



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA



**“EFECTO DE LA DENSIDAD DE ENERGÍA EN LA DIETA SOBRE
LA RESPUESTA PRODUCTIVA DE TORETES DE ENGORDE EN
ALTITUD MUY ELEVADA”**

TESIS

PRESENTADA POR:

MERY LIZBETH AQUINO APAZA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

PUNO – PERÚ

2019



DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

Al hombre que me dio la vida, quien, a pesar de haberlo perdido, está siempre cuidándome y guiándome desde el cielo.

Dedico esta tesis a mi madre que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil, ayudándome a salir adelante en los momentos más difíciles.

A mis hermanos que siempre han estado junto a mí, brindándome su apoyo, muchas veces tomando el papel de padre.

A mi familia en general, porque me ha brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

Mery Lizbeth



AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

Agradezco a mi familia, a mi papa Mario quien en vida fue y que está orgulloso de la persona en que me convertí, mi madre Lucía y mis hermanos (Kenny, Mary Cruz y Henry) que con sus consejos me han ayudado a afrontar los retos que se han presentado en lo largo de mi vida profesional.

Agradezco a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno y a mis docentes de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, quienes compartieron sus conocimientos para mi formación profesional.

Agradezco a la empresa Agropecuaria “Juan De Matta S.A.C” y al Administrador de la empresa M.V.Z Randolpho Ojeda Poma.

Agradezco a mis compañeros y en especial a Cesar por el apoyo incondicional del proyecto.

Y en especial, agradezco a mi director de tesis Ph.D. Bernardo Roque Huanca, quien fue el apoyo en la consecución de esta tesis.

Mery Lizbeth



ÍNDICE GENERAL

| | |
|---------------------|----|
| DEDICATORIA | |
| AGRADECIMIENTO | |
| ÍNDICE GENERAL | |
| INDICE DE TABLAS | |
| ÍNDICE DE FIGURAS | |
| ÍNDICE DE ACRÓNIMOS | |
| RESUMEN | 9 |
| ABSTRACT | 10 |

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

| | |
|---|----|
| 1.1.OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN | 12 |
| 1.1.1. OBJETIVO GENERAL | 12 |
| 1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 12 |

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

| | |
|--|----|
| 2.1 ANTECEDENTES | 13 |
| 2.2 SISTEMAS DE CRIANZA DE VACUNOS DE ENGORDE..... | 16 |
| 2.2.1 Extensivo | 16 |
| 2.2.2 Semi intensivo | 16 |
| 2.2.3 Intensivo | 17 |
| 2.3 GANADO VACUNO DE ENGORDE..... | 17 |
| 2.3.1 Parámetros de la producción de bovinos en engorde intensiva..... | 17 |
| 2. 4 ALIMENTACIÓN DEL GANADO VACUNO DE ENGORDE | 18 |
| 2.4.1 Insumos utilizados en la alimentación del ganado vacuno de engorde | 18 |
| 2.5 FORMULACIÓN DE RACIONES BALANCEADAS DE ENGORDE..... | 22 |
| 2.5.1 Consumo voluntario de nutrientes..... | 23 |
| 2.6 REQUERIMIENTOS DE MATERIA SECA Y AGUA EN VACUNOS DE ENGORDE..... | 24 |
| 2.7 REQUERIMIENTOS DE NUTRIENTES PARA VACUNOS | 25 |
| 2.7.1 Energía..... | 25 |
| 2.7.2 Proteínas | 26 |



| | |
|---|-----------|
| 2.7.3 Vitaminas..... | 27 |
| 2.7.4 Minerales | 27 |
| 2.8 REQUERIMIENTO DE ENERGÍA PARA MANTENIMIENTO | 28 |
| CAPITULO III | |
| MATERIALES Y MÉTODOS | |
| 3.1 ÁMBITO EXPERIMENTAL | 33 |
| 3.2 ANIMALES | 33 |
| 3.3 DIETA..... | 33 |
| 3.4 TRATAMIENTOS | 34 |
| 3.5 ALIMENTACIÓN | 34 |
| 3.6 INSTALACIONES | 35 |
| 3.7 EQUIPOS Y MATERIALES | 35 |
| 3.8 MANEJO DE LOS ANIMALES..... | 36 |
| 3.9 METODOLOGÍA | 37 |
| 3.9.1 Determinación del consumo de alimento | 37 |
| 3.9.2 Determinación de la ganancia de peso | 38 |
| 3.9.4 Determinación del costo de alimentación..... | 38 |
| 3.10 Diseño estadístico | 39 |
| CAPITULO IV | |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | |
| 4.1 CONSUMO DE ALIMENTO | 40 |
| 4.2 GANANCIA DE PESO VIVO:..... | 41 |
| 4.3 CONVERSIÓN ALIMENTICIA..... | 42 |
| 4.4 COSTO DE LA ALIMENTACION DE ENGORDE..... | 43 |
| V. CONCLUSIONES | 45 |
| VI. RECOMENDACIONES..... | 46 |
| VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 47 |
| ANEXOS..... | 53 |

Área : Alimentación animal
Tema : Engorde de toretes

FECHA DE SUSTENTACION: 23 de diciembre de 2019



INDICE DE TABLAS

| | | |
|------------------|---|----|
| Tabla 1. | Requerimientos nutricionales por peso vivo y ganancia de peso para toretes de engorde..... | 26 |
| Tabla 2. | Requerimientos nutriciones del bovino para carne que se produce en confinamiento | 29 |
| Tabla 3. | Requerimiento de energía neta para engorde de vacunos..... | 31 |
| Tabla 4. | Eficiencia en el aprovechamiento de la energía en bovinos para carne producidos en confinamiento..... | 31 |
| Tabla 5. | Distribución de promedio para los tratamientos (densidad de energía) | 34 |
| Tabla 6. | Relación de heno de avena y concentrado (F:C) en la alimentación de toretes | 35 |
| Tabla 7. | Consumo de alimento en vacunos de engorde..... | 40 |
| Tabla 8. | Ganancia de peso vivo diario en toros de engorde | 41 |
| Tabla 9. | Conversión alimenticia en kg. por tratamientos | 43 |
| Tabla 10. | Costo total de alimentación para los toros de engorde | 44 |
| Tabla 11. | Dieta control y contenido de nutrientes | 53 |
| Tabla 12. | Dieta para el tratamiento y contenido de nutrientes | 54 |
| Tabla 13. | Dieta para el tratamiento 2 y contenido de nutrientes | 55 |



ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|-------------------|---|----|
| Figura 1. | Esquema convencional de partición de la energía..... | 28 |
| Figura 2. | Consumo de la dieta kg/día | 61 |
| Figura 3. | Ganancia de peso kg/día | 61 |
| Figura 4. | Conversión alimenticia de cada tratamiento..... | 61 |
| Figura 5. | Instalaciones adecuadas antes del ingreso al corral de los animales | 62 |
| Figura 6. | Toros para el engorde en la fase de acostumbramiento..... | 62 |
| Figura 7. | Toros de engorde para el tratamiento 1 en la fase de inicio | 63 |
| Figura 8. | Toros de engorde para el tratamiento 2 en la fase de inicio | 63 |
| Figura 9. | Manejo de la picadora para disminuir en pequeñas partículas la avena.... | 64 |
| Figura 10. | Proceso de mezcla de insumos para los toros..... | 64 |
| Figura 11. | Comederos adecuados para cada tratamiento | 65 |
| Figura 12. | Bebedores para cada tratamiento | 65 |
| Figura 13. | Balanza electronica para evaluar cada 15 dias la ganancia de peso vivo .. | 66 |
| Figura 14. | Balanza electrónica y brete..... | 66 |
| Figura 15. | Toros en la fase de acabado..... | 67 |
| Figura 16. | Toros ya acabados listo para el camal | 67 |



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

- (TMR) : Raciones en mezcla total.
- (CH₄) : Metano entérico.
- (ENm) : Energía neta de mantenimiento
- (ENg) : Energía neta de ganancia de peso.
- (EM) : Energía metabolizable.
- (PC) : Producción de calor.
- (RE) : Retención de energía.
- (CO₂) : Anhídrido carbónico
- (D1) : dieta planteada por la empresa densidad nutricional (baja)
- (D2) : dieta con una densidad nutricional (media)
- (D3) : dieta con una densidad nutricional (alta)
- (Mcal) : Mega calorías
- (SENAMHI): Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú



RESUMEN

El engorde de vacunos en gran altitud (3800m) se desarrolla tradicionalmente, en períodos prolongados, con pequeños retornos para las familias. El proyecto tuvo como objetivo determinar el efecto de la densidad de energía en la dieta sobre la respuesta productiva de toretes de engorde en condiciones de gran altitud, realizado en la Empresa Agropecuaria Juan de Mata SAC de Huancané, entre los meses de julio a noviembre del año 2018. Se utilizó 24 vacunos machos del cruce Brown Swiss, distribuidos para la alimentación con tres densidades de energía metabolizable (kcal/kg MS) y proteína cruda (PC, %) en la dieta (T₀ baja, 2731: 13; T₁ media, 2750: 15; y T₂ alta, 2777: 15.8). Las dietas fueron elaboradas con proporciones variables de heno de avena procesado mecánicamente y suplementos de energía, proteína y minerales, y ofrecidas en forma diaria, dos veces por día (6:00 y 14:00 h), durante 90 días. Los pesos se registraron cada 15 días. Las variables en estudio fueron ganancia de peso vivo, consumo de alimento, conversión alimenticia y costo de alimentación. Los datos se analizaron a través de un diseño completo al azar, cuyas medias se contrastaron con la prueba Dunnett ($\alpha = 0.05$). Los resultados indican que todas las variables evaluadas fueron significativas ($p < 0.05$); siendo el consumo de materia seca (kg/d): 13.75 ± 3.05 , 15.78 ± 2.2 y 19.12 ± 5.1 ; la ganancia de peso vivo (kg/d): 1.35 ± 0.3 , 1.51 ± 0.17 y 1.73 ± 0.4 ; la conversión alimenticia: 10.22, 10.45 y 10.98; y los costos de alimentación: Costo por animal, los mismos que representan el 60% de los costos de producción. A partir de los resultados se concluye que la densidad energética en la dieta tiene influencia en la respuesta productiva de toretes de engorde en gran altitud.

Palabras Clave: altitud, densidad, engorde, nutrientes, respuesta, vacunos



ABSTRACT

Fattening cattle at high altitude (3800m) traditionally takes place over long periods, with small returns for families. The objective of the project was to determine the effect of energy density in the diet on the productive response of fattening bulls in high altitude conditions, carried out at the Juan de Mata SAC Agricultural Company in Huancané, between the months of July to November of year 2018. 24 male cattle from the Brown Swiss cross were used, distributed for feeding with three densities of metabolizable energy (kcal / kg DM) and crude protein (PC,%) in the diet (T0 low, 2731: 13; T1 medium, 2750: 15; and T2 high, 2777: 15.8). The diets were prepared with variable proportions of mechanically processed oat hay and energy, protein and mineral supplements, and offered daily, twice a day (6:00 a.m. and 2:00 p.m.), for 90 days. The weights were recorded every 15 days. The variables under study were live weight gain, feed consumption, feed conversion and feed cost. The data were analyzed through a complete randomized design, the means of which were contrasted with the Dunnett test ($\alpha = 0.05$). The results indicate that all the variables evaluated were significant ($p < 0.05$); being the dry matter consumption (kg / d): 13.75 ± 3.05 , 15.78 ± 2.2 and 19.12 ± 5.1 ; live weight gain (kg / d): 1.35 ± 0.3 , 1.51 ± 0.17 and 1.73 ± 0.4 ; feed conversion: 10.22, 10.45 and 10.98; and feed costs: Cost per animal, which represent 60% of production costs. From the results it is concluded that the energy density in the diet has an influence on the productive response of fattening young bulls at high altitude.

Keywords: *altitude, density, fattening, nutrients, response, cattle.*



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

La población de vacunos a nivel nacional se concentra en la sierra con un 73%, seguido de la selva con un 15% y la costa con un 12%; siendo la crianza de esta especie el pilar de la economía de los productores, básicamente con la producción de carne y leche (INEI, 2012).

En la ganadería del Perú se refleja una baja productividad, influenciada por altos costos de producción, deficiencias nutricionales, baja producción de pasturas, predominio de ganadería extensiva y baja carga animal/ha. Siendo la restricción alimenticia el factor limitante más importante para el rendimiento productivo, puesto que los animales consumen menor cantidad y calidad de alimento de lo requerido (Kristjanson *et al.*, 2007).

