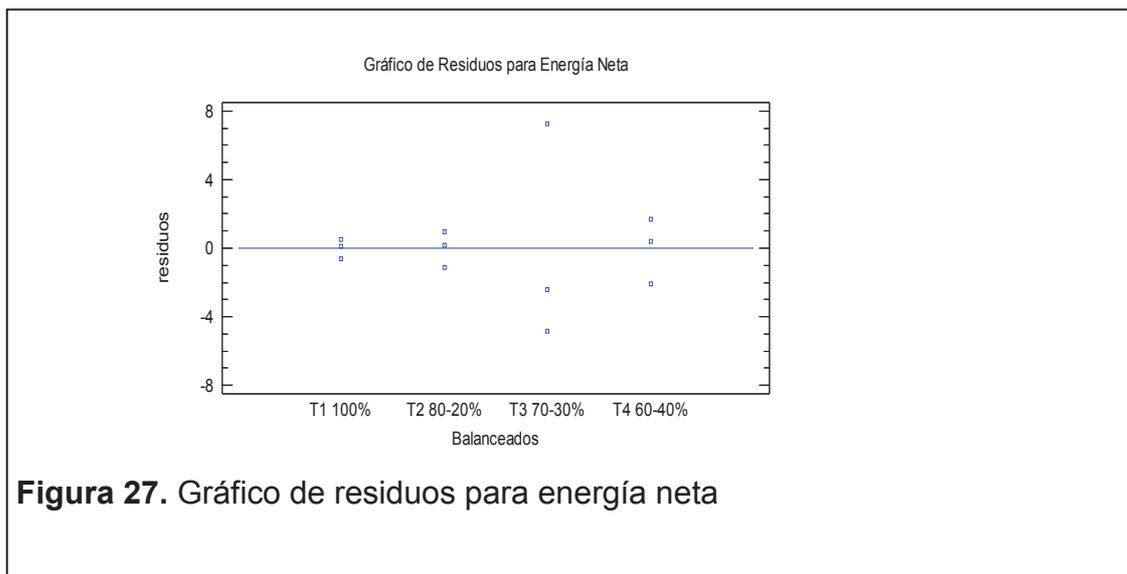
3.4.9. Resultados para energía neta

Tabla 7. Verificación de varianza

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	1,206	0,368107

El estadístico que se observa en esta tabla evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de Energía Neta dentro de cada uno de los 4 niveles de Balanceados es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95,0% de confianza.

A continuación se va a presentar el gráfico de energía neta, demostrando que no hay diferencias estadísticas.



3.4.9.1. Resultados para humedad

Tabla 42. Verificación de varianza

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	1,23592	0,358706

El estadístico que se observa en esta tabla evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de Humedad dentro de cada uno de los 4 niveles de balanceado es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95,0% de confianza.

A continuación se va a presentar el gráfico de humedad, demostrando que no hay diferencias estadísticas.

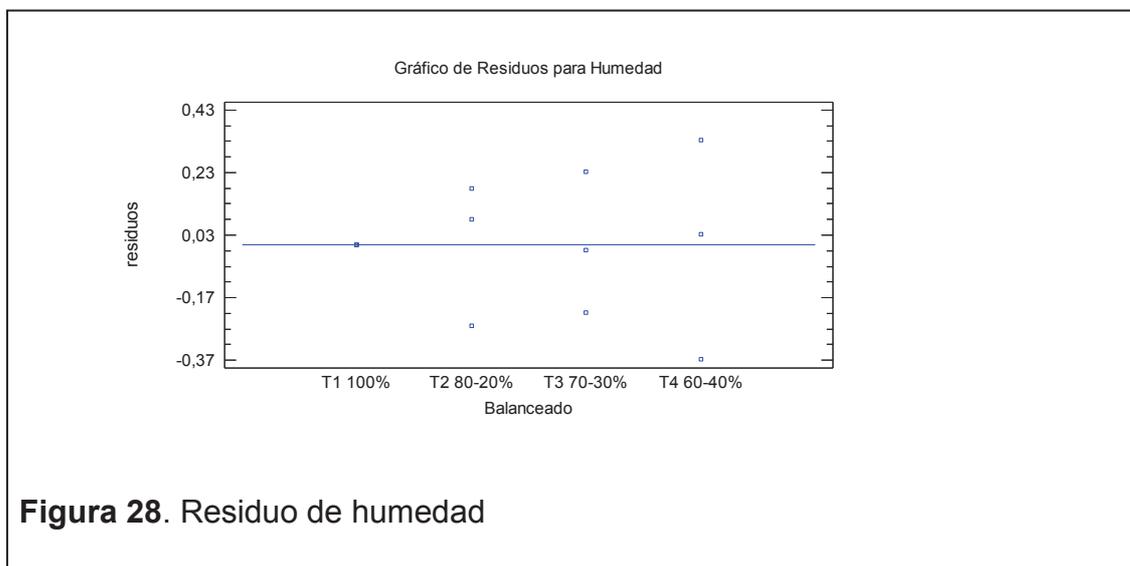


Figura 28. Residuo de humedad

3.5. Resultado para la normalidad

Consideremos una muestra aleatoria de datos X_1, X_2, \dots, X_n que proceden de cierta distribución desconocida denotada por $F(x)$. Ser requiere verificar si dichos datos fueron generados por un proceso normal, mediante las hipótesis estadísticas

H_0 : Los datos proceden de una distribución normal ($F(x)$ es normal).

H_a : Los datos no proceden de una distribución normal ($F(x)$ es normal).

$$W = \frac{1}{(n-1)S^2} \left[\sum_{i=1}^k a_i (X_{(N-I+1)} - X_{(i)})^2 \right] \quad (\text{Ecuación 6})$$

Siendo los valores medios del estadístico ordenado, de variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas, muestreadas de distribuciones normales.

Decisión:

Si el valor P es inferior al 0.05 se concluye sigue una normalidad para rechazar la hipótesis de igualdad de varianza de los datos, caso contrario si P es mayor al 0.05 no sigue una normalidad para rechazar la hipótesis de igualdad de varianza

3.5.1. Fase de campo

3.5.1.1. Pruebas de normalidad para estatura

Tabla 43. Normalidad para estatura

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,963414	0,10489

a. Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si estatura puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Estatura proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

A continuación se presenta el gráfico para estatura de las terneras, donde se observa que se muestra una distribución normal.

