# UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

## ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

## CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

# EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN DE POLLINAZA EN RACIONES SUPLEMENTARIAS PARA EL ENGORDE DE TORETES MESTIZOS EN PASTOREO EN EL CANTÓN PIÑAS, PROVINCIA DE EL ORO

*Tesis de grado previa a la obtención del Título de "Médico Veterinario Zootecnista"*


**Autor:**

***Danner Fausto Apolo Torres***

**Director**:

***Dr. Luis Aguirre Mendoza Mg. Sc.***


***Loja – Ecuador***

***2016***

# CERTIFICACIÓN

Dr. Luis Aguirre Mendoza Mg. Sc.

**DIRECTOR DE LA TESIS**

**CERTIFICA:**

Que el trabajo de tesis titulado: **"EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN DE POLLINAZA EN RACIONES SUPLEMENTARIAS PARA EL ENGORDE DE TORETES MESTIZOS EN PASTOREO EN EL CANTÓN PIÑAS, PROVINCIA DE EL ORO",** ejecutado por el egresado Danner Fausto Apolo Torres, previo a la obtención del título de **MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA,** ha sido prolijamente revisado, por tanto se autoriza su presentación, para el trámite correspondiente.

Loja, marzo del 2016

.....

**Dr. Luis Aguirre Mendoza Mg.Sc.**

**DIRECTOR DE TESIS**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

# CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

**"EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN DE POLLINAZA EN RACIONES SUPLEMENTARIAS PARA EL ENGORDE DE TORETES MESTIZOS EN PASTOREO EN EL CANTÓN PIÑAS, PROVINCIA DE EL ORO"**

TESIS PRESENTADA AL TRIBUNAL DE GRADO COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE: **MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNIA**

**APROBADA**

Dr. Ignacio Gómez Orbes Esp. .....
**PRESIDENTE**

Dr. Héctor Castillo Castillo Mg. Sc. .....
**VOCAL**

Dra. Roció del Carmen Herrera H. Mg. Sc. .....
**VOCAL**

# AUTORÍA

Yo, **Danner Fausto Apolo Torres**, declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación del presente Informe de Tesis en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual

**Autor:** Danner Fausto Apolo Torres

**Firma.** .....

**CI.** 0705919264

**Fecha:** Loja, 17 de marzo del 2016

## CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.

Yo, **Danner Fausto Apolo Torres**, declaro ser autor de la Tesis titulada: **EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN DE POLLINAZA EN RACIONES SUPLEMENTARIAS PARA EL ENGORDE DE TORETES MESTIZOS EN PASTOREO EN EL CANTÓN PIÑAS, PROVINCIA DE EL ORO,** como requisito para optar por el **Título de "Médico Veterinario Zootecnista",** autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la Tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 17 días del mes de marzo del 2016, firma el autor.

**Firma:**.....
**Autor:** Danner Fausto Apolo Torres
**Cédula:** 0705919264
**Dirección:** San Roque-Piñas-El Oro
**Correo electrónico:** apolodf55@hotmail.com
**Teléfono:** 3091986
**Celular:** 0988133510

**DATOS COMPLEMENTARIOS**

**Director de tesis:** Dr. Luis Aguirre Mendoza Mg. Sc.
**Presidente:** Dr. Ignacio Gómez Orbes Esp.
**Primer Vocal:** Dr. Héctor Castillo Castillo Mg. Sc.
**Segunda Vocal:** Dra. Roció del Carmen Herrera H. Mg. Sc.

# AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a:

Dios, por darme la vida y las fuerzas suficientes para poder culminar mi carrera, y cumplir con mis sueños.

A mis padres, por su apoyo y guía permanente a lo largo de mi vida y por toda la atención y esfuerzo que emplearon en mi bienestar.

A mi esposa e hijos, por estar conmigo en cada momento y darme las fuerzas para enfrentar a la vida y sus retos.

Al Dr. Luis Aguirre Mendoza Mg. Sc, director de tesis, por su apoyo, confianza y amistad para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A los Docentes de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia por sus sabias enseñanzas, experiencias y consejos impartidos en clases a lo largo de mi carrera.

A los compañeros, que me brindaron su amistad sincera en cada momento.

Gracias a todos ellos he podido culminar con éxito mi carrera profesional.

# DEDICATORIA

*Para empezar un gran proyecto, hace falta valentía,*
*Para terminar un gran proyecto, hace falta perseverancia.*

Dedico este modesto trabajo a Dios y a mi Familia.

A Dios por tenerme con vida para poder cumplir con mis sueños y por darme las fuerzas que necesito para culminar todos mis proyectos.

A mis Padres, quienes son el pilar fundamental en el cual nos apoyamos para seguir adelante a lo largo de la vida; ellos que han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento, depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba, sin dudar ni un solo momento en mi capacidad.

A mi esposa e hijos, porque ellos son parte de mi vida, están apoyándome en cada paso que doy, en cada proyecto que tengo, siendo las fuerzas que necesito para enfrentarme a los retos que tiene la vida.

A mis amigos, compañeros, familiares y todos quienes coadyuvaron al cumplimento de este trabajo y a su vez fueron un soporte muy significativo en mi vida.

# ÍNDICE GENERAL

**CONTENIDO** **PÁG.**

CERTIFICACIÓN ..... ii

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....iii

AUTORÍA…. ..... iv

CARTA DE AUTORIZACIÓN ..... v

AGRADECIMIENTO ..... vi

DEDICATORIA .....vii

ÍNDICE GENERAL.....viii

ÍNDICE DE CUADROS .....xiii

ÍNDICE DE FIGURAS ..... xv

TÍTULO……xvii

RESUMEN.. .....xviii

ABSTRACT .....xix

1. INTRODUCCIÓN ..... 1

2. REVISIÓN DE LITERATURA..... 3

2.1. GANADERÍA BOVINA DE CARNE EN EL ECUADOR ..... 3

2.1.1. Sistemas de Producción Ganadera Bovina en la Provincia de El Oro ..... 4

2.2. RAZA BRAHMAN..... 5

2.2.1. Origen de la Raza Brahman..... 5

2.2.2. Descripción General de la Raza Brahman ..... 5

2.2.3. Crecimiento y Conformación Corporal de la Raza Brahman..... 5

2.3. NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DEL GANADO DE CARNE ..... 6

2.3.1. Fisiología Digestiva del Rumiante ..... 6

2.3.2. Digestión y Metabolismo de los Nutrientes ..... 10

2.3.2.1. Metabolismo ruminal de los hidratos de carbono ..... 10

2.3.2.2. Metabolismo ruminal de los compuestos nitrogenados ..... 13

2.3.3. Requerimientos Nutricionales ..... 16

2.3.3.1. Proteína ..... 16

2.3.3.2. Energía ..... 17

2.3.3.3. Minerales ..... 20

2.3.3.4. Vitaminas ..... 22

a. Vitamina A ..... 22

b. Vitamina D ..... 23

c. Vitamina E ..... 23

2.3.3.5. Agua ..... 24

2.4. PASTOS DISPONIBLES ..... 26

2.4.1. Pasto Chilena (*Panicum máximum*) ..... 26

2.4.2. Pasto Brizanta Marandú (*Brachiaria brizantha*) ..... 28

2.4.3. Pasto Puntero (*Hyparrhenia rufa*) ..... 29

2.5. INSUMOS A UTILIZAR ..... 31

2.5.1. Cama de Pollo o Pollinaza ..... 31

2.5.1.1. Composición química ..... 32

2.5.1.2. Uso de la pollinaza en bovinos ..... 34

a. Consumo ..... 34

b. Conversión alimenticia ..... 35

c. Ganancia de peso ..... 36

2.5.1.3. Problemas con el uso de la cama de pollo ..... 37

2.5.2. Caña de Azúcar ..... 38

2.5.2.1. Datos de la caña de azúcar ..... 38

2.5.2.2. Valor nutritivo ..... 40

2.5.2.3. Utilización de la caña de azúcar en alimentación animal ..... 41

3. MATERIALES Y MÉTODOS ..... 43

3.1. MATERIALES ..... 43

3.1.1. Materiales de Campo ..... 43

3.1.2. Materiales de Oficina ..... 43

3.2. MÉTODOS ..... 44

3.2.1. Ubicación del Ensayo ..... 44

3.2.2. Descripción y Adecuación de las Instalaciones ..... 44

3.2.3. Descripción e Identificación de las Unidades Experimentales ..... 44

3.2.4. Conformación e Identificación de los Grupos Experimentales ..... 44

3.2.5. Formulación y Elaboración de las Raciones ..... 45

3.2.6. Descripción de los Tratamientos ..... 45

3.2.6.1. Tratamiento uno ..... 45

3.2.6.2. Tratamiento dos ..... 46

3.2.6.3. Tratamiento tres ..... 46

3.2.7. Diseño Experimental ..... 46

3.2.8. Variables en Estudio ..... 46

3.2.9. Toma y Registro de Datos ..... 46

3.2.9.1. Composición química de las raciones experimentales ..... 46

3.2.9.2. Consumo de alimento ..... 47

3.2.9.3. Incremento de peso ..... 47

3.2.9.4. Conversión alimenticia ..... 47

3.2.9.5. Rentabilidad y la relación beneficio/costo ..... 48

3.2.10. Análisis Estadístico ..... 49

3.2.11. Análisis Económico ..... 49

3.2.12. Manejo de los Animales ..... 49

4. RESULTADOS ..... 50

4.1. VALOR NUTRITIVO DE LAS RACIONES Y PASTOS DE PRADERA ..... 50

4.2. CONSUMO DE ALIMENTO ..... 51

4.3. INCREMENTO DE PESO ..... 52

4.3.1. Peso Promedio Quincenal ..... 52

4.3.2. Incremento de Peso Promedio Quincenal ..... 54

4.3.3. Incremento de Peso Total Individual ..... 56

4.4. CONVERSIÓN ALIMENTICIA ..... 58

4.5. RENTABILIDAD ..... 60

4.5.1 Costos de Producción ..... 60

4.5.1.1. Precio inicial de los animales ..... 60

4.5.1.2. Alimentación ..... 60

a. Forraje ..... 60

b. Ración experimental ..... 61

4.5.1.3. Sanidad ..... 61

4.5.1.4. Mano de obra ..... 61

4.5.1.5. Instalaciones ..... 62

4.5.2. Ingresos ..... 62

4.5.2.1. Venta de animales ..... 62

5. DISCUSIÓN ..... 65

5.1. VALOR NUTRITIVO DE LAS RACIONES EXPERIMENTALES Y PASTOS ..... 65

5.2. CONSUMO DE ALIMENTO ..... 65

5.3. INCREMENTO DE PESO ..... 66

5.4. CONVERSIÓN ALIMENTICIA ..... 66

5.5. RENTABILIDAD ..... 67

6. CONCLUSIONES ..... 68

7. RECOMENDACIONES ..... 69

8. BIBLIOGRAFÍA ..... 70

9. ANEXOS…. ..... 77

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS ..... 77

FOTOGRAFÍAS DEL TRABAJO DE CAMPO ..... 87

# ÍNDICE DE CUADROS

**CONTENIDOS** **PÁG.**

Cuadro 1. Necesidades nutricionales de los novillos y ganado vacuno adulto ..... 19

Cuadro 2. Recomendaciones de minerales en la ración para terneros de cebo en todas sus etapas de engorde ..... 21

Cuadro 3. Recomendaciones de vitaminas en la ración para terneros de cebo en todas sus etapas de engorde. ..... 24

Cuadro 4. Valor nutricional de las heces de aves ..... 32

Cuadro 5. Análisis bromatológico de la pollinaza ..... 33

Cuadro 6. Valor nutricional de la caña de azúcar. ..... 41

Cuadro 7. Formulación en porcentajes (%) de las raciones 1, 2 y 3. ..... 45

Cuadro 8. Composición química de las raciones experimentales y el pasto de pradera (%) ..... 50

Cuadro 9. Consumo de alimento quincenal en base a MS, en el engorde de toretes en pastoreo con tres raciones suplementarias (kg)..... 51

Cuadro 10. Peso promedio quincenal, en el engorde de toretes en

pastoreo con tres raciones suplementarias (kg)..... 53

Cuadro 11. Incremento de peso quincenal, en el engorde de toretes en pastoreo con tres raciones suplementarias (kg)..... 55

Cuadro 12. Incremento de peso total individual, en el engorde de toretes en pastoreo con tres raciones suplementarias (kg)..... 57

Cuadro 13. Conversión alimenticia en base al consumo MS, en engorde de toretes en pastoreo con tres raciones suplementarias (kg)..... 59

Cuadro 14. Ingreso de la venta de los toretes/UE en dólares..... 62

Cuadro 15. Costos, ingresos y rentabilidad, en el engorde de toretes en pastoreo con tres raciones suplementarias ($). ..... 63

# ÍNDICE DE FIGURAS

**CONTENIDOS** **PÁG.**

Figura 1. Digestión de los carbohidratos ..... 13

Figura 2. Formación de proteína microbiana a partir de proteínas en la dieta ..... 15

Figura 3. Consumo de alimento en base a la MS, en el engorde de toretes en pastoreo con tres raciones suplementarios (kg) ..... 52

Figura 4. Curva de crecimiento de los pesos, en el engorde de toretes en pastoreo con tres raciones suplementarias (kg) ..... 54

Figura 5. Incremento de peso promedio quincenal, en el engorde de toretes en pastoreo con tres raciones suplementarias (kg) ..... 56

Figura 6. Incremento de peso total individual, en el engorde de toretes en pastoreo con tres raciones suplementarias (kg) ..... 58

Figura 7. Conversión alimenticia, en el engorde de toretes en pastoreo con tres raciones suplementarias (kg) ..... 60

Figura 8. Rentabilidad obtenida en el engorde de toretes en pastoreo con tres raciones suplementarias (kg) ..... 64

Figura 9. Adecuación de instalaciones, adquisición de los animales e insumos ..... 87

Figura 10. Preparación de las raciones experimentales y adaptación de los animales ..... 87

Figura 11. Aplicación de tratamientos, toma y registros de datos de las variables en estudio ..... 87

Figura 12. Aplicación de tratamientos ..... 88

Figura 13. Análisis bromatológico de las raciones y pastos ..... 88

Figura 14. Toma y registros de datos de las variables en estudio ..... 88

# EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN DE POLLINAZA EN RACIONES SUPLEMENTARIAS PARA EL ENGORDE DE TORETES MESTIZOS EN PASTOREO EN EL CANTÓN PIÑAS, PROVINCIA DE EL ORO

# RESUMEN

La presente investigación se ejecutó en la parroquia San Roque, del cantón Piñas; con el propósito de evaluar los indicadores productivos y económicos en toretes mestizos, mantenidos en pastoreo, con tres raciones suplementarias a base de pollinaza y caña de azúcar. El ensayo tuvo una duración de 90 días y se utilizaron 21 toretes mestizos, de 18 a 24 meses de edad, con un peso promedio de 294 kg; cada animal tuvo su respectiva identificación y constituyó una unidad experimental; se conformaron tres grupos experimentales de siete animales cada uno, a los cuales se les suministró las raciones suplementarias que consistieron en la inclusión del 0, 20 y 40% de pollinaza. Se utilizó el diseño de bloques al azar con tres tratamientos y siete repeticiones. Se estudiaron las siguientes variables: Composición química de las raciones experimentales y pastos, consumo de alimento, incremento de peso, conversión alimenticia y rentabilidad. Se realizó el análisis estadístico mediante la prueba de Tukey. Los resultados mostraron que el mayor consumo de alimento en base a MS se registró en el tratamiento uno, con un total de 895,76 kg, que representa un consumo diario de 9,95 kg; mientras que el tratamiento tres presentó el menor consumo con un total de 856,48 kg, que representa un consumo diario de 9,52 kg. El mayor incremento de peso, lo obtuvo el tratamiento uno con un promedio de 90,57 kg, que representa una ganancia diaria de peso de 1006 g. El tratamiento uno presentó la mejor conversión alimenticia con 10,03; es decir que los animales de este grupo, necesitaron consumir 10,03 kg de alimento en base a materia seca para incrementar 1 kg de peso; mientras que el tratamiento tres resultó menos eficiente con una conversión de 14,53. La mayor rentabilidad se alcanzó en el tratamiento uno con el 20,73%; lo que significa, que por cada $100 de inversión se ganó $20,73; mientras que el tratamiento tres género la menor ganancia con 19,05%.

**Palabras claves:** toretes, pastoreo, raciones, pollinaza, rentabilidad.

# ABSTRACT

This research was carried out in the San Roque Parish, Canton Piñas; In order to evaluate the productive and economic Indicators in raising young bulls kept on pasture, with three supplementary portions based on chicken manure and sugarcane. The rehearsal lasted 90 days and we utilized 21 young bulls which were 18 to 24 months, with an average weight of 294 kg; Each one had its respective identification and constituted an experimental unit. The bulls were separated in three groups which were made up of seven each and were given extra rations which consisted of 00, 20 and 40% of chicken manure. We used a design of three blocks at random with three treatments and seven repetitions. We studied the following variables; the chemical composition of food rations and grass, food consumption, weight gain, feed conversion and profitability. The statistical analysis was done by using the Tukey test. The results showed that the higher feed intake based on dry matter was registered in treatment one with a total of 895,76 kg, which represented a daily consumption of 9,95 kg; While treatment three had the lowest consumption with a total of 856,48 kg, which represented a daily consumption of 9,52 kg. The greatest weight gain was obtained in treatment one with an average 90,57 kg, which represented a daily gain of 1006 g. Experiment one had the best feed conversion with 10,03; this means that the animals in this group needed to eat 10,03 kg of food aid based of dry matter to increase 1 kg of weight; while treatment three was less efficient with a conversion of 14,53. The highest profitability was achieved by treatment one With 20,73%; Which means that for every $ 100 investment $ 20,73 was won; While treatment three generated the lowest income with 19,05%.


**Keywords:** young bulls, grazing, rations, chicken manure, profitability.

# 1. INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, la producción bovina constituye una de las principales actividades agropecuarias, ya que genera trabajo y recursos económicos para un gran sector de la población; permite además la utilización y transformación de alimentos groseros como: pastos, forrajes, henos, ensilados, residuos agrícolas, en productos de alto valor nutritivo para la alimentación humana, como la leche y la carne; sin embargo, la incidencia directa e indirecta de múltiples factores no han permitido lograr un desarrollo sostenido, por lo que, los niveles de producción y productividad son muy bajos en comparación con los países vecinos. La ganadería bovina de carne en el Ecuador, en su mayor parte, se desarrolla en el sistema extensivo, caracterizado por un limitado nivel tecnológico que genera bajos niveles de producción y productividad; sin embargo aporta significativamente a la economía y seguridad alimentaria del país, especialmente del litoral ecuatoriano, que produce el 65% de la carne que se consume (SICA; Servicio de Información y Censo Agropecuario, 2012).

El cantón Piñas ubicado en la parte alta de la provincia de El Oro, presenta las condiciones agroecológicas favorables para el desarrollo de la ganadería bovina; sin embargo los parámetros productivos son muy bajos debido a la incidencia de varios factores, entre los que se destaca el manejo de la nutrición y alimentación, caracterizada por la limitada cantidad y calidad de recursos forrajeros, especialmente durante la época seca. La alimentación del ganado bovino en este sector, en su mayoría, se realiza mediante el sistema de pastoreo extensivo (libre), en potreros donde predominan las gramíneas como: Chilena (*Panicum máximum*), Brachiaria (*Brachiaria brizantha*), Yaragua (*Hyparrhenia rufa*) etc., que presentan bajos niveles de producción de biomasa y un pobre valor nutritivo, que no permite satisfacer los requerimientos nutricionales de los animales; a lo que se suma el alto costo de los concentrados e insumos necesarios para la suplementación; siendo necesario buscar alternativas que permitan mejorar la alimentación sin incrementar significativamente los costos de producción.

En cualquier sistema de producción animal, el costo de la alimentación representa entre el 60% y 80% del costo total de producción y es el factor que más influyente en la rentabilidad; por lo que el objetivo principal de todo proceso productivo debe orientarse a la disminución de estos rubros, mediante la utilización de insumos disponibles en el sector. La utilización de residuos agroindustriales, productos y subproductos agrícolas locales ricos en proteínas y nutrientes de alto valor energético, puede constituir una alternativa para mejorar la nutrición y alimentación animal. La pollinaza constituye un excelente recurso en la suplementación de rumiantes, determinado por su alto contenido en nitrógeno no proteico NNP (ácido úrico), el cual mejora el ambiente ruminal, garantizando el suministro constante de amoniaco para la síntesis proteína microbiana de forma lenta y continua (Ortíz, 2004). A las excretas de aves de engorda se las define como pollinaza, compuestas por heces, orina, el material usado como cama (cascarilla de arroz, aserrín, etc.), restos de alimento, mucosa intestinal descamada, plumas, etc. (Vizcaíno, y otros, 2013). La ventaja de este subproducto es que está disponible durante todo el año a bajo costo (Alvarado, y otros, 2009). En el cantón Piñas, anualmente se generan grandes volúmenes de pollinaza que se desperdician o no se utilizan; pudiendo ser utilizada como una fuente barata de nitrógeno para la alimentación de rumiantes.