El ganado vacuno de engorde es un animal especializado que deposita proteína muscular y grasa en menor tiempo; por lo que tiene mayores requerimientos de energía, sobre todo en la fase de acabado (Lofgreen y Garrett, 1968). La alimentación con concentrados y en régimen *ad libitum*, son estrategias valiosas que mejoran los rendimientos productivos y disminuyen los períodos de engorde, puesto que bajo este sistema los animales tienen alimento disponible en todo momento y consumen a elección las cantidades deseadas (Brandebourg *et al.*, 2013). A partir de los antecedentes mencionados, el proyecto tuvo como objetivo determinar el efecto de la densidad de nutrientes sobre la respuesta productiva de toretes de engorde en condiciones de gran altitud.



1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la densidad de energía en la dieta sobre la respuesta productiva de toretes de engorde en condiciones de gran altitud.

1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinación del consumo de alimento.
- Determinación de la ganancia de peso vivo.
- Determinación de la conversión alimenticia.
- Determinación del costo de alimentación.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES

La alimentación ad libitum o a discreción del ganado vacuno de engorde han demostrado que el consumo promedio de materia seca diario por animal puede oscilar de 2.8 a 4.0% de su peso vivo. Si un vacuno de 300 Kg de peso vivo puede consumir 11 Kg de MS o 12.7 Kg de concentrado fresco (86% MS) mientras que un vacuno de 550Kg de peso puede consumir 16.0 Kg de MS o 18.6 Kg de concentrado fresco (86% MS) (Lofgreen y Garrett., 1968)

Estudios han mostrado que las dietas de alta densidad de energía en el engorde de vacunos incrementan la ganancia de peso (Dian *et al.*, 2010; Li *et al.*, 2014; Manni *et al.*, 2013; Missio *et al.*, 2010), en el orden de 1.12 Kg/día, frente a 0.34 Kg/día de las dietas de forrajes (Caplis *et al.*, 2005).

En el engorde de vacunos la conversión alimenticia es de 6 a 7 kg; en donde la alimentación representa el principal costo de producción de la engorda y un factor estratégico para que el proceso sea rentable (Domínguez, 2017).

El ganado vacuno de engorde es un animal especializado que debe depositar en su cuerpo músculos y grasa en menor tiempo, por lo que tiene mayores

requerimientos de energía, sobre todo en la fase de acabado (Lofgreen y Garrett, 1968), por consiguiente, es de suma importancia que maximice el consumo de energía, mediante la ingestión de dietas de mayor densidad de energía que contengan mayores niveles de carbohidratos no fibrosos, sobre todo almidón (DiLorenzo *et al.*, 2006; Moletta *et al.*, 2014).



Sin embargo, dada su alta carga de almidón activan procesos fermentativos en el ambiente ruminal, desarrollando un desorden digestivo conocido como acidosis ruminal, si no se maneja apropiadamente la alimentación (Hernández *et al.*, 1014).

El uso de dietas completas o raciones en mezcla total (TMR) contrarresta el problema, dado que desarrolla un patrón de fermentación y un pH ruminal más estable a lo largo del día, siendo una opción para el control de la acidosis (Kaufmann W., 1976).

La Empresa Agropecuaria Juan de Mata S.A.C., es una empresa dedicada a desarrollar ganadería moderna, rentable, solidaria y socialmente responsable en condiciones de gran altitud en la provincia de Huancané-Puno, a través del engorde de vacunos de razas especializadas en producción de carne, a base de dietas elaboradas con forrajes procesados mecánicamente y concentrados basados en granos, en una relación de 60:40, logrando con ello ganancias de peso vivo que varían entre 1.20 y 1.40 Kg/día pero el promedio es 1.20Kg/día.

A partir de los antecedentes, el proyecto plantea investigar el efecto de la densidad de energía en la dieta sobre la respuesta productiva de toretes de engorde en condiciones de gran altitud, incorporando mayores proporciones de concentrados en la dieta a fin de obtener un mayor consumo de alimento, una mayor ganancia de peso y una mejor calidad de carne acorde con la demanda de mercado.

La carne producida en la empresa se orienta a mercados de alta exigencia en calidad, por tanto, el objetivo de la empresa es intensificar la crianza, mejorar la eficiencia de la producción animal y obtener carne de mejor calidad en el menor tiempo posible, mediante el uso de dietas de mayor densidad de energía



con inclusión de mayor proporción de concentrado (Hanekom, 2010; Karaca *et al.*, 2016; McGregor *et al.*, 2012), considerando que el ganado vacuno de engorde puede consumir dietas full concentrado en nivel ad libitum (Hironaka *et al.*, 1979; Wise *et al.*, 1968).

Los animales que ingresan al proceso de engorde, proceden de sistemas extensivos o mixtos, alimentados con pastos y/o forrajes en niveles de restricción, con una comunidad microbiana ruminal capaz de fermentar celulosa (Henderson *et al.*, 2015) y bajas ganancias de peso. Al ingresar al centro de engorde, reciben una realimentación con dietas concentradas en energía y proteína, en un nivel de consumo ad libitum, logrando crecimiento compensatorio, mayor ganancia de peso y mejor calidad de carne (Marino *et al.*, 2005).

El medio ambiente es el principal factor climático que afecta la salud y productividad animal en todas las zonas agroclimáticas del mundo (Bharti *et al.*, 2017). La altitud, asociada con la hipoxia y el frío, son los factores ambientales adversos que actúan como estresores en los Andes de Perú (Frisancho, 2013). En este tipo de contextos, los animales destinan la mayor parte de la energía consumida en el alimento para el mantenimiento, quedándose con muy poca energía para la producción (Abdela *et al.*, 2016), logrando con ello ganancias de peso relativamente bajas, entre 0.58 Kg/día (Quispe *et al.*, 2016) y 0.80 Kg/día (CARE Perú, 2006).

La producción de metano entérico (CH₄) es el otro problema que encara la ganadería rumiante, dada su implicancia en el calentamiento global (Moumen *et al.*, 2016). La producción mundial anual de carne para el año 2050 debe incrementar de 229 a 465 millones de toneladas, y la de leche de 580 a 1.043



millones de toneladas (FAO, 2009), para una creciente población que incrementará de 7 a 9 billones. La atención de tremenda demanda de alimentos tendrá un costo ambiental alto si no se toman las previsiones del caso. Los concentrados han mostrado ser alimentos que disminuyen las emisiones de metano. Así, por ejemplo, los vacunos de engorde alimentados con pastos eliminan 230 g/día (8% de la energía bruta) con relación a 70 g/día (2% de la energía bruta) de los alimentados con concentrados (Harper *et al.*, 1999). En tal sentido, la intensificación de la producción y el uso de concentrados en la alimentación puede ser una estrategia valiosa para incrementar la producción animal y disminuir la contaminación ambiental (Wanapat *et al.*, 2017).

2.2 SISTEMAS DE CRIANZA DE VACUNOS DE ENGORDE

2.2.1 Extensivo

En el sistema extensivo, se requieren de grandes extensiones de pastizales, sin embargo, las ganancias de peso y la calidad de carne resultan inferiores a los obtenidos en los otros sistemas. Los animales permanecen un tiempo más prolongados para ser ofrecidos al mercado, pero el costo de producción es inferior puesto que no se requiere de mucha mano de obra, ni de concentrados y no existe costosas instalaciones (Loyola, 2012).

2.2.2 Semi intensivo

El sistema semi-intensivo Tiene como base el pastoreo donde combina el engorde extensivo y el intensivo y tienen dos modalidades: Suplementación: se le proporciona diariamente determinadas cantidades de alimentos en comederos fijos y pastizales; y encierro: los animales pastan medio día, y el otro medio toda la noche son encerrados en corrales donde se les alimenta con mezcla alimenticias (Hidalgo, 1997).



2.2.3 Intensivo

En el sistema intensivo se pretende una mayor producción y mejor calidad de la carne en el menor tiempo posible. El objetivo es proporcionar cantidades adecuadas de alimento de buen valor nutritivo, aproximándose lo máximo posible a la satisfacción de los requerimientos del animal, para que éste muestre todo su potencial genético en la producción de carne (Hidalgo, 1997).

2.3 GANADO VACUNO DE ENGORDE

La calidad del vacuno de engorde se manifiesta a través del genotipo y fenotipo del ganado para tener mayor capacidad en velocidad de crecimiento y producción de masa muscular. En el país no se tiene disponibilidad de animales puros de raza carnicera, por lo que se engorda animales cruzados y mejorados genéticamente (Tellez, 1987).

2.3.1 Parámetros de la producción de bovinos en engorde intensiva.

1. Peso vivo inicial del bovino de engorde: Es variable, depende de la región geográfica, época del año y mercado de la carne. En general es igual o mayor a los 300kgde PV.
2. La engorda dura aprox. 4 meses (120 d), con aumento de peso de aprox. 200 kg, lo que requiere lograr GDP de 1.7kg/bovino/día, y pesos medios de sacrificio de 500kg.
3. Por las características del sistema (tipo de bovino, dieta, manejo alimenticio, etc.) el rendimiento medio de la canal es de 60%.
4. La conversión alimenticia es de 6 a 7 kg; la alimentación representa el principal costo de producción de la engorda y un factor estratégico para que el proceso sea rentable (Domínguez, 2017).



2.4 ALIMENTACIÓN DEL GANADO VACUNO DE ENGORDE

La alimentación es unos rubros muy importantes del sistema de producción de ganado vacuno de carne consiste en aplicar correctamente los principios de bioquímica, fisiología y nutrición (Reyes, 1997).

2.4.1 Insumos utilizados en la alimentación del ganado vacuno de engorde

Los bovinos requieren de una dieta o ración con 6 componentes básicos o nutrientes que conforman el alimento que se debe suministrar diariamente para un crecimiento óptimo. Estos son:

- | | |
|--------------|--------------|
| 1- Agua | 4- Minerales |
| 2- Energía | 5- Vitaminas |
| 3- Proteínas | 6- Fibra |

Es importante saber que los animales crecerán más o crecerán menos de acuerdo a la cantidad y proporción de alimentos que se les da. Es decir que; por ejemplo, si se les da mucha proteína y energía, pero hace falta fibra, los animales no crecerán bien. O sea que los animales crecen de acuerdo al nutriente que es limitante (Hidalgo, 2013).

Los pastos, forrajes y residuos agrícolas como coronta de maíz, panca, heno de avena etc. contienen altos niveles de fibra (celulosa, hemicelulosa) y los granos de cereales como el maíz grano, cebada, avena, trigo, etc. Son ricos en almidón y azúcar. Estos carbohidratos son degradados por los microorganismos del rumen - retículo produciendo ácidos grasos volátiles como el acético, propiónico y butírico. gases como metano (CH₄) y anhídrido carbónico (CO₂) (Hungate 1988).



En cuanto a los insumos proteicos como la pasta de algodón, torta de soya, harina de pescado, gran parte es degradado en el rumen por las bacterias y protozoos, dando lugar a compuestos como polipéptidos, dipéptidos, aminoácidos y amoníaco (NH_3). Estos elementos son aprovechados por los microorganismos para sintetizar sus propias proteínas (Stock, 2000).

2.4.1.1 Insumos energéticos

- Polvillo de arroz.

Es muy apetecido por el ganado por su aroma. Es una mezcla de la cutícula interna del arroz que se va puliendo, tiene el inconveniente que al contener ácidos grasos insaturados, tiende a oxidarse produciendo diarrea en los animales y disminución de su aceptabilidad. También se debe tener mucho cuidado porque puede ser adulterado con cascara de arroz molido aumentando tremendamente el nivel de fibra (superior a 12 %), es un insumo energético (1.52 y 0.99 Mcal/kg de ENm y ENg respectivamente) su contenido de proteína total promedio de 12 %. En el concentrado se recomienda utilizar como máximo 15% si es de buena calidad (Hidalgo, 2013).

- Melaza de caña

Es una buena fuente de energía debido a su contenido de 50 a 60% de azúcares. Es altamente digestible, estimula el apetito y la degradación de la celulosa por los microorganismos del rumen. Reduce el polvo del alimento y sirve como aglutinante. Tiene alto contenido de potasio que le da propiedades laxativas. Niveles mayores a 25 % en la ración, reducen la digestibilidad de la fibra y otros carbohidratos, por la predilección de las bacterias por los azúcares. Es un insumo pobre en proteína total (3%), no contiene fibra, su nivel de energía es de 1.45 y 0.90 Mcal/kg de ENm y ENg respectivamente (Hidalgo, 2013).