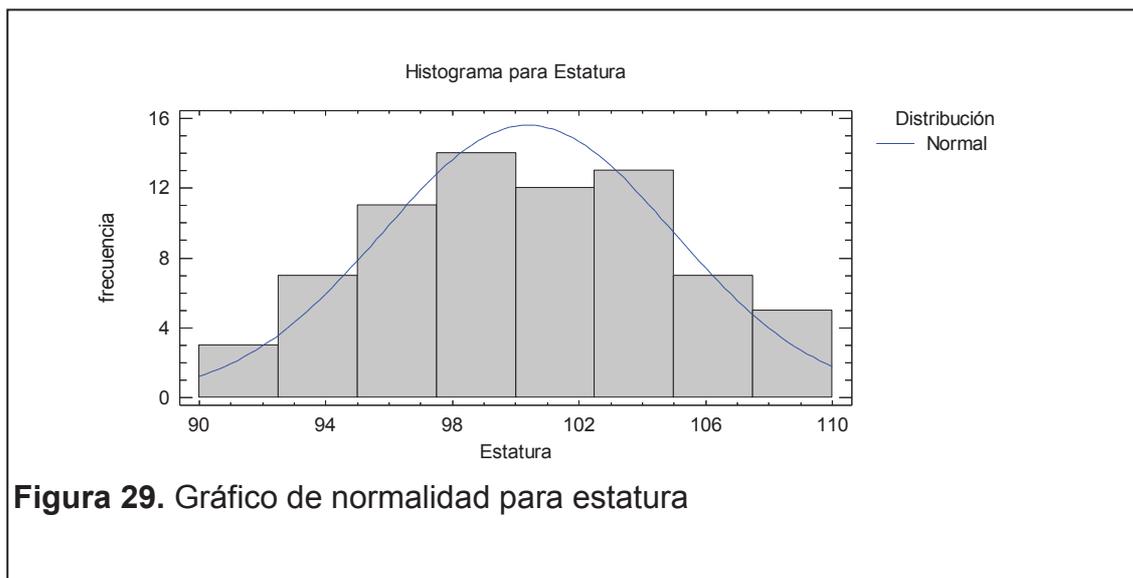


Figura 29. Gráfico de normalidad para estatura

3.5.2. Pruebas de Normalidad para Peso de las terneras

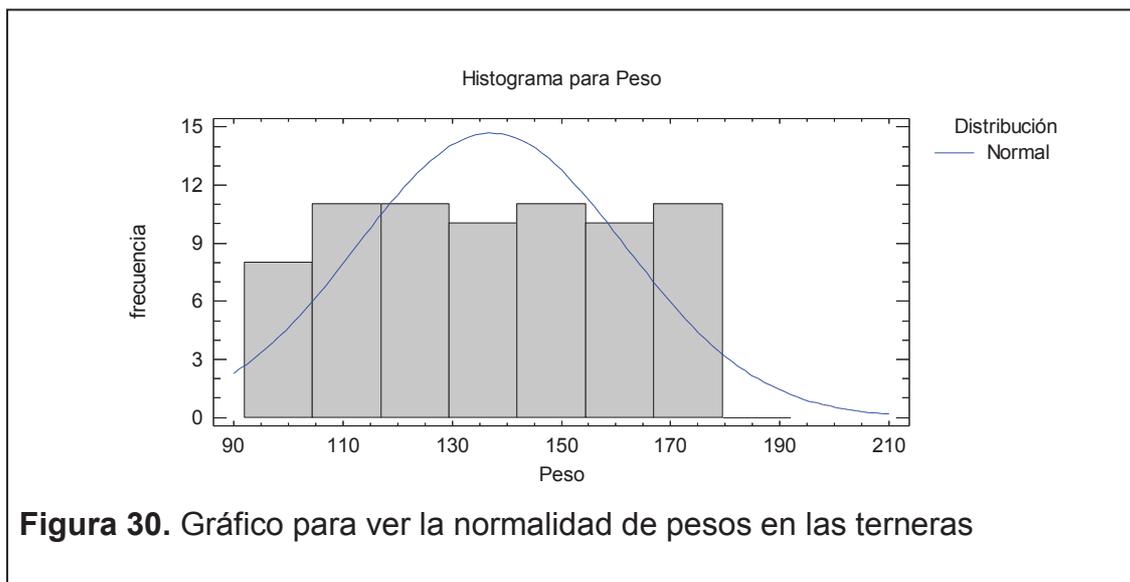
Tabla 8. Normalidad para peso de las terneras.

Prueba	Estadístico	Valor-P
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,931504	0,00077119

a. Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Peso puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es menor a 0,05, se puede rechazar la idea de que Peso proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

A continuación se presenta el gráfico para peso de las terneras, donde se observa que se muestra una distribución normal.



3.6. Análisis bromatológicos

3.6.1. Pruebas de normalidad para carbohidratos

Tabla 45. Normalidad de carbohidratos

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,911697	0,213338

a. Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Carbohidratos puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que carbohidratos proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

A continuación se presenta el gráfico para grasa, donde se observa que se muestra una distribución normal

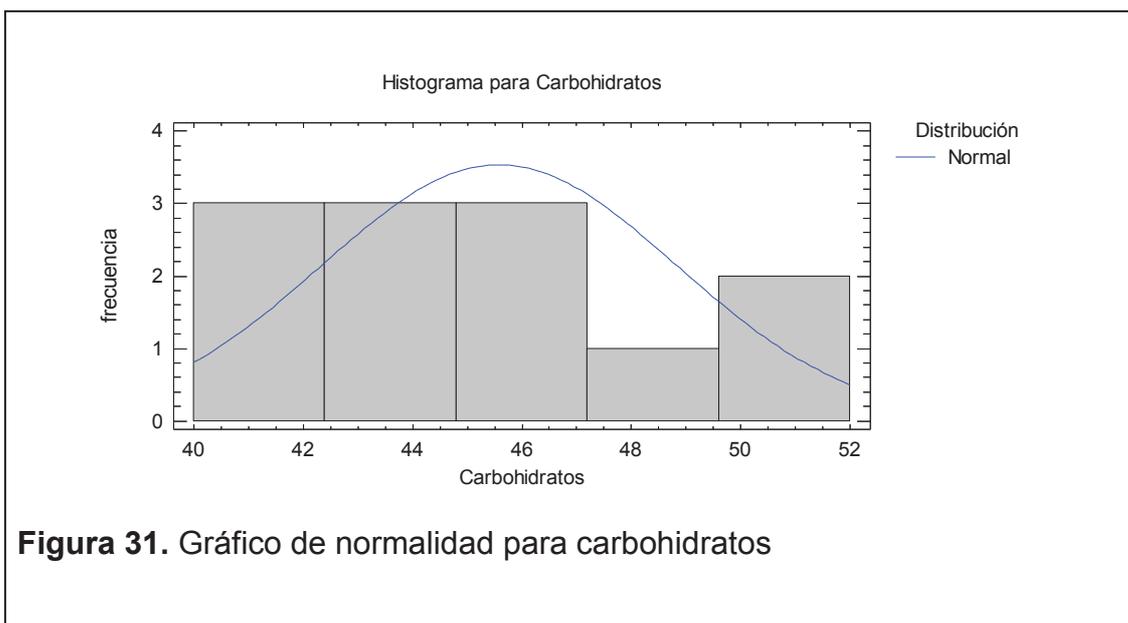


Figura 31. Gráfico de normalidad para carbohidratos

3.6.2. Pruebas de normalidad para grasa

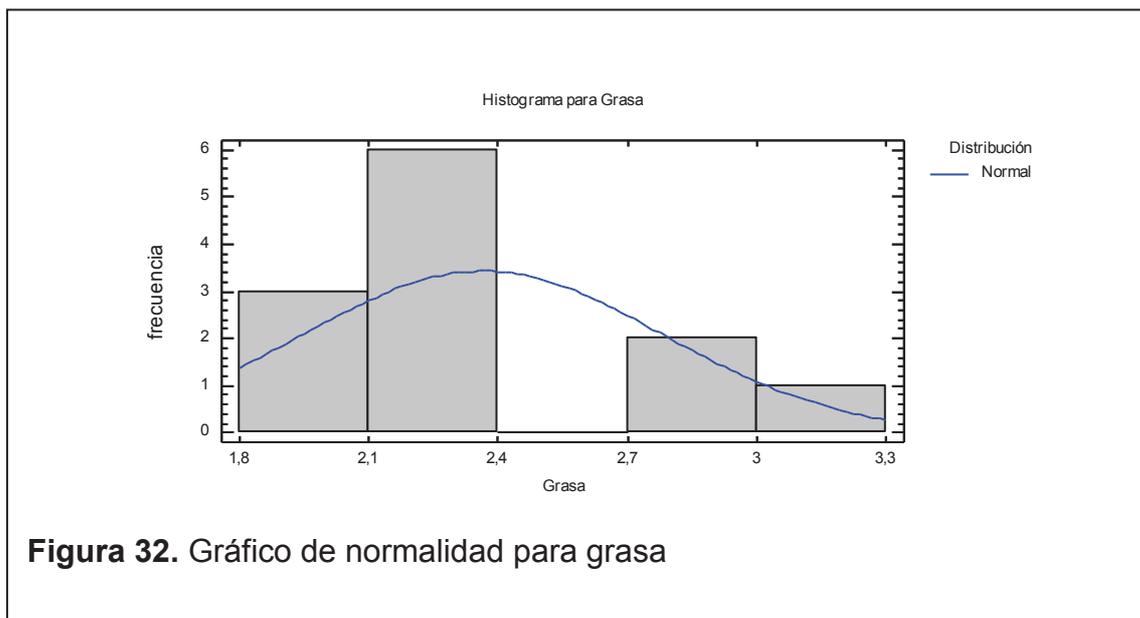
Tabla 46. Normalidad de grasa.

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,826389	0,0169898

a. Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si grasa puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es menor a 0,05, se puede rechazar la idea de que grasa proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

A continuación se presenta el gráfico para grasa, donde se observa que se muestra una distribución normal.