Con estos antecedentes, en el presente trabajo de investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar el valor nutritivo del pasto y las raciones suplementarias.

- Evaluar el efecto de tres niveles de inclusión de pollinaza en la elaboración de raciones suplementarias en el engorde de toretes mestizos en pastoreo.

- Determinar la rentabilidad y la relación beneficio/costo en el engorde de toretes mestizos en pastoreo, con tres raciones suplementarias a base de pollinaza.

# 2. REVISIÓN DE LITERATURA

## 2.1. GANADERÍA BOVINA DE CARNE EN EL ECUADOR

El ganado vacuno es el de mayor importancia en el país con más de 5 millones de cabezas según (ESPAC; Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, 2013), esto representa más del 66% de todos los tipos de ganado a nivel nacional. De las 5 millones de reses, se han encontrado el 50% en la Sierra, 37% en la Costa y 13% en el Oriente. Los precios promedio de bovinos en pie, según información del (MAGAP; Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, 2013), subieron en 2012 y 2013, probablemente como consecuencia de la disminución notada en el número de cabezas en dichos años. El precio promedio anual de la libra de ganado bovino en pie (toros, toretes, vacas, vaconas), comercializados en las ferias de Santo Domingo, El Carmen, Ambato, San Gabriel y Tulcán, en 2014 fue de $70 centavos según (SINAGAP; Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, 2014). El (MAGAP, 2013), indica que cerca del 22% del ganado vacuno de la Costa es para producción de carne y 73% para doble propósito. Solo 5% se clasifica como ganado especializado para leche, lo que contrasta con 26% en el caso de la Sierra.

Según información de Agrocalidad (Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro), en el año 2013 se sacrificó el 18% de los vacunos en existencia a nivel nacional, esto es, 779,235 vacunos. En 2014, el porcentaje subió a 20% de la población bovina de ese año, es decir, 912,589, lo que supone un incremento de 17% en el número de animales faenados, cuando la población bovina según la misma fuente subió solo 1% entre 2013 y 2014. Este aumento en animales sacrificados da indicios del descarte de animales debido a la reconversión de hectáreas ganaderas a otros usos. Si partimos de estos números y aplicamos un peso promedio de 400 kilogramos por animal y un rendimiento a la canal promedio de 50%, obtenemos que en el país se habrían producido entre 156 y 183 mil TM de carne con hueso y grasa al año. Si estimamos además que

un 60% del peso de la canal es carne comestible, se habrían producido en el país entre 94 y 110 mil TM de carne por año. Según los datos de (Agrocalidad, 2014), obtenidos de la segunda fase de vacunación de 2014 por parte de Agrocalidad, la provincia de El Oro cuenta con 163,369 cabezas de ganado bovino, mientras que el cantón Piñas cuenta con 24,156 cabezas de ganado bovino.

### 2.1.1. Sistemas de Producción Ganadera Bovina en la Provincia de El Oro

Más del 90% de la alimentación proviene de pasturas y el 10% de la actividad agrícola no ganadera. El (SICA, 2012) comenta que en Cañar, Guayas, El Oro, Manabí y Pichincha, un 3% de predios utilizan sistemas productivos tecnificados, 10% son semi-tecnificados y el 87% son muy poco tecnificados.

- **Sistemas intensivos**.- En este sistema el crecimiento del ganado es rápido, se realiza un destete temprano de toretes estando los animales listos ya para su venta en 14 a 15 meses. Las cargas animales son generalmente altas (> 2 UBA por ha), con períodos de pastoreo cortos (1 - 3 días), tiempos adecuados de recuperación de la pastura (32 – 92 días) y en divisiones de 1000 $m^2$ (Avilés, y otros, 2005).

- **Sistemas extensivos.-** La ventaja principal de este sistema es que requiere poca inversión de capital, pero los animales llegan al sacrificio a los 3 años aproximadamente. Su explotación es libre en grandes extensiones. La producción ganadera en el Ecuador ha sido básicamente de carácter extensivo (SICA, 2012).

- **Sistema estabulado.-** Conocido también como feedlot, el ganado permanece en establos, alimentándose de forrajes y concentrado, permite tener una gran densidad de cabezas por hectárea. Entre las ventajas destacan la poca extensión de terreno a utilizar, el mayor control y los cuidados sanitarios que dispone (Buzo, 2004).

## 2.2. RAZA BRAHMAN

### 2.2.1. Origen de la Raza Brahman

La Asociación Colombiana de Criadores de Ganado Cebú (Asocebú), señala que la raza Brahmán se originó en el estado de Texas (Estados Unidos), siendo el resultado del cruce de razas de origen Hindú como Nelore, Guzerá, Gyr, Red Sindi sobre Herdford principalmente (Asocebú, 2014).

### 2.2.2. Descripción General de la Raza Brahman

Es un animal de gran porte, de cabeza ancha y perfil recto, orejas de tamaño medio, y terminadas en punta redondeada, con giba de forma arriñonada en el caso del toro, cuello largo y ancho con papada bien desarrollada. La cara es proporcionada, tiene ojos achinados, vivos, salientes y ligeramente elípticos. El tronco es cilíndrico con caderas amplias y musculosas, ancas ligeramente inclinadas, con una inserción alta y fina de la cola. El color de pelo predominante es el blanco, aunque con frecuencia se presentan ejemplares de color gris medio y gris oscuro, además del Brahman Rojo que tiene sangre Gyr en su origen (Asocebú, 2014).

### 2.2.3. Crecimiento y Conformación Corporal de la Raza Brahman

El Brahman es ideal para la producción de carne en países de condiciones tropicales. Su crecimiento y desarrollo muscular es muy rápido. Por su conformación tienen capacidad de producir más carne en menos tiempo, salen para sacrificio a más corta edad, con mayores pesos. Otros aspectos favorables al uso del Brahmán es que su crías media sangre al destete pesan en promedio 35 kg, más que sus congéneres de razas puras. El novillo pesado a los tres años varía entre los 500 y 680 kilogramos (kg). El patrón de peso de la raza Brahman establecido para el animal adulto macho es de 800 a 1100 kg y para la hembra 450 a 600 kg. El peso de los terneros al nacer oscila entre 30 y 38 kg. El rendimiento en canal en promedio es del 58% (Asocebú, 2014).

## 2.3. NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DEL GANADO DE CARNE

La nutrición comprende la ingestión de alimentos y todos los procesos fisiológicos y reacciones químicas que los transforman en actividades, tejidos corporales y productos. La nutrición comprende la ingestión, digestión, absorción y transporte de nutrientes hacia las células, además de las transformaciones metabólicas, síntesis de otros productos y eliminación de los elementos no usados y de los productos de desecho (UNAD; Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2005).

Según (Fernández, 2003), la nutrición es el conjunto de procesos mediante los cuales el organismo utiliza, transforma e incorpora a sus propios tejidos, una serie de sustancias (nutrientes) que han de cumplir tres fines básicos:

- Suministrar la energía necesaria para el mantenimiento del organismo y sus funciones.
- Proporcionar los materiales necesarios para la formación, renovación y reparación de estructuras corporales.
- Suministrar las sustancias necesarias para regular el metabolismo.

La alimentación es el ingreso o aporte de los alimentos en el organismo. Es el proceso por el cual se toma una serie de sustancias contenidas en los alimentos que componen la dieta. Estas sustancias o nutrientes son imprescindibles para completar la nutrición (Fernández, 2003).

### 2.3.1. Fisiología Digestiva del Rumiante

En un rumiante adulto el estómago puede llegar a ocupar hasta el 75% de la cavidad abdominal y junto con su contenido representa alrededor del 30% del peso vivo del animal. Se divide en cuatro cavidades: el retículo (red o redecilla), el rumen (panza), el omaso (librillo) y el abomaso (cuajar). Solo este último es glandular y funcionalmente análogo al estómago de los no rumiantes. El retículo toma su nombre de la disposición en forma de red de los pliegues de su mucosa y está situado cranealmente y en contacto con el diafragma, comunicándose con el rumen a través del pliegue retículo-ruminal que los convierte en una sola

unidad funcional (retículorumen). El rumen es el compartimiento más voluminoso y está en contacto con la pared abdominal izquierda. El omaso se ubica a la derecha de la red y posee forma esférica. Se comunica con la red por el esfínter retículo-omasal y con el abomaso por el esfínter omasoabomasal. Por último, el abomaso se ubica a la derecha y ventralmente en la cavidad abdominal, tiene forma de saco alargado con un extremo ciego denominado fundus y un extremo pilórico que desemboca en el duodeno (Relling, y otros, 2007).

Los rumiantes tienen un sistema digestivo complejo, el alimento consumido es ligeramente masticado en la boca antes de pasar al esófago que conduce el alimento al rumen, primer compartimento del estómago. En el rumen–retículo se encuentran microorganismos (bacterias, protozoos y hongos) especializados que se alimentan del alimento consumido por el animal transformando en el proceso los alimentos toscos del forraje en sustancias simples absorbibles por el animal. Los productos principales de la fermentación en el rumen son Ácidos Grasos Volátiles (AGV), los ácidos grasos acético, propiónico y butírico que son absorbidos por la pared del rumen–retículo y proveen la mayoría de la energía requerida por el animal. El alimento no fermentado en el rumen pasa al omaso, órgano formado por una serie de láminas en forma de libro que absorben la humedad del alimento. Del omaso el residuo no fermentado y seco pasa al abomaso. El abomaso es anatómicamente semejante al estómago de los animales de estómago simple y cumple las mismas funciones. En adelante los intestinos delgado y grueso, el recto y ano cumplen las mismas funciones que en los animales de estómago simple (Relling, y otros, 2007).

Los rumiantes se caracterizan por su capacidad para alimentarse de pasto o forraje. Esta característica se basa en la posibilidad de poder degradar los hidratos de carbono estructurales del forraje, como celulosa, hemicelulosa y pectina, muy poco digestibles para las especies no rumiantes. Basada en esta diferencia fundamental, la fisiología digestiva del rumiante adquiere características particulares. La degradación del alimento se realiza mayoritariamente por digestión fermentativa y no por acción de enzimas

digestivas, y los procesos fermentativos los realizan diferentes tipos de microorganismos a los que el rumiante aloja en sus divertículos estomacales. Por esta razón tenemos que tener presente que al alimentar a los rumiantes primero estamos alimentando a los microorganismos rúmiales, y que para su buen desarrollo tiene que haber un medio ruminal favorable para ello. De esta forma hay una simbiosis entre las bacterias y el animal (Relling, y otros, 2007).

Según (Relling, y otros, 2007), la digestión fermentativa depende del normal desarrollo de los microorganismos que la realizan. El rumiante crea y mantiene a nivel retículo-ruminal las condiciones ideales para su crecimiento y multiplicación, convirtiéndose en un "gigantesco medio de cultivo líquido". Las condiciones retículo-ruminales para el desarrollo de los microorganismos incluyen:

1. Aporte de nutrientes.- Debe tenerse en cuenta que la nutrición del rumiante depende de la nutrición de su micropoblación ruminal.
2. Anaerobiosis.- El metabolismo anaerobio de los microorganismos ruminales es el factor responsable de la simbiosis con el rumiante.
3. pH.- Cada microorganismo posee un rango de pH óptimo para desarrollarse. La flora normal del rumen se desarrolla en un rango de pH de 5,5 a 6,9.
4. Presión osmótica.- El contenido ruminal mantiene una presión osmótica semejante a la tisular (alrededor de 300 miliosmoles/litro), para evitar pérdidas desmedidas de agua desde el líquido intersticial hacia el rumen o viceversa.
5. Temperatura. Producto de las reacciones químicas dentro del rumen y de la regulación homeotérmica del rumiante, la temperatura ruminal se mantiene entre 38 y 42 $^{0}$C.
6. Fácil acceso del microorganismo al alimento.- El sustrato estará disponible para el microorganismo cuando se incorpore al medio líquido, lo que explica por qué los componentes solubles del alimento son los primeros en estar disponibles y ser atacados por los microorganismos. Los componentes insolubles deberán ser triturados hasta tener un tamaño lo suficientemente pequeño como para humectarse e incorporarse al medio líquido ruminal,

permitiendo que los microorganismos de la fase líquida del contenido ruminal tengan acceso a estos sustratos.

7. Eliminación de los productos de desecho del metabolismo ruminal (AGV, gases y alimento no digerido). Los AGV e H+ deben ser retirados del rumen, de otro modo su acumulación excesiva aumentaría la presión osmótica y disminuiría el pH a valores nocivos. Los AGV son retirados por absorción a través de las paredes del rumen y el H+ es eliminado tras la formación de metano. Un bovino produce diariamente cientos de litros de gas, especialmente $CO_2$ y metano, que deben ser eliminados por eructación. El tiempo medio de retención en el retículo-rumen varía de 10 a 24 horas para el agua y los elementos solubles, mientras que aquellos insolubles de alta o baja digestibilidad poseen una vida media aproximada en el rumen de 30 y 50 horas respectivamente. Aunque, si el material posee alto contenido de lignina, la cual no es degradable por las bacterias, el pasaje se acelera. De esa forma se vacía el rumen, teniendo posibilidad del ingreso de nuevos alimentos.

Los microorganismos responsables de la digestión fermentativa incluyen bacterias, protozoos y hongos. Las bacterias representan la fracción de la población ruminal imprescindibles para la vida del rumiante. El número de bacterias varía entre $10^{10}$ y $10^{11}$ por gramo de líquido ruminal, lo cual representa entre 3 y 8 kilos de bacterias en el rumen de un bovino adulto. Si bien existe una amplia variedad de bacterias y alternativas para clasificarlas, resulta útil agruparlas en base a los sustratos que emplean y a los productos finales de su fermentación, entre las cuales tenemos: Celulolíticas, Amilolíticas, Sacarolíticas, Lactolíticas, Lipolíticas, Proteolíticas, Metanógenas y Ureolíticas (Relling, y otros, 2007).

Los protozoos se desarrollan preferentemente a pH superior a 6. Si bien se encuentran en menor concentración que las bacterias, a razón de $10^4$ a $10^6$/ml de líquido ruminal, al tener mayor tamaño poseen una masa total que puede llegar a ser semejante a la bacteriana. Desde el punto de vista metabólico los protozoarios se diferencian de las bacterias por poseer una menor capacidad

celulolítica (5 al 20% del total) y además son incapaces de sintetizar proteínas a partir de NNP. Son beneficiosos al moderar la fermentación amilolítica, debido en parte a que consumen preferentemente bacterias amilolíticas y además engloban trozos de almidón que pasan al intestino dentro del protozoo y evitan la fermentación ruminal, proveyendo de esa forma una fuente directa de glucosa para el animal. Con respecto al metabolismo proteico favorecen al rumiante aumentando el valor biológico de la proteína, pero se cree que es a un elevado costo energético por la recirculación de nitrógeno (Relling, y otros, 2007).

Los hongos representan alrededor del 8% de la biomasa ruminal. Poseen una importante actividad celulolítica, en especial cuando el rumiante consume forrajes demasiado maduros o encañados (Relling, y otros, 2007).

### 2.3.2. Digestión y Metabolismo de los Nutrientes

#### 2.3.2.1. Metabolismo ruminal de los hidratos de carbono

Los hidratos de carbono pueden ser de reserva, estructurales o bien azúcares, y la degradación de cada tipo posee características propias. En base a su estructura y función los $H_2OC$ pueden clasificarse en polisacáridos de reserva, como el almidón, polisacáridos estructurales como la celulosa, la hemicelulosa y la pectina, y finalmente $H_2OC$ simples o azúcares, entre los cuales encontramos mono y disacáridos (Relling, y otros, 2007).

El almidón es un polisacárido de reserva para los vegetales y está presente especialmente en los granos. Como poseen baja concentración de agua y aportan mucha energía en poco volumen, los granos se consideran un alimento concentrado energético. Al ingresar con la dieta el almidón es atacado principalmente por las bacterias amilolíticas que lo desdoblan para consumir glucosa y producir AGV, especialmente propionato. La digestibilidad del almidón en el rumen es elevada y la fracción que logra pasar al intestino puede ser degradado por la amilasa pancreática y así absorberse como glucosa. La digestibilidad ruminal del almidón depende en gran medida de la facilidad con que acceden a él las bacterias amilolíticas. Los granos almacenan el almidón en

forma de gránulos en una zona llamada endosperma, protegidos por una doble barrera mecánica. Por un lado el pericarpio, la resistente envoltura externa del grano que es prácticamente indigestible para los microorganismos ruminales. Por otro lado cada gránulo de almidón se encuentra recubierto por una capa proteica, la cual es gruesa y aísla por completo al gránulo de almidón en el llamado endosperma córneo, o bien es laxa e incompleta en el denominado endosperma harinoso. Por el expuesto es que cuando se intenta aumentar la disponibilidad ruminal del almidón se emplean dietas con grano quebrado o molido o bien se eligen granos con mayor porcentaje de endosperma harinoso (Relling, y otros, 2007).

Los carbohidratos estructurales (celulosa, hemicelulosa y pectina) reciben este nombre porque sirven de estructura y sostén del vegetal. Cuando el forraje es tierno, las paredes celulares poseen la mayor concentración de pectinas, y a medida que maduran pasan a predominar la celulosa y la hemicelulosa que le otorgan mayor resistencia, para que finalmente aparezcan concentraciones crecientes de lignina, que infiltra la pared celular y le da mayor rigidez y el color amarillento característico del forraje maduro. Entre los componentes de la pared celular se encuentran también cadenas de glucoproteínas. Estructuralmente la celulosa es un polímero de glucosas unidas por enlaces glucosídicos beta 1-4. La hemicelulosa y la pectina se caracterizan por ser más heterogéneas, incluyendo monosacáridos neutros y ácidos como el ácido galacturónico, especialmente abundante en la pectina. Las uniones glucosídicas de tipo beta no son atacadas por enzimas digestivas, sólo pueden ser degradadas por las enzimas microbianas liberadas por la flora ruminal, lo cual representa la base de la simbiosis bacteria-rumiante en los procesos digestivos fermentativos. La degradación de los carbohidratos ($H_2OC$) estructurales sigue los siguientes pasos:

1. Los microorganismos celulolíticos se adhieren a la superficie de los trozos de fibra vegetal, cortada por efecto de la masticación, mezclado y rumia con el fin de exponer la pared celular.

2. Los microorganismos liberan en el medio ruminal celulasas que realizan la digestión extracelular de la celulosa produciendo residuos pequeños, especialmente celobiosa (disacárido).

3. La celobiosa es incorporada a la bacteria y atacada por la celobiasa, que la desdoblará en dos glucosas.

4. La glucosa es utilizada por el microorganismo para obtener energía vía glucolítica y producir AGV como producto final, principalmente acetato, que es eliminado del soma bacteriano (Relling, y otros, 2007).

La celulosa representa del 10 al 30% de la materia seca del forraje y su digestibilidad varía entre el 50 y el 75%. La hemicelulosa se encuentra en una concentración algo menor del 10 al 25% de la materia seca y su digestibilidad varía entre el 35 y el 80%. Las variaciones en la digestibilidad de ambas están provocadas fundamentalmente por la concentración de lignina en el forraje. Estructuralmente la lignina no es un carbohidrato, sino un polímero de unidades fenil-propano de estructura muy compleja y de elevado peso molecular. Representa menos del 3% de la materia seca en forrajes tiernos y aumenta con el ciclo vegetativo hasta concentraciones superiores al 15%. Como no es digestible ni por las enzimas digestivas del animal ni por las microbianas del rumen, carece de valor nutricional y además bloquea el acceso de los microorganismos a los carbohidratos de la pared. Una de las características funcionales más importantes de los hongos en el ecosistema ruminal es su capacidad para degradar celulosa unida a lignina. Por esta razón los hongos adquieren importancia en dietas que emplean forrajes muy lignificados como la paja de trigo, duplicando la capacidad celulolítica de las bacterias (Relling, y otros, 2007).

La digestión ruminal de las pectinas es muy diferente de los otros carbohidratos estructurales. Si bien forman parte de la pared celular son cuantitativamente importantes en los forrajes tiernos, en los cuales la pared celular poco desarrolla

facilita su disponibilidad a nivel ruminal. Además, las pectinas son ricas en ácido galacturónico, que al poseer carga les otorgan una solubilidad que las hace casi completamente digestibles (Relling, y otros, 2007).

Los carbohidratos simples o azúcares se encuentran generalmente en concentraciones menores al 10%, salvo en los pastos tiernos de primavera, durante el rebrote del forraje, cuando alcanzan hasta el 20% de la materia seca. Se encuentran dentro de las células vegetales y se solubilizan rápidamente en el líquido ruminal, por lo cual su degradación en el rumen es completa y tan rápida que cuesta encontrarlos. Del mismo modo que los azúcares simples poseen alta disponibilidad ruminal, lo propio ocurre con el resto de los componentes del contenido celular (fosfolípidos y proteínas solubles) (Relling, y otros, 2007).