- Afrecho de trigo

El afrecho o subproducto de trigo, está constituido por las cubiertas externas del grano y su contenido en fibra es en promedio de 12% en base seca. El valor nutritivo del subproducto de trigo se caracteriza por tener bajo contenido de fibra y de grasa. Sin embargo, su contenido de proteínas varía de 15 a 16, % en base seca superior al del maíz. El contenido de energía es de 1.34 y 0.84 Mcal/kg de ENm y ENg respectivamente. En el concentrado se recomienda utilizar hasta 30% como máximo por ser laxativo. (Hidalgo, 2013).

- Heno de paja

La mayor producción de heno de cereales como la avena forrajera es utilizado en la alimentación del ganado. La paja de arroz contiene menos celulosa y hemicelulosa que el rastrojo de maíz y la paja de trigo, pero es alto en cenizas insolubles como la sílice. El alto contenido de sílice inhibe químicamente la digestión, motivo por el cual en la Universidad Nacional Agraria la Molina se ha investigado agregando hidróxido de sodio (NaOH) para aumentar su digestibilidad con buenos resultados. La broza o paja de leguminosas como la de frejoles, pallar, etc., tienen mayor valor nutritivo, especialmente proteínas, con 6,1 % y NDT 45,2%; se debe evitar la presencia de hongos que pueden ser tóxicos para el ganado (Hidalgo, 2013).

- Harina de maíz

Es considerado como un alimento de alta energía (cerca de 2,200Kcal – 3,060Kcal) dependiendo de la variedad de maíz utilizado, y posee proteína (9%). Y su límite máximo es 40 (Ayanz, 2006).

2.4.1.2 Insumos proteicos

- Harina de pescado

Se obtiene principalmente de la anchoveta, eliminando la mayor parte de su contenido graso y conservando su proteína y minerales. La harina de pescado de primera



contiene de 60 a 65% de proteína cruda en base fresca. Es mejor aprovechada que la harina de segunda, porque al ser desecada al vapor y no a fuego directo como las otras, hace que los aminoácidos esenciales como la lisina, el triptófano, la metionina y otros no son destruidos por el calor y por lo tanto son mejor aprovechados por el organismo mejorando la conversión alimenticia. La harina de pescado de segunda tiene de 46 - 48% de proteína en base fresca proviene de los dorsos y cabezas del pescado que se usa en conservas, al cual se le procesa en deshidratadoras como harina de pescado. Se recomienda alrededor del 12 % en una mezcla balanceada (Stock, 2000).

- Pasta de algodón

Se distinguen dos tipos de pasta de algodón de acuerdo al procesado de la pepa. La mejor procede de plantas que procesan la pepa con prensa y solventes, contiene de 34 a 38% de proteína total en base fresca, color amarillo. El segundo tipo, cuyo aceite es extraído mecánicamente, es de color marrón, fácilmente desmenuzable, tiene 30% de proteína en base fresca, de aspecto grasoso. La proteína de este insumo es de calidad satisfactoria para el ganado, es rica en fósforo (1%) y tiene solo 0,20% de calcio. Produce un ligero estreñimiento en el animal y la grasa de la carne tiende a ser dura, es común su utilización hasta 20% en las mezclas para ganado de engorde. La pasta de algodón es una de las mejores fuentes de proteína para el ganado de engorde y ovinos, siempre y cuando su precio sea asequible (Hidalgo, 2013).

- Torta de soya

Este insumo también es un subproducto que se obtiene por la extracción del aceite del grano de soya. La torta de soya es un excelente suplemento proteico para vacunos de engorde, es rico en proteína que puede variar de 43 – 46% en base fresca, pero su uso está limitado por el precio de mercado y su disponibilidad. Su contenido de energía es



de 1.60 y 1.12 Mcal/kg de ENm y ENg respectivamente y el nivel recomendable independiente del precio es de 15 % como máximo (Hidalgo, 2013).

- Soya integral

La soya integral es la semilla que no ha sido procesada para la obtención de aceite y por lo tanto conserva todo su aceite. Normalmente este insumo no se usa como tal sino en la forma de torta. En circunstancias especiales se puede conseguir la soya entera, pudiéndose usarla en rumiantes, previamente tratada térmico (aproximadamente a 124 °C durante 45 minutos) para destruir los inhibidores de la tripsina y demás sustancias antinutricionales que se conocen y debe ser molida antes de su uso (Hidalgo, 2013).

2.4.1.3 Vitaminas y minerales

Las vitaminas se ocupan en cantidades muy pequeñas y se encuentran en los alimentos que come el ganado, en los forrajes verdes o bien son sintetizados por los mismos animales, por lo que muy pocas veces se recomienda aplicarlas; se les pone a animales que consumen solamente forrajes secos o animales que están enfermos, convalecientes, desnutridos ó durante sequías prolongadas. Los minerales son indispensables para obtener buenas ganancias de peso en los novillos. Se recomienda tenerlos siempre a disposición de los animales o sea a libre consumo (Marco, 1998).

2.5 FORMULACIÓN DE RACIONES BALANCEADAS DE ENGORDE

Una fórmula balanceada está constituida por varios insumos que, mezcladas en proporciones adecuadas, según su valor nutritivo y precio, satisfacen los requerimientos exigidos por los vacunos en engorde, según la edad, raza, tipo de ganado y origen. Para la formulación o balanceo de raciones existen varios métodos, desde los más modernos como el método de programación lineal al mínimo costo por computadora, hasta los más sencillos. Entre éstos tenemos el método del tanteo o por aproximación, el método del cuadrado de Pearson y el método algebraico. La tabla de composición químico



de los principales insumos tiene información de MS (materia seca), PT (proteína total); NDT (nutrientes digestibles totales), Fc (fibra cruda), ENm (energía neta de mantenimiento), ENG (energía neta de ganancia), Ca (calcio), P (fósforo) (Perry, 1984).

La preparación de la mezcla puede ser mecanizada (mezcladora) o a lampa por el método de las capas superpuestas, dejando las de mayor volumen en las capas inferiores y así sucesivamente. Así la primera capa podría ser pan camel, pelusa y después el afrecho, pasta de algodón, harina de pescado, maíz, sal común y sales minerales. Luego se procede al mezclado de las capas con lampa, haciendo de tres a cuatro volteadas para lograr una efectiva mezcla de los insumos. Por último, se envasa y se distribuye a los animales. Iniciando el proceso de engorde se debe realizar un control de la alimentación y control de pesos, por que los animales que no tienen un aumento visible en su peso son objeto de medidas de control sanitario o descarte en caso de ser necesario. El suministro de alimentos se va aumentando de acuerdo al consumo a discreción que se controla diariamente en las primeras horas de la mañana. En caso que haya residuos en el comedero se disminuye la cantidad de alimento y se debe revisar la formulación, ya que puede haber sustancias no palatables que hacen que disminuya su consumo. No es aconsejable hacer cambios bruscos en la formulación una vez iniciado el engorde porque disminuye el consumo y el peso de los animales (Perry, 1984)

2.5.1 Consumo voluntario de nutrientes

Es un factor importante que se debe tener en cuenta, es la cantidad de alimento que consumen en un periodo determinado. Para el mantenimiento y diferentes procesos productivos. es la cantidad de alimento ingerido por un animal o grupo de animales durante un período de tiempo en el cual tuvieron libre acceso al mismo y dicha medición debe cumplir con la condición de ofrecer al menos un excedente de 15% durante dicho periodo (Forbes, 1995).



2.5.1.1 Teoría quimios tática (Regulación a corto plazo)

Es la baja dosis de insulina, que reduce la concentración de glucosa en la sangre (Booth, 1978).

2.5.1.2 Teoría termostática

Durante la digestión y el metabolismo de los alimentos se produce calor, considerándose que este incremento térmico constituye una de las señales empleadas en la regulación del consumo a corto plazo, de que el consumo voluntario aumenta si el medio ambiente es frío y disminuye si es caluroso (McDonald, 2002).

2.5.1.3 Teoría lipostática.

Se ha sugerido que los depósitos de grasa, actúan como señal para la regulación del consumo a largo plazo (McDonald *et al.*, 2002).

2.5.1.4 Energostasis.

El consumo de energía o su almacenamiento la energía provista a algunos tejidos es monitoreada y utilizada para controlar el consumo de alimento (NRC, 1978).

2.6 REQUERIMIENTOS DE MATERIA SECA Y AGUA EN VACUNOS DE ENGORDE

El consumo voluntario de los alimentos es importante en la ganadería por el aumento de los niveles de producción, que requiere de mayor consumo de nutrientes principalmente energía y proteína que deben estar presentes en cantidades adecuadas en los alimentos para un determinado nivel de producción de carne. Para que un vacuno mantenga un nivel alto de producción o ganancia de peso, sin embargo, hay otros factores que pueden hacer variar este nivel de consumo.

- Contenido de energía del alimento.
- El porcentaje de materia seca del alimento
- La edad y peso de los alimentos.
- Condiciones climáticas (temperatura, humedad).



De esta forma conociendo los requerimientos energéticos y la capacitación del consumo del vacuno se puede estimar la concentración de energía por Kg para determinar el incremento de peso diario. La alimentación ad libitum o a discreción del ganado vacuno de engorde han demostrado que el consumo promedio de materia seca diario por animal puede oscilar de 2.8 a 4.0% de su peso vivo. Si un vacuno de 300 Kg de peso vivo puede consumir 11 Kg de MS o 12.7 Kg de concentrado fresco (86% MS) mientras que un vacuno de 550Kg de peso puede consumir 16.0 Kg de MS o 18.6 Kg de concentrado fresco (86% MS) (Lofgreen y Garrett, 1968).

2.7 REQUERIMIENTOS DE NUTRIENTES PARA VACUNOS

2.7.1 Energía

La producción de carne demanda grandes cantidades de energía, el vacuno, puede derivar casi toda su energía de la celulosa y del almidón que están presentes en los subproductos agrícolas e industriales y subproductos de los granos. La celulosa es un polímero de glucosa con uniones que los microorganismos del rumen pueden romper, liberando la energía requerida. Se expresa como Nutrientes Digestibles Totales (NDT), energía neta de mantenimiento (ENm) y energía neta de ganancia de peso (ENg) más de 90% de la E requerida por toros reproductores; asimismo, la fracción del consumo total de EM que el ganado en crecimiento usa para mantenimiento rara vez es menor a 40%, aún en consumos máximos. Por los animales de producción cárnica requieren energía para mantenimiento y para producción (Adams, 1993). Para calcular las necesidades energéticas se puede usar valores como Energía Metabolizable (EM), Energía Neta (EN) o en su efecto, los Nutrientes Digestibles Totales (NDT) (Perry, 1984). Afortunadamente, el vacuno, puede derivar casi toda su energía de la celulosa y del almidón que están presentes en los subproductos agrícolas e industriales y subproductos de los granos.

2.7.2 Proteínas

La producción de carne se da por la mayor síntesis de proteínas. Los microorganismos del rumen del vacuno sintetizan proteínas a partir de los polipéptidos, dipéptidos, aminoácidos y amoníaco (NH_3). Los compuestos nitrogenados no proteicos como la urea pueden ser utilizados por vacunos para reemplazar, en parte, la proteína de la ración (Islas *et al.*, 2013). La producción de carne se da por la mayor síntesis de proteínas. Los microorganismos del rumen del vacuno sintetizan proteínas a partir del nitrógeno; por lo que los compuestos nitrogenados no proteicos como la urea pueden ser utilizados por vacunos para reemplazar en parte la proteína de la ración (Hidalgo, 2013).