3.6.2.1. Prueba de normalidad para cenizas

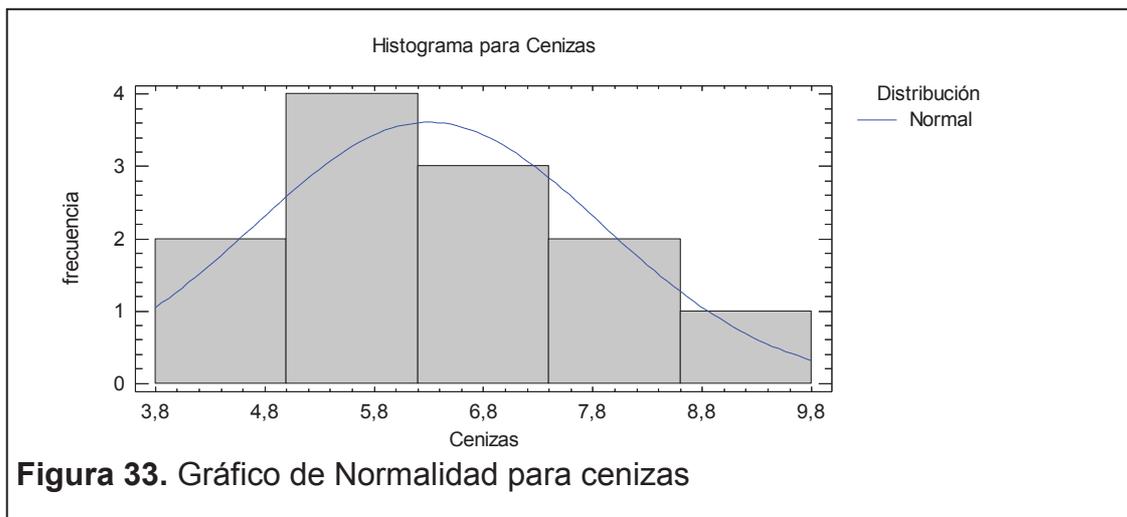
Tabla 47. Normalidad de ceniza.

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,945362	0,529635

a. Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Cenizas puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Cenizas proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

A continuación se presenta el gráfico para cenizas, donde se observa que se muestra una distribución normal



3.6.3. Pruebas de normalidad para proteína

Tabla 48. Normalidad para proteína

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,910805	0,207904

a. Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Proteína puede seguir una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que proteína proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

A continuación se presenta el gráfico para proteína, donde se observa que se muestra una distribución normal

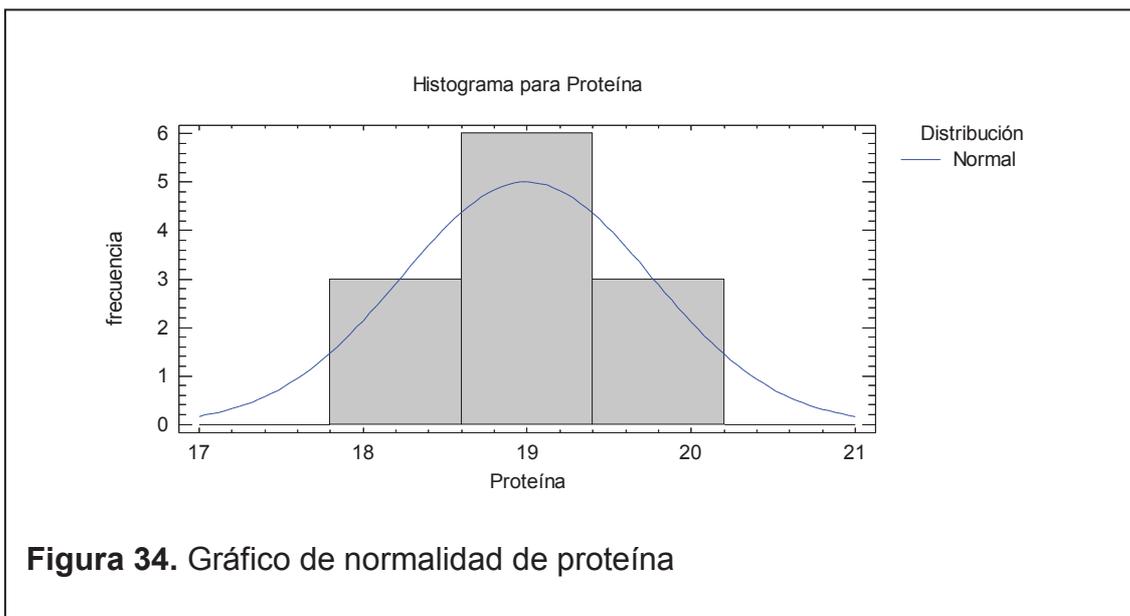


Figura 34. Gráfico de normalidad de proteína

3.6.4. Pruebas de normalidad para residuos de fibra

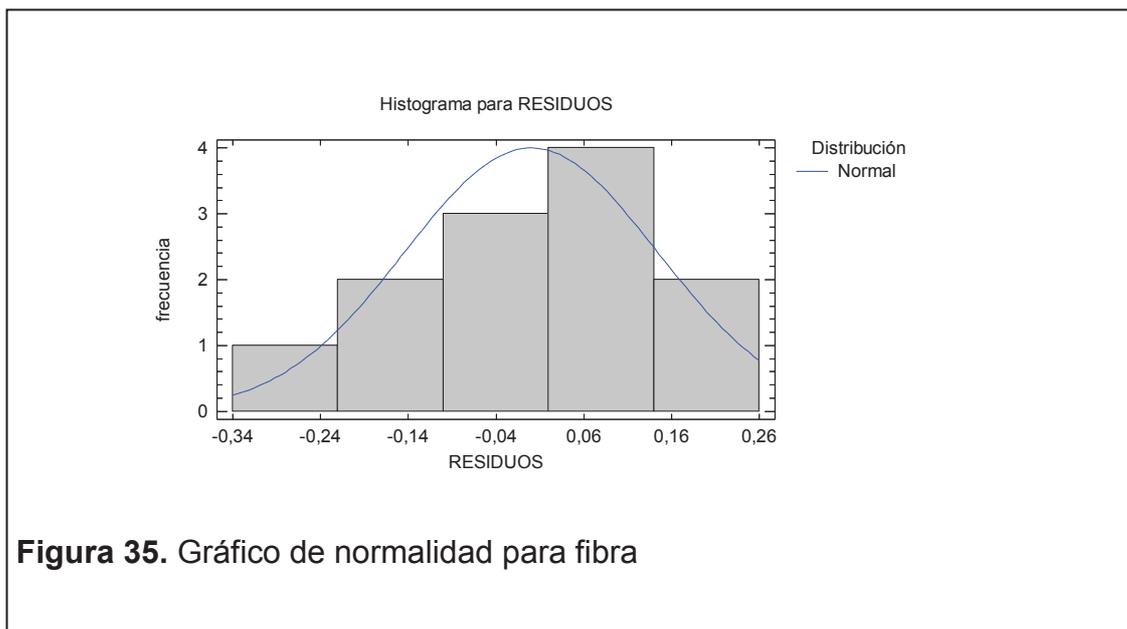
Tabla 49. Normalidad de fibra.

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,920838	0,276942

a. Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si residuos puede decir que sigue una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que residuos proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

A continuación se presenta el gráfico de para fibra, donde se observa que se muestra una distribución normal.



3.6.5. Pruebas de normalidad para energía neta

Tabla 50. Normalidad de energía neta.