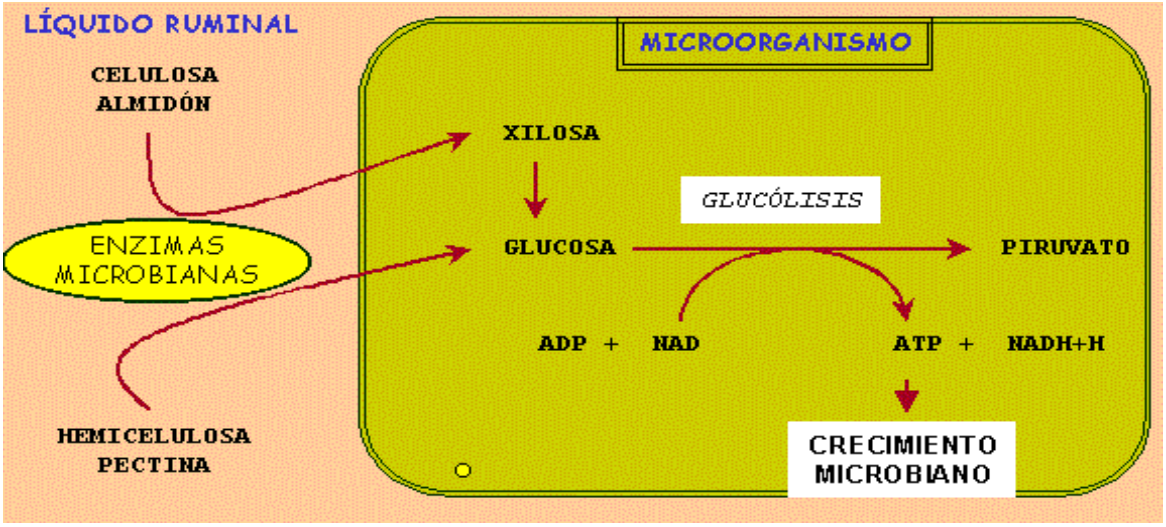


**Figura 1.** Digestión de los carbohidratos (Nava, Cuellar, y otros, 2001).

### 2.3.2.2. Metabolismo ruminal de los compuestos nitrogenados

El metabolismo de las proteínas posee características diferentes en los rumiantes en relación con los no rumiantes. A nivel intestinal la degradación de las proteínas es similar en rumiantes y en no rumiantes. Las proteínas y los péptidos son degradados hasta oligopéptidos por la acción de las enzimas proteolíticas pancreáticas (tripsina, quimotripsina y carboxipeptidasa), luego los oligopéptidos

son degradados por las oligopeptidasas de la membrana apical de los enterocitos liberando aminoácidos di y tripéptidos que finalmente son absorbidos. Sin embargo, a diferencia de los no rumiantes, la proteína que llega al intestino del rumiante es diferente de la ingerida con la dieta, debido a que los microorganismos ruminales degradan más de la mitad las proteínas consumidas. Lo hacen mediante proteasas de membrana que desdoblan las proteínas en péptidos y algunos aminoácidos libres, los que son absorbidos por el microorganismo. Una vez incorporados al microorganismo los péptidos son hidrolizados hasta aminoácidos, los cuales pueden ser empleados para sintetizar proteína microbiana o bien, como ocurre con la mayor parte de ellos, son utilizados como fuente energética. En este caso los microorganismos separan el grupo amino del aminoácido y lo liberan al medio ruminal como un producto de desecho, y emplean la cadena carbonada para obtener energía como si se tratara de un hidrato de carbono. Por otro lado, los grupos amino (-NH2) libres se convierten, por adiciones de H+ en el ambiente reductor del rumen, en amoníaco (NH3) y luego en amonio (NH4+), por lo cual la concentración de este último sirve como un indicador de la actividad proteolítica en el rumen. Los protozoarios poseen mayor capacidad proteolítica que las bacterias y los hongos, pero debido a que se encuentran en menor cantidad son responsables solo del 10 al 20% de la actividad proteolítica ruminal, a la que los hongos contribuyen en un porcentaje todavía menor y son fundamentalmente las bacterias las que realizan la mayor parte de la degradación proteica a nivel ruminal (más del 50%). Independientemente del aporte proteico de la dieta, la mayor parte de las proteínas que llegan al intestino del rumiante son propias del soma bacteriano. Así como los microorganismos cubren una parte de sus requerimientos energéticos desdoblando aminoácidos, las bacterias y los hongos pueden resintetizarlos siguiendo el camino inverso, uniendo cadenas carbonadas, proveniente especialmente de los hidratos de carbono, con grupos amino provenientes del NH4+ o desde otra fuente de nitrógeno no proteico (NNP). Las bacterias poseen entre 30 y 50% de proteína verdadera, con 70 a 75% de digestibilidad y un valor biológico (indicador de calidad) aceptable (70%), aportando los 10 aminoácidos considerados esenciales para los tejidos de

mamíferos. La cantidad de proteína bacteriana que llega al intestino depende del aporte energético de la dieta y de su equilibrio con el aporte nitrogenado (Relling, y otros, 2007).

En la mayoría de las especies la urea se elimina del organismo a través de la orina, como producto de desecho del metabolismo proteico. El rumiante en cambio aprovecha la urea usándola como una fuente de nitrógeno para los microorganismos ruminales. La urea llega al rumen secretada con la saliva o directamente a través de la pared ruminal, difundiendo a favor de su gradiente de concentración. Una vez en el rumen es rápidamente desdoblada por la flora ureolítica en $CO_2$ y amoníaco, cerrando el denominado ciclo rumino-hepático de la urea. Cuando la proteína es un elemento costoso de suplementar, el metabolismo ruminal aporta la posibilidad de reemplazar una parte de las proteínas de la dieta por alguna fuente de NNP más económica, como la urea (Relling, y otros, 2007).

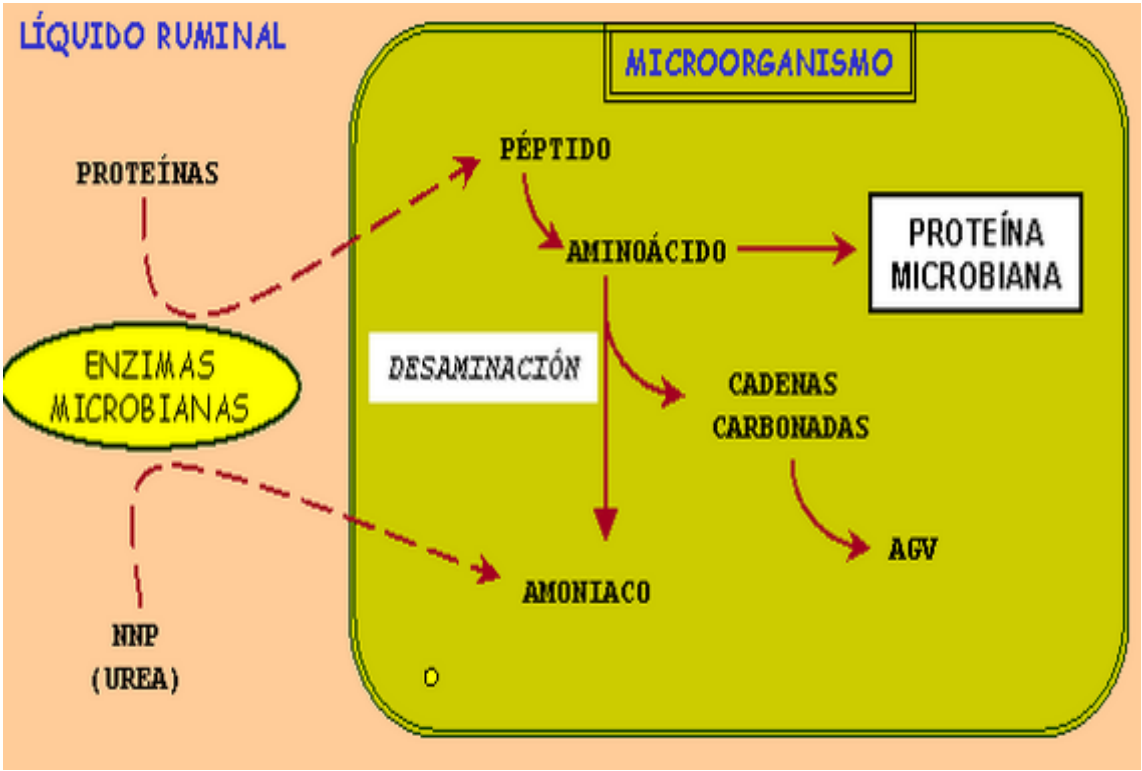


**Figura 2.** Formación de proteína microbiana a partir de proteínas en la dieta (Nava, Cuellar, y otros, 2001).

### 2.3.3. Requerimientos Nutricionales

El ganado vacuno requiere de cinco clases de nutrientes: proteína, energía, vitaminas, minerales y agua. Entre los requerimientos se deberán considerar las necesidades de crecimiento, reproducción, producción y mantenimiento.

#### 2.3.3.1. Proteína

Las proteínas incluyen un grupo grande de compuestos químicos similares pero con propiedades fisiológicas diferentes. Las proteínas son constituyentes importantísimos del cuerpo animal por lo cual se requiere suministro continuo y abundante para las funciones de crecimiento, reposición de tejidos, reproducción y producción. La transformación de la proteína alimenticia en proteína corporal es una parte muy importante de la nutrición. La característica más importante que distingue las diversas proteínas desde el punto de vista nutricional, son los aminoácidos que la componen. Las proteínas están compuestas de una o más cadenas de aminoácidos. Hay 20 aminoácidos esenciales que se encuentran en las proteínas (UNAD, 2005).

Las necesidades de proteína actualmente se evalúan como proteína metabolizable, la cual se intercambia con la proteína absorbida. La proteína metabolizable se define de mejor manera como la proteína que está disponible para el animal, para su mantenimiento y producción. Los alimentos son muy variables en cuanto a la digestibilidad de su proteína. La urea y otras fuentes de nitrógeno no proteico (NNP) se usan comúnmente en suplementos proteicos comerciales para proporcionar un tercio o más de las necesidades de nitrógeno total. Tales productos son reducidos fácilmente a amoníaco por la flora microbiana ruminal y luego transformados a proteína microbiana de alta calidad. Un animal necesita proteína para el mantenimiento y ganancia de peso corporal. A menor edad y menor peso, los requerimientos son mayores porque hay mayor acumulación de músculo, no la requiere como proteína bruta exclusiva, puede ser como nitrógeno no proteico y el nivel de proteína del concentrado de engorde debe estar entre el 10 y 14%. Esto equivale a un consumo de 500 – 1400 gramos

diarios de proteína. Actualmente se administran a voluntad al ganado de carne varios suplementos líquidos de urea y melaza, conteniendo como mucho un 10% de urea. Cuando se introducen estos suplementos, debe procederse con cautela (Merck, 2007).

**Síntomas de deficiencia**

Excepto en el caso de déficit de energía debido a la ingestión reducida de forrajes, el déficit proteico es el que más comúnmente limita el crecimiento, el desarrollo de los terneros y toros, la producción de leche y la reproducción. Un déficit proteico de larga duración finalmente deprime el apetito llegando a tener como resultado una pérdida de peso y del estado corporal, aun cuando se disponga de amplias cantidades de energía (Merck, 2007).

Una falta de proteína en la dieta también afecta negativamente a la producción microbiana de proteína en el rumen y ello, a su vez, reduce la utilización de alimentos pobres en proteína. Así, gran parte del valor nutritivo potencial de los forrajes (especialmente de energía) puede perderse si la cantidad de proteína no es la adecuada. Hay poco almacenamiento de proteína metabolizable en el organismo; debe estar presente en la ración diaria para obtener unos resultados óptimos (Merck, 2007).

#### 2.3.3.2. Energía

Los animales en producción necesitan esencialmente dos tipos de energías. La energía de mantenimiento es la necesaria para mantener la respiración, circulación, digestión, etc. La energía requerida para el trabajo, crecimiento, lactación y reproducción, se llama energía neta de producción (Merck, 2007).

La energía la proporcionan los carbohidratos y grasas de la dieta de los animales. No es un nutriente tangible que pueda aislarse en el laboratorio; la energía es un concepto que, en términos de nutrición animal, significa “calor”. La unidad de medida son las calorías (cal); tratándose de ganado mayor, la unidad básica es la Megacaloría (1000 kilocalorías). La energía total de un alimento se denomina

energía bruta (EB); de esta, no toda se encuentra disponible para los animales, ya que una parte se pierde en las heces, mientras que la restante, que queda en el alimento en el tracto digestivo, es la energía digestible (ED). Durante el proceso digestivo se pierde energía ya que una fracción de esta se utiliza para generar productos de desecho como gas metano, orina y calor quedando, por otra parte, la fracción metabolizable de la energía (EM), por lo tanto, la energía que se conserva disponible para el animal después de las pérdidas es la denominada energía neta (EN), la cual se utilizará para el mantenimiento corporal (incremento calórico), producción de leche, aumento de peso y preñez, principalmente (Ramón, 2008).

Un bovino necesita energía para el mantenimiento y ganancia de peso corporal, y puede obtener su energía de varias fuentes, desde almidones hasta fibra (celulosa), la relación energía: proteína debe mantenerse en una proporción óptima para lograr una máxima eficiencia económica y nutricional (Ramón, 2008).

**Síntomas de deficiencia**

El ganado de carne, a excepción de los terneros jóvenes, puede satisfacer sus necesidades de energía de mantenimiento con forrajes de buena calidad (verdes, con muchas hojas, de tallo corto, sin moho ni malas hierbas). Puede darse un déficit de energía en los campos sobre-pastoreados, con agentes nutritivos inadecuados, con forrajes de mala calidad o durante una sequía. La falta de un total suficiente de pienso (energía), es probablemente la deficiencia más común en la práctica de la alimentación del ganado bovino de carne (Merck, 2007).

Los resultados son una disminución o cese del crecimiento (incluso del desarrollo del esqueleto), pérdida de peso corporal y esterilidad. A menudo la baja ingestión de alimentos también da por resultado una mayor mortalidad debido al consumo de plantas tóxicas y a la menor resistencia de los parásitos y enfermedades. Por lo general, la alimentación insuficiente se complica a causa de la escasez concomitante de proteínas y otros elementos nutritivos (Merck, 2007).

**Cuadro 1.** Necesidades nutricionales de los novillos y ganado vacuno adulto.

| ***Necesidades para mantenimiento*** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Peso corporal en (kg)** | **200** | **250** | **300** | **350** | **400** | **450** |
| $EN_m$ (Mcal/d) | 4,1 | 4,84 | 5,55 | 6,23 | 6,89 | 7,52 |
| $PM_m$ (g/d) | 202 | 239 | 274 | 307 | 340 | 371 |
| ***Necesidades para crecimiento*** | | | | | | |
| **Peso corporal en (kg)** | **200** | **250** | **300** | **350** | **400** | **450** |
| **$EN_e$ requerida para el engorde (Mcal/día)** | | | | | | |
| Ganancia media diaria (kg) | | | | | | |
| 0,5 | 1,27 | 1,50 | 1,72 | 1,93 | 2,14 | 2,33 |
| 1,0 | 2,72 | 3,21 | 3,68 | 4,13 | 4,57 | 4,99 |
| 1,5 | 4,24 | 5,01 | 5,74 | 6,45 | 7,13 | 7,79 |
| 2,0 | 5,81 | 6,87 | 7,88 | 8,84 | 9,77 | 10,68 |
| 2,5 | 7,42 | 8,78 | 10,06 | 11,29 | 12,48 | 13,64 |
| **$PM_e$ requerida para el engorde (g/día)** | | | | | | |
| Ganancia media diaria (kg) | | | | | | |
| 0,5 | 154 | 155 | 158 | 157 | 145 | 133 |
| 1,0 | 299 | 300 | 303 | 298 | 272 | 246 |
| 1,5 | 441 | 440 | 442 | 432 | 391 | 352 |
| 2,0 | 580 | 577 | 577 | 561 | 505 | 451 |
| 2,5 | 718 | 721 | 710 | 687 | 616 | 547 |

De normal a ligero marmoleo o veteado, 533 kg; rango de peso, código de raza Angus.

$EN_m$, energía neta para mantenimiento; $PM_m$, proteína metabolizable para mantenimiento.

$EN_e$, energía neta para engorde; $PM_e$, proteína metabolizable para engorde.

Fuente: (Merck, 2007).

#### 2.3.3.3. Minerales

Los minerales son nutrientes que, al igual que sucede con las vitaminas no aportan energía, pero realizan otras funciones importantes:

- Son constituyentes de huesos y dientes.
- Regulan la composición de líquidos del organismo.
- Intervienen en la coagulación sanguínea.
- Mantienen el tono muscular y el impulso nervioso.
- Otras funciones de los minerales, el cloro, sodio y potasio son cruciales para el equilibrio de fluidos en el cuerpo y torrente sanguíneo; intervienen en el balance ácido-base; el zinc y el calcio intervienen en sistemas enzimáticos como activadores (Ramírez, 2005).

Los minerales, se dividen en dos grupos macro y micro minerales. Los macrominerales esenciales son calcio, fósforo, magnesio, potasio, sodio cloro y azufre. Los microminerales son hierro, manganeso, zinc, cobre, cobalto, iodo y selenio (Ramírez, 2005). La concentración de minerales en los forrajes varía según el tipo de suelo y el estado de madurez de la planta, en general disminuyen con la madurez de las pasturas. Los suplementos minerales comúnmente denominados sales minerales o sales compuestas, están formados por minerales (fósforo, calcio, cobre, hierro, etc.) y un vehículo saborizante (melaza, harina de algodón, sal común, etc.) (Reinoso, y otros, 2015).

**Síntomas de deficiencia**

En general las carencias minerales se manifiestan como bajo porcentaje de preñez, retraso del crecimiento y pica. Las deficiencias de minerales en el ganado, han sido reportadas en casi todas las regiones del mundo y se consideran como minerales críticos para los rumiantes en pastoreo el Calcio, Fósforo (P), Sodio (Na), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Yodo (I), Selenio (Se) y Zinc (Zn) (Álvarez, 2003).

Los requerimientos de minerales para los rumiantes dependen del tipo y nivel de producción, edad de los animales, nivel y forma química del elemento, interrelación con otros minerales, raza y adaptación del animal al suplemento. En general, los bovinos requieren de unos quince elementos minerales, con la finalidad de garantizar una adecuada nutrición (Montenegro, 1999).

**Cuadro 2.** Recomendaciones de minerales en la ración para terneros de cebo en todas sus etapas de engorde.

| **MINERALES** | |
|---|---|
| Calcio, % | 0,50 - 0,80 |
| Fósforo, % | 0,30 - 0,40 |
| Potasio, % | 0,55 - 1,10 |
| Sodio, % mínimo | 0,20 - 0,30 |
| Magnesio, % | 0,10 - 0,30 |
| Azufre, % | 0,15 - 0,25 |
| Cobalto, mg/kg | 0,10 (2,0) |
| Cobre, mg/kg | 10 (35) |
| Iodo, mg/kg | 0,5-0,8 (10) |
| Hierro, mg/kg | 30-40 (750) |
| Manganeso, mg/kg | 20-50 (150) |
| Selenio, mg/kg | 0,1 (0,5) |
| Zinc, mg/kg | 30-50 (150) |

- Las recomendaciones de microminerales son para cantidades totales añadidas en el corrector.
- Los números en paréntesis indican el límite máximo legal.

Fuente: (FEDNA; Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, 2008).

#### 2.3.3.4. Vitaminas

Aunque el ganado vacuno probablemente necesita todas las vitaminas conocidas, no es necesario tener una fuente dietética de vitaminas C y K, y del complejo de vitamina B, excepto en animales muy jóvenes. Las vitaminas K y B son sintetizadas en cantidades suficientes por la microflora del rumen y la vitamina C se sintetiza en los tejidos de todo el ganado. Sin embargo, si la función ruminal está afectada, como en el caso de la inanición, los déficit, nutricionales o las concentraciones excesivas de agentes antimicrobianos, la síntesis de estas vitaminas puede verse afectada. Las funciones que desempeñan las vitaminas A, D y E en el organismo de los animales son muy diferentes. Estas vitaminas se consideran en grupo por ser solubles en aceite (Merck, 2007).

**a. Vitamina A**

Es la más importante en la alimentación del ganado, es esencial para el crecimiento normal, reproducción, mantenimiento del tejido epitelial, y desarrollo de huesos. La Vitamina A no existe como tal, las plantas poseen sus precursores: carotenos, los cuales son convertidos en el cuerpo a retinol (Bauer, 2009).

La deficiencia de esta vitamina resulta en cambio de tejidos e íntima relación con la visión, desarrollo óseo, estructura epitelial y mantenimiento. La vitamina A se almacena en el hígado. Los signos de deficiencia se presentan en las siguientes ocasiones:

- Dietas de alta concentración.
- Pasturas de invierno o rastrojos y rollos producidos en época de sequía.
- Alimentos muy expuestos a la luz solar, aire y altas temperaturas.
- Alimentos altamente procesados o mezclados con oxidantes (minerales).
- Forrajes diferidos y guardados por largos periodos de tiempo (Bauer, 2009).