Tabla 1. Requerimientos nutricionales por peso vivo y ganancia de peso para toretes de engorde

| EM Mcal/día, para una ganancia diaria (Kg) de: | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Peso kg/GP | 0 | 0.5 | 0.75 | 1.00 | 1.25 |
| 200 | 8.31 | 11.47 | 13.55 | 16.14 | 19.5 |
| 300 | 11.15 | 15.17 | 17.78 | 21.01 | 25.16 |
| 400 | 13.2 | 17.4 | 20.1 | 23.2 | 27 |
| 500 | 16.21 | 21.8 | 25.4 | 29.8 | 35.41 |
| 600 | 18.6 | 24.8 | 28.9 | 33.8 | 40.05 |
| PC g/día, para una ganancia diaria (Kg) de: | | | | | |
| Peso kg | 281 | 572 | 704 | 828 | 944 |
| 200 | 281 | 572 | 704 | 828 | 944 |
| 300 | 381 | 653 | 778 | 895 | 1.003 |
| 400 | 473 | 734 | 853 | 965 | 1.069 |
| 500 | 559 | 816 | 933 | 1.043 | 1.145 |
| 600 | 641 | 900 | 1.018 | 1.129 | 1.232 |

Fuente: AFRC (1993)



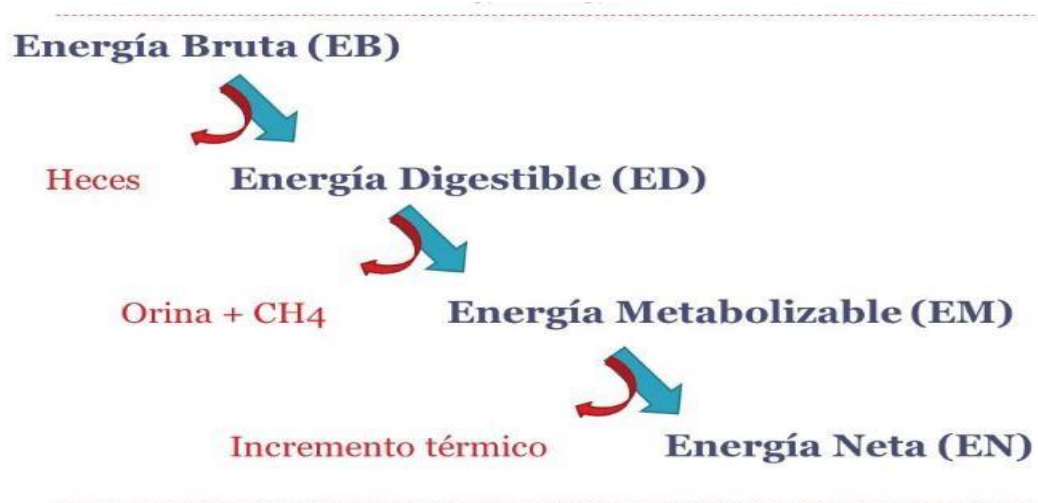
2.7.3 Vitaminas

El vacuno tiene reserva de vitamina A, formada a base de la provitamina A o B-caroteno presente en los pastos y forrajes verdes. El animal expuesto al sol o por el consumo de alimentos expuestos al sol se provee de vitamina D y la almacena como reserva. El requerimiento en vitamina A de los vacunos es alto. Cuando pasa mucho tiempo consumiendo alimento seco, concentrado o rastrojos, por sequías prolongadas, el animal empieza a lagrimear, se le inflama la conjuntiva ocular y termina con ceguera. El tratamiento es administrar vitamina A vía intramuscular o en la ración para fortalecimiento de los epitelios de las vías respiratorias, oculares y digestivos (Usabiaga, 2006).

2.7.4 Minerales

Los minerales son importantes en la producción de carne. Su presencia en el alimento depende del contenido del suelo o de la suplementación. Así, es común agregar a la ración sal común como fuente de cloro y sodio, sales de calcio y fosforo y sales conteniendo elementos menores como magnesio, zinc, hierro, cobre, yodo y cobalto (Islas, 2013).

Figura 1. Esquema convencional de partición de la energía



2.8 REQUERIMIENTO DE ENERGÍA PARA MANTENIMIENTO

Los requerimientos de energía (E) para mantenimiento se definen como la cantidad de alimento consumido que resultara sin pérdida o ganancia de E neta de tejidos Corporales del animal. Los procesos o funciones que comprenden los requerimientos de E para Mantenimiento incluyen: requerimientos de la temperatura corporal, procesos metabólicos esenciales y actividad física. La Energía Metabólica (EM) requerida para funciones de mantenimiento representa aprox. 70% del total de la EM requerida por una vaca adulta en (Costa *et al.*, 2013), y más de 90% de la E requerida por toros reproductores; asimismo, la fracción del consumo total de EM que el ganado en crecimiento usa para mantenimiento rara vez es menor a 40%, aún en consumos máximos. Por lo tanto, en la industria de producción de carne de bovinos, el manejo exitoso del ganado, sea para sobrevivir y producir en ambientes nutricionalmente pobres, o para máxima producción, depende del conocimiento y comprensión de su requerimiento de mantenimiento (NRC, 2016).

Tabla 2. Requerimientos nutriciones del bovino para carne que se produce en confinamiento

| Concepto | Requerimiento mínimo | Comentarios |
|--------------------------|-------------------------------------|---|
| Consumo de alimento | 13.0 kg de MS por día | El consumo aumenta conforme transcurre el proceso de producción |
| Ganancia de peso | 1.60 kg por día | La ganancia de peso depende del consumo de alimento y la manera como el animal lo aprovecha |
| Energía de mantenimiento | 1.89 Mcal por cada kg de alimento | En ambientes confortables, el bovino que pesa 425 kg requiere 7.2 Mcal de ENm por día, equivalentes a 3.9 kg de alimento. |
| Energía de ganancia | 1.25 Mcal por cada kg de alimento | Por cada kg de peso aumentado, el bovino que pesa 425 kg requiere cerca de 6.0 Mcal de ENg, equivalentes a 5 kg de alimento. Eso indica una conversión mayor de 8.0 kg de alimento por cada kg de peso aumentado. |
| Proteína total | 12% (120 g por cada kg de alimento) | Asume la combinación de proteína degradable y no degradable en el rumen. Las proporciones de cada una son cercanas a 50% del total. |

NRC (1984).

Modelos de predicción del NRC (1984) y datos de campo. Se considera el caso de un bovino cuyo peso es de 425 kg, es decir, al promedio entre 330 kg (al inicio del proceso de finalización) y 520 kg (al final).

Los forrajes verdes y tiernos son de elevada calidad energética, más proporción de hojas y menos tallo

El funcionamiento del organismo, la síntesis de nuevos tejidos y la actividad física, implica un gran número de transformaciones químicas que requieren energía. Cuantitativamente la necesidad energética de los animales es la más importante. La unidad básica de la energía es la “caloría”. En la



alimentación de vacuno de carne, el valor energético de los alimentos como los requerimientos del ganado comúnmente se expresa en porcentajes de nutrientes digestibles totales (NDT), y energía neta (EN). El sistema de NDT está siendo reemplazando por el sistema de energía neta que se divide en:

- Energía neta para mantenimiento (ENm) que proporciona la cantidad de energía para mantener el equilibrio energético del vacuno (metabolismo basal, actividad física voluntaria, temperatura corporal) de tal manera que el organismo no gana ni pierde peso.

- Energía neta para ganancia (ENg) que proporciona la cantidad de energía para crecimiento y engorde (acabado). Esta energía es aprovechada después que el animal ha satisfecho su requerimiento para mantenimiento.

puede estimar a través de las siguientes ecuaciones de predicción.

$$ENm = 77w^{0.75} \text{ Kg} \quad : \text{ (Kcal/día)}$$

$$ENg = [(52.72 * G) + (6.84 * G^2)]W^{0.75} : \text{ (Kcal/día)}$$

Donde : W = peso vivo (Kg)

$W^{0.75}$ = Tamaño metabólico

G = ganancia de peso vivo esperado/día.

Donde: $k_m = 0.62$ y $k_g = 0.39$, corresponden a los promedios de las eficiencias de utilización de EM para mantenimiento (k_m) y ganancia de peso (k_g), respectivamente.

(Joyce *et al.*, 1975; Lofgreen y Garrett, 1968).



Tabla 3. Requerimiento de energía neta para engorde de vacunos

| Ganancia Peso vivo (kg) (kg) | Peso vivo (kg) | | | | | | | |
|---------------------------------------|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |
| | ENm requerida (Mcal/día) | | | | | | | |
| | 3.30 | 4.10 | 4.84 | 5.55 | 6.23 | 6.89 | 7.52 | 8.14 |
| | ENg requerida (Mcal/día) | | | | | | | |
| 0.2 | 0.46 | 0.57 | 0.68 | 0.78 | 0.88 | 0.97 | 1.06 | 1.14 |
| 0.4 | 0.95 | 1.18 | 1.4 | 1.6 | 1.8 | 1.99 | 2.17 | 2.34 |
| 0.6 | 1.46 | 1.81 | 2.15 | 2.46 | 2.76 | 3.05 | 3.33 | 3.6 |
| 0.8 | 2 | 2.47 | 2.93 | 3.36 | 3.77 | 4.17 | 4.55 | 4.92 |
| 1 | 2.55 | 3.16 | 3.75 | 4.29 | 4.82 | 5.33 | 5.82 | 6.29 |
| 1.2 | 3.13 | 3.88 | 4.6 | 5.27 | 5.92 | 6.55 | 7.14 | 7.73 |
| 1.5 | 4.05 | 5.02 | 5.95 | 6.81 | 7.65 | 8.46 | 9.23 | 9.98 |

N.R.C (1996)

2.8.1 Variaciones en los Requerimientos de EN para mantenimiento

sistema de evaluación de la utilización de los nutrientes y energía de los alimentos métodos el aprovechamiento de los nutrientes y energía depende de muchos factores: especie, edad, condición fisiológica, tipo de tgi del animal, la forma física del alimento, la presencia de enfermedades infecciosas y parásitos, equilibrio de nutrientes en el alimento, etc. en general los métodos son similares para todas las especies animales (Ii, 2019)



Tabla 4. Eficiencia en el aprovechamiento de la energía en bovinos para carne producidos en confinamiento

| la ración | (CMS) | Aporte | | Referencia | granos de en | | |
|-----------|-----------|--------------------------------------|---|------------|--------------|------|-------------------------|
| | | Nivel de Consumo de Energía alimento | Tasa de Eficiencia energética consumido crecimiento | | | | |
| | | (GDP) | GDP/CM S | ENg/GDP | | | |
| 0% | 5.00 kg/d | 480 kcal | 2,410 kcal | 610 g/d | 0,122 | 3,95 | Suarez (1995) |
| 42% | 9.40 kg/d | 900 kcal | 8,460 kcal | 1,490 g/d | 0,176 | 5,68 | García et al. (1996) |
| 58% | 7.19 kg/d | 1,050 kcal | 7, 550 kcal | 1,270 g/d | 0,168 | 5,94 | Suárez (1995) |
| 64% | 6.64 kg/d | 1,080 kcal | 7,201 kcal | 1,000 g/d | 0,151 | 7,20 | Serrano y Zepeda (1996) |

El aporte de energía, la energía consumida y la eficiencia energética (ENg/GDP) están expresadas en kcal de EN (energía neta) de ganancia por kg de alimento consumido, kcal de EN de ganancia por día y kcal de EN de ganancia por gramo de ganancia diaria de peso, respectivamente.

La cantidad y tipo de forraje que se incluye en la ración influye de manera notable en el aprovechamiento del alimento que consume el bovino que se produce para carne en condiciones de confinamiento. El caso de los forrajes en la ración es importante debido a que inducen a la masticación, se provoca mayor salivación y con ello se neutraliza la acides ruminal y se provee el crecimiento de las bacterias degradables de forraje. La clave para la prevención de acidosis proporcionar la masticación de forraje. La acidosis ruminal es una condición que se produce cuando el bovino consume grandes cantidades de grano en menos de 30 minutos (Boadi,2004).



CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ÁMBITO EXPERIMENTAL

En la empresa Agropecuaria Juan de Mata S.A.C de la Provincia de Huancané, ubicada a 3825 m de altitud, 15°11'59" de latitud sur y 69°45'47" de longitud oeste, con características climáticas variables, presencia de heladas, granizadas, sequías y precipitaciones pluviales considerables (SENAMHI, 2016). El trabajo se realizó entre los meses de septiembre a noviembre del año 2018.

3.2 ANIMALES

Para el estudio se utilizó una muestra no aleatoria de 24 toretes del cruce Brown Swiss, adquiridos de las ferias zonales (wakaqhatos) de Huancané, de diferentes edades (DL, 2D, 4D), estimados mediante cronología dentaria (Brown et al., 1960), con un peso inicial promedio de $447,1 \pm 63,3$ Kg, distribuidos al azar en tres grupos de tratamientos, con 8 réplicas por tratamiento, cada uno debidamente identificado con un arete de plástico con numeración correlativa, acorde con el manejo de la empresa.