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,917382	0,251121

a. Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Energía Neta puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que energía neta proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

A continuación se presenta el gráfico para energía neta, donde se observa que se muestra una distribución normal

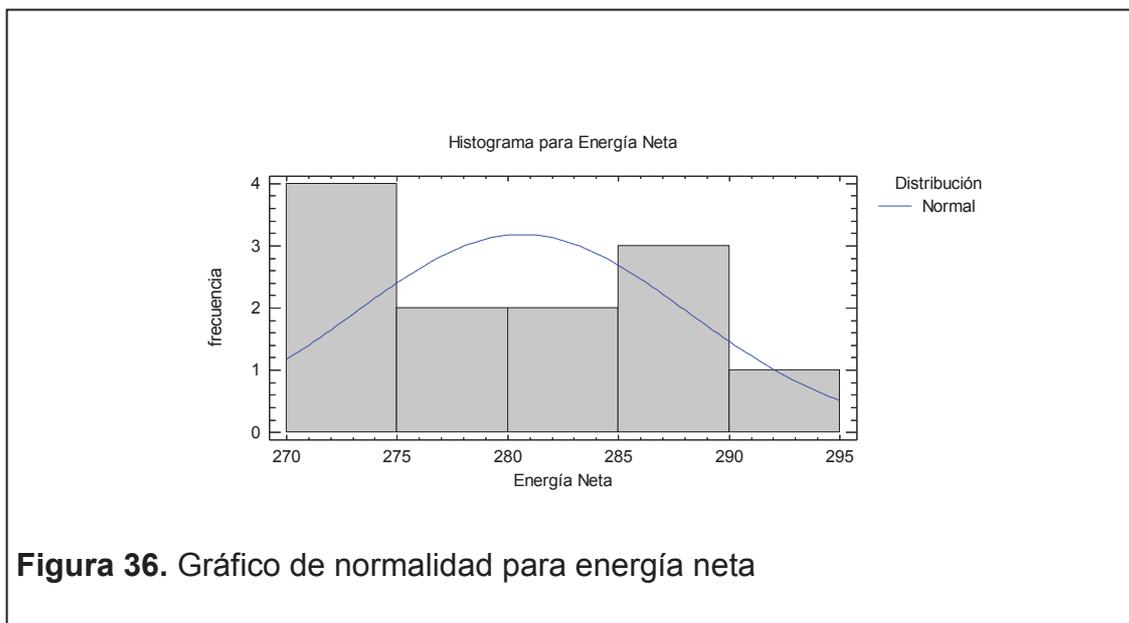


Figura 36. Gráfico de normalidad para energía neta

3.6.6. Pruebas de normalidad para humedad

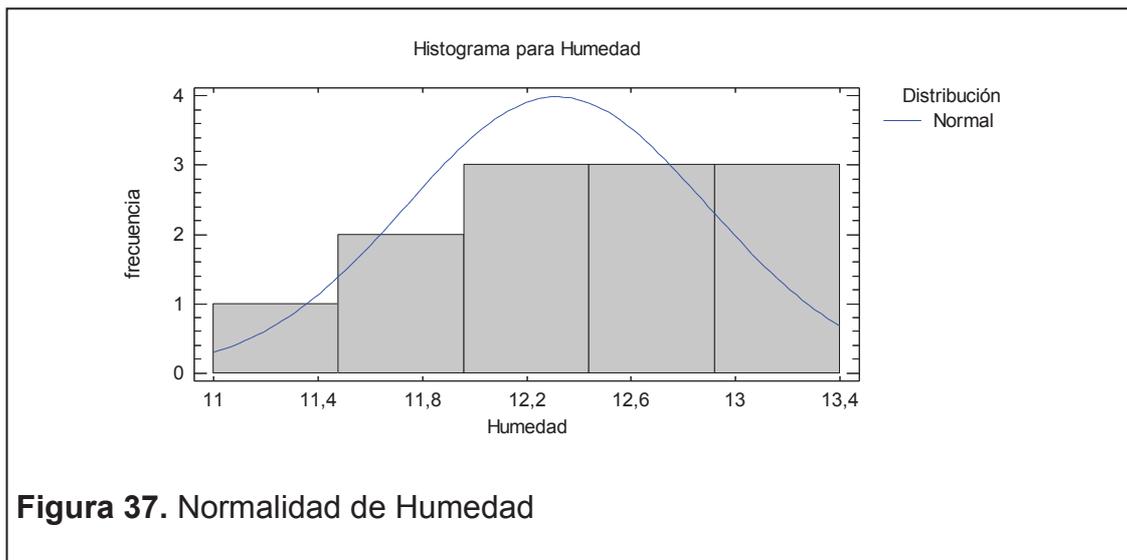
Tabla 51. Normalidad de humedad

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,943656	0,508129

a. Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Humedad puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que humedad proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

A continuación se presenta el gráfico de residuos para humedad, donde se observa que se muestra una distribución normal.



Capítulo IV Análisis Costo Beneficio

4. Método de presupuesto parcial

Para el cálculo del análisis económico del experimento se consideró utilizar la metodología del presupuesto parcial, ya que con este enfoque solamente se toman en consideración los costos asociados con la decisión de usar o no un tratamiento, tal como se menciona en el marco teórico.

4.1. Análisis Costo Beneficio

Este método se debe utilizar para analizar los diferentes costos y beneficios, si se realiza un buen sistema de costo beneficio, podemos asegurarnos en gran parte la viabilidad del proyecto que se va a realizar, aunque existen otros factores que pueden intervenir también como el ejemplo la moral de los empleados, la satisfacción del cliente, la seguridad, las leyes legales, entre otras (Sociedad latinoamericana para la calidad s.f.).

4.2. Costo de las materias primas para el alimento formulado

El costo del maíz, melaza, grasa de paso y las pacas de heno para la formulación se describe a continuación:

Tabla 52. Costos de las materias primas para el alimento formulado.

Insumos	Unidad	Utilizado %	Cantidad (kg)	Subtotal (\$)
Melaza	Caneca (26.25Kg)	5%	1,6	0,64
			Costo por Caneca	10
			Costo por Kg	0,3809
Grasa de paso	Saco (40kg)	1%	0,4	0,2283
			Costo por sacco	22,83
			Costo por Kg	0,57075
Pacas de heno	Saco (28kg)	7	28	10
Mano de obra	Hora	1,66	1	1,66
Transporte	Flete	1	1	1
Envase	Unidad	0,20	1	0,20
			Costo por sacco	22,83
			Costo por Kg	0,57075
Insumos	Unidad	Utilizado %	Cantidad (kg)	Subtotal (\$)
Maíz	Saco (40kg)	24%	9,6	4,8
			Costo por sacco	20
			Costo por Kg	0,50

4.3. Costo de los tratamientos

Previamente se estableció el cálculo del alimento formulado al ciento por ciento, como base para el cálculo de los tratamientos que sustituirían al balanceado comercial como se indica en la tabla siguiente:

Tabla 53. Costos del Alimento elaborado 100% (Pellet)

Insumos	Unidad	Utilizado %	Costo kg (\$)	Cantidad (kg)	Subtotal (\$)
Maíz	Kg	100%	0.50	9.6	4.80
Melaza	Kg		0,3809	2	0.7619
Grasa de paso	Kg		0,57075	0.4	0.2283
Pacas de heno	Kg		0,3521	28	9.86
Peletizado	Kg		0.0125	40	0.50
			Costo por saco		16.1502
			Costo por Kg		0.4037

El costo del Alimento elaborado es de 16.1502 dólares americanos el saco de 40kg y el costo por Kg es de 0.4037 dólares americanos tal como se muestra en la tabla 53.

El cálculo del tratamiento 1 (Balanceado Comercial) se describe a continuación:

Tabla 54. Costos del T1 (Balanceado Comercial)

T1

Insumos	Unidad	Utilizado %	Costo (\$)	Cantidad (kg)	Subtotal (\$)
Balanceado comercial Nutrifort	Saco (40kg)	100%	22,83	1	22,83
			Costo por saco		22,83
			Costo por Kg		0,57

El costo del balanceado comercial T1 es de 22,83 dólares americanos el saco de 40kg y el costo por kg es de 0.57 dólares americanos tal como se muestra en la tabla 54

El costo del T2 (Balanceado Comercial 80% Alimento elaborado 20%) se describe a continuación:

Tabla 55. Costos del T2 (Balanceado Comercial 80% Alimento elaborado 20%)

Insumos	Unidad	Utilizado %	Costo (\$)	Cantidad (kg)	Subtotal (\$)
Balanceado comercial Nutrifort	Kg	80%	\$ 22,83	0,8	18,264
Maíz	Kg	20%	0.50	1.92	0.96
Melaza	Kg		0,3809	0.4	0.15236
Grasa de paso	Kg		0,57075	0.08	0.04566
Pacas de heno	Kg		0,3521	5.6	1.97176
Peletizado	Kg		0.0125	8	0.10
			Costo por saco		21.4937
			Costo por Kg		0.5373

El costo del T2 es de 21,4937 dólares americanos el saco de 40kg y el costo por kg es de 0.5373 dólares americanos tal como se muestra en la tabla 55

El costo del T3 (Balanceado Comercial 70% Alimento elaborado 30%) se describe a continuación:

Tabla 56. Costos del T3 (Balanceado Comercial 70% Alimento elaborado 30%)

Insumos	Unidad	Utilizado %	Costo (\$)	Cantidad (kg)	Subtotal (\$)
Balanceado comercial Nutrifort	Kg	70%	\$ 22,83	0,7	15,981
Maíz	Kg		0.50	2.88	1.44
Melaza	Kg		0.3809	0.6	0.2285
Grasa de paso	Kg		0.57075	0.12	0.06849
Pacas de heno	Kg		0,3521	8.4	2.9576
Peletizado	Kg		30%	0.0125	12
			Costo por saco		20.8255
			Costo por Kg		0.5206

El costo del T3 es de 20,8255 dólares americanos el saco de 40kg y el costo por kg es de 0.5206 dólares americanos tal como se muestra en la tabla 56

El costo del T4 (Balanceado Comercial 60% Alimento elaborado 40%) se describe a continuación:

Tabla 57. Costos del T4 (Balanceado Comercial 60% Alimento elaborado 40%).