**b. Vitamina D**

En general forma parte del grupo relacionado a los componentes anti-raquíticos. Se requiere para la absorción de calcio y fósforo, para una normal mineralización de los huesos, para movilizar calcio y para la regulación de función en células del sistema Inmunológico. La Vitamina D se absorbe en el tracto intestinal con lípidos y sales biliares, una vez en el hígado se forma un metabolito llamado 25-hidroxi-vitamina-D3. No hay reservorio en el cuerpo de esta Vitamina ya que esta se sintetiza cuando el animal se expone a la luz solar o se alimenta con forrajes curados al sol (Bauer, 2009).

Su deficiencia provoca Raquitismo, el cual es producido por no asimilar y no usar adecuadamente el calcio y fósforo. También pueden verse signos disminución de calcio, agrandamiento y endurecimiento de articulaciones, anorexia, irritabilidad, tetania y convulsiones. En animales adultos o viejos pueden ocurrir fracturas y disminución de la función vertebral, parálisis y fracturas (Bauer, 2009).

**c. Vitamina E**

En estado natural se encuentra como tocoferol, no se encuentran grandes reservas en el cuerpo, se encuentra en el hígado y en tejido adiposo, esta vitamina cumple numerosas funciones, incluyendo un rol como antioxidante ínter e intracelular y en la formación de los componentes estructurales de las membranas biológicas (Bauer, 2009).

Las deficiencias de Vitamina E puede verse alterada por el consumo de grasas no saturadas, la deficiencia en terneros se caracteriza por la enfermedad del músculo blanco, incluyendo distrofia muscular, debilidad en músculos de la pierna, camina con las piernas cruzadas, salivación excesiva (distrofia del músculo de la lengua), falla cardiaca, parálisis y necrosis hepática (Bauer, 2009).

Para prevenir deficiencias se recomienda aumentar el Selenio en dietas bajas en Vitamina E (Bauer, 2009).

**Cuadro 3.** Recomendaciones de vitaminas en la ración para terneros de cebo en todas sus etapas de engorde.

| **VITAMINAS** | |
|---|---|
| Vitamina A, UI/kg | 5.000 - 10.000 |
| Vitamina D, UI/kg | 500 – 1.500 |
| Vitamina E, UI/kg | 25 – 45 |

- Las recomendaciones de vitaminas son para cantidades totales añadidas en el corrector.

Fuente: (FEDNA, 2008).

#### 2.3.3.5. Agua

El agua, aunque no se considera un nutriente, se precisa para la regulación de la temperatura corporal, así como para el crecimiento, reproducción, lactación, digestión, metabolismo, excreción, hidrólisis, de nutrientes, transporte de nutrientes y desechos del cuerpo y para la lubricación de las articulaciones, además de muchas otras funciones. Una restricción en la ingesta de agua es perjudicial para el rendimiento (Merck, 2007).

Después del aire, el agua es el insumo más indispensable para la vida. Normalmente se olvida que la composición corporal del bovino tiene más de un 50% de agua y que hay tejidos que tienen el 90% de agua; que el crecimiento del ternero y, por lo tanto su ganancia de peso, es función directa del suministro de agua; que el organismo animal puede perder 100% de su grasa y sobrevivir; que puede perder el 50% de sus proteínas y sobrevive, pero si pierde 10% de su agua, se muere. No es suficiente tener agua en las pasturas, sino que es importante la forma como se les ofrece el agua a los animales, porque los problemas de jerarquía, pueden determinar un acceso limitado de los subordinados al agua. Las fuentes de agua para el ganado son los arroyos, lagos, ríos, manantiales, etc. (Pinheiro, 2007).

Un bovino adulto consume entre un 8 a 10% de su peso en agua. Una vaca lechera consume entre 38 y 110 litros de agua por día (l/d), un bovino para carne de 26 a 66 l/d. Hay diversos factores que influyen sobre la cantidad de agua requerida por los animales, tales como: raza, edad, estado fisiológico, temperatura ambiente, contenido de proteínas e hidratos de carbono de la dieta, ingestión de sales, etc. Los factores que más modifican el consumo de agua son la temperatura ambiente y el tipo de alimento. La temperatura ambiente elevada, aumenta los requerimientos de agua en los animales. El aumento puede ser entre un 30 y un 60% en meses calurosos. Así, un animal para carne (450 kg), puede consumir 28, 41 o 66 litros de agua según que la temperatura ambiente sea 4, 21 o 32 $^{0}$C, respectivamente. Durante la privación de agua hay pérdida de peso debido a la pérdida de agua desde los tejidos y desde el intestino, el cual actúa como reservorio de agua que mantiene al organismo hidratado (Cseh, 2003).

La otra variable de gran importancia es el tipo de alimentación. Alimentos como las pasturas, tienen un alto porcentaje de humedad, mientras que los granos tienen bajo porcentaje. Alimentos altamente energéticos, producen mucho agua metabólica, mientras que alimentos bajos en energía, producen poca. En general, todos los forrajes secos y concentrados, demandan un consumo de agua por parte del animal mayor que los forrajes verdes. Otro factor a tener en cuenta, es la distancia a los sitios para beber agua. La frecuencia de consumo voluntario de agua para una vaca es de 3 a 4 veces/día. El ganado prefiere tomar agua varias veces al día, si el consumo está limitado el animal comienza a comer menos y más lentamente, por ende resulta en pérdidas del peso corporal. El mejor método es proporcionar diariamente agua fresca, limpia, ad-libitum y de fácil acceso. La calidad del agua de bebida para los animales es tan importante como la cantidad. El agua que bebe el animal debe ser limpia, inodora, incolora e insípida. La ingesta de agua de baja calidad determina pérdidas en la producción y en los casos más extremos hasta la muerte. El agua, al estado líquido, toma la forma y la calidad del recipiente que la contiene; por lo tanto, la calidad del recipiente puede definir la calidad del agua (Cseh, 2003).

## 2.4. PASTOS DISPONIBLES

La alimentación de los animales debe basarse en el uso de productos que no compitan con aquellos de consumo humano; los pastos son por lo tanto la fuente más económica para la ganadería (León, 2003).

Los pastos en las zonas tropicales son más altos, más grandes y fibrosos, pero poco nutritivos, tienen menos proteínas. Los pastos tienden a envejecer, disminuyendo notablemente su calidad y esto se traduce en una desventaja puesto que, al ganado no se le puede dar a comer cantidades ilimitadas de pasto (EcuRed, 2014).

### 2.4.1. Pasto Chilena (*Panicum máximum*)

Datos según (CORPOICA; Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2013).

Nombre científico: *Panicum máximum.*

Nombres comunes: Pasto Guinea, Pajarita, India, Saboya, Pajarito, Chilena.

Origen: África ecuatorial a Sudáfrica, Océano Indico y Yemen. Naturalizada en trópicos.

Descripción: Planta perenne, forma macollas, alcanza hasta 3 m de altura y de 1 a 1.5 m de diámetro de la macolla, raíces fibrosas, largas y nudosas, ocasionalmente tiene rizomas, tallos erectos y ascendentes con una vena central pronunciada. Su inflorescencia se presenta en forma de panoja abierta de 12 a 40 cm de largo. Rendimiento de semilla entre 250 y 350 kg/ha.

Adaptación:

- Suelos: Crece en la mayoría de suelos bien drenados (no tolera encharcamiento), húmedos y fértiles, pH 5.0 - 7.5. Tolerante a saturación de aluminio, más no a suelos salinos.

- Luz: Tolerante a la sombra y a libre exposición. Buen crecimiento bajo árboles.
- Altitud: 0 – 1.600 msnm.
- Temperatura: 18 a 27 $^{0}$C. Crece bien en temperaturas altas.
- Precipitación: 800 – 2.500 mm/año. Resiste períodos de sequía de hasta 4 o 5 meses.

Enfermedades y plagas: Hongos como *Clavicep sspp*., *Conidiospormy cesayresii*, *Fusarium roseum*, y *Tizón* pueden disminuir producción de semilla. Susceptible a salivazo y gusano *Mocis*.

Usos: Pastoreo, ensilaje y heno.

Calidad nutricional: Proteína cruda 7 - 14% y digestibilidad 60 - 70%.

Toxicidad: Causa cólico fatal si es ingerido muy húmedo o en exceso.

Potencial de producción:

- Forraje: Produce entre 10 y 30 ton MS/ha/año.
- Animal: Ganancia diaria entre 700 g durante época lluviosa y 170 g en época seca. Soporta cargas de 2,5 a 4 UBA/ha durante las lluvias y 1,5 a 2 UBA/ha en sequía.

Establecimiento: A través de semilla, de 6 a 8 kg/ha, superficial a ligeramente tapada. Crece rápido y no compite bien con malezas.

Manejo: Fertilización mínima (kg del elemento/ha.) N: 50; $P_2O_5$: 45,8; $K_2O$: 18; MgO: 24,75; $SO_4$: 44,86. El primer pastoreo se recomienda entre 90 y 120 días después de la siembra o antes de iniciar la floración. Soporta pastoreo intensivo con mantenimiento de la fertilidad, responde bien a fertilización. Su hábito de crecimiento favorece el crecimiento de leguminosas.

Limitaciones: No se recomienda para lechería bajo pastoreo, porque afecta pezones. Además no tolera inundación ni pastoreo fuerte.

### 2.4.2. Pasto Brizanta Marandú (*Brachiaria brizantha*)

Datos según (CORPOICA, 2013).

Nombre científico: *Brachiaria brizantha*.

Nombres comunes: Pasto Libertad, Marandú, Brizanta, pasto Alambre.

Origen: Originario de África tropical y liberado como cultivar en Brasil.

Descripción: Especie forrajera perenne de crecimiento semierecto, forma macollas de hojas erectas y largas, alcanza alturas de 1.5 m.

Adaptación:

- Suelos: Bien drenados (no tolera encharcamiento) de mediana a alta fertilidad, pH de 4.0 a 7.0, texturas arenosas a pesadas, resistente a saturación de aluminio.
- Luz: No tolera sombra.
- Altitud: 0 – 1.800 msnm.
- Temperatura: 17 – 27 $^{0}$C.
- Precipitación: 1.000 – 3.500 mm/año. Tolerancia media a la sequía.

Enfermedades y plagas: En sitios húmedos susceptible a pudrición de la raíz. Presenta tolerancia antibiótica a salivazo y altamente susceptible a *Rhizocthonia solani*.

Usos: Pastoreo, heno y ensilaje.

Calidad nutricional: Proteína Cruda 9 – 12% y digestibilidad 62 – 64%.

Toxicidad: Nitratos.

Potencial de producción:

- Forraje: En vertisoles de las sabanas de Córdoba, a los 24 días de edad, en época de lluvias y sin fertilización presentó un rendimiento de materia seca de

1.916 kg/ha y en sequía, 1.400 kg/ha. Puede alcanzar rendimientos anuales de materia seca de 25 t/ha año.

- Animal: En una evaluación de 168 días con carga de 594 kg/ha, en pastoreo alterno de 24 días de ocupación y descanso, la ganancia diaria por animal fue de 710 g y la producción de carne fue de 1.42 kg/ha/día y una producción anual de carne de 518 kg. Buena palatabilidad.

Establecimiento: Semilla (escarificadas) o vegetativa. Se recomienda de 4 a 5 kg/ha de semilla. Cubre rápidamente el suelo.

Manejo: Fertilización mínima (kg del elemento/ha) N: 50; $P_2O_5$: 45,8; $K_2O$: 18; MgO: 24,75; $SO_4$: 44,86. Primer pastoreo a los 4 meses de siembra con varios animales por poco tiempo. Suelos de mediana fertilidad se debe fertilizar cada 3 años para mantener productividad.

Limitaciones: No tolera encharcamiento. Exige suelos de mediana a alta fertilidad.

### 2.4.3. Pasto Puntero *(Hyparrhenia rufa)*

Datos según (CORPOICA, 2013).

Nombre científico: *Hyparrhenia rufa*.

Nombres comunes**:** Pasto Jaraguá, Yaraguá, Uribe, Pasto Gordura, Chopin.

Origen: África tropical.

Descripción: Es una planta perenne que crece en matojos formando césped, las hojas son largas y delgadas, los tallos florales son largos y la inflorescencia es una panícula abierta.

Adaptación:

- Suelos: Crece bien en suelos bien drenados, FA o FAr y con un pH de ácido a neutro (4.5 - 8). Topografía plana-pendiente.
- Luz: No tolera sombra superior al 30%.

- Altitud: 0 - 2000 msnm.
- Temperatura: 16 a 27 $^{0}$C.
- Precipitación: 600 a 2.500 mm/año.
- Enfermedades y plagas: No se reporta.

Usos: Pastoreo y elaboración de heno.

Tolerancia: Es tolerante a la sequía, a la quema y al pisoteo.

Calidad nutricional: En lluvias: Proteína Cruda 9.16%; FDN 66.16%; FDA 42.71; Celulosa 30.49; Lignina 6.9; Digestibilidad 70.16% y 1.8 Mcal.

Toxicidad: No reportada.

Potencial de producción:

- Forraje: Con fertilización se pueden producir hasta 30 t MS ha/año.
- Animal: 183 - 503 kg de carne/ha/año según el tipo de suelo (ácido y neutro respectivamente), con carga de 2 UBA/ha se producen 5.7 kg leche/vaca/día; con ganado de ceba se producen 147 - 205 kg/a/año sin fertilización.

Establecimiento: Se propaga con semilla sexual. Se requieren 5 kg/ha de semilla de alta germinación, si es de baja germinación se pueden necesitar hasta 25 kg/ha y el sistema de siembra es al voleo. Para mejor distribución se puede mezclar con cascarilla de arroz y ligeramente tapada.

Manejo: Fertilización mínima (kg del elemento/ha) $P_2O_5$: 45,8; $K_2O$: 18; MgO: 24,75; $SO_4$: 44,86.

Limitaciones: Hábito de crecimiento en matojos erectos, baja capacidad de carga, no compite bien con malezas y la semilla tiene baja germinación, valor nutritivo medio.

## 2.5. INSUMOS A UTILIZAR

### 2.5.1. Cama de Pollo o Pollinaza

Las excretas de ave (pollinaza y gallinaza) son subproductos pecuarios que se han utilizado extensivamente en la preparación de alimentos para rumiantes, en especial en la industria de engorda de becerros, aunque también han sido ampliamente utilizados como un recurso alimenticio para la época de sequía. Su empleo está basado en el alto contenido de proteína, aunque también aporta una cantidad aceptable de proteína, aunque también aporta una cantidad aceptable de energía y minerales. La pollinaza contiene las excretas de aves de engorda (pollos), la cual se presenta mezclada con el material que se usa como cama para las aves, como aserrín o paja (Ochoa, y otros, 2007). A las excretas de aves de engorda se las define como pollinaza, compuestas por heces, orina, el material usado como cama (aserrín de madera, cascarilla de arroz, etc.), restos de alimento, mucosa intestinal descamada, plumas, etc. (Vizcaíno, y otros, 2013).

La ventaja de este subproducto es que está disponible durante todo el año a bajo costo. La pollinaza tiene una composición química variante que depende de varios factores como: el tipo de cama, alimento utilizado, tiempo de almacenamiento, el de piso del galpón, la densidad poblacional (aves/$m^2$), temperatura, porcentaje de humedad, y los procesos de limpieza (Alvarado, y otros, 2009).

(Fontenot, 1997), considera que por cada 1000 pollos, se producen 900 kg de cama de pollo en base seca y asume que la cama de pollo tiene el 80% de materia seca (MS) cuando es tomada de las casetas. Valores muy similares son reportados por (Malone, y otros, 1992) quienes reportaron que por cada pollo se produce 1 kg de cama. Los procesos que han sido utilizados son: deshidratación, peletizado, ensilaje, cama reposada en montículos de 1.5 m de altura y composta. De todos ellos el más recomendado por su costo y facilidad para realizarlo es haciendo montículos de 1.5 m de altura y dejándolos reposar por 2 o 3 semanas bajo techo.

#### 2.5.1.1. Composición química

La composición química de las excretas de ave es muy variable, principalmente la pollinaza, debido al tipo de cama utilizada en las naves de engorda. La cama de pollo tiene un valor nutricional mayor que las heces de otros animales, ya que son ricas en proteína cruda (PC), fibra cruda (FC) y minerales (Ochoa, y otros, 2007).

**Cuadro 4.** Valor nutricional de las heces de aves.

| Nutrientes | Pollinaza | Gallinaza |
|---|---|---|
| Materia seca (%) | 84.7 | 89.6 |
| Proteína cruda (%) | 31.3 | 28.0 |
| Proteína verdadera (%) | 16.7 | 11.3 |
| Proteína digestible (%) | 23.3 | 14.4 |
| Fibra cruda (%) | 16.8 | 12.7 |
| Extracto etéreo (%) | 3.3 | 2.0 |
| Extracto libre de nitrógeno (%) | 29.5 | 28.7 |
| Energía digestible (Mcal/kg) | 2440.0 | 1884.0 |
| Energía metabolizable (Mcal/kg) | 2181.0 | - |
| Nutrientes digestibles totales (%) | 59.8 | 52.3 |
| Cenizas (%) | 15.0 | 28.0 |
| Calcio (%) | 2.4 | 8.0 |
| Fósforo (%) | 1.8 | 2.5 |
| Magnesio (%) | 0.44 | 0.67 |
| Sodio (%) | 0.54 | 0.94 |
| Potasio (%) | 1.78 | 2.33 |
| Hierro (ppm) | 451 | 2000 |
| Cobre (ppm) | 98 | 150 |
| Manganeso (ppm) | 225 | 406 |
| Zinc (ppm) | 235 | 463 |

Fuente: (Ochoa, y otros, 2007).

El empleo de pollinaza en la alimentación de rumiantes se basa en su valor proteínico, además también aporta una cantidad aceptable de energía y minerales de alto valor.

**Cuadro 5.** Análisis bromatológico de la pollinaza.

| Parámetro | Resultado (TCO) | Método/Norma |
|---|---|---|
| Humedad Total (%) | 13,84 | AOAC/ Gravimétrico |
| Materia Seca (%) | 86,16 | AOAC/Gravimétrico |
| Proteína (%) | 20,89 | AOAC/kjeldahl |
| Fibra (%) | 12,98 | AOAC/ Gravimétrico |
| Grasa (%) | 2,87 | AOAC/Goldfish |
| Ceniza (%) | 10,9 | AOAC/ Gravimétrico |
| Materia Orgánica (%) | 89,1 | AOAC/ Gravimétrico |

Fuente: (Ramírez, 2015).

El contenido de proteína cruda en tres niveles de pollinaza 15%, 25% y 35% en raciones para toretes en engorda a base de pollinaza es de 16.8%, 17.7% y 18.5% respectivamente. La energía digestible (ED) de la cama de pollo generalmente es baja. Los valores publicados para ED son de 2.44 Mcal/kg (Bhattacharya, y otros, 1966) y de 2.91 Mcal/kg (Bhattacharya, y otros, 1975).

Las excretas de las aves son altas en minerales y bajas en vitamina A y D. La cama de pollo es alta en cenizas con alto contenido de ciertos minerales, particularmente del Ca y P, siendo valiosas fuentes de minerales para ovejas y novillos (Bhattacharya, y otros, 1975). (Rude, y otros, 1997), reportan un contenido de minerales en la cama de pollo de 1.4% de Ca, 0.42% de Mg, 1.3% de P, 0.65% de Na, 2.1% de K y 1.6% de cloro (Cl).

(Egana, y otros, 1994), encontraron que la digestibilidad de la MS fue de 78.5 y 71.2% para cama de pollos criados en piso de cemento y piso de tierra respectivamente.

#### 2.5.1.2. Uso de la pollinaza en bovinos

Los altos niveles de proteína y minerales esenciales en la nutrición animal junto con sus bajos costos hacen de la pollinaza un recurso alimenticio atractivo para ser empleado en la alimentación de los rumiantes, ya que las variaciones estacionales del valor nutritivo de los pastos y forrajes tropicales, demandan en ocasiones, el suministro de proteína adicional en las raciones. Las excretas avícolas, por contener más del 50% del N presente en forma de ácido úrico, pueden ser empleadas en la sustitución parcial de los alimentos convencionales en la dieta de los rumiantes (Tobías, y otros, 2000).

**a. Consumo**

(Ramírez, 2015), encontró un consumo de 7.96 kg/día de materia seca, con una ración elaborada a base de pollinaza 65% + harina de palmiste 25% + melaza de caña 10% + sales minerales (50 g/día), en el engorde de 40 toretes mestizos con una duración experimental de 90 días.

(Fernández, 2014), encontró un consumo de 7.7, 7.1, 6.9, 6.8, en el engorde de novillos, con 4 dietas compuestas por grano de maíz y cama de pollo en distintas proporciones (T1) 80 y 20, (T2) 60 y 40, (T3) 40 y 60 y (T4) 20% y 80%, respectivamente. Los novillos de razas británicas de 152 kg p.v. (inicial), saliendo al cabo de 152 días con 272 kg de p.v. En todos los casos, los animales tenían acceso a una pastura vieja (600 kg MS/día de disponibilidad).