3.3 DIETA

Los animales recibieron 3 tipos de dietas: fase de acostumbramiento, inicio y acabado, ofrecidas en forma gradual. Durante 90 días.

La dieta de recepción de los animales fue heno entero de avena ofrecida en forma individual en comedero y el consumo de agua durante 3 días, La dieta de acostumbramiento estuvo conformada por una relación de forraje y concentrado (F:C, 60:40), ofrecida durante 15 días, en corrales colectivos, donde los animales permanecieron consumiendo alimento y agua, sujetos al manejo tipo feedlot. La dieta de inicio estuvo conformada por una relación F:C de 50:50, con insumos diferentes para cada tratamiento ofrecida durante 45 días siguientes. Y las dietas de acabado, estuvieron

conformadas por proporciones variables de F:C (T0:40-60, T1:45-55, T2:35:65), ofrecidas durante los siguientes 30 días, hasta el embarque de los animales con destino a camal.

Los animales de los tres tratamientos fueron alimentados con una misma dieta de acostumbramiento por 15 días, y al cabo del día 16 se alimentó con diferentes dietas para cada tratamiento. El alimento se suministró en dos horarios uno a las 6:00am y otro a las 2:00.pm.

3.4 TRATAMIENTOS

El periodo de engorde para esta investigación fue de 90 días. Los animales fueron identificados (aretes enumerados) al inicio de la investigación.

Se utilizaron tres dietas con diferente nivel de densidad de energía (baja, media y alta), elaboradas con heno de avena, suplementos de energía, proteína y minerales (Tabla 5).

Tabla 5. Distribución de promedio para los tratamientos (densidad de energía)

| Tratamiento | EM Mcal/Kg MS | PT |
|-------------------------|---------------|-------|
| Control (densidad baja) | 2.731 | 13.30 |
| T1 (densidad media) | 2.750 | 15.30 |
| T2 (densidad alta) | 2.777 | 15.90 |

3.5 ALIMENTACIÓN

La dieta de acostumbramiento estuvo conformada por una mezcla de forraje y concentrado (F:C) en una relación 60:40 para los tres grupos de animales la dieta de inicio es de 50:50 para los tres grupos pero con distintos insumos y la dieta de acabado es de



40:60, 45:55, 35:65 (Tabla 6); para la formulación de las dietas los tratamientos 1 y 2 se ajustaron en base a la dieta control que es utilizada por la granja de la Empresa “Ganadería Juan De Mata S.A.C”, como se muestra a continuación:

Tabla 6. Relación de heno de avena y concentrado (F:C) en la alimentación de toretes

| Etapa | Baja | Media | Alta |
|-------------------|-------|-------|-------|
| Acostumbramiento | 60:40 | 60:40 | 60:40 |
| Inicio | 50:50 | 50:50 | 50:50 |
| Acabado | 40:60 | 45:55 | 35:65 |
| EM, Kca/Kg MS | 2731 | 2750 | 2777 |
| Proteína cruda, % | 13 | 15 | 15.8 |

EM: energía metabolizable de la dieta.

3.6 INSTALACIONES

La empresa “Agropecuaria Juan de Matta S.A.C” cuenta con instalaciones adecuadas como: cobertizos, corrales, manga para el pesado, comederos y bebederos según a lo que es necesario para la empresa

3.7 EQUIPOS Y MATERIALES

Materiales de campo

- Ropa de trabajo.
- sogas
- Botas
- Palas
- Carretilla
- Equipo mínimo de Disección
- Botiquín de uso veterinario
- Fichas de asistencia
- Cuaderno de registro



Equipos

- Balanza (de una tonelada)
- Picadora
- Balanza analítica
- Comederos
- Bebederos
-

3.8 MANEJO DE LOS ANIMALES

Los toros al ingresar al Centro de engorde, desde su llegada y durante su permanencia fueron sometidos a las siguientes labores:

- **Despunte.** - El corte de los cuernos se efectuó con sierra metálica con la finalidad de evitar daños a los demás animales y a las personas encargadas del manejo de estos animales.
- **Desparasitación.** - Se efectuó contra parásitos gastrointestinales el producto empleado fue corral forte 15% + minerales a una dosis de 30 a 40/animal vía oral.
- **Aplicación de vitaminas.** - Se efectuó después de 5 días después de haberse dosificado el producto ADEFORTE (Vitamina AD3E) vía intramuscular, a una dosis de 5 a 7 ml por animal, asimismo se aplicó otro producto multivitamínico (HEMATOFOS 812) por vía intramuscular, a una dosis de 10 ml por animal.



3.9 METODOLOGÍA

3.9.1 Determinación del consumo de alimento

El consumo de materia seca se determinó mediante balance de energía, dado que los animales consumieron las dietas en forma colectiva; para lo cual se calcularon factorialmente, los requerimientos energéticos de mantenimiento y ganancia peso vivo (Lofgreen y Garret, 1968), descontando del total del alimento tal como ofrecido, todo el alimento desperdiciado y el alimento rechazado. Este parámetro es muy útil para pruebas de palatabilidad y digestibilidad. El alimento desperdiciado y rechazo fue pesado todos los días.

El consumo fue medido mediante el registro semana de las cantidades ofrecidas y rechazadas (Moore et al., 1999), en alimentación colectiva.

$$MS = MSO - MSR \text{ (alimento rechazado + alimento desperdiciado)}$$

Dónde: IMS, consumo de materia; MSO, materia seca ofrecida; MSR, materia seca rechazada.

El consumo individual de materia seca se estimó mediante balance de energía, entre los requerimientos de energía y la densidad de energía de las dietas. Los requerimientos de energía metabolizable de los animales se estimaron factorialmente, mediante modelos de predicción, considerando solo mantenimiento y ganancia de peso vivo, primero en términos de energía neta (Lofgreen & Garrett, 1968), luego como energía metabolizable (Joyce et al., 1975):

- Requerimientos de energía neta de toretes Angus:

$$NE_m, \text{ Kcal/d} = 77 \text{ Kcal/W}_{\text{Kg}}^{0.75}$$



$$NE_g, \text{Kcal/d} = (52.72 G + 6.84 G^2) (W_{Kg}^{0.75})$$

Dónde: W, peso vivo (Kg); G, ganancia de peso vivo (Kg/día).

Requerimientos de energía metabolizable de toretes Angus:

$$EM = \frac{EN_m}{k_m} + \frac{EN_g}{k_g}$$

Dónde: $k_m = 0.61$ y $k_g = 0.36$, corresponden a las eficiencias de utilización de EM para mantenimiento y ganancia de peso, respectivamente.

3.9.2 Determinación de la ganancia de peso

Los pesos se obtuvieron para medir la productividad del animal. La ganancia de peso fue media semanalmente y se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Ganancia de peso vivo, Kg} = \text{Peso vivo final, Kg} - \text{Peso vivo inicial, Kg}$$

3.9.3 Determinación de la conversión alimenticia:

Este indicador permite cuantificar cuantos kilogramos de alimento necesita un animal para producir un kilogramo de carne. La conversión alimenticia fue media semanalmente y se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Conversion alimenticia} = \frac{\text{Total de alimento balanceado consumido}}{\text{Ganancia de peso vivo}}$$

3.9.4 Determinación del costo de alimentación

La finalidad es conocer los ingresos y los costos de la explotación mediante la cuantificación en términos monetarios, con miras a medir su rentabilidad, además



el conocimiento y cuantificación de los costos de explotación, Los costos corresponden a los desembolsos o gastos que hay que efectuar como retribución al uso de los factores de producción, los egresos relacionados directamente con el volumen de producción. Los principales determinantes son: la relación compraventa de los animales y los gastos de alimentación, que representan el mayor porcentaje de los costos de producción.

3.10 Diseño estadístico

Los datos fueron expresados en medidas de tendencia central y dispersión, tales como el promedio y la desviación estándar. Las variables en estudio, tales como consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia ~~y costo de engorde~~, se analizaron mediante el análisis de varianza en diseño completo al azar y la prueba Dunnett para el contraste de las medias ($\alpha = 0.05$), sujeto al siguiente

Modelo aditivo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + EF_{ij} :$$

Siendo:

Y_{ij} : Observación de unidad experimental.

μ : Media poblacional.

E_i : Efecto del *i-ésimo* nivel de Energía.

EF_{ij} : Efecto del error del *i-ésimo* nivel de energía, *j-ésimo*.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CONSUMO DE ALIMENTO

El consumo de alimento total y el consumo promedio por día de los toros en estudio y el consumo de alimento por día bajo tres niveles nutricionales en vacunos de engorde bajo un sistema estabulado a gran altura se muestra en la Tabla 7 y figura 2 (anexo 2)

Tabla 7. Consumo de alimento en vacunos de engorde

| Variable | Densidad de energía | | | P |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------|
| | Baja | Media | Alta | |
| Peso vivo, kg | 527.6±65.4 ^c | 559.5±58.7 ^b | 633.8±76.3 ^a | 0.014 |
| Consumo de materia seca | | | | |
| - Kg/d | 13.75± 3.05 ^a | 15.78±2.2 ^{ab} | 19.12±5.1 ^b | 0.025 |
| - g/KgPV ^{0.75} | 134.93±20.88 | 146.66±12.97 | 161.82±31.4 | 0.088 |

Nota: PV, peso vivo del animal.

En esta tabla 7. se observa un consumo de alimento en toros de engorde, para el T0, T1 y T2 respectivamente T2 lograron consumir 19,12±5.1 Kg/día fue consumido en mayor cantidad de alimento que el resto de los tratamientos T1 logrando consumir 15.78±2.2Kg/día y T0 logrando consumir 13.75±3.05; existiendo diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$).

Esto se debe a que el T2 tenía una ración de acabado que se trata de 35% de heno de avena y 65% de concentrado contiene más harina y con EM= 2.777 Mcal/kg de MS de eso hace la diferencia con el T1 y T0.



Influye la edad y el tamaño T2 fueron animales más grandes entraron con un peso inicial promedio de 503 y terminaron con un peso final de 633 fue la que peso la comparación de los demás.

La alimentación ad libitum o a discreción del ganado vacuno de engorde han demostrado que el consumo promedio de materia seca diario por animal puede oscilar de 2.8 a 4.0% de su peso vivo. Si un vacuno de 300 Kg de peso vivo puede consumir 11 Kg de MS o 12.7 Kg de concentrado fresco (86% MS) mientras que un vacuno de 550Kg de peso puede consumir 16.0 Kg de MS o 18.6 Kg de concentrado fresco (86% MS) Lofgreen y Garrett (1968).

4.2 GANANCIA DE PESO VIVO:

En la tabla 8 se muestra la ganancia de peso diario en el periodo del experimento los cuales fueron T2=1.73±0.4, kg/día, T1=1.51±0.17kg/día y T0=1.35±kg/día, se a elevado e engorde mediante una alimentación balanceada, campaña de tres meses de duración y manejo de tipo intensivo. La ganancia es mas en el T2 debido a que son animales de mayor edad y la formula funciona mejor en toros de mayor edad que los toros en crecimiento o desarrollo.

Tabla 8. Ganancia de peso vivo diario en toros de engorde

| Variable | Dietas | | | P | |
|----------------------------------|--------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|-------|
| | T0 | T1 | T2 | | |
| Ganancia de peso total (kg) | | 101.4 | 113.3 | 129.9 | 0.062 |
| Ganancia de peso diaria (kg/día) | | 1,35±0.3 ^b | 1,51±0.17 ^{ab} | 1,73±0.4 ^a | 0.062 |

Los estudios han mostrado que las dietas de alta densidad de energía incrementan la



ganancia de peso (Dian *et al.*, 2010; Li *et al.*, 2014; Manni *et al.*, 2013; Missio *et al.*, 732 2010), en el orden de 1.12 Kg/día, frente a 0.34 kg/día de las dietas de forrajes (Caplis *et al.*, 2005).