Insumos	Unidad	Utilizado %	Costo (\$)	Cantidad (kg)	Subtotal (\$)
Balanceado comercial Nutrifort	Kg	60%	\$ 22,83	0,6	13.698
Maíz	Kg	40%	0.50	3.84	1.92
Melaza	Kg		0,3809	0.8	0.3047
Grasa de paso	Kg		0,57075	0.16	0.09132
Pacas de heno	Kg		0,3521	11.2	3.9435
Peletizado	Kg		0.0125	16	0.2
				Costo por saco	
			Costo por Kg		0.5039

El costo del T4 es de 20.1575 dólares americanos el saco de 40kg y el costo por kg es de 0.5039 dólares americanos tal como se muestra en la tabla 57.

4.4 Análisis económico de los tratamientos

Para realizar el análisis económico previamente se estableció el costo de las materias primas utilizadas para la elaboración del alimento, en base a los costos de cada una de ellas, como se describe en la Tabla 52.

Luego, se analizó las materias primas utilizadas de cada tratamiento en base a los niveles de sustitución establecidos y descritos en las tablas 9.

Para establecer el beneficio costo de cada tratamiento se consideraron las diferencias de ganancias de peso -

En base a lo señalado, se puede observar que en la tabla No. 54 que corresponde al tratamiento 1 (balanceado comercial) el costo de alimento es de \$ 0,57Kg, para el tratamiento 2 es de \$0.53, para el tratamiento 3 es de \$0,52 y el tratamiento 4 es de \$ 0,50.

Finalmente, realizado el análisis de costos por cada tratamiento (T1, T2, T3, T4), como se indica en la tabla 58. Se puede observar que el T4 resulto el más económico, en comparación a los tratamientos restantes.

Tabla 58. Costos de los tratamientos por saco (40kg), y por kg de alimento.

Tratamientos	Costos por saco (40kg)	Costo por kg
Tratamiento 1	\$22,83	\$ 0,57
Tratamiento 2	\$21.49	\$0.53
Tratamiento 3	\$20.82	\$0,52
Tratamiento 4	\$20.15	\$ 0,50

En la siguiente tabla se puede analizar el peso en kg que ganaron las terneras de 3-7 meses de edad, y ver el costo de cada tratamiento de acuerdo al peso promedio ganado por tratamiento durante el experimento, para poder ver cuál es el más rentable.

Tabla 59. Análisis de costos promedios por tratamiento versus su ganancia de peso.

Tratamientos	Costo por kg de alimento	Ganancia de peso Kg	Costo final de los tratamientos, versus ganancia de peso
Tratamiento 1	\$ 0,57	78,00	\$44,46
Tratamiento 2	\$0.53	79,67	\$42,22

Tratamiento 3	\$0,52	79,00	\$41,08
Tratamiento 4	\$ 0,50	77,34	\$38,67

Capítulo V Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

En todos los grupos de terneras en estudio, el consumo de los alimentos utilizados fue total no se registró residuos, lo que demuestra que las características de composición, aspecto del alimento (pellet) y el concentrado comercial, tuvieron una buena palatabilidad, característica fundamental para la ingestión de los mismos en los animales, el mismo que puede verse afectado por condiciones ambientales adversas, sobre todo cuando los animales se manejan bajo condiciones de pastoreo, que en nuestro caso no corresponde.

Bajo estas condiciones, la ganancia media de peso final durante el experimento, para el grupo que solo consumió el balanceado comercial fue de 178,33 Kg, para los tratamientos t2,t3 y t4, con los niveles de sustitución preestablecidos 80% balanceado comercial + 20% de alimento formulado, 70% balanceado comercial + 30% de alimento formulado y 60% balanceado comercial + 40% de alimento formulado, se obtuvieron pesos promedios finales 176,33kg, 176 kg y 176 kg respectivamente, que reflejaron diferencias estadísticas no significativas.

El balanceado comercial solo y la mezcla del balanceado comercial con el alimento formulado (pellet) en los distintos niveles en estudio, demostraron el aporte de nutrientes necesarios para el crecimiento y ganancia de peso de las terneras, sin registrarse pérdida durante el período del experimento.

De acuerdo al análisis bromatológico de los alimentos analizados en el laboratorio, se puede concluir que los resultados obtenidos en todos los tratamientos reúnen los requerimientos nutricionales para las terneras en términos de materia seca, a pesar de encontrarse ligeras diferencias en su

composición con el balanceado comercial, que presenta un valor nutritivo en proteína bruta y grasa ligeramente más alto que los tratamientos 2, 3 y 4, diferencias que al final del experimento no se reflejaron en ganancias de peso.

El alimento formulado (pellet) y balanceado comercial utilizados demostraron proveer los nutrientes apropiados para un metabolismo y digestión adecuados, ya que en ningún momento del experimento los animales evidenciaron anomalías y peor patologías, relacionadas al consumo de estos alimentos y reflejados en el peso final.

En términos de conversión alimenticia reflejada en peso final de los animales, se puede concluir que los tratamientos 2 y 3 con 79,67 y 79 Kg de peso vivo fueron los mejores, en tanto que el tratamiento 1 (balanceado comercial) y el tratamiento 4 fueron similares en esta variable y ligeramente más bajos respecto a los tratamientos 2 y 3, diferencias que no fueron estadísticamente significativas.

Finalmente, se concluye que el tratamiento 4 que es el nivel de sustitución 60% de concentrado y 40% de alimento formulado (pellet), es el más económico respecto a los tratamientos 1, 2 y 3, cuyo costo es de \$ 0,50/ Kg de alimento, esto representa un costo final por alimentación de \$38,67, mientras el tratamiento 1 (balanceado comercial) resultó más caro, con un costo \$ 0,57Kg y de \$43,32, el tratamiento 3 un costo de \$0.53 kg y de \$42,22, y el tratamiento 2 con un costo de \$0,52 y de \$41,08.

5.2. Recomendaciones

En consideración a que los costos por alimentación representa en todo sistema de producción animal lo más costoso, los resultados logrados en este experimento permite recomendar el uso de un nivel de sustitución de concentrado por el alimento formulado (pellet) en los niveles 60% de concentrado y 40% de alimento formulado (pellet), en terneras destetadas entre 3 a 7 mes es de edad, para disminuir los costos por alimentación.

Es importante ampliar más estudios con el uso de los alimentos formulados en este experimento, en terneras en crecimiento a partir de los 7 meses en adelante hasta los 15 a 18 meses de edad, para poder validar con mayor objetividad, los beneficios que se puedan lograr en términos de peso y estatura final, y así obtener una futura vaca de reemplazo, con las características deseables para la explotación ganadera.

El ambiente ejerce un efecto importante en el consumo del alimento, en el metabolismo animal y su respuesta en términos de productos animales (leche, carne y lana), se recomienda el uso de los alimentos utilizados en este experimento en otras condiciones bioclimáticas del país, para validar resultados.

También validar estos resultados en otras combinaciones de sustitución, concentrado por alimento formulado, como por ejemplo una sustitución 50% de concentrado y 50% de alimento formulado (pellet), con el propósito de abaratar aún más los costos por alimentación y su respuesta en el crecimiento de los animales.

Sería interesante realizar investigaciones en animales de engorde para la producción de proteína animal, esto sin duda permitiría disminuir costos por alimentación, y, sería una alternativa para los sistemas de producción animal de carne en el país.