En dietas para becerros de 150 kg a base de paja de trigo con el 45% de cama de pollo se encontró una reducción en el CMS (2.04 vs 1.79 kg animal/d) y de la digestibilidad de algunos de sus componentes (EE, FC y TND), causando que el consumo de ED fuera más bajo. Esto puedo ser atribuido a la baja palatabilidad o al alto contenido de minerales (Ruffin, y otros, 1990).

De acuerdo con (Duarte, y otros, 1996), los valores para el consumo de alimento en kg/día de materia seca fueron de 9.40, 8.30 y 7.20 en la inclusión de tres niveles de pollinaza 15%, 25% y 35% respectivamente, en raciones para toretes en engorda, siendo este último diferente a los dos primeros. Con base en los resultados obtenidos y considerando el tipo y porcentaje de ingredientes empleados, se concluye que niveles de pollinaza hasta del 25% producen ganancias de peso vivo aceptables en toretes de engorda y que niveles de un 35% reducen la ganancia de peso vivo y el consumo de alimento, sin afectar la conversión alimenticia.

**b. Conversión alimenticia**

(Ramírez, 2015), encontró una conversión alimenticia de 16,70 (kg de CMS / kg de ganancia de peso), con una ración elaborada a base de pollinaza 65% + harina de palmiste 25% + melaza de caña 10% + sales minerales (50 g/día), en el engorde de 40 toretes mestizos con una duración experimental de 90 días.

(Fernández, 2014), encontró una conversión alimenticia de 8.5, 8.6, 10.6, 15.9, (kg de alimento / kg de ganancia de peso), en el engorde de novillos, con 4 dietas compuestas por grano de maíz y cama de pollo en distintas proporciones (T1) 80 y 20, (T2) 60 y 40, (T3) 40 y 60 y (T4) 20% y 80%, respectivamente. Los novillos de razas británicas de 152 kg p.v. (inicial), saliendo al cabo de 152 días con 272 kg de p.v. En todos los casos, los animales tenían acceso a una pastura vieja (600 kg MS/día de disponibilidad).

La conversión alimenticia (CA) es menos favorable en animales con pesos superiores a los 380 kg de PV alimentados con dietas, con cama de pollo. La CA también es menos favorable a medida que se incrementa el nivel de cama de pollo en las dietas, sin embargo el costo del aumento de peso de los animales alimentados con este tipo de dietas es menor debido a que el costo de las dietas normalmente disminuye, a medida que se aumenta el nivel de cama en la ración (Morales, y otros, 1993).

Según (Duarte, y otros, 1996), la conversión alimenticia fue de 8,06, 7,35 y 7,86; en la inclusión de tres niveles de pollinaza 15%, 25% y 35% respectivamente, en raciones para toretes en engorda; no se encontraron diferencias significativas (P>0.05).

**c. Ganancia de peso**

(Ramírez, 2015), encontró una ganancia diaria de peso de 1207 g por animal, con una ración elaborada a base de pollinaza 65% + harina de palmiste 25% + melaza de caña 10% + sales minerales (50 g/día), en el engorde de 40 toretes mestizos con una duración experimental de 90 días.

(Fernández, 2014), encontró un aumento diario de peso vivo de 1019, 830, 743, 581 gramos, en el engorde de novillos, con 4 dietas compuestas por grano de maíz y cama de pollo en distintas proporciones (T1) 80 y 20, (T2) 60 y 40, (T3) 40 y 60 y (T4) 20% y 80%, respectivamente. Los novillos de razas británicas de 152 kg p.v. (inicial), saliendo al cabo de 152 días con 272 kg de p.v. En todos los casos, los animales tenían acceso a una pastura vieja (600 kg MS/día de disponibilidad).

(Tagari, y otros, 1976), formularon raciones con el 13 y 70% de cama de pollo y obtuvieron un aumento diario de peso (ADP) con esas raciones de 1.25 y 0.92 kg/d respectivamente, en un período de 10 meses. Esto indica un amplio rango de aceptación de los niveles de cama de pollo en raciones para bovinos en crecimiento.

De acuerdo con (Duarte, y otros, 1996), el promedio diario de ganancia de peso fue de 1285, 1188 y 998 g por animal, en la inclusión de tres niveles de pollinaza 15%, 25% y 35% respectivamente, en raciones para toretes en engorda; las diferencias entre tratamientos P15 y P25 con respecto a P35 fueron altamente significativas (P<0.01).

#### 2.5.1.3. Problemas con el uso de la cama de pollo

Con el uso de la cama de pollo en la alimentación del ganado se puede presentar una serie de enfermedades como son: botulismo, hipocalcemia, toxicidad por arsénico, toxicidad por cobre y toxicidad por ionóforos, la posibilidad de que algunos de estos problemas se presente puede ser relativamente alta cuando las camas no se procesan correctamente (Panisello, y otros, 2006).

La avicultura es una de las ramas de la producción animal de mayor importancia, porque contribuye a la satisfacción de 35% de las necesidades proteicas de la población. Sin embargo, las granjas avícolas producen subproductos como las excretas que al ser dispuestos sin control alguno ocasionan perjuicios ambientales, además de propiciar la proliferación de vectores y microorganismos patógenos, todo ello con un impacto negativo en el medio ambiente (Estrada, 2005).

El manejo de la pollinaza fresca tiene algunas desventajas; por su gran contenido de humedad (20% o más), es posible que presente combustión espontánea en los sitios de almacenamiento; por su elevado contenido microbiológico y por propiciar liberación de amoniaco, es un material que libera malos olores para el medio ambiente y un factor de riesgo para la salud de los individuo que la manejan (Panisello, y otros, 2006).

Una de las problemáticas que presenta la actividad agropecuaria, es el almacenamiento de excreta (pollinaza), esto se debe a que permanece en piso y en lugares cerrados durante meses, tiempo suficiente para producir gases y olores fuertes. El amoniaco es el más importante y común de los contaminantes gaseosos, es un gas alcalino proveniente de la descomposición de las excretas de los animales. Algunas de estas limitantes pueden ser solventadas a través de tratamientos físicos, biológicos, o químicos que incluyen secado, peletizado, ensilados, fermentaciones, entre otros (Tesa, 2005).

### 2.5.2. Caña de Azúcar

El empleo del forraje fresco de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), es una valiosa alternativa al déficit de alimento para el ganado en la época poco lluviosa, particularmente en la zona tropical, debido a su alto rendimiento de MS/ha aun en condiciones rusticas de cultico, y su valor energético, que a diferencia del resto de las demás gramíneas, es máximo en esta época (Martín, 2004).

La caña de azúcar ha sido utilizada en la alimentación del ganado desde hace muchos años, pero en la mayoría de los casos, su uso se ha hecho como un suplemento de emergencia durante la escasez de forrajes. Es inmenso el potencial de la caña de azúcar y de sus subproductos industriales derivados de la elaboración de azúcar y panela (melaza, bagazo, cogollo) en la alimentación animal en las zonas tropicales y subtropicales, esto debido a su alto rendimiento. Ningún otro cultivo se acerca a su capacidad para rendir hasta 20 toneladas por hectárea de nutrientes digeribles totales, y se estima que una hectárea de caña es suficiente para sostener 30 cabezas de ganado adulto (Preston, 1977).

#### 2.5.2.1. Datos de la caña de azúcar

Según (CORPOICA, 2013).

Nombre científico: *Saccharum officinarum*.

Nombres comunes: Caña forrajera, Caña de azúcar, Caña.

Origen: Nueva Guinea.

Descripción: Planta perenne, crece en matojos o cepas con tallo de 2 a 3 m de alto y de 3 a 4 cm de ancho, hojas alargadas y entrenudos inferiores cortos y pronunciados, vainas abrazadoras, las inferiores son envolventes, panícula plumosa de hasta 75 cm, con espiguillas pilosas blancas.

Adaptación:

- Suelos: Zonas planas y de ladera. Se adapta a rangos amplios de fertilidad aunque crece mejor en suelos franco arcillosos de buen drenaje con pH entre 5.5 y 8.0.
- Luz: No tolera sombra.
- Altitud: 0 – 1.800 msnm.
- Temperatura: 17 a 27 $^{0}$C. Precipitación: 800 – 2.800 mm/año.

Enfermedades y plagas: Es atacado por diferentes especies de *diatrea* y *salivazo*.

Usos: Forraje picado, barreras vivas, control de erosión y ensilaje.

Calidad nutricional: Proteína Cruda 3 – 5% y digestibilidad 50 – 60%.

Toxicidad: Ninguna reportada.

Potencial de producción:

- Forraje: Produce entre 10 y 30 ton MS/ha/año.
- Animal: No reportada.

Establecimiento: El establecimiento se hace de forma vegetativa usando estacas o tallos con varias yemas. Se siembra en surcos de 1m y de 5 a 10cm de profundidad, se necesitan entre 6 a 8 t/ha de estacas y en laderas se debe sembrar en curva de nivel y estrechando la distancia entre surcos de 60 a 70 cm.

Manejo: Fertilización alta (kg del elemento/ha.) N: 70-140; $P_2O_5$: 57,25; $K_2O$: 96; MgO: 33; $SO_4$: 59,8. Se debe realizar control de malezas. Debe cortarse a los 8 meses para obtener un material de mejor calidad, luego picarse para el animal. Responde a la fertilización nitrogenada después de cada corte para mantenimiento. Con riego puede sembrarse en cualquier época del año, o debe coincidir con la época lluviosa.

Limitaciones: Costos en mano de obra y transporte.

#### 2.5.2.2. Valor nutritivo

La caracterización nutritiva del forraje de caña indica que, independientemente de sus posibilidades energéticas, su pobre contenido de proteína no le permite al animal satisfacer sus necesidades de mantenimiento. Esto conduce a que el balance proteico sea uno de los principales problemas a solucionar a la hora de formular cualquier ración basada en este alimento (Martín, 2004).

Se puede decir que la caña presenta un alto valor para la materia seca. Su contenido de proteína cruda es muy bajo, lo cual constituye un limitante para su utilización en alimentación animal como ingrediente único. El contenido de extracto no nitrogenado, está básicamente constituido por carbohidratos estructurales y por azúcares rápidamente fermentables a nivel de rumen. Su contenido de minerales es variable y depende en gran parte de la fertilidad del suelo (Preston, 1977).

A medida que la caña de azúcar madura durante los 12 a 18 meses de edad, ocurren los siguientes cambios: un aumento en la proporción del tallo con respecto a las hojas; un aumento en la concentración de azúcares totales en el jugo; conversión de azúcares reductores a sacarosa; y lignificación creciente de los carbohidratos estructurales de la pared celular. La caña de azúcar, como sus subproductos, está compuesta casi enteramente por azúcares y carbohidratos estructurales, los cuales en alimentación animal son fuente importante de energía. Estos compuestos son también sustratos ideales para la utilización de nitrógeno no proteico a través de los microorganismos en el tracto digestivo de los rumiantes, para la síntesis de proteína a partir de nitrógeno químico. A diferencia con las otras gramíneas, la digestibilidad de la caña de azúcar no disminuye con la madurez. Hay tendencia hacia un pequeño incremento en la digestibilidad, ya que la acumulación del contenido soluble de la célula (azúcares) es alta y compensa la reducción en la digestibilidad de la pared celular; por lo tanto, el valor nutritivo de la caña (expresado en términos de su digestibilidad y eficiencia de la utilización de la energía digerida) aumenta con el grado de

madurez, y para todos los fines prácticos se puede relacionar linealmente con el contenido de azúcar en el jugo (Preston, 1977).

**Cuadro 6.** Valor nutricional de la caña de azúcar.

| INDICADORES | CAÑA DE AZÚCAR |
|---|---|
| MS% | 26,2 – 28,7 |
| Proteína% | 2,6 – 4,7 |
| Fibra% | 36,1 – 48,1 |
| Digestibilidad% | 50 – 60 |

Fuente: (Urdaneta, 2005).

**2.5.2.3. Utilización de la caña de azúcar en alimentación animal**

A pesar de que el forraje de caña de azúcar contiene entre 9.2 y 9.6 MJ/kg de MS de energía metabolizable, en la práctica se comporta como un alimento bajo en energía. Existen concentrados que tiene un contenido de energía metabolizable de 11 MJ/kg de MS (ligeramente superior al valor que se le atribuye a la caña). Sin embargo, el consumo de este alimento no tiene ninguna similitud con aquellos concentrados. Es decir, los patrones de consumo de forraje de caña son más parecidos al del resto de los forrajes, a pesar de su contenido de energía (Martín, 2004).

Preston, (1977) señala que la caña de azúcar se puede utilizar en explotaciones de ganado de cría durante la sequía cuando los pastos y forrajes en gran parte no están disponibles; en el engorde de toros y novillos bajo sistemas intensivos o semi-intensivos y en la alimentación de vacas lactantes de doble propósito y sus

terneros durante la época sea. Para esto, la caña se debe establecer en un lote compacto, cosechándola anualmente o por lo menos cada dos años. Se estima que en estas condiciones el cultivo tendría una vida útil de unos 8 a 10 años.

Durante la época de lluvias, el empleo de la caña en alimentación animal presenta serias dificultades en corte, acarreo y fermentación rápida después del picado. Para utilizar caña durante la época de lluvias, lo más conveniente es ensilarla durante la época seca cuando las condiciones ambientales son propicias. Se debe tener en cuenta que la caña cuando se ensila sola produce una fermentación de tipo alcohólico indeseable por su alto contenido de azúcares (Preston, 1977).

La utilización de la caña de azúcar para alimentación animal debe ser en lo posible complementaria al pastoreo de baja disponibilidad de pastos, ya que en época de lluvias es posible producir carne y leche a más bajo costo a base de pastos. Debido a la rusticidad de la caña, es factible establecerla en pequeñas áreas de la finca para utilizarla como complemento al pasto en la época seca (Preston, 1977).

El picado de ser hecho con picadora de cuchillas, a más de 3.000 revoluciones por minuto para evitar la pérdida de jugo. El consumo de los animales se debe calcular buscando que las pérdidas por rechazo no superen a un kg/animal/día, que es el límite permitido para que el sistema sea eficiente. En estas condiciones, se esperan consumos animal/día de 12 a 25 kg de caña integral picada. Se ha utilizado con buenos resultados la urea para suplementar el 70% de la proteína en la ración basada en caña molida o picada. Para suministrar la urea es conveniente usar una pequeña cantidad de melaza, aun cuando no sea necesaria en la dieta, ya que es uno de los vehículos para disolver la urea y evitar problemas de toxicidad. También se puede adicionar en solución acuosa, rodándola sobre la caña picada en el comedero. Es aconsejable adicionar además azufre, requerido por los microorganismos del rumen; la manera más indicada es suministrar una décima parte del nitrógeno inorgánico en forma de sulfato de amonio (Preston, 1977).

# 3. MATERIALES Y MÉTODOS

## 3.1. MATERIALES

### 3.1.1. Materiales de Campo

- 21 toretes mestizos
- Potreros
- Mangas
- Corrales
- Comederos y bebederos
- Jeringas, ajugas y sogas
- Aretes para identificación de los bovinos
- Letreros para la identificación de los tratamientos
- Balanza
- Pollinaza
- Caña de azúcar
- Palmiste
- Soya
- Maíz
- Sales minerales
- Cinta bovinométrica
- Cámara fotográfica
- Libreta de campo
- Bomba de mochila

### 3.1.2. Materiales de Oficina

- Computadora
- Impresora
- Calculadora
- Papel y materiales de escritorio

## 3.2. MÉTODOS

### 3.2.1. Ubicación del Ensayo

La presente investigación se ejecutó en la parroquia San Roque, del cantón Piñas, que se encuentra ubicada al sur de la cabecera cantonal, a una distancia de 9 km, presenta las siguientes características climatológicas: Altitud: 1521 m.s.n.m, temperatura promedio anual de 25 a 28 $^{0}$C y una precipitación anual de 700 mm.

### 3.2.2. Descripción y Adecuación de las Instalaciones

El experimento se desarrolló en la finca “Santa Lucia” que cuenta con 40 ha, de pasto chilena (*Panicum máximum*), pasto brachiaria (*Brachiaria brizantha*) y pasto puntero (*Hyparrhenia rufa*), además cuenta con la división de 3 potreros para realizar un sistema de pastoreo rotativo. Los animales permanecieron en los potreros la mayor parte del día y fueron conducidos al corral en las primeras horas de la mañana, para el suministro de las raciones experimentales y del agua. Para las actividades de manejo como: vacunaciones, desparasitaciones, vitaminizaciones, suministro de las raciones y agua, se dispuso de un corral de 100 m$^2$, en el cual se adecuaron mangas, comederos y bebederos.

### 3.2.3. Descripción e Identificación de las Unidades Experimentales

Se utilizaron 21 toretes mestizos, de 18 a 24 meses de edad, con un peso promedio de 294 kg; cada animal tenía su respectiva identificación con aretes y constituyó una unidad experimental.

### 3.2.4. Conformación e Identificación de los Grupos Experimentales

Luego del periodo de adaptación de los 21 toretes mestizos, se procedió a tomar y registrar los pesos individuales, posteriormente se sorteó al azar para conformar tres grupos experimentales de 7 toretes cada grupo. Los grupos

experimentales se identificaron con letreros de acuerdo al tratamiento respectivo. Los letreros fueron colocados en el comedero respectivo.

### 3.2.5. Formulación y Elaboración de las Raciones

Mediante el método del tanteo se formuló las tres raciones experimentales (isoproteínicas) con el 14% de proteína. En función de las formulas se procedió a pesar y mesclar los ingredientes. Las tres raciones quedaron formuladas de la siguiente manera:

**Cuadro 7.** Formulación en porcentajes (%) de las raciones 1, 2 y 3.

| Insumos | Ración 1 | Ración 2 | Ración 3 |
|---|---|---|---|
| Caña picada | 45,0 | 40,0 | 50,0 |
| Maíz | 20,0 | 10,0 | 9,5 |
| Pollinaza | 0,0 | 20,0 | 40,0 |
| Soya | 18,5 | 0,0 | 0,0 |
| Palmiste | 16,0 | 29,5 | 0,0 |
| Sales minerales | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| **Total** | 100 | 100 | 100 |

### 3.2.6. Descripción de los Tratamientos

Se evaluaron tres niveles de inclusión de pollinaza en raciones suplementarias (0, 20 y 40%), de la siguiente manera:

#### 3.2.6.1. Tratamiento uno

Consistió en el suministro de 2 kg de ración uno a un grupo de 7 toretes mestizos mantenidos en sistema de pastoreo libre.

#### 3.2.6.2. Tratamiento dos

Consistió en el suministro de 2 kg de ración dos a un grupo de 7 toretes mestizos mantenidos en sistema de pastoreo libre.

#### 3.2.6.3. Tratamiento tres

Consistió en el suministro de 2 kg de ración tres a un grupo de 7 toretes mestizos mantenidos en sistema de pastoreo libre.

### 3.2.7. Diseño Experimental

Se utilizó el diseño bloques al azar con tres tratamientos y siete repeticiones en cada tratamiento.

### 3.2.8. Variables en Estudio

- Composición química de las raciones experimentales y pastos
- Consumo de alimento
- Incremento de peso
- Conversión alimenticia
- Rentabilidad y la relación beneficio/costo

### 3.2.9. Toma y Registro de Datos

#### 3.2.9.1. Composición química de las raciones experimentales

Se realizó el análisis químico proximal de las raciones experimentales y pastos, teniendo en cuenta las siguientes determinaciones:

- Humedad
- Materia Seca (MS),
- Cenizas,
- Fibra Bruta (FB),
- Proteína Bruta (PB),
- Extracto Etéreo,

- Extracto Libre de Nitrógeno (ELN)

### 3.2.9.2. Consumo de alimento

Se procedió a pesar y registrar diariamente la cantidad de la ración suministrada y para determinar el consumo real se restó el alimento sobrante o desperdiciado, aplicando la siguiente formula:

$$C.a = AS - AR$$

Ca = Consumo de alimento

AS = Alimento suministrado

AR = Alimento sobrante o desperdiciado

### 3.2.9.3. Incremento de peso

Se tomó y registró el peso individual de todos los toretes al inicio del ensayo, y luego quincenalmente el mismo día y hora y con los animales en ayunas, para lo cual se utilizó una cinta bovinométrica; para el cálculo del incremento de peso se utilizó la siguiente fórmula:

$$\Delta P = P_F - P_I$$

$\Delta$P = Incremento de peso

$P_F$ = Peso final

$P_I$ = Peso inicial

### 3.2.9.4. Conversión alimenticia

Se relacionó el consumo de alimento y el incremento de peso obtenido quincenalmente, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$CA = \frac{Consumo\ quincenal}{\Delta P\ quincenal}$$

CA = Conversión alimenticia.

ΔP = Incremento de peso.