Mientras (Abdela *et al.*, 2016), manifiesta que en este tipo de contextos, los animales destinan la mayor parte de la energía consumida en el alimento para el mantenimiento, quedándose con muy poca energía para la producción logrando con ello ganancias de peso relativamente bajas, entre 0.58 Kg/día (Quispe *et al.*, 2016) y 0.80 Kg/día (CARE Perú, 2006) Asi mismo la empresa Agropecuaria Juan de Mata S.A.C. a una gran altitud en la provincia de Huancané-Puno, a través del engorde de vacunos de razas especializadas en producción de carne, a base de dietas elaboradas con forrajes procesados mecánicamente y concentrados basados en granos, en una relación de 60:40, logrando con ello ganancias de peso vivo que varían entre 1.20 y 1.40 Kg/día. Y con estos resultados obtenidos en el proyecto se obtuvo una ganancia que oscila entre 1.73 kg/día±0.4.

Por otra parte informa, (Loyola, 2012). Los vacunos más convenientes para ser engordados son aquellos jóvenes, cuya edad oscila entre 18 y 24 meses, puesto que son los más eficientes en convertir el alimento en carne (peso vivo), es decir, dicha edad permite el aprovechamiento de la condición fisiológica del animal el cual utiliza al máximo los aportes alimenticios y los refleja en formación de músculos, esqueleto y órganos vitales, lo que equivale a ganancias de peso.

4.3 CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Se presenta las conversiones alimenticias para los tres tratamientos obtenidos en el periodo de los 75 días de engorde del experimento se muestra en la tabla 11. En donde el T0 muestran una Conversión alimenticia =10.22 segundo por el T1 con 10.45 y en el

grupo de animales con tratamiento T2 el valor encontrado fue de 10.98 estos promedios muestran una diferencia numérica mas no una diferencia estadística ($P \geq 0.05$)

La conversión de alimento a ganancia de peso se ubica por arriba de 10. Por consiguiente, en términos prácticos, la alimentación del ganado constituye el principal componente de los costos de producción, así como el factor estratégico para desarrollar procesos rentables.

Tabla 9. Conversión alimenticia en kg. por tratamientos

| Variable | Dietas | | | P |
|------------------------|--------|-------|-------|-------|
| | T0 | T1 | T2 | |
| Conversión alimenticia | 10.22 | 10.45 | 10.98 | 0.201 |

La conversión alimenticia es de 6 a 7 kg; la alimentación representa el principal costo de producción de la engorda y un factor estratégico para que el proceso sea rentable 765 (Dominguez, 2017).y (Loyola, 2012)(Bonilla y Quiñonez, 1986), se encontró ganancias de peso de 1.12 kg por animal/día; consumo de alimento 10.33 kg por animal/día y conversión alimenticia de 9.22.

4.4 COSTO DE LA ALIMENTACION DE ENGORDE

Los costos e ingresos para encontrar el Mérito Económico se encuentran en la tabla 12. En este Análisis Económico de toros evaluados en sistema estabulado de engorde de vacunos están inmersos los gastos desde la compra del animal, todo el proceso de engorde.

(*Valoracion-Energia-Proteinas-2019-Ii*, 2019) El costo de la alimentación = 65 - 75 % del costo total de producción. +- 85 % del costo total de la dieta proviene de los ingredientes energéticos y proteicos. Fosforo es tercero Un mejor conocimiento de su



valorización y del efecto de incrementar la densidad de estos 2 podría ayudar a maximizar el margen.

Tabla 10. Costo total de alimentación para los toros de engorde

| GRUPO | COSTO TOTAL |
|---------|-------------|
| Control | 5323.9 |
| T2 | 7825.03 |
| T3 | 8727.47 |



V. CONCLUSIONES

En la empresa Agropecuaria Juan de Matta SAC. El consumo de la dieta de los vacunos machos del cruce Brown Swiss en un sistema estabulado a gran altitud fue de 13.75kg/día, 15.78kg/día y 19.12kg/día.

Teniendo una ganancia de peso vivo 1.35 ± 0.3 kg/día, 1.51 ± 0.17 kg/día y 1.73 ± 0.4 kg/día respectivamente con una conversión alimenticia de 10.22, 10.45 y 10.98.



VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda a la empresa “Agropecuaria Juan De Mata S.A.C” en el sistema de manejo se haga con tres fases de alimentación.

- Fase de acostumbramiento con una duración de 15 días debido a que no están juntados aun los animales no están acostumbrados al sistema de manejo ya sea a la alimentación y agua con una alimentación de 60% de heno molido y 40% de concentrado para eso se requiere máximo de 15 días
- Fase de inicio con una duración de 45 días desde esta fase ya empiezan a ganar peso y ya son datos medibles con una alimentación de 50% de heno molido y 50% de concentrado.
- Fase de acabado con una duración de 30 días. Y así Adaptar al ganado al alimento significa aplicar técnicas de alimentación para que el bovino aprenda a regular su consumo voluntario para prevenir la acidosis ruminal.

Debido a la semejanza de promedios de consumo, ganancia y conversión alimenticia se recomienda utilizar las fórmulas del tratamiento 2 y para abaratar costos se puede utilizar la fórmula de inicio del tratamiento 1.

Las predicciones de los requerimientos nutricionales para bovinos productores.

De carne en engorda de distintas fuentes bibliográficas deben usarse como una guía en el balanceo de dietas, nutrición y prácticas de alimentación de los animales; y, siempre que sea posible, deben ser validados y ajustados, por el Médico Veterinario y Zootecnia, técnico y productor, con base en los resultados obtenidos.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abdela N., K. Jilo, S. Siraj, J. Adem, and A. M. (2016). Impact of stress on health and productivity of animal: *A Review. J. Natural Sci. Res.*, 6(9), 45-51.
- Adams, R. S. (1993). Using Neutral Detergent Fiber to Set Forage Intakes for Dairy Cows. *Penn State University, and Dept of Dairy and Animal Science.*
- Ayanz. San Miguel A. (2006). *Fundamentos de la alimentación y nutrición del ganado.*
- Bharti V. K., A. Giri, P. Vivek, and S. K. (2017). Health and productivity of dairy cattle in high altitude cold desert environment of Leh-Ladakh: *A Review. Indian J. Anim. Sci.*, 87(1)(3-10.).
- Boadi D., C. Benchaar, J. Chiquette, and D. M. (2004). Mitigation strategies to reduce enteric methane emissions from dairy cows: *Update Review. Can. J. Anim. Sci.*, 84, 319-335.
- Booth. (1978). Prediction of feeding behaviour from energy flows in rat. In B. D.A. (Ed.), *In Computable theory of Feeding Control.*
- Brandebourg T. D., D. F. Wolfe, and C. D. F. (2013). . U.S. Beef industry: A sustainable success story, challenges and priorities. *J. Fisheries Livest, 1, 2.*
- Brown, W. A. B., Christofferson, P. V, Massler, M., & Weiss, M. B. (1960). Postnatal tooth development in cattle. *American Journal of Veterinary Research*, 21(80), 7–34.
- Caplis J., M. G. Keane, A. P. Moloney, and F. P. O. (2005). Effects of supplementary concentrate level with grass silage, and separate or total mixed ration feeding, on performance and carcass traits of finishing steers. *J. Agricult. Food Res.*, 44, 27-43.
- CARE Perú. (2006). “*Engorde y comercialización de ganado vacuno. Una experiencia económica en Huancané y Moho - Puno*”, ha sido producida por encargo del



Programa Redes Sostenibles para la Seguridad Alimentaria - REDESA, de CARE Perú.

- Costa M. R. G. F., E. S. Pereira, P. G. Pimentel, A. M. A. Silva, P. V. R. Paulino, I. Y. Mizubuti, E. L. A. Ribeiro, A. P. Pinto, and D. A. C. (2013). Effects of dietary energy density on nutrient digestibility, performance and carcass characteristics of Morada Nova lambs. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, 34(3):, 1389-1398.
- De, I. D. E. T. C. C. (2012). *Universidad nacional agraria de la selva.*
- Dian P. H. M., I. N. Prado, M. V. Valero, P. P. Rotta, R. M. Prado, R. R. Silva, and L. M. A. B. (2010). Levels of replacing corn by cassava starch on performance and carcass characteristics of bulls finished in feedlot. *Semina: Ciências Agrárias*, 31(2), 497-506.
- DiLorenzo N., F. Diez-Gonzalez, and A. D. (2006). Effects of feeding polyclonal antibody preparations on rumen bacterial populations and ruminal pH of steers fed high grain diets. *Journal of Animal Science*, 84, 2178–2185.
- Dom, I. A., & Profesor, V. (n.d.-a). *Profesor e Investigador Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UAEM.*
- Dom, I. A., & Profesor, V. (n.d.-b). *Veterinaria y Zootecnia- UAEM.*
- FAO. (2009). *The 22nd Session of the Intergovernmental Group on Meat and Dairy Products, 6-8 May 2009 (Asunción - Paraguay).*
- Forbes, J. M. (1995). Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals. *CAB International.*
- Frisancho A. R. (2013). Developmental functional adaptation to high altitude. *Review. Am. J. Hum. Biol.*, 25, 151-168.



- Hanekom, Y. (2010). The effect of extensive and intensive production systems on the meat quality and carcass characteristics of Dohne Merino lambs. *Thesis of Degree of Master of Science, Stellenbosch University.*
- Harper L. A., O. T. Denmead, J. R. Freney, and F. M. B. (1999). Direct measurements of methane emissions from grazing and feedlot cattle. *J. Anim. Sci.*, 77(6), 1392-1401.
- Henderson G., F. Cox, S. Ganesh, A. Jonker, W. Young, G. R. C. C. & P. H. J. (2015). Rumen microbial community composition varies with diet and host, but a core microbiome is found across a wide geographical range. *Sci Rep.*, 5, 14567.
- Hernández J., J. L. Benedito, A. Abuelo, and C. C. 2014. (1014). Ruminal acidosis in feedlot: From aetiology to prevention. *Scient. World J.*, (702572), 8 pag.
- Hidalgo. (1997). *nutrición y alimentación de vacunos de engorde. 2a.*
- Hidalgo Lozano. (2013). *Formulacion de alimentos balanceados para el engorde de ganado vacuno.*
- Hidrología., S. S. nacional de M. e. (2016). *No Title.* Puno- Perú.
- Hironaka R., N. Kimura, and G. C. K. (1979). Influence of feed particle size on rate and efficiency of gain, characteristics of rumen fluid and rumen epithelium, and numbers of rumen protozoa. . . *Can. J. Anim. Sci.*, 59, 395-402.
- Islas, A., T. C. Gilbery, R. S. Goulart, C. R. Dahlen, M. L. Bauer, and K. C. S. (2013). Influence of supplementation with corn dried distillers grains plus solubles to growing calves fed medium-quality hay on growth performance and feeding behavior. *J. Anim. Sci.*, 18, 7067.
- Joyce, J. P., A. M. Bryant, D. M. Duganzich, J. D. J. Scott, and T. F. R. (1975). Feed requirements of growing and fattening beef cattle: *New Zealand Experimental Data Compared with National Research Council (USA) and Agricultural Research*



- Council (UK) Feeding Standards. N.Z. Journal of Agricultural Research, 18(3):*, 295-301.
- Joyce, J. P., Bryant, A. M., Duganzich, D. M., Scott, J. D. J., & Reardon, T. F. (1975). Feed requirements of growing and fattening beef cattle: New Zealand experimental data compared with national research council (U.S.A.) and agricultural research council (U.K.) feeding standards. *New Zealand Journal of Agricultural Research, 18(3)*, 295–301.
- Karaca, S., Yılmaz, A., Bingöl, M., & Ser, G. (2016). The effect of feeding system on slaughter-carcass characteristics , meat quality , and fatty acid. *Arch. Anim. Breed, 59*, 121–129.
- Kaufmann W. (1976). Influence of the composition of the ration and the feeding frequency on pH-regulation in the rumen and on feed intake in ruminants. *Livest. Sci., 3*, 103–114.
- Kristjanson P., A. Krishna, M. Radeny, J. Kuan, G. Quilca, A. Sanchez-Urrelo, & C. L.V. (2007). Poverty dynamics and the role of livestock in the Peruvian Andes. . . *Agricultural Systems, 94*, 294–308.
- Li, L., Zhu, Y., Wang, X., He, Y., & Cao, B. (2014). Effects of different dietary energy and protein levels and sex on growth performance , carcass characteristics and meat quality of F1 Angus × Chinese Xiangxi yellow cattle. *J. Anim. Sci. Biotech., 5(21)*, 1–12. <https://doi.org/10.1186/2049-1891-5-21>
- Lofgreen, G. P., & Garrett, W. N. (1968). A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. *J. Anim. Sci., 27(3)*, 793–806.
- Manni, K. Rinne, M. and P. H. (2013). Comparison of concentrate feeding strategies for growing dairy bulls. *Livestock Science, 152*, 21-30.