REFERENCIAS

- Alba, F. (s.f.). *Pastos y forrajes*. Recuperado el 19 de abril de 2014, de www.agronomicosalesianopaute.edu.ec/des/modulosdownload.
- Alimentos, A. d. (29 de mayo del 2008). *Determinación de humedad* . Recuperado el 17 de mayo de 2014, de <http://qfbalimentoslaboratory.blogspot.com/2008/10/determinacion-de-humedad.html>.
- Allott, A. (2012). *Biology for the IB diploma*. (A. Amador, Trad.) Glasgow, Great Britain: Oxford.
- Almeida, D. M. (12 de noviembre de 2013). Morfología Espermática. (A. Amador, Entrevistador) Tambillo, Pichincha, Ecuador.
- Almeida, M. (02 de marzo de 2014). Calostro. (J. Amadpr, Entrevistador).
- Almeida, M. (05 de noviembre de 2013). Manejo de terneras. (J. Amador, Entrevistador).
- Almeyda, J. (08 de febrero de 2013). *Manual de manejo y alimentación de vacunos - Parte I: Recría de animales de reemplazo en sistemas intensivos*. Recuperado el 04 de agosto de 2014, de <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-leche/nutricion/articulos/manual-manejo-alimentacion-vacunos-t4664/141-p0.htm>.
- Álvarez Calvo, J. L. (2008). *Bioquímica nutricional y metabólica del bovino en el trópico*. Colombia: Univercidad de Antioquia.
- Andes. (22 de abril de 2013). *Ecuador ya no importará maíz duro amarillo; producción de 2013 convierte al país en autosuficiente*. Recuperado el 18 de abril de 2014, de <http://www.andes.info.ec/es/reportajes/ecuador-ya-no-importara-maiz-duro-amarillo-produccion-2013-convierten-pais-autosuficiente>.

- Andrade, P., Campus, R., y Giraldo, L. (2011). Suplementación y metabolismo de hierro en neonatos bovinos. *Universidad nacional de Colombia* .
- Audesirk, T., Audesirk, G., y Byers, B. (2008). *Biología la vida en la tierra*. México: Pearson.
- Auditorías socios 2011 Afaba. (2011). *Produccion de Alimentos Balanceados*. Recuperado el jueves de septiembre de 2013, de www.afaba.org.
- Bacha, F. (05 de noviembre de 2002). *Nutrición, patología digestiva y salud instestinal rumiantes en cebo; Aspectos prácticos*. Recuperado el 24 de octubre de 2014, de vet.unicen.edu.ar/html/Areas/Patologia%20III/.../2013/02CAP_VIII.pdf.
- Bauza, R. (2012). *Nutrición Animal*. Recuperado el 18 de noviembre de 2014, de rbauza@fagro.edu.uy.
- Biorom. (s.f.). *Estadística aplicada para la bioinformática*. Recuperado el 04 de agosto de 2014, de <http://www.biorom.uma.es/contenido/UIB/bioinfo/index.htm>.
- Cámara Industria Alimentos Balanceados. (22 de Enero de 2013). *Cámara Industria Alimentos Balanceados*. Recuperado el 12 de Mayo de 2013, de www.andi.com.co/pages/comun/infogeneral.aspx?Id=14&Tipo=2.
- Carlos Gómez B., P. (2005). *Crecimiento y desarrollo animal. Evaluaciones prácticas. Relación con fertilidad y potencial de producción lechera*". Recuperado el 18 de 11 de 2013, de tarwi.lamolina.edu.pe/~cgomez/principiosobrenutriciondelternero.ppt.
- Castro, A. *Ganadería de leche*. Costa Rica: asoingraf.
- Cerbggen. (2011). *Wordpress*. Obtenido de <http://cerbggen.wordpress.com/>.
- Chiriboga, J. (27 de noviembre de 2013). Importancia del maiz para la elaboracion de balanceados. (J. Amador, Entrevistador).

- Chiriboga, J. L. (05 de octubre de 2013). El maíz y sus características. (J. Amador, Entrevistador).
- Correa, R., Escobar, J., y Gómez, H. (16 de octubre de 2011). *Diseño conceptual de una máquina peletizadora de alimento para aves de corral para una producción de 1 tonelada diaria*. Recuperado el 12 de abril de 2014, de <http://www.engormix.com/MA-avicultura/manejo/articulos/disenio-conceptual-maquina-peletizadora-t3077/124-p0.htm>.
- CuencaRural. (04 de agosto de 2013). *Técnicas de racionamiento de la alimentación*. Recuperado el 08 de marzo de 2014, de CuencaRural.com.
- Davila. (10 de junio de 2014). Pasto y sus derivados.
- Davila, J. (09 de febrero de 2014). Procesos del Peletizado. (J. Amador, Entrevistador).
- Departamento de producción animal y pasturas Facultad de agronomía-Udelar*. (2013). Recuperado el 18 de noviembre de 2013, de tarwi.lamolina.edu.pe/~cgomez/principiosobrenutriciondelternero.ppt.
- Department, F. S. (s.f.). *Determinación de proteínas por el método kjeldahl*. Recuperado el 23 de mayo de 2014, de <http://www.grupo-selecta.com/notasdeaplicaciones/analisis-alimentarios-y-de-aguas-nutritional-and-water-analysis/determinacion-de-proteinas-por-el-metodo-de-kjeldahl-kjeldahl-method-for-protein-determination>.
- Díaz, D. L., y Roldán, J. C. (2006). *Cultivo de Pastos y Forraje*. Grupo Latino.
- Dr. Carlos Calderón. (2012). Fórmulas de los compuestos. En L. C. Calderón, *Química para el BI nivel medio* (pág. 13). Quito-Ecuador.
- EcuRed. (s.f.). *Manejo de Pastos y Forrajes*. Recuperado el 20 de mayo de 2014, de http://www.ecured.cu/index.php/Manejo_de_Pastos_y_Forrajes.

Énfasis alimentación. (31 de enero de 2013). *Énfasis alimentación*. Recuperado el 14 de junio de 2014, de <http://www.alimentacion.enfasis.com/notas/66093-vacas-pueden-producir-leche-acidos-grasos-omega-3>.

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente Ecapma. (Enero de 2010. Nutrición y alimentación animal. Recuperado el 05 de junio de 2014, de datateca.unad.edu.co/contenidos/.../modulo_nutricion_version_3-2010.p.

Espinoza, J. (Noviembre de 2013). Nutrición y crianza de terneras en haciendas de producción intensiva. (J. Amador, Entrevistador) Conocoto, Pichincha, Ecuador.

FAO Departamento de Agricultura. (s.f.). *Producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición*. Recuperado el 30 de mayo de 2014, de <http://www.fao.org/docrep/010/ah833s/ah833s18.htm>.

Flores, j., Gesche, E., Gonzales, H., y Murúa, R. Archivos de medicina veterinaria. Valdivia: Asociación de medicos veterinarios de chile.

Frick, P. (15 de marzo de 2014). Terneras prerumiantes . (J. Amador, Entrevistador).

García, F., y Gonzales, F. (s.f.). *Avances en nutrición y alimentación de terneros*. Recuperado el 02 de agosto de 2014, de <http://www.monografiasveterinaria.uchile.cl/index.php/MMV/article/view/4828/4713>.

García, V. (6 de marzo de 2003). *Engormix*. Obtenido de <http://www.engormix.com/MA-balanceados/formulacion/foros/definicion-alimentos-balanceados-t965/800-p0.htm>.