**3.2.9.5. Rentabilidad y la relación beneficio/costo**

Se hizo una relación entre los ingresos y los costos generados en el proyecto, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$R = \frac{\mathrm{IN}}{\mathrm{CT}} * 100$$

R = Rentabilidad

IN = Ingresos netos

CT = Costos totales

La relación beneficio costo (B/C), indica el retorno en dinero obtenido por cada unidad monetaria invertida durante la vida útil del proyecto. Se basa en el "valor presente" y consiste en dividir el valor presente de los ingresos para el valor presente de los egresos, es decir:

$$B/C = \frac{\mathrm{VPi}}{\mathrm{VPe}}$$

B/C = Relación beneficio/costo

VPi = Valor presente de los ingresos

VPe = Valor presente de los egresos

### 3.2.10. Análisis Estadístico

Se realizó el análisis de varianza de cada una de las variables en estudio, mediante el diseño de Bloques al azar y se aplicó la prueba de Tukey, para la comparación entre los promedios.

### 3.2.11. Análisis Económico

Se realizó en base al cálculo de la rentabilidad, relacionado los ingresos y los costos de producción generados en el proyecto, para lo cual se utilizó la siguiente formula:

$$R = \frac{\mathrm{IN}}{\mathrm{CT}} * 100$$

R = Rentabilidad

IN = Ingreso neto

CT = Costo total

Para los costos se consideraron los siguientes rubros: costo inicial de los animales, alimentación, instalaciones (depreciación y amortización), mano de obra, sanidad, etc. Los ingresos se obtuvieron de la venta de los animales.

### 3.2.12. Manejo de los Animales

Previo al inicio del experimento se procedió a realizar la identificación de todos los toretes, colocándoles un arete en la oreja, luego se realizó la desparasitación con ivermectina (MASTER LP 4%) a razón de 1ml/50 kg PV, vía SC. Se administró vitaminas y minerales (CrecEdor) a razón de 1ml/25 kg PV, vía SC, por 3 días seguidos. Además se aplicó un anabólico a base de Boldenona Undecilenato (LEGACY MK) a razón de 1ml/90 kg PV, vía IM. El suministro de la ración se realizó en las primeras horas de la mañana, en los corrales; luego los animales eran llevados a los potreros de pastoreo.

# 4. RESULTADOS

## 4.1. VALOR NUTRITIVO DE LAS RACIONES Y PASTOS DE PRADERA

El valor nutritivo de las raciones y el pasto de las praderas conformado por el 50% *Panicum máximum*, 40% de *Hyparrhenia rufa* y 10% *Brachiaria brizantha* se indica en el siguiente cuadro:

**Cuadro 8.** Composición química de las raciones experimentales y el pasto de pradera (%).

| Clase de muestra | M.S. | Cz. | E.E. | P.C. | F.C. | E.L.N. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Ración 1:** Pollinaza 0 %. | 62,76 | 10,75 | 2,87 | 20,25 | 17,07 | 49,06 |
| **Ración 2:** Pollinaza 20%. | 64,60 | 14,07 | 4,48 | 12,38 | 26,48 | 43,35 |
| **Ración 3:** Pollinaza 40%. | 57,63 | 20,42 | 2,23 | 13,94 | 22,73 | 40,68 |
| **Pasto** | 33,32 | 10,72 | 1,07 | 8,50 | 46,64 | 33,08 |

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición Animal AARNR – UNL (2015).

M.S. = Materia Seca, Cz. = Cenizas, E.E. = Extracto Etéreo, P.C. = Proteína Cruda, F.C. = Fibra Cruda, E.L.N. = Extracto Libre de Nitrógeno.

El contenido de materia seca de las raciones experimentales varió del 57,63 al 64,6 %. La proteína bruta fue mayor en la ración uno con el 20,25% y menor en la ración dos con el 12,38%; mientras que el contenido de fibra osciló entre 17 y 26%.

Los pastos registraron un mediano contenido de proteína con el 8,5% y un elevado porcentaje de fibra (46,6%) debido a su avanzado estado de madurez en el periodo que se realizó el experimento.

## 4.2. CONSUMO DE ALIMENTO

Comprende el consumo de forraje y la ración suplementaria; el consumo de forraje se estimó, considerando una ingesta diaria equivalente al 3% del peso vivo en base a materia seca; mientras que la ración se suministró a razón de 2 kg por animal al día.

**Cuadro 9.** Consumo de alimento quincenal en base a MS, en el engorde de toretes en pastoreo con tres raciones suplementarias (kg).

| Nº Quincena | TRATAMIENTOS | | |
|---|---|---|---|
| | T1 | T2 | T3 |
| 1 | 132,30 | 132,17 | 132,24 |
| 2 | 138,34 | 135,64 | 135,00 |
| 3 | 145,09 | 142,33 | 140,01 |
| 4 | 152,36 | 148,76 | 142,84 |
| 5 | 160,26 | 155,25 | 149,72 |
| 6 | 167,40 | 161,61 | 156,66 |
| **Total** | **895,76** | **875,76** | **856,48** |
| **Diario** | **9,95** | **9,73** | **9,52** |

Fuente: Investigación de campo, Abril – Julio del 2015.
Elaboración: El autor.

El consumo de alimento fue superior ($p \geq 0,05$) en el tratamiento uno correspondiente a la ración sin pollinaza con 9,95 kg de materia seca por día; mientras que el menor consumo se registró en el tratamiento tres con 9,52 kg.

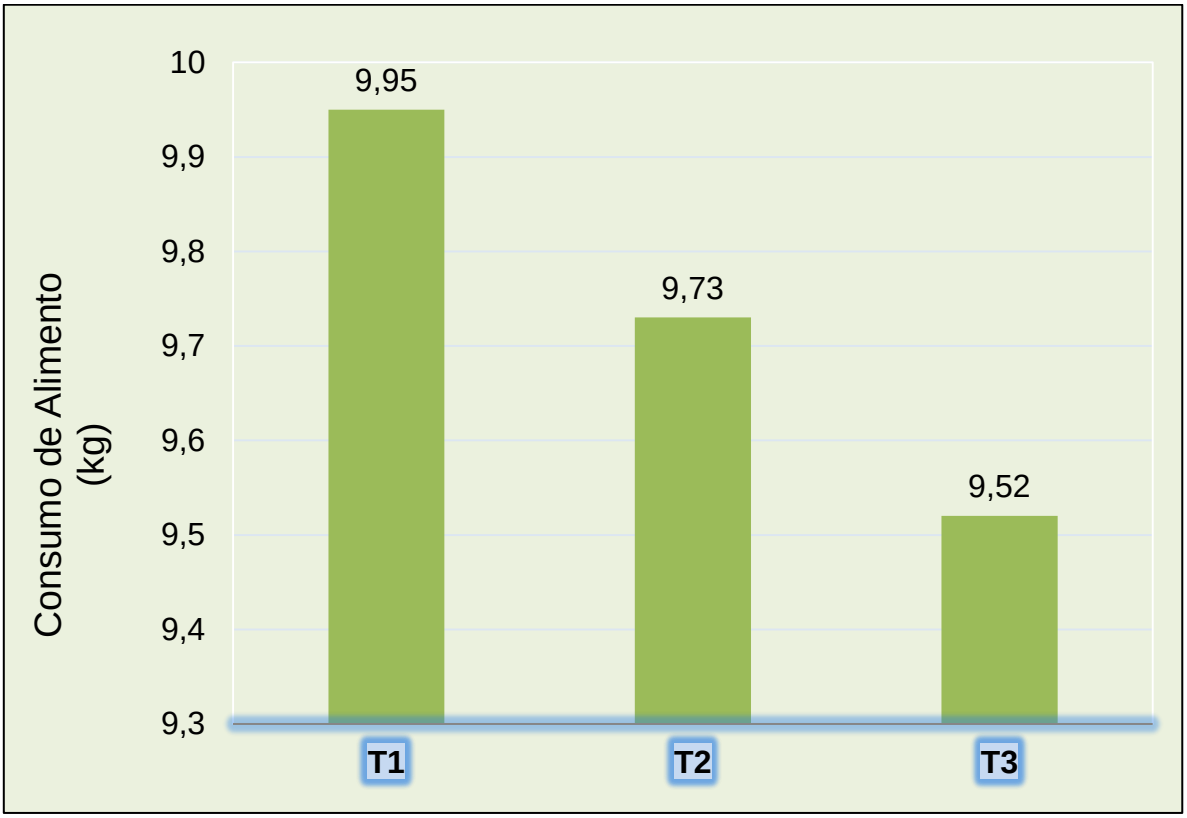


**Figura 3.** Consumo de alimento en base a la MS, en el engorde de toretes en pastoreo con tres raciones suplementarios (kg).

### 4.3. INCREMENTO DE PESO

#### 4.3.1. Peso Promedio Quincenal

Se registró el peso al inicio del experimento y luego quincenalmente, a la misma hora y día con los animales en ayunas. Los resultados se presentan en el cuadro 10 y figura 4.

**Cuadro 10.** Peso promedio quincenal, en el engorde de toretes en pastoreo con tres raciones suplementarias (kg).

| Nº quincenas | TRATAMIENTOS | | |
|---|---|---|---|
| | T1 | T2 | T3 |
| **P.I.** | 294,00 | 293,71 | 293,86 |
| 1 | 307,43 | 301,43 | 300,00 |
| 2 | 322,43 | 316,29 | 311,14 |
| 3 | 338,57 | 330,57 | 317,43 |
| 4 | 356,14 | 345,00 | 332,71 |
| 5 | 372,00 | 359,14 | 348,14 |
| 6 | 384,57 | 367,86 | 361,00 |
| **Total** | **2375,14** | **2314,00** | **2264,29** |
| **Prom.** | **395,86** | **385,67** | **377,38** |

Fuente: Investigación de campo, Abril – Julio del 2015.
Elaboración: El autor.

Al inicio del experimento, los toretes presentaron un peso promedio entre 294 kg; conforme avanzó el experimento, incrementaron su peso de manera uniforme; para al término de la sexta quincena, llegar a un peso final de 384,57 kg en el tratamiento uno, 367,86 kg en el tratamiento dos y 361,00 kg en el tratamiento tres.

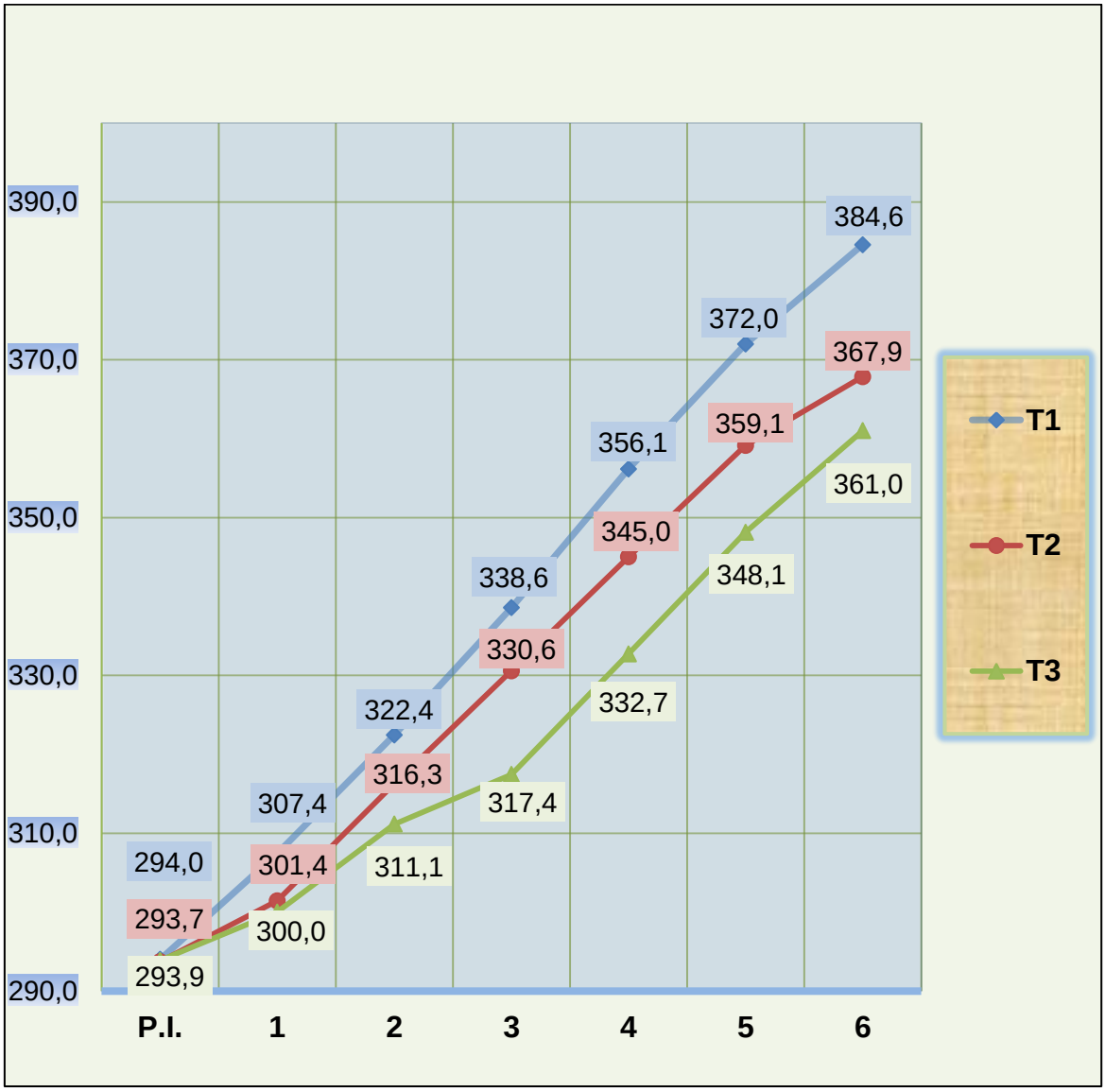


**Figura 4.** Curva de crecimiento de los pesos, en el engorde de toretes en pastoreo con tres raciones suplementarias (kg).

### 4.3.2. Incremento de Peso Promedio Quincenal

El incremento de peso quincenal se determinó, por diferencia entre los pesos registrados quincenalmente en cada tratamiento; los resultados se detallan en el cuadro 11 y figura 5.

**Cuadro 11.** Incremento de peso quincenal, en el engorde de toretes en pastoreo con tres raciones suplementarias (kg).

| Nº quincenas | TRATAMIENTOS | | |
|---|---|---|---|
| | **T1** | **T2** | **T3** |
| 1 | 13,43 | 7,71 | 6,14 |
| 2 | 15,00 | 14,86 | 11,14 |
| 3 | 16,14 | 14,29 | 6,29 |
| 4 | 17,57 | 14,43 | 15,29 |
| 5 | 15,86 | 14,14 | 15,43 |
| 6 | 12,57 | 8,71 | 12,86 |
| **Total** | **90,57** | **74,14** | **67,14** |
| **G.D.P. (g)** | **1006** | **824** | **746** |

Fuente: Investigación de campo, Abril – Julio del 2015.
Elaboración: El autor.

El mayor incremento de peso durante los 90 días del experimento, lo obtuvo el tratamiento uno con un total de 90,57 kg, y una ganancia diaria de 1006 g; mientras que el tratamiento tres alcanzó 67,14 kg en total, con un promedio de 746 g/día.

**Figura 5.** Incremento de peso promedio quincenal, en el engorde de toretes en pastoreo con tres raciones suplementarias (kg).

### 4.3.3. Incremento de Peso Total Individual

El incremento de peso total individual se calculó por diferencia entre el peso final y el peso inicial, en cada una de las unidades experimentales de los tres tratamientos. Los resultados se resumen en el siguiente cuadro 12 y figura 6.

**Cuadro 12.** Incremento de peso total individual, en el engorde de toretes en pastoreo con tres raciones suplementarias (kg).

| Nº repeticiones | TRATAMIENTOS | | |
|---|---|---|---|
| | **T1** | **T2** | **T3** |
| 1 | 51 | 55 | 57 |
| 2 | 82 | 48 | 58 |
| 3 | 64 | 55 | 55 |
| 4 | 94 | 67 | 24 |
| 5 | 124 | 100 | 92 |
| 6 | 106 | 88 | 94 |
| 7 | 113 | 106 | 90 |
| **Promedio** | **90,57** | **74,14** | **67,14** |
| **G.D.P. (g)** | **1006** | **824** | **746** |

Fuente: Investigación de campo, Abril – Julio del 2015.
Elaboración: El autor.

El tratamiento uno, correspondiente a la ración sin pollinaza, alcanzó la mayor ganancia de peso durante el periodo experimental con un total de 90,57 kg y una ganancia diaria de 1006 gramos; mientras que el menor incremento se registró en el tratamiento tres con un total de 67,14 kg y una ganancia diaria de 746 g.

La ganancia diaria de peso, se calculó dividiendo el incremento de peso total individual para los días que duró el experimento (90) y se multiplicó por mil para transformar en gramos, en cada una de las unidades experimentales de los tres tratamientos.

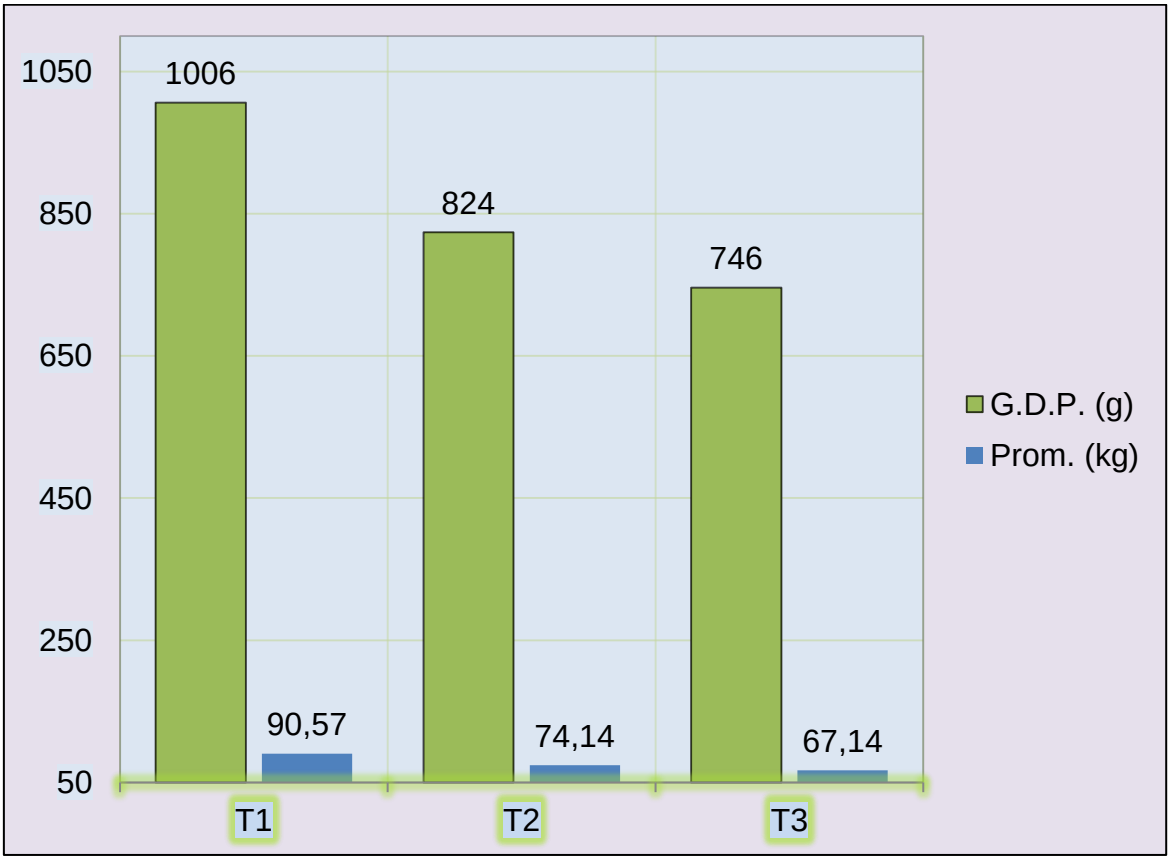


**Figura 6.** Incremento de peso total individual, en el engorde de toretes en pastoreo con tres raciones suplementarias (kg).

## 4.4. CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Para el cálculo de la conversión alimenticia se relacionó el consumo de alimento (forraje + ración suplementaria) en base a materia seca y el incremento de peso promedio quincenal. Los resultados se detallan en el cuadro 13 y figura 7.

**Cuadro 13.** Conversión alimenticia en base al consumo MS, en engorde de toretes en pastoreo con tres raciones suplementarias (kg).

| Nº quincenas | TRATAMIENTOS | | |
|---|---|---|---|
| | **T1** | **T2** | **T3** |
| 1 | 9,85 | 17,13 | 21,53 |
| 2 | 9,22 | 9,13 | 12,12 |
| 3 | 8,99 | 9,96 | 22,28 |
| 4 | 8,67 | 10,31 | 9,34 |
| 5 | 10,11 | 10,98 | 9,70 |
| 6 | 13,32 | 18,55 | 12,19 |
| **Total** | **60,16** | **76,06** | **87,15** |
| **Prom.** | **10,03** | **12,68** | **14,53** |

Fuente: Investigación de campo, Abril – Julio del 2015.
Elaboración: El autor.