- Marco Di, O. (1998). *Crecimiento de vacunos para carne* (2^a).
- Marino R., M. Albenzio, A. Girolami, A. Muscio, A. Sevi, and A. B. (2005). Effect of forage to concentrate ratio on growth performance, and on carcass and meat quality of Podolian young bulls. *Meat Sci.*, 87(1), 3-10.
- McDonald P. Edwards R. A. Greenhalgh J.F.D. Morgan C. A. (2002). *Animal Nutrition. Person Education.*
- McGregor E. M., C. P. Campbell, S. P. Miller, P. P. Purslow, and I. B. M. (2012). Effect of nutritional regimen including limit feeding and breed on growth performance, carcass characteristics and meat quality in beef cattle. *Can. J. Anim. Sci.*, 92, 327–341.
- Missio R. L., I. L. Brondani, D. C. A. Filho, J. Restle, M. Z. A. y L. R. S. (2010). Características da carcaça e da carne de tourinhos terminados em confinamento, recebendo diferentes níveis de concentrado na dieta. *R. Bras. Zootec.*, 39(7), 16101617.
- Moletta, J. L., Torrecilhas, J. A., Ornaghi, M. G., Augusto, R., Passetti, C., Eiras, C. E., & Nunes, I. (2014). *Acta Scientiarum Feedlot performance of bulls and steers fed on three levels of concentrate in the diets.* 323–328.
<https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v36i3.23736>
- Moumen A., G. Azizi, K. B. Chekroun, and M. B. (2016). The effects of livestock methane emission on the global warming: *A Review. Int. J. Global Warming*, 9(2), 229-253.
- NRC National Research Council. (1978). *Predicting feed intake of food-producing animals.* (National A). Washington, D.C.
- Perry, T. W. (1984). *Animal Life Cycle Feeding and Nutrition.* In *Academic Press* (1st ed.).



- Productores, P. (n.d.). *Producción de bovinos para carne en confinamiento*.
- Quispe J., C. Belizario, E. Apaza, Z. M. y V. Q. (2016). Desempeño productivo de vacunos Brown Swiss en el altiplano peruano. *Rev. Investig. Altoandin.*, 18(4), 411-422.
- Reyes, Ernesto y Tarzini, T. (1997). Efecto de la edad y procedencia del ganado de engorde sobre la ganancia de peso. *Investigaciones Pecuarias*, 8, 78-90.
- Stock, R. (2000). Acidosis in cattle. *An Overview. In: Proceedings of the 33rd Annual Convention of the American Association of Bovine Practitioners, Rapid City, Usa*, 30-37.
- Tellez, j. (1987). *manual para engorde intensivo de vacunos* (Editorial).
- Usabiaga, J. (2006). Manual de buenas prácticas en el sistema de producción de ganado productor de carne en confinamiento. *En: SAGARPA, Vol. 2, N°*, 18-25.
- valoracion-energia-proteinas-2019-ii* (p. 68). (2019).
- Wanapat M., T. Ampapon, C. Mapato, B. Phesatcha, and B. V. (2017). Feeding strategies on farms to improve livestock productivity and reduce methane production. *The 7th International Seminar on Tropical Animal Production (ISTAP). Contribution of Livestock Production on Food Sovereignty in Tropical Countries, September 12-14, Yogyakarta, Indonesia*.
- Wise M. B., R. W. Harvey, B. R. Haskins, and E. R. B. (1968). Finishing beef cattle on all-concentrate rations. *J. Anim. Sci.*, 27(5), 1449-1461.
- Baca R. Aspectos de la tecnología moderna en la producción de carnes. Resumen del



ANEXOS

Tabla 11. Dieta control y contenido de nutrientes

| Grupo control | | | |
|-------------------------|------------------|--------|------------|
| Insumos | Acostumbramiento | Inicio | Acabado |
| Heno de avena | 61.2 | 50 | 40 |
| SPT (Afrecho) | 5 | 10 | 15 |
| Polvillo de arroz | 7 | 7 | 13 |
| Grano de maíz | 20 | 24 | 23 |
| Torta de soya | 3 | 5 | 5 |
| Harina integral de soya | ----- | ----- | 3 |
| Pasta de algodón | 3 | 3 | ----- |
| Sal común | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| Rocsalfos | | | |
| Total | 100 | | 100 |
| Nutrientes | | | |
| Proteína% | 12.50 | 13.00 | 13.60 |
| NDT | 62.20 | 74.30 | 74.50 |
| EM Mcal/kg MS | | 2.693 | 2.789 |
| Precio kg | | 0.79 | 0.82 |
| | 0.3 | 0.5 | 0.5 |



Tabla 12. Dieta para el tratamiento y contenido de nutrientes

| Tratamiento 1 | | | |
|-------------------------|------------------|--------|------------|
| Insumos | Acostumbramiento | Inicio | Acabado |
| Heno de avena | 61.2 | 50 | 45 |
| SPT (Afrecho) | 5 | 6.5 | 6 |
| Polvillo de arroz | 7 | 8 | 8 |
| Grano de maíz | 20 | 22.5 | 22 |
| Torta de soya | 3 | 3 | 9 |
| Harina integral de soya | ----- | 6 | 7 |
| Harina de pescado | ----- | 3 | |
| Pasta de algodón | 3 | ----- | 2 |
| Sal común | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| Rocsalfos | 0.3 | 0.5 | 0.5 |
| Total | 100 | | 100 |
| Nutrientes | | | |
| Proteína% | 12.50 | 14.40 | 16.20 |
| NDT | 62.20 | 74.50 | 75.00 |
| EM Mcal/kg MS | | 2.709 | 2.792 |
| Precio kg | | 0.81 | 0.89 |



Tabla 13. Dieta para el tratamiento 2 y contenido de nutrientes

| Tratamiento 2 | | | |
|-------------------------|------------------|--------|------------|
| Insumos | Acostumbramiento | inicio | Acabado |
| Heno de avena | 61.2 | 50 | 35 |
| SPT (Afrecho) | 5 | 5 | 7 |
| Polvillo de arroz | 7 | 5 | 9 |
| Grano de maíz | 20 | 24 | 29.2 |
| Torta de soya | 3 | 10.5 | 9 |
| Harina integral de soya | ----- | 2 | 7.8 |
| Pasta de algodón | 3 | 2.5 | 2 |
| Sal común | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| Rocsalfos | 0.3 | | 0.5 |
| Total | 100 | | 100 |
| Nutrientes | | | |
| Proteína% | 12.50 | 15.10 | 16.70 |
| NDT | 62.20 | 74.70 | 75.50 |
| EM Mcal/kg MS | | 2.700 | 2.854 |
| Precio kg | | 0.85 | 0.94 |

Tabla A1. Peso de los toros del T0 (control) cada 15 días.

| N° | Dientes | N° arete | Peso inicial (kg) | Peso a los 15 días (kg) | Peso a los 30 días (kg) | peso a los 60 días (Kg) | Peso a los 90 días (kg) |
|-----------------|---------|----------|-------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | 2D | 610 | 492 | 504 | 532 | 568 | 620 |
| 2 | DL | 611 | 443 | 466 | 502 | 545 | 580 |
| 3 | DL | 612 | 425 | 429 | 457 | 498 | 542 |
| 4 | DL | 615 | 372 | 407 | 415 | 459 | 490 |
| 5 | DL | 616 | 415 | 450 | 459 | 500 | 560 |
| 6 | 2D | 617 | 413 | 440 | 457 | 480 | 503 |
| 7 | DL | 614 | 344 | 349 | 363 | 430 | 441 |
| 8 | DL | 618 | 367 | 365 | 388 | 450 | 456 |
| Promedio | | | 408.875 | 426.25 | 446.63 | 450.00 | 524.00 |
| Desv. Est. | | | 47.38 | 51.37 | 56.26 | 47.09 | 62.20 |
| CV, % | | | 11.59 | 12.05 | 12.60 | 10.46 | 11.87 |

Tabla A2. Peso de los toros del T1 cada 15 días

| N° | edades | N° arete | Peso inicial | Peso a los 15 días | Peso a los 30 días | Peso a los 45 días | Peso a los 60 días | Peso a los 75 días | Peso a los 90 días |
|-----------------|--------|----------|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | | | | | | | | |
| 1 | DL | 638 | 421 | 440 | 485 | 506 | 516 | 528 | 550 |
| 2 | 4D | 640 | 423 | 417 | 449 | 485 | 519 | 527 | 540 |
| 3 | 4D | 641 | 504 | 503 | 528 | 555 | 602 | 615 | 637 |
| 4 | DL | 643 | 350 | 346 | 378 | 398 | 411 | 430 | 445 |
| 5 | DL | 645 | 493 | 515 | 528 | 590 | 605 | 620 | 622 |
| 6 | DL | 646 | 455 | 458 | 490 | 502 | 550 | 571 | 578 |
| 7 | DL | 647 | 414 | 425 | 456 | 468 | 503 | 530 | 543 |
| 8 | DL | 648 | 403 | 466 | 497 | 528 | 545 | 556 | 561 |
| Promedio | | | 432.88 | 446.25 | 476.38 | 504.00 | 531.38 | 547.13 | 559.50 |
| Desv. Est. | | | 50.03 | 53.28 | 49.07 | 57.91 | 61.67 | 60.18 | 58.69 |
| CV, % | | | 11.56 | 11.94 | 10.30 | 11.49 | 11.61 | 11.00 | 10.49 |

Tabla A3. Peso de los toros del T2 cada 15 días

| N° | edads | N° arete | Peso inicial | Peso a los 15 días | Peso a los 30 días | Peso a los 45 días | Peso a los 60 días | Peso a los 75 días | Peso a los 90 días |
|-------------------|-------|----------|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 1 | 2D | 625 | 500 | 533 | 505 | 601 | 647 | 679 | 689 |
| 2 | 4D | 626 | 527 | 546 | 595 | 646 | 689 | 718 | 731 |
| 3 | DL | 627 | 401 | 411 | 437 | 464 | 490 | 496 | 518 |
| 4 | 2D | 631 | 502 | 488 | 517 | 564 | 607 | 614 | 635 |
| 5 | DL | 632 | 431 | 430 | 434 | 462 | 490 | 507 | 532 |
| 6 | DL | 633 | 582 | 580 | 604 | 642 | 676 | 689 | 701 |
| 7 | 2D | 639 | 519 | 515 | 515 | 563 | 600 | 617 | 634 |
| 8 | 2D | 649 | 535 | 528 | 540 | 575 | 597 | 618 | 630 |
| Promedio | | | 499.63 | 503.88 | 518.42 | 564.65 | 599.48 | 617.27 | 633.79 |
| Desv. Est. | | | 58.07 | 57.89 | 62.79 | 70.41 | 75.75 | 81.05 | 76.34 |
| CV, % | | | 11.62 | 11.49 | 12.11 | 12.47 | 12.64 | 13.13 | 12.05 |

Tabla A4. Datos obtenidos para determinar la humedad de cada insumo utilizado

| N° | Insumo | p. papel (gr)r. | MH° (gr) | P + MH° | resultado P+MS° | agua (gr) | H° | EM MS° |
|----|-------------------|-----------------|----------|---------|-----------------|-----------|------|--------|
| 1 | heno de avena | | | | | 6 | 94 | 2.28 |
| 2 | harina de maiz | 5.5 | 150 | 155.5 | 145 | 10.5 | 93 | 3.28 |
| 3 | SPT (afrecho) | 5.4 | 100 | 105.4 | 98 | 7.4 | 92.6 | 2.99 |
| 4 | polvillo de arroz | 5.4 | 140 | 145.4 | 138 | 7.4 | 94.7 | 3.21 |
| 5 | harina de pescado | 5.4 | 66.1 | 71.5 | 67.3 | 4.2 | 93.6 | 2.9 |
| 6 | torta de soya | 5.4 | 150 | 155.4 | 147 | 8.4 | 94.4 | 3.03 |
| 7 | soya integral | 5.3 | 100 | 105.3 | 101 | 4.3 | 95.7 | 3.4 |
| 8 | pasta de algodón | 5.4 | 100 | 105.4 | 100.2 | 5.2 | 94.8 | 2.7 |

Tabla A5. Consumo de materia seca de vacunos de engorde del grupo control, fase experimental (75 días). Modalidad de cálculo de consumo de materia seca: balance de energía.