- Google. (s.f.). *Google Maps*. Recuperado el 28 de abril de 2014, de <https://maps.google.com.ec/>.
- Gracia, M. D. (2011). *Guía para el Análisis Bromatológico de Muestras de Forrajes*. Recuperado el 14 de noviembre de 2014, de msdegraciagiencianimal.com/Guia%20de%20Lab.pd.
- Guarin, J. F. (03 de noviembre de 2011). *Pastos y Forrajes*. Recuperado el 14 de octubre de 2014, de <http://pastosyforrajesfernandomar911.blogspot.com/2011/11/kikuyo.html>.
- Gutiérrez, J. B. (2000). *Ciencia bromatológica: principios generales de los alimentos*. Madrid: diaz de santos.
- Guzmán, E. (2008). *Metodología para determinación de fibra dietética*. Recuperado el 18 de noviembre de 2014, de web.minsal.cl/portal/url/item/62950a180d2af8f3e04001011e014360.ppt.
- Holmes, C., Brookes, I., Garrick, D., Mackenzie, D., Parkinson, T., y Wilson, G. (2002). *Milk production from pasture principles and practices*. (A. Amador, Trad.) Palmerston north, Nueva Zelanda: Massey university.
- Hoy. (25 de diciembre de 2012). *La producción de maíz cierra el año con el 75% de autoabastecimiento*. Recuperado el 2014 de julio de 2014, de Imagen N012: Cosecha de maíz duro en Ecuador, y principales empresas que lo compran.
- Hoy. (14 de febrero de 2013). *La semilla de maíz duro mejorada llegará a los productores de cuatro provincias*. Recuperado el 10 de julio de 2014, de <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/la-semilla-de-maiz-duro-mejorada-llegara-a-los-productores-de-cuatro-provincias-574182.html>.
- ILSI Argentina. (Octubre de 2006). *Maíz y Nutrición*. Recuperado el 05 de junio de 2014, de Informe sobre los usos y las propiedades nutricionales del

maíz para la alimentación humana y animal:
www.maizar.org.ar/pdf/Revista%20maizar%202.pdf.

Instituto de salud pública de Chile. (2010). *Procedimiento para determinar fibra dietética total*. Recuperado el 28 de junio de 2014, de www.ispch.cl/lab_amb/met_analitico/doc/.../fibradietaria.pdf.

Instituto tecnológico de chihuahua. (s.f.). *Distribución f de Fisher*. Recuperado el 19 de julio de 2014, de <http://www.itch.edu.mx/academic/industrial/estadistica1/cap03c.html>.

Jorge Elizondo Salazar, M. (2008). *Destete temprano en terneras*. Recuperado el 20 de mayo de 2013, de www.personal.psu.edu/.../Destete%20temprano%20en%20terneras.pdf.

Klein, B. G. (2013). *Cunningham's Textbook of Veterinary Physiology*. Elsevier Health Sciences.

La alimentación para la producción de carne bovina. (s.f.). Recuperado el 04 de febrero de 2014, de www.itgganadero.com/docs/itg/docs/monograficos/.../55-68-c.pdf.

Latuz, O. M. (2004). *Comparación entre extruido y pelletizado en alimentos de camarones*. Recuperado el 25 de octubre de 2014, de www.agrowaste.eu/wp-content/.../02/alimentación-animal.pdf.

Luis, J. (26 de julio de 2014). *Prueba de Fisher*. Recuperado el 11 de abril de 2012, de <http://stjose.blogspot.com/2012/04/prueba-de-fisher.html>.

Magaly, D., y Saquipay, B. (2011). Recuperado el 14 de noviembre de 2014, de dSPACE.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3065/1/mv186.pdf.

Mairena, C., y Guillén, B. (Diciembre de 2002). *Curso de Ganadería Bovina*. Recuperado el 08 de abril de 2014, de www.listinet.com/bibliografia-comuna/Cdu636-44A1.pdf.

- Màrquez De Prado, L. O., Santamaría Becerril, O., Coletto Martínez, L. M., y Morales, S. (2010). *Pastos y forrajes*. Recuperado el 20 de agosto de 2014, de www.unex.es/conoce-la-uex/.../eii/.../pastos%20y%20forrajes.pdf.
- Martínez, E. (s.f.). *Bases fisiológicas y nutricionales de la unidad ternero-vaca*. Obtenido de <http://intranet.uach.cl/dw/canales/repositorio/archivos/994.pdf>.
- Mereles, L. (s.f.). *Importancia de la determinación de grasas*. Recuperado el 22 de mayo de 2014, de <http://es.scribd.com/doc/138165239/Analisis-Alimentos-lipidos-postgrado>.
- Mesoamericana, A. (Diciembre de 2012). *Crecimiento y desarrollo ruminal en terneros alimentados con iniciador sometido a diferentes procesos*. Recuperado el 24 de noviembre de 2013, de www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1659-13212012000200013...sci.
- metso. (s.f.). Recuperado el 12 de abril de 2014, de <http://www.metso.com/es/miningandconstruction/mineriyayconstruccion.nsf/WebWID/WTB-090209-22574-582A6?OpenDocument>.
- Navarro, H. (2006). *Manual para producción de leche, para pequeños y medianos productores*. Recuperado el 12 de abril de 2014, de www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR33823.pdf.
- Nicholls, M. A. (2000). *Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. Recuperado el 10 de agosto de 2014, de http://www.unich.edu.mx/wp-content/uploads/2014/01/Altieri%20y%20Nicholls%20Agroecolog%C3%A9%ADa_Biodiversidad.pdf.
- Optek. (s.f.). *Ley de Lambert-Beer*. Recuperado el 24 de mayo de 2014, de http://www.optek.com/es/Lambert_Beer_Law.asp.
- Ordoñez, J. (s.f.). *Evaluación económica de alternativas tecnológicas en doble propósito*. Recuperado el 07 de agosto de 2014, de

<http://www.google.com.ec/url?saEvalEcAltTecDobPro.pdf&eiOvando>, A. C. (Agosto de 2011). Recuperado el 05 de noviembre de 2014, de [dspace.universia.net/.../ManualdeFundamentosyTecnicasdeAnalisisde Ali](http://dspace.universia.net/.../ManualdeFundamentosyTecnicasdeAnalisisdeAli).

Pamela Castro-Flores², J. A.-S. (Febrero de 2012). *Crecimiento y desarrollo ruminal en terneros ali- mentados con iniciador sometido a diferentes procesos*. Recuperado el 10 de mayo de 2014, de www.mag.go.cr/rev_meso/v23n02_0343.pdf.

Parra, D. A. (2008). *Evaluación del potencial forrajero del pasto maralfalfa pennisetum violaceum con diferentes niveles de fertilización de nitrógeno y fósforo con una base estándar de potasio*. Recuperado el 21 de agosto de 2014, de <http://www.google.com.ec/urlsaepg>.

PDCA HOME. (s.f.). *Diseño de experimentos (DOE): Para qué sirve y cómo realizarlo*. Recuperado el 10 de junio de 2014, de <http://www.pdcahome.com/2117/disenio-de-experimentos-para-que-sirve-y-como-realizarlo/>

Plan General de Desarrollo Provincial de Pichincha, s.f. (s.f.). *Cantón Mejía*. Recuperado el 19 de octubre de 2014, de www.pichincha.gob.ec/phocadownload/pgd/.../79_cantonmejia.pdf

Puldo, J. I., y Plaza, J. E. (2002). *Alternativas tecnológicas para la producción competitiva de leche en el trópico alto*. Colombia: Corpóica Ferdegan.

Quiminet. (28 de diciembre de 2009). *Determinación de cenizas en alimentos*. Recuperado el 15 de mayo de 2014, de <http://www.quiminet.com/articulos/determinacion-de-cenizas-en-alimentos-41328.htm>

Relling, A. E., y Mattioli, G. A. (2003). *Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes*. Recuperado el 16 de marzo de 2014, de ecaths1.s3.amazonaws.com/.../fisio%20dig%20rumiantes.pdf.

- Relling, A. E., y Mattioli, G. A. (2003). *Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes*. Edulp.
- Roberto Fenzo T, I. y. (12 de septiembre de 2005). *Grasas de Efecto by-pass en Rumiantes (Primera Parte)*. Recuperado el 02 de marzo de 2014, de <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/nutricion/articulos/grasas-efecto-bypass-rumiantes-t575/141-p0.htm>.
- Silva, H. R. (2011). *Evaluación de diferentes densidades de siembra del Plàntago Lanceolata asociado a una mezcla de especies introducidas*. Recuperado el 26 de septiembre de 2014, de dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/1552/1/17T01068.pdf.
- Sociedad latinoamericana para la calidad s.f. (s.f.). *Anàlisis costo beneficio*. Recuperado el 06 de mayo de 2014, de ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0001/.../Análisis%20Costo%20beneficio.p.
- Universidad Nacional de Luján. (Mayo de 2009). *Diseño de experimentos*. Recuperado el 05 de noviembre de 2014, de www.unlu.edu.ar/~estadistica/D_experimentos.ppt.
- Van Lier, E., y Regueiro, M. (2008). *Digestión en retículo-rumen*. Montevideo, Uruguay: Univercidad de la República.
- Villalobos, L., y Sanchez, J. (26 de febrero de 2010). *Evaluación agronómica y nutricional del pasto ryegrass perenne tetraploide producid en lecherias de las zonas altas de Costa Rica*. Recuperado el 14 de octubre de 2014, de www.mag.go.cr/rev_agr/v34n01_031.pdf.
- Zambrano, A. (s.f.). Producción de maíz en Ecuador. *Elagro* , <http://www.revistaelagro.com/2011/11/24/esponjas-marinadas-fuentes-de-silicio/>.