El tratamiento uno presentó la mejor conversión alimenticia con 10,03; es decir que los animales de este grupo, necesitaron consumir 10,03 kg de alimento en base a materia seca para incrementar 1 kg de peso; mientras que el tratamiento tres, resultó menos eficiente con una conversión de 14,53.

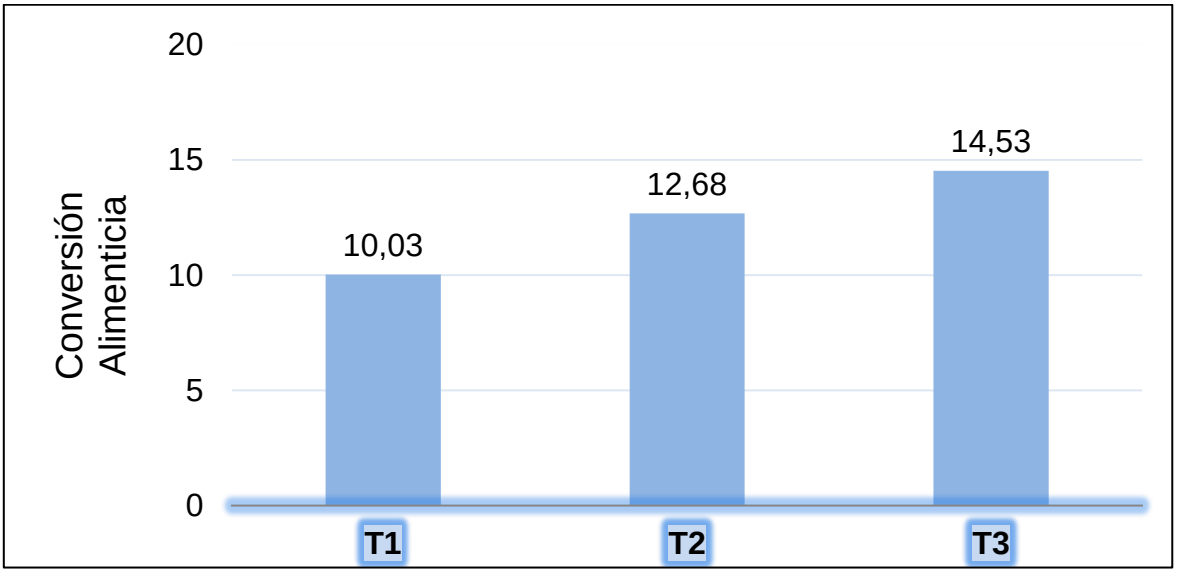


**Figura 7.** Conversión alimenticia, en el engorde de toretes en pastoreo con tres raciones suplementarias (kg).

## 4.5. RENTABILIDAD

### 4.5.1 Costos de Producción

En los costos de producción se consideraron los siguientes rubros: compra de animales, alimentación, sanidad, mano de obra, e instalaciones.

#### 4.5.1.1. Precio inicial de los animales

El precio inicial de los toretes fue de $ 528,93 cada uno, considerando que su peso promedio fue de 293,85 kg, el precio de un kilogramo de peso vivo en el mercado local fue de $ 1.80 (un dólar con ochenta centavos).

#### 4.5.1.2. Alimentación

**a. Forraje**

En el costo del forraje, se consideró el valor de arrendamiento del potrero a razón de $ 630 durante todo el proceso experimental que dividido para los 21 toretes resulto un costo total de $ 30 dólares por unidad experimental.

**b. Ración experimental**

La ración uno tuvo un costo de $ 0,26 por kg, que multiplicado por 180 kg que fue el consumo promedio por animal generó un valor de $ 46,80; en el tratamiento dos, se consideró un valor de $ 0,15 por kg, lo que resultó un costo por unidad experimental de $ 27 y para el tratamiento tres, se consideró un valor de $ 0,09 por kg, lo que resultó un costo por unidad experimental de $ 16.20.

**4.5.1.3. Sanidad**

Se realizó la identificación individual de los toretes, con un arete en la oreja, cuyo valor del arete fue de $ 1 por animal. Se realizó la desparasitación con ivermectina (MASTER LP 4%) a razón de 1ml/50 kg PV, el valor de cada ml es de $ 0,24, se administró 123,4 ml a los 21 animales, dando un valor total de $ 29,62. Se administró vitaminas y minerales (CrecEdor) a razón de 6 ml por animal, por 3 días seguidos, el valor de cada ml es de $ 0,15, se administró 378 ml a los 21 animales, dando un valor total de $ 56,70. Además se aplicó un anabólico a base de Boldenona Undecilenato (LEGACY MK) a razón de 1ml/90 kg PV, el valor de cada ml es de $ 0,16, se administró 68,57 ml a los 21 animales, dando un valor total de $ 10,70. Sumando todos los gastos en sanidad, se obtuvo un total de $ 118,02, que dividido para los 21 toretes resultó un costo de 5,62 por animal.

**4.5.1.4. Mano de obra**

Se consideró que para las labores de: limpieza de comederos, preparación de la ración experimental, suministro del alimento, administración de antiparasitarios y vitaminas, traslado de las unidades experimentales a los corrales; se requirió dos horas diarias de trabajo. El costo de un jornal es de $ 20 dólares, es decir $ 2,50 la hora, multiplicado por 2 horas diarias y por 90 días que duró el experimento, generó un costo total de $ 450 que dividido para los 21 toretes resultó un costo de 21,43 por animal.

#### 4.5.1.5. Instalaciones

El arriendo de las instalaciones se estimó en $ 90, que dividido para los 21 toretes generó un costo de $ 4,29 por animal.

### 4.5.2. Ingresos

#### 4.5.2.1. Venta de animales

Para la venta de los toretes se estimó en un valor de $ 2,00 (dos dólares) por kilogramo de peso vivo, en el mercado local. Los ingresos generados por cada tratamiento se detallan en el cuadro 14.

**Cuadro 14**. Ingreso de la venta de los toretes/UE en dólares.

| Tratamientos | Peso Final (kg) | Precio ( kg) | Total ingreso/UE |
|---|---|---|---|
| **I** | 384.57 | 2,00 | **769.14** |
| **II** | 367.86 | 2,00 | **735.72** |
| **III** | 361.00 | 2,00 | **722.00** |

Fuente: Investigación de campo, Abril – Julio del 2015.
Elaboración: El autor.

Una vez estimados los ingresos y los costos totales de cada tratamiento se procedió a calcular la rentabilidad, dividiendo el ingreso neto para el costo total de cada tratamiento y se multiplicó por 100. Los resultados se detallan en el cuadro 15 y figura 8.

**Cuadro 15.** Costos, ingresos y rentabilidad, en el engorde de toretes en pastoreo con tres raciones suplementarias ($).

| RUBRO | TRATAMIENTOS | | |
|---|---|---|---|
| | T1 | T2 | T3 |
| **COSTOS** | | | |
| Compra animales | 528,93 | 528,93 | 528,93 |
| Forraje | 30 | 30 | 30 |
| Ración | 46,80 | 27,00 | 16,20 |
| Sanidad | 5,62 | 5,62 | 5,62 |
| Mano de obra | 21,43 | 21,43 | 21,43 |
| Instalaciones | 4,29 | 4,29 | 4,29 |
| **COSTOS TOTALES** | 637,07 | 617,27 | 606,47 |
| **INGRESOS** | | | |
| Venta animales | 769,14 | 735,72 | 722,00 |
| **INGRESO TOTAL** | 769,14 | 735,72 | 722,00 |
| **INGRESO NETO** | **132,07** | **118,45** | **115,53** |
| **RENTABILIDAD %** | **20,73** | **19,19** | **19,05** |

Fuente: Investigación de campo, Abril – Julio del 2015.
Elaboración: El autor.

El tratamiento uno alcanzó la mayor rentabilidad con 20,73%; lo que significa, que por cada $ 100 de inversión se gana $ 20,73; mientras que el tratamiento tres generó la menor ganancia con el 19,05%.

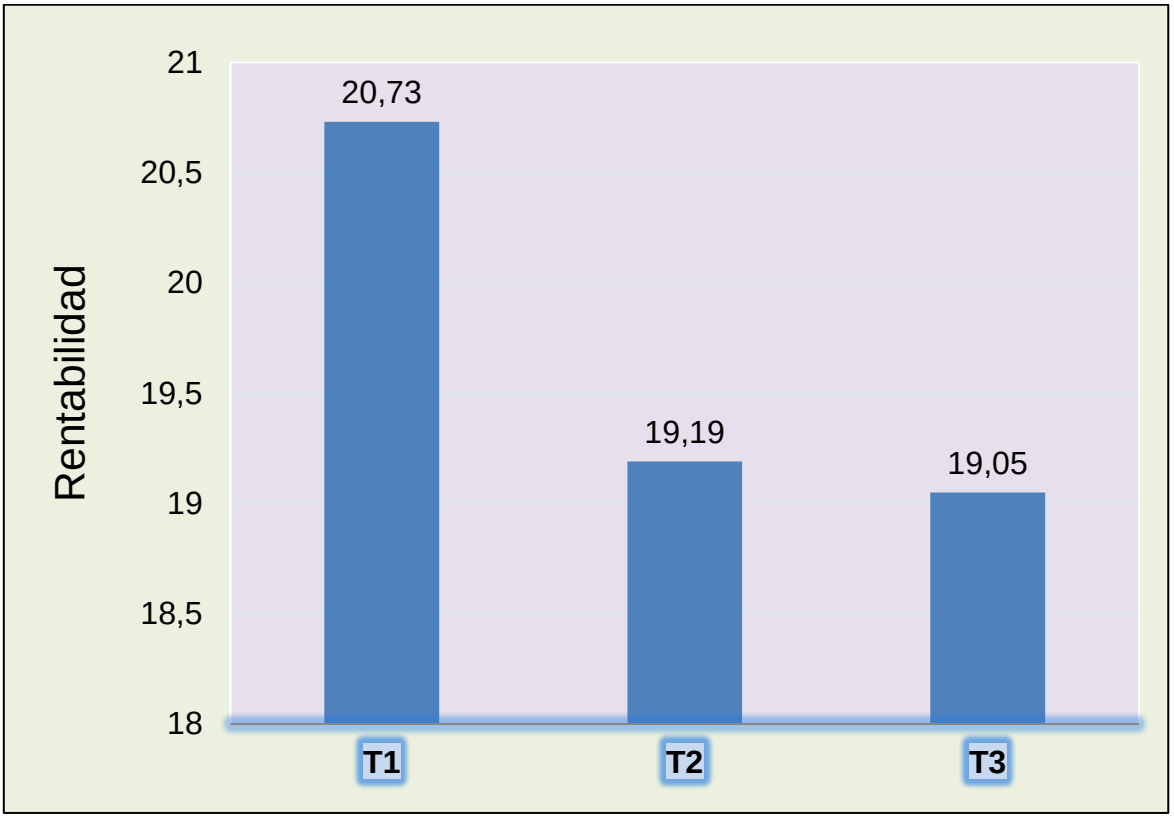


**Figura 8.** Rentabilidad obtenida en el engorde de toretes en pastoreo con tres raciones suplementarias (kg).

# 5. DISCUSIÓN

## 5.1. VALOR NUTRITIVO DE LAS RACIONES EXPERIMENTALES Y PASTOS

Las raciones suplementarias presentaron un apreciable valor nutritivo, con un contenido de proteína cruda que varía del 12 al 20%. Estos resultados son similares a los reportados por (Ramírez, 2015), con el 20,89% de proteína cruda y (Duarte, y otros, 1996) con el 16.8%, 17.7% y 18.5% en raciones con el 15%, 25% y 35% de pollinaza respectivamente.

Los pastos de pradera (*Brachiaria brizantha, Hyparrhenia rufa y Panicum máximum*) en base a materia seca presentaron 8,5% de proteína cruda y 46,64% de fibra cruda; valores similares fueron reportados por CORPOICA (2013), con 7-14% de PC para el pasto chilena (*Panicum máximum*), 9-12% de PC para el pasto brizanta (*Brachiaria brizantha*) y 9,16% de PC para el pasto puntero (*Hyparrhenia rufa*).

## 5.2. CONSUMO DE ALIMENTO

El consumo de alimento fue superior ($p \geq 0,05$) en el tratamiento uno correspondiente a la ración sin pollinaza con 9,95 kg de materia seca por día; mientras que el menor consumo se registró en el tratamiento tres con 9,52 kg. Resultados similares fueron reportados por (Duarte, y otros, 1996), con valores de 9,40; 8,30 y 7,20 utilizando tres niveles de pollinaza 15%, 25% y 35% respectivamente, en raciones para toretes en engorda; mientras que (Ramírez, 2015), obtuvo consumos inferiores (7,96 kg/día) con una ración elaborada a base de pollinaza 65% + harina de palmiste 25% + melaza de caña 10% + sales minerales (50 g/día), en el engorde de 40 toretes mestizos; así mismo (Fernández, 2014), registró consumos de 7,7; 7,1; 6,9 y 6,8 kg, utilizando cuatro dietas compuestas por maíz y cama de pollo en distintas proporciones: (T1) 80 y 20, (T2) 60 y 40, (T3) 40 y 60 y (T4) 20% y 80%, respectivamente.

## 5.3. INCREMENTO DE PESO

El tratamiento uno, correspondiente a la ración sin pollinaza, alcanzó la mayor ganancia de peso con 1006 g/d; mientras que el menor incremento se registró en el tratamiento tres con 746 g. Estos resultados son similares a los reportados por (Fernández, 2014) que fueron de 1019, 830, 743, 581 gramos, en el engorde de novillos, con 4 dietas compuestas por grano de maíz y cama de pollo en distintas proporciones (T1) 80 y 20, (T2) 60 y 40, (T3) 40 y 60 y (T4) 20% y 80%, respectivamente. Resultados ligeramente superiores obtuvieron (Ramírez, 2015), con 1207 g por animal, con una ración elaborada a base de pollinaza 65% + harina de palmiste 25% + melaza de caña 10% + sales minerales (50 g/día), en el engorde de toretes mestizos; mientras que (Duarte, y otros, 1996), alcanzaron ganancias de 1285, 1188 y 998 g por animal, utilizando raciones con tres niveles de pollinaza 15%, 25% y 35% respectivamente.

## 5.4. CONVERSIÓN ALIMENTICIA

La mejor conversión alimenticia se presentó en tratamiento uno con 10,03; es decir que los animales de este grupo, necesitaron consumir 10,03 kg de alimento en base a materia seca para incrementar 1 kg de peso; mientras el grupo tres resultó menor eficiente, ya que necesitaron consumir 14,53 kg de alimento, en base a materia seca para incrementar 1 kg de peso vivo. (Ramírez, 2015), alcanzó una conversión alimenticia de 16,70 con una ración elaborada a base de pollinaza 65% + harina de palmiste 25% + melaza de caña 10% + sales minerales (50 g/día), en el engorde de toretes mestizos; mientras que (Fernández, 2014), obtuvo una conversión alimenticia de 8.5, 8.6, 10.6, 15.9, (kg de alimento / kg de ganancia de peso), en el engorde de novillos, con 4 dietas compuestas por grano de maíz y cama de pollo en distintas proporciones. (Duarte, y otros, 1996), reportó conversiones de 8,06, 7,35 y 7,86; en la inclusión de tres niveles de pollinaza 15%, 25% y 35% respectivamente, en raciones para toretes en engorda.

## 5.5. RENTABILIDAD

El tratamiento uno alcanzó la mayor rentabilidad con 20,73%; lo que significa, que por cada $ 100 de inversión se gana $ 20,73; mientras que el tratamiento tres generó la menor ganancia con el 19,05%. Estos resultados son superiores a los obtenido por (Camacho, 2012), en la evaluación de distintos porcentajes de aporte de Materia Seca (40 y 60%) de una ración suplementaria (sacharina + maíz molido), reportando una rentabilidad de 14,1% para el tratamiento de toretes alimentados con el 60% MS, y una rentabilidad de 7,5% para el tratamiento alimentados con el 40% MS. De igual manera los resultados son superiores a los reportados por (Roa, 2007), quien en el T2 de toretes alimentados con bagazo amonificado obtuvo una rentabilidad de 12,9% y el tratamiento Testigo una rentabilidad de 9,1%.

# 6. CONCLUSIONES

Del análisis e interpretación de los resultados se desprenden las siguientes conclusiones:

- Las raciones suplementarias presentaron un apreciable valor nutritivo, con un contenido de materia seca que varió del 58 al 65%; los tenores de proteína bruta estuvieron por el orden del 12 al 20%; mientras que la fibra osciló entre 17 y 26%.

- Los pastos registraron un aceptable contenido de proteína con el 8,5% y un elevado porcentaje de fibra (46,6%) debido a su avanzado estado de madurez en el periodo que se realizó el experimento.

- El consumo de alimento fue superior en el tratamiento uno con 9,95 kg de materia seca por día; mientras que el menor consumo se registró en el tratamiento tres con 9,52 kg.

- La mayor ganancia de peso se presentó en el tratamiento uno con 1006 g; mientras que el menor incremento se registró en el tratamiento tres con 746 g.

- El tratamiento uno presentó la mejor conversión alimenticia con 10,03; mientras que el grupo tres resultó menos eficiente con 14,53.

- El tratamiento uno alcanzó la mayor rentabilidad con 20,73%; lo que significa, que por cada $ 100 de inversión se gana $ 20,73; mientras que el tratamiento tres generó la menor ganancia con el 19,05%.

- De manera general, se concluye que las tres raciones generaron buenas respuestas en los parámetros productivos en el engorde de toretes mestizos, por lo que representan una alternativa interesante como suplementos en la alimentación del ganado bovino en pastoreo.

# 7. RECOMENDACIONES

En base a los resultados y conclusiones alcanzadas en el presente trabajo de investigación, se formulan las siguientes recomendaciones:

- Utilizar raciones suplementarias elaboradas a base de pollinaza y caña de azúcar, en el engorde de toretes en pastoreo, ya que permite complementar las deficiencias energéticas y proteínicas del pasto y mejorar los indicadores productivos y económicos.

- Continuar con nuevos trabajos de investigación, modificando los niveles de inclusión de los insumos utilizados y las cantidades a suministrar a los animales.

- Evaluar otras variables relacionadas con el rendimiento y calidad de la canal a fin de descartar posibles efectos negativos derivados del uso de la pollinaza en el engorde de toretes.

# 8. BIBLIOGRAFÍA


1. **Agrocalidad. 2014.** La Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro. *FEDEGAN.* [En línea] 2014. [Citado el: 06 de 10 de 2015.] http://www.agricultura.gob.ec/agrocalidad-inicia-hoy-primera-fase-de-vacunacion-contra-la-fiebre-aftosa-2013/.

2. **Alvarado, E., y otros. 2009.** *Guía de producción mas limpia para la producción avicola.* [ed.] International Resources Group (IRG). Honduras: AGA & Asociados : Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras (CNP+LH), 2009. pág. 24.

3. **Álvarez, L. 2003.** *Requerimientos Energéticos en Bovinos Doble Propósito.* 2 Ed. Quito : s.n., 2003. págs. 32-33.

4. **Asocebú, (Asociación Colombiana de Criadores de Ganado Cebú). 2014.** Brahman. [En línea] 2014. [Citado el: 25 de 10 de 2014.] http://www.asocebu.com/.

5. **Avilés, L. y Rodríguez, J. 2005.** *Pastoreo Intensivo y Rotacional.* 1 Ed. 2005.

6. **Bauer, Dennis. 2009.** *Minerales y vitaminas en bovinos de carne.* 1 Ed. 2009.

7. **Bhattacharya, A. N. y Fontenot, J. P. 1966.** *Protein and energy value of peanut hull and wood shaving poultry litters.* 1 Ed. s.l. : J. Anim Sci 25, 1966. págs. 367-371.

8. **Bhattacharya, A. N. y Taylor, J. C. 1975.** *Recycling animal waste as a feedstuff, a review. J.* s.l. : Anim Sci 41, 1975. págs. 1438-1457.

9. **Buzo, I. 2004.** *Conceptos de la Actividad Agraria.* 2004.

10. **Camacho, Franklin Gonzalo. 2012.** *Evaluación de Distintos Porcentajes de Aporte de Materia seca (20, 40 Y 60%) de una Ración Suplementaria (Sacharina+Maíz Molido), del Total de MS Requerida (2% PV), en el*

*Engorde de Toretes.* [Ed.] Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Centinela del Cóndor: Universidad Nacional de Loja, 2012.

11. **CORPOICA, (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). 2013.** Brachiaria brizantha cv. Marandu. [En línea] 2013. [Citado el: 18 de 11 de 2014.] http://www.corpoica.org.co/NetCorpoicaMVC/STDF/Content/fichas/pdf/Ficha_22.pdf.