| N° | Edad | Arete | Peso corporal, Kg | | | Ganancia de peso | | | Requerimientos EM, Mcal/día | | | IMS (EM, 2.741 Mcal/Kg MS) | | | Consumo de dieta (H° 8%) | | |
|------------|------|-------|-------------------|-------|----------|--------------------------------|-------|--------|-----------------------------|--------|--------|----------------------------|--------|---------|--------------------------|--------|---------|
| | | | Inicial | final | Promedio | W _{Kg^{0.75}} | Kg/d | g/día | g/W _{0.75} | EMm | EMg | Total | Kg/d | Kg/75 d | g/W _{0.75} | Kg/d | Kg/75 d |
| 1 | 2D | 610 | 504 | 624 | 556.0 | 114.5 | 1.600 | 1600.0 | 14.0 | 29.906 | 44.126 | 16.098 | 1207.4 | 140.6 | 17.498 | 1312.4 | 152.8 |
| 2 | DL | 611 | 466 | 593 | 523.3 | 109.4 | 1.693 | 1693.3 | 15.5 | 30.545 | 44.132 | 16.101 | 1207.6 | 147.2 | 17.501 | 1312.6 | 160.0 |
| 3 | DL | 612 | 429 | 542 | 481.5 | 102.8 | 1.507 | 1506.7 | 14.7 | 25.027 | 37.793 | 13.788 | 1034.1 | 134.1 | 14.987 | 1124.0 | 145.8 |
| 4 | DL | 615 | 407 | 493 | 442.8 | 96.5 | 1.147 | 1146.7 | 11.9 | 17.187 | 29.174 | 10.644 | 798.3 | 110.3 | 11.569 | 867.7 | 119.9 |
| 5 | DL | 616 | 450 | 569 | 492.3 | 104.5 | 1.587 | 1586.7 | 15.2 | 27.029 | 40.008 | 14.596 | 1094.7 | 139.7 | 15.865 | 1189.9 | 151.8 |
| 6 | 2D | 617 | 440 | 503 | 470.0 | 100.9 | 0.840 | 840.0 | 8.3 | 12.536 | 25.248 | 9.211 | 690.8 | 91.3 | 10.012 | 750.9 | 99.2 |
| 7 | DL | 614 | 349 | 441 | 395.8 | 88.7 | 1.227 | 1226.7 | 13.8 | 17.055 | 28.074 | 10.242 | 768.2 | 115.4 | 11.133 | 835.0 | 125.5 |
| 8 | DL | 618 | 365 | 456 | 414.8 | 91.9 | 1.213 | 1213.3 | 13.2 | 17.447 | 28.861 | 10.529 | 789.7 | 114.6 | 11.445 | 858.4 | 124.5 |
| Promedio | | | 426.3 | 527.6 | 472.0 | 101.2 | 1.352 | 1351.7 | 13.3 | 22.1 | 34.7 | 12.7 | 948.8 | 124.1 | 13.8 | 1031.4 | 134.9 |
| Desv. Est. | | | 51.4 | 65.4 | 53.6 | 8.6 | 0.3 | 291.9 | 2.3 | 6.8 | 7.7 | 2.8 | 210.3 | 19.2 | 3.0 | 228.6 | 20.9 |
| CV, % | | | 12.1 | 12.4 | 11.4 | 8.5 | 21.6 | 21.6 | 17.4 | 30.8 | 22.2 | 22.2 | 22.2 | 15.5 | 22.2 | 22.2 | 15.5 |

Tabla A6. Consumo de materia seca de vacunos de engorde del grupo Tratamiento 1, fase experimental (75 días). Modalidad de cálculo de consumo de materia seca: balance de energía.

| N° | Edad | Arete | Peso corporal, Kg | | | Ganancia de peso | | | Requerimientos EM, Kcal/día | | | IMS (EM, 2.750Mcal/Kg MS) | | | | Consumo de dieta (H° 8%) | | |
|------------|------|-------|-------------------|-------|----------|----------------------|-------|--------|-----------------------------|--------|--------|---------------------------|--------|---------|---------------------|--------------------------|---------|---------------------|
| | | | Inicial | final | Promedio | W _{kg 0.75} | Kg/d | g/día | g/W _{0.75} | EMm | EMg | Total | Kg/d | Kg/75 d | g/W _{0.75} | Kg/d | Kg/75 d | g/W _{0.75} |
| 1 | DL | 638 | 440 | 550 | 504.2 | 106.4 | 1.467 | 1466.7 | 13.8 | 13.214 | 25.109 | 38.323 | 13.955 | 1045.2 | 131.0 | 15.147 | 1136.0 | 142.4 |
| 2 | 4D | 640 | 417 | 540 | 489.5 | 104.1 | 1.640 | 1640.0 | 15.8 | 12.924 | 27.980 | 40.905 | 14.874 | 1115.6 | 142.9 | 16.168 | 1212.6 | 155.4 |
| 3 | 4D | 641 | 503 | 637 | 573.3 | 117.2 | 1.787 | 1786.7 | 15.2 | 14.551 | 34.858 | 49.409 | 17.967 | 1347.5 | 153.3 | 19.529 | 1464.7 | 166.7 |
| 4 | DL | 643 | 346 | 445 | 401.3 | 89.7 | 1.320 | 1320.0 | 14.7 | 11.136 | 18.740 | 29.876 | 10.864 | 814.8 | 121.2 | 11.809 | 885.6 | 131.7 |
| 5 | DL | 645 | 515 | 622 | 580.0 | 118.2 | 1.427 | 1426.7 | 12.1 | 14.678 | 27.012 | 41.690 | 15.160 | 1137.0 | 128.3 | 16.478 | 1235.9 | 139.4 |
| 6 | DL | 646 | 458 | 578 | 524.8 | 109.7 | 1.600 | 1600.0 | 14.6 | 13.618 | 28.639 | 42.258 | 15.366 | 1152.5 | 140.1 | 16.703 | 1252.7 | 152.3 |
| 7 | DL | 647 | 425 | 543 | 487.5 | 103.7 | 1.573 | 1573.3 | 15.2 | 12.885 | 26.570 | 39.454 | 14.347 | 1076.0 | 138.3 | 15.595 | 1169.6 | 150.3 |
| 8 | DL | 648 | 466 | 561 | 525.5 | 109.8 | 1.267 | 1266.7 | 11.5 | 13.631 | 21.882 | 35.513 | 12.914 | 968.5 | 117.7 | 14.037 | 1052.8 | 127.9 |
| Promedio | | | 446.3 | 559.5 | 510.8 | 107.3 | 1.510 | 1510.0 | 14.1 | 13.330 | 26.349 | 39.678 | 14.429 | 1082.1 | 134.1 | 15.683 | 1176.2 | 145.8 |
| Desv. Est. | | | 53.3 | 58.7 | 56.2 | 9.0 | 0.173 | 173.1 | 1.5 | 1.113 | 4.784 | 5.634 | 2.049 | 153.7 | 11.9 | 2.227 | 167.0 | 12.9 |
| CV, % | | | 11.94 | 10.49 | 11.0 | 8.4 | 11.46 | 11.5 | 10.9 | 8.4 | 18.2 | 14.2 | 14.2 | 8.8 | 8.8 | 14.2 | 14.2 | 8.8 |

Tabla A7. Consumo de materia seca de vacunos de engorde del grupo Tratamiento 2, fase experimental (75 días). Modalidad de cálculo de consumo de materia seca: balance de energía.

| N° | Edad | Arete | Peso corporal, Kg | | | | Ganancia de peso | | | Requerimientos EM, Kcal/día | | | IMS (EM, 2.777Mcal/Kg MS) | | | | | |
|------------|------|-------|-------------------|--------|----------|--------------------------------|------------------|--------|---------------------|-----------------------------|--------|--------|---------------------------|---------|---------------------|--------|---------|---------------------|
| | | | Inicial | Final | Promedio | W _{Kg^{0.75}} | Kg/d | g/día | g/W _{0.75} | EMm | EMg | Total | Kg/d | Kg/75 d | g/W _{0.75} | Kg/d | Kg/75 d | g/W _{0.75} |
| 1 | 2D | 625 | 533 | 689 | 609.0 | 122.6 | 2.080 | 2080.0 | 17.0 | 15.225 | 43.772 | 58.997 | 21.245 | 1593.4 | 173.3 | 23.092 | 1731.9 | 188.4 |
| 2 | 4D | 626 | 546 | 731 | 654.2 | 129.3 | 2.467 | 2466.7 | 19.1 | 16.064 | 56.934 | 72.998 | 26.287 | 1971.5 | 203.2 | 28.573 | 2142.9 | 220.9 |
| 3 | DL | 627 | 411 | 518 | 469.3 | 100.8 | 1.427 | 1426.7 | 14.1 | 12.523 | 23.046 | 35.569 | 12.809 | 960.6 | 127.0 | 13.922 | 1044.2 | 138.1 |
| 4 | 2D | 631 | 488 | 635 | 570.8 | 116.8 | 1.960 | 1960.0 | 16.8 | 14.504 | 38.810 | 53.314 | 19.198 | 1439.9 | 164.4 | 20.868 | 1565.1 | 178.7 |
| 5 | DL | 632 | 430 | 532 | 475.8 | 101.9 | 1.360 | 1360.0 | 13.3 | 12.653 | 22.035 | 34.688 | 12.491 | 936.8 | 122.6 | 13.577 | 1018.3 | 133.3 |
| 6 | DL | 633 | 580 | 701 | 648.7 | 128.5 | 1.613 | 1613.3 | 12.6 | 15.963 | 33.899 | 49.862 | 17.955 | 1346.7 | 139.7 | 19.517 | 1463.8 | 151.8 |
| 7 | 2D | 639 | 515 | 634.33 | 574.1 | 117.3 | 1.591 | 1591.1 | 13.6 | 14.567 | 30.435 | 45.002 | 16.205 | 1215.4 | 138.2 | 17.614 | 1321.1 | 150.2 |
| 8 | 2D | 649 | 528 | 630 | 581.3 | 118.4 | 1.360 | 1360.0 | 11.5 | 14.703 | 25.606 | 40.309 | 14.515 | 1088.7 | 122.6 | 15.778 | 1183.3 | 133.3 |
| Promedio | | | 503.9 | 633.8 | 572.9 | 117.0 | 1.732 | 1732.2 | 14.7 | 14.525 | 34.317 | 48.843 | 17.588 | 1319.1 | 148.9 | 19.118 | 1433.8 | 161.8 |
| Desv. Est. | | | 57.9 | 76.3 | 69.6 | 10.7 | 0.399 | 399.4 | 2.6 | 1.335 | 11.893 | 12.938 | 4.659 | 349.4 | 28.9 | 5.064 | 379.8 | 31.4 |
| CV, % | | | 11.5 | 12.05 | 12.1 | 9.2 | 23.1 | 23.1 | 17.6 | 9.2 | 34.7 | 26.5 | 26.5 | 26.5 | 19.4 | 26.5 | 26.5 | 19.4 |

Anexo 2

Figura 2. Consumo de la dieta kg/dia

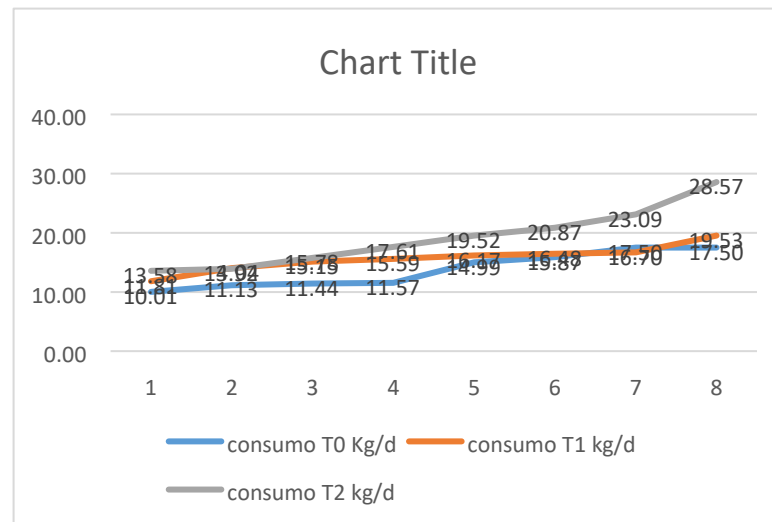


Figura 3. Ganancia de peso kg/dia