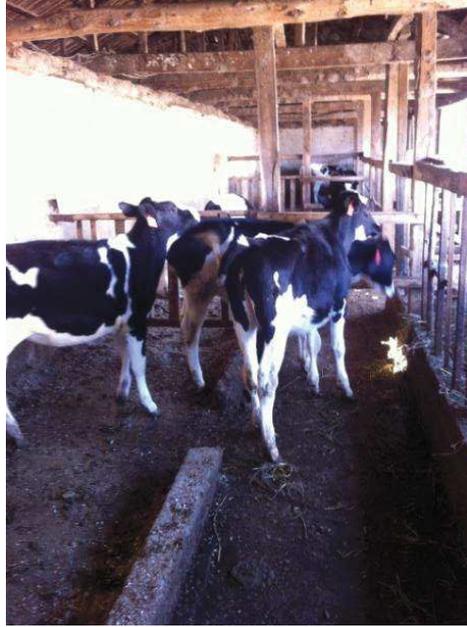
ANEXOS



Anexo 1. Inicio del experimento terneras de 3 meses de edad.



Anexo 2. Medición de peso y estatura a las terneras de 3 meses de edad.



Anexo 3. Fin de experimento terneras de 7 meses de edad.



Anexo 4. Medición de estatura y peso terneras de 7 meses de edad



Anexo 5. Comederos recién puestos los balanceados a las terneras.



Anexo 6. Comederos en el transcurso del día donde se colocaba los alimentos balanceados a las terneras



Anexo 7. Pacas de heno pertenecientes a la hacienda Miraflores a lado izquierdo, y en el lado derecho tenemos a las pacas ya picadas para transportar a la fábrica Winavena



Anexo 8. Elaboración del alimento para terneras en fábrica Winavena



Anexo 9. Elaboración del alimento para terneras lado izquierdo, y en el lado derecho se observa la mezcla del alimento elaborado con el balanceado comercial (Nutrifort



Anexo 10. Análisis bromatológicos de laboratorio elaborados en la
Universidad De Las Américas

Semana	Peso kg	Estatura cm
1	102,33	91,30
2	105,66	91,66
3	110,66	92,33
4	114,66	93
5	119	94
6	124	95
7	128,66	95,66
8	133	96,66
9	137,33	96,66
10	141,66	97,66
11	146,66	98,66
12	150,67	99,67
13	155,67	100,67
14	160,67	101,67
15	164,67	102,33
16	169,67	102,67
17	174	103,66
18	178,33	104

Anexo 11. Tratamiento 1.100% balanceado comercial, promedio de pesos y estaturas de las terneras semanales desde su fase inicial (3meses de edad), hasta su fase final (7 meses de edad)

Semana	Peso kg	Estatura en cm
1	96,66	97
2	100,33	97,33
3	105,33	98
4	109,33	98,30
5	114,33	99,33
6	119,33	99,66
7	123,66	100,66
8	128,33	101,66
9	132,66	101,66
10	138	102,66
11	143	103,66
12	147,30	104,67
13	152	105,67
14	158	106,67
15	162,67	107
16	167,67	107,66
17	172,33	108,66
18	176,33	109

Anexo 12. Tratamiento 2. 80% balanceado comercial, 20% alimento elaborado, promedio de pesos y estaturas de las terneras semanales desde su fase inicial (3 meses de edad), hasta su fase final (7 meses de edad).

Semana	Peso kg	Estatura cm
1	97	95,33
2	100,66	96
3	105,66	96,33
4	109,33	97,00
5	114,33	98
6	119,33	99
7	124	100
8	128,33	101
9	132,66	101
10	137,33	102
11	142,33	103
12	146,33	104
13	151,33	105
14	157	106
15	162,33	106
16	166,67	107
17	172	108
18	176	108

Anexo 13. Tratamiento 3. 70% balanceado comercial, 30% alimento elaborado, promedio de pesos y estaturas de las terneras semanales desde su fase inicial (3meses de edad), hasta su fase final (7 meses de edad).

Semana	Peso kg	Estatura cm
1	98,66	93
2	102,33	93,66
3	106,33	94
4	111,33	95
5	116	95,66
6	121	96,66
7	125,66	97,66
8	130	98,66
9	134,66	98,66
10	139,33	99,66
11	144,33	100,66
12	148,33	101,33
13	153,33	102,33
14	158,33	103,33
15	162,67	104
16	167,33	104,33
17	172,33	105
18	176	106

Anexo 14. Tratamiento 4. 60% balanceado comercial, 40% alimento elaborado, promedio de pesos y estaturas de las terneras semanales desde su fase inicial (3 meses de edad), hasta su fase final (7 meses de edad).

Semana	Peso	T1	T2	T3	T4	Estatura	T1	T2	T3	T4
1	Kg	102,33	96,66	97	98,66	Cm	91,30	97	95,33	93
2	Kg	105,66	100,33	100,66	102,33	Cm	91,66	97,33	96	93,66
3	Kg	110,66	105,33	105,66	106,33	Cm	92,33	98	96,33	94
4	Kg	114,66	109,33	109,33	111,33	Cm	93	98,30	97,00	95
5	Kg	119	114,33	114,33	116	Cm	94	99,33	98	95,66
6	Kg	124	119,33	119,33	121	Cm	95	99,66	99	96,66
7	Kg	128,66	123,66	124	125,66	Cm	95,66	100,66	100	97,66
8	Kg	133	128,33	128,33	130	Cm	96,66	101,66	101	98,66
9	Kg	137,33	132,66	132,66	134,66	Cm	96,66	101,66	101	98,66
10	Kg	141,66	138	137,33	139,33	Cm	97,66	102,66	102	99,66
11	Kg	146,66	143	142,33	144,33	Cm	98,66	103,66	103	100,66
12	Kg	150,67	147,30	146,33	148,33	Cm	99,67	104,67	104	101,33
13	Kg	155,67	152	151,33	153,33	Cm	100,67	105,67	105	102,33
14	Kg	160,67	158	157	158,33	Cm	101,67	106,67	106	103,33
15	Kg	164,67	162,67	162,33	162,67	Cm	102,33	107	106	104
16	Kg	169,67	167,67	166,67	167,33	Cm	102,67	107,66	107	104,33
17	Kg	174	172,33	172	172,33	Cm	103,66	108,66	108	105
18	Kg	178,33	176,33	176	176	Cm	104	109	108	106

Anexo 15. Promedio de pesos y estaturas de las terneras semanales desde su fase inicial (3meses de edad), hasta su fase final (7 meses de edad).

Anexo 16. Cartas de presentación

Carta de certificación

Yo Dr. Marcelo Almeida, médico veterinario especializado en reproducción, certifico que Jorge David Amador Dagama estudiante de la Universidad De Las Américas, ha sido capacitado en crianza del ganado bovino lechero, en especial la crianza de terneras y su nutrición. También ha sido capacitado en los temas de genética de los animales bovinos.

Firma: Dr. Marcelo Almeida

Cédula de identidad: 1705519609

Carta de certificación

Yo José Luis Chiriboga, ingeniero en agronomía, certifico que Jorge David Amador Dagama estudiante de la Universidad De Las Américas ha sido capacitado en los cultivos de maíz, en especial en el maíz duro que es muy utilizado en la alimentación animal bovina

Firma: Ing. José Luis Chiriboga

Cédula de identidad: 0601811672

Carta de certificación

Yo Javier Dávila, ingeniero comercial, dueño y fundador de la empresa Winavena, certifico que Jorge David Amador Dagama estudiante de la Universidad De Las Américas, ha sido capacitado en la elaboración de alimentos balanceados, sus procesos de peletizado, la importancia de las materias primas que tienen relación para su elaboración y los usos de pastos y como afectan en la alimentación bovina lechera.

Firma: Ing. Javier Dávila

Cédula de identidad: 1791752481