12. **CORPOICA, (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). 2013.** Hyparrhenia rufa. [En línea] 2013. [Citado el: 18 de 11 de 2014.] http://www.corpoica.org.co/NetCorpoicaMVC/STDF/Content/fichas/pdf/Ficha_51.pdf.

13. **CORPOICA, (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). 2013.** Panicum maximum cv. Guinea común. [En línea] 2013. [Citado el: 18 de 11 de 2014.] http://www.corpoica.org.co/NetCorpoicaMVC/STDF/Content/fichas/pdf/Ficha_60.pdf.

14. **CORPOICA, (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). 2013.** Saccharum officinarum. [En línea] 2013. [Citado el: 18 de 11 de 2014.] http://www.corpoica.org.co/NetCorpoicaMVC/STDF/Content/fichas/pdf/Ficha_74.pdf.

15. **Cseh, Susana B. 2003.** Producción animal. *El Agua y su Importancia para los Bóvidos.* [En línea] 2003. [Citado el: 16 de 01 de 2015.] http://www.produccion-animal.com.ar/agua_bebida/28-agua_y_su_importancia_para_los_bovidos.pdf.

16. **Duarte, V. F., Magaña, C. A. y Rodríguez, G .F. 1996.** *Respuesta de Toretes en Engorda a la Adición de Tres Niveles de Pollinaza a Dietas Integrales.* [ed.] Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Michoacán,

México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 1996. págs. 1-2. Vol. 1.

17. **EcuRed. 2014.** Manejo de Pastos y Forrajes. [En línea] 05 de 01 de 2014. [Citado el: 15 de 01 de 2015.] http://www.ecured.cu/index.php/Manejo_de_Pastos_y_Forrajes.

18. **Egana, M. J., y otros. 1994.** *Caracterización de la degradabilidad ruminal de los diferentes componentes nitrogenados presentes en las camas y deyecciones de aves.* s.l. : Universidad de Chile. Archivos de Medicina Veterinaria. 26, 1994. págs. 2-34.

19. **ESPAC. 2013.** *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua.* Ecuador : INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos), 2013.

20. **Estrada, M. M. 2005.** *Manejo y procesamiento de la gallinaza.* Antoquia : Revista Lasallista de Investigación, 2005. págs. 43-48. Vol. 2.

21. **FEDNA. 2008.** Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. *Necesidades Nutricionales para Rumiantes de Cebo. Normas FEDNA.* [En línea] 09 de 2008. [Citado el: 15 de 01 de 2015.] http://videosdigitals.uab.es/cr-vet/www/21242/NORMAS_CEBO_RUMIANTES_FEDNA-2008.pdf.

22. **Fernández, Aníbal. 2014.** *Transformación de subproductos y residuos de agroindustria de cultivos templados, subtropicales y tropicales en carne y leche bovina.* 1. Buenos Aires : INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA, 2014.

23. **Fernández, María. 2003.** Alimentación y nutrición. [En línea] 2003. [Citado el: 17 de 11 de 2014.] http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lda/lopez_g_m/capitulo1.pdf .

24. **Fontenot, J. P. 1997.** *Recycling of animal wastes by feeding to animals.* México : Simp. Int. VI. Reunión Nutrición Animal Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Agronomía, 1997. págs. 3-18.

25. **León, R. 2003.** *Pastos y forrajes producción y manejo.* Zaragoza : ES. Agustín Alvarez, 2003. pág. 250.

26. **MAGAP. 2013.** *Proyecto Nacional de Ganadería Sostenible.* Ecuador : MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca), 2013.

27. **Malone, G. W., Gedamu, N. y Sims, J. T. 1992.** *Delmarva broiler litter production rates.* s.l. : Poult. Sci. 71, 1992. pág. 52.

28. **Martín, P. C. 2004.** *La alimentación del ganado con caña de azucar y sus subproductos.* La Habana, Cuba : EDICA, 2004. pág. 193.

29. **Merck, Manual. 2007.** *Manual Merck de Veterinaria.* [ed.] Cynthia Kahn. Sexta. Barcelona : Océano, 2007. págs. 1780 - 1800.

30. **Montenegro. 1999.** *Evaluación de la suplementación proteico energética mediante bloques multinutricionales en toretes Brahman alta cruza semiestabulados y en potrero.* Puerto Quito : Tesis Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, 1999. pág. 103.

31. **Morales, T. H. y Hernández, C. A. 1993.** *Uso de la gallinaza y diferentes niveles de energía y monensina sódica en la engorda de becerros Holstein.* s.l. : Avances de investigación, CIA-FAUANL, 1993. págs. 49-51.

32. **Nava, Cuellar, Cuauhtémoc y Díaz, Cruz, Antonio. 2001.** Introducción a la Digestión Ruminal. [En línea] 16 de 06 de 2001. [Citado el: 16 de 05 de 2015.] http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/enlinea/Ruminal/digest_ruminal.htm.

33. **Ochoa, Manuel, Antonio y Urrutia, Jorge. 2007.** *Uso de pollinaza y gallinaza en la alimentación rumiantes.* [ed.] INIFAP. San Luis Potosí : SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación), 2007.

34. **Ortíz, A. 2004.** *Evaluación de desechos de las industrias cafetalera y azucarera como camas avícolas en Guantánamo y su aprovechamiento en la alimentación de.* [ed.] Inst. Cienc. Anim. (ICA). La Habana : Tesis presentada en opción al Grado Científico en Ciencias Veterinarias, 2004.

35. **Panisello, P. J., y otros. 2006.** *Application of foodborne disease outbreak data in the developmente and maintenance of HACCP Systens.* s.l. : International Journal of Food Microbiology, 2006. págs. 59-221-234.

36. **Pinheiro, Machado, Luíz, Carlos. 2007.** La Importancia del Agua en la Rentabilidad Ganadera. *La ganadera. org.* [En línea] 23 de 10 de 2007. [Citado el: 16 de 01 de 2015.] http://www.laganaderia.org/15/index.php?option=com_content&view=article&id=68:la-importancia-del-agua-en-la-rentabilidad-ganadera&catid=1:timas&Itemid=41.

37. **Preston, T. R. 1977.** *El valor nutritivo de la caña de azúcar para el rumiante.* 2 Ed. México : Producción Animal Tropical, 1977. págs. 129-145.

38. **Ramírez, Maira Alejandra. 2015.** *Evaluación económica del engorde de toretes alimentados con cerdaza, pollinaza y concentrado comercial.* [ed.] Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Cuenca : Universidad de Cuenca, 2015.

39. **Ramírez, R. 2005.** *Nutrición de Rumiantes.* Mexico: Trillas : s.n., 2005. págs. 11 - 25.

40. **Ramón, G. 2008.** *Enciclopedia Bovina.* 1 Ed. México : MX Universidad Autónoma de México, 2008. págs. 9-11. Vol. 1.

41. **Reinoso, Ortiz, Valeria y Soto, Silvia, Claudio. 2015.** Suplementación Mineral en Ganado de Carne. *El uso de sales minerales.* [En línea] 2015. [Citado el: 16 de 01 de 2015.] https://www.scribd.com/fullscreen/91986465.

42. **Relling, Alejandro E. y Mattioli, Guillermo A. 2007.** Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes. [En línea] 1 Ed, 2007. [Citado el: 14 de Noviembre de 2014.] Págs. 5-7; 23-41.

http://www.agrarias.una.ac.cr/index.php/descargas-electronicas/category/90-lecturas?download=302:fisio-dig-rumiantes-diferencia-rumiantes-lactantes-copia.

43. **Roa, D. 2007.** *Engorde de Toretes al Pastoreo utilizando como sobre alimento Saccharina y Bagazo de caña amonificado en el Cantón Gonzanama.* [ed.] Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Loja : Tesis Dr. Medicina Veterinaria y Zootecnia Loja, EC, Universidad Nacional de Loja, 2007.

44. **Rude, B. J. y Rankins, D. L. 1997.** *Mineral status beef cows fed broiler litter diets with cation anion differences or supplemented with hay.* s.l. : J. Anim. Sci 75, 1997. págs. 727-735.

45. **Ruffin, B. C. y McCaskey , T. A. 1990.** *Broiler litter can serve as feed ingredient for beef cattle.* 1 Ed. s.l. : Feedstuflfe 62, 1990. págs. 13-17.

46. **SICA. 2012.** Servicio de Información y Censo Agropecuario Ecuador. *Panorama de la Cadena Agroindustrial de la Carne y Subproductos.* [En línea] 2012. [Citado el: 14 de 11 de 2014.] www.sica.gov.ec.

47. **SINAGAP. 2014.** Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. [En línea] 2014. [Citado el: 2015 de 10 de 26.] http://sinagap.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/tematicos_nacionales/p_mayoristas/2015/bboletin-precios-mayoristas-segunda-quincena-enero.pdf.

48. **Tagari, H., y otros. 1976.** *Poultry litter for intensive beef production.* 23 Ed. s.l. : Anim. Prod, 1976. págs. 317-327.

49. **Tesa, Monjo. 2005.** *La patología y el medio ambiente en las granjas de Broilers.* Valladolid : Jornadas profesionales de avicultura de carne, 2005.

50. **Tobías, Carlos y Vargas, Emilio. 2000.** *Evaluación de la excreta de pollo de engorde (pollinaza) en la alimentación animal.* [ed.] Disponibilidad y

composición química. San José : Agronomía costarricense. Universidad de Costa Rica, 2000. págs. 47-55. Vol. 24. 001.

51. **UNAD. 2005.** Universidad Nacional Abierta y a Distancia. *Nutrición y alimentación animal.* [En línea] 2005. [Citado el: 14 de 04 de 2015.] http://datateca.unad.edu.co/contenidos/201111/EXE%20NUTRIANIMAL%20MODULO/index.html.

52. **Urdaneta, July. 2005.** *La Caña de azúcar: una opción para el ganadero.* [ed.] S.A. Astro Data. Maracaibo- Venezuela. : En: Manual de ganadería doble propósito. C. González- Stagnaro, E. Soto- Belloso (ads)., 2005. págs. 232 - 235. Vol. 1.

53. **Vizcaíno, D. A. y Betancourt, R. 2013.** *Guía de buenas prácticas avícolas.* [ed.] Ecuador: Imprenta IdeaZ. Ecuador : AGROCALIDAD, MAGAP, 2013. pág. 8.

# 9. ANEXOS

## 1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS

Análisis de la varianza de las variables en estudio, mediante un diseño de bloques al azar con tres tratamientos y siete repeticiones.

### a. Peso Inicial

Análisis estadístico del peso inicial, en el engorde de toretes mestizos en pastoreo con tres raciones suplementarias, mediante un diseño de bloques al azar con tres tratamientos y siete repeticiones.

| Nº repeticiones | TRATAMIENTOS | | |
|---|---|---|---|
| | T1 | T2 | T3 |
| 1 | 257 | 253 | 257 |
| 2 | 276 | 272 | 272 |
| 3 | 276 | 280 | 280 |
| 4 | 296 | 303 | 296 |
| 5 | 314 | 308 | 308 |
| 6 | 314 | 320 | 314 |
| 7 | 325 | 320 | 330 |
| **Total** | **2058** | **2056** | **2057** |
| **Prom.** | **294,0** | **293,7** | **293,9** |

| Variable | N | $R^2$ | $R^2$ Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| **Peso inicial** | 21 | 0,99 | 0,98 | 1,25 |

1. **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III).**

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| **Modelo.** | 11554,19 | 8 | 1444,27 | 106,73 | <0,0001 |
| **Tratamientos** | 0,29 | 2 | 0,14 | 0,01 | 0,9895 |
| **Replicas** | 11553,90 | 6 | 1925,65 | 142,31 | <0,0001 |
| **Error** | 162,38 | 12 | 13,53 | | |
| **Total** | 11716,57 | 20 | | | |

2. **Test: Tukey** **Alfa =** 0,05 **DMS =** 5,24574**.**

***Error:*** *13,5317* ***gl:*** *12*

| Tratamientos | Medias | n | E.E. | |
|---|---|---|---|---|
| 1,00 | 294,00 | 7 | 1,39 | A |
| 3,00 | 293,86 | 7 | 1,39 | A |
| 2,00 | 293,71 | 7 | 1,39 | A |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,05).*

### b. Incremento de peso total individual

Análisis estadístico del incremento de peso total individual, en el engorde de toretes mestizos en pastoreo con tres raciones suplementarias, mediante un diseño de bloques al azar con tres tratamientos y siete repeticiones.

| Nº repeticiones | TRATAMIENTOS | | |
|---|---|---|---|
| | **T1** | **T2** | **T3** |
| 1 | 51 | 55 | 57 |
| 2 | 82 | 48 | 58 |
| 3 | 64 | 55 | 55 |
| 4 | 94 | 67 | 24 |
| 5 | 124 | 100 | 92 |
| 6 | 106 | 88 | 94 |
| 7 | 113 | 106 | 90 |
| **Prom.** | **90,57** | **74,14** | **67,14** |
| **G.D.P. (gramos)** | **1006** | **824** | **746** |

| Variable | N | $R^2$ | $R^2$ Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| **Incremento de peso** | 21 | 0,84 | 0,74 | 17,33 |

1. **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| **Modelo.** | 11488,48 | 8 | 1436,06 | 8,01 | 0,0008 |
| **Tratamientos** | 2024,86 | 2 | 1012,43 | 5,65 | 0,0187 |
| **Replicas** | 9463,62 | 6 | 1577,27 | 8,80 | 0,0008 |
| **Error** | 2151,81 | 12 | 179,32 | | |
| **Total** | 13640,29 | 20 | | | |

2. **Test: Tukey** **Alfa =** 0,05 **DMS =** 19,09593.

***Error:*** *179,3175* ***gl:*** *12*

| Tratamientos | Medias | n | E.E. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,00 | 90,57 | 7 | 5,06 | A | |
| 2,00 | 74,14 | 7 | 5,06 | A | B |
| 3,00 | 67,14 | 7 | 5,06 | | B |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,05).*

### c. Ganancia diaria de peso

Análisis estadístico de la ganancia diaria de peso, en el engorde de toretes mestizos en pastoreo con tres raciones suplementarias, mediante un diseño de bloques al azar con tres tratamientos y siete repeticiones.

| Nº repeticiones | TRATAMIENTOS | | |
|---|---|---|---|
| | **T1** | **T2** | **T3** |
| 1 | 566,7 | 611,1 | 633,3 |
| 2 | 911,1 | 533,3 | 644,4 |
| 3 | 711,1 | 611,1 | 611,1 |
| 4 | 1044,4 | 744,4 | 266,7 |
| 5 | 1377,8 | 1111,1 | 1022,2 |
| 6 | 1177,8 | 977,8 | 1044,4 |
| 7 | 1255,6 | 1177,8 | 1000,0 |
| **Total** | **7044** | **5767** | **5222** |
| **Prom.** | **1006** | **824** | **746** |

| Variable | N | $R^2$ | $R^2$ Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| **G. D. P.** | 21 | 0,84 | 0,74 | 17,30 |

1. **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| **Modelo.** | 1419810,00 | 8 | 177476,25 | 8,04 | 0,0008 |
| **Tratamientos** | 250468,67 | 2 | 125234,33 | 5,67 | 0,0184 |
| **Replicas** | 1169341,33 | 6 | 194890,22 | 8,83 | 0,0008 |
| **Error** | 264894,67 | 12 | 22074,56 | | |
| **Total** | 1684704,67 | 20 | | | |

2. **Test: Tukey** **Alfa =** 0,05 **DMS =** 211,87299.

***Error:*** *22074,5556* ***gl:*** *12*

| Tratamientos | Medias | n | E.E. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,00 | 1006,43 | 7 | 5,16 | A | |
| 2,00 | 823,71 | 7 | 5,16 | A | B |
| 3,00 | 745,86 | 7 | 5,16 | | B |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,05).*

### d. Consumo de alimento

Análisis estadístico del consumo de alimento, en el engorde de toretes mestizos en pastoreo con tres raciones suplementarias, mediante un diseño de bloques al azar con tres tratamientos y siete repeticiones.

| Nº Quincena | TRATAMIENTOS | | |
|---|---|---|---|
| | T1 | T2 | T3 |
| 1 | 132,30 | 132,17 | 132,24 |
| 2 | 138,34 | 135,64 | 135,00 |
| 3 | 145,09 | 142,33 | 140,01 |
| 4 | 152,36 | 148,76 | 142,84 |
| 5 | 160,26 | 155,25 | 149,72 |
| 6 | 167,40 | 161,61 | 156,66 |
| **Total** | **895,76** | **875,76** | **856,48** |
| **Diario** | **9,95** | **9,73** | **9,52** |

| Variable | N | $R^2$ | $R^2$ Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| **Consumo de alimento** | 18 | 0,98 | 0,96 | 1,46 |

1. **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| **Modelo.** | 2045,72 | 7 | 292,25 | 64,62 | <0,0001 |
| **Tratamientos** | 114,11 | 2 | 57,06 | 12,62 | 0,0018 |
| **Replicas** | 1931,61 | 5 | 386,32 | 85,43 | <0,0001 |
| **Error** | 45,22 | 10 | 4,52 | | |
| **Total** | 2090,94 | 17 | | | |

2. **Test: Tukey** **Alfa =** 0,05 **DMS =** 3,36567.

***Error:*** *4,5222* ***gl:*** *10*

| Tratamientos | Medias | n | E.E. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,00 | 149,00 | 6 | 0,87 | A | |
| 2,00 | 146,00 | 6 | 0,87 | A | B |
| 3,00 | 142,83 | 6 | 0,87 | | B |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,05).*

### e. Conversión alimenticia

Análisis estadístico de la conversión alimenticia, en el engorde de toretes mestizos en pastoreo con tres raciones suplementarias, mediante un diseño de bloques al azar con tres tratamientos y siete repeticiones.

| Nº quincenas | TRATAMIENTOS | | |
|---|---|---|---|
| | T1 | T2 | T3 |
| 1 | 9,85 | 17,13 | 21,53 |
| 2 | 9,22 | 9,13 | 12,12 |
| 3 | 8,99 | 9,96 | 22,28 |
| 4 | 8,67 | 10,31 | 9,34 |
| 5 | 10,11 | 10,98 | 9,70 |
| 6 | 13,32 | 18,55 | 12,19 |
| **Total** | **60,16** | **76,06** | **87,15** |
| **Prom.** | **10,03** | **12,68** | **14,53** |

| Variable | N | $R^2$ | $R^2$ Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| **Conversión alimenticia** | 18 | 0,55 | 0,23 | 31,02 |

1. **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| **Modelo.** | 179,96 | 7 | 25,71 | 1,74 | 0,2067 |
| **Tratamientos** | 60,91 | 2 | 30,46 | 2,06 | 0,1785 |
| **Replicas** | 119,05 | 5 | 23,81 | 1,61 | 0,2441 |
| **Error** | 148,05 | 10 | 14,80 | | |
| **Total** | 328,01 | 17 | | | |

1. **Test: Tukey** **Alfa =** 0,05 **DMS =** 6,08966.

***Error:*** *14,8046* ***gl:*** *10*

| Tratamientos | Medias | n | E.E. | |
|---|---|---|---|---|
| 3,00 | 14,52 | 6 | 1,57 | A |
| 2,00 | 12,67 | 6 | 1,57 | A |
| 1,00 | 10,03 | 6 | 1,57 | A |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,05).*

## 2. FOTOGRAFÍAS DEL TRABAJO DE CAMPO

Figura 9. Adecuación de instalaciones, adquisición de los animales e insumos.

Figura 10. Preparación de las raciones experimentales y adaptación de los animales.

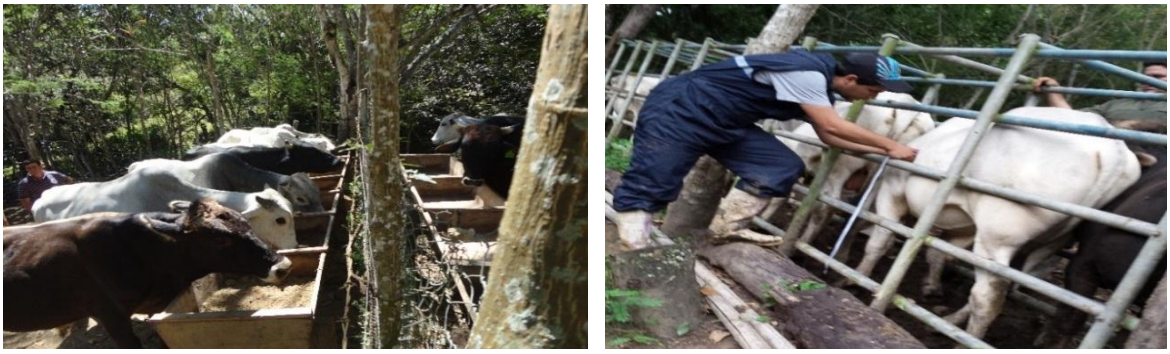

Figura 11. Aplicación de tratamientos, toma y registros de datos de las variables en estudio.

Figura 12. Aplicación de tratamientos.

Figura 13. Análisis bromatológico de las raciones y pastos.

Figura 14. Toma y registros de datos de las variables en estudio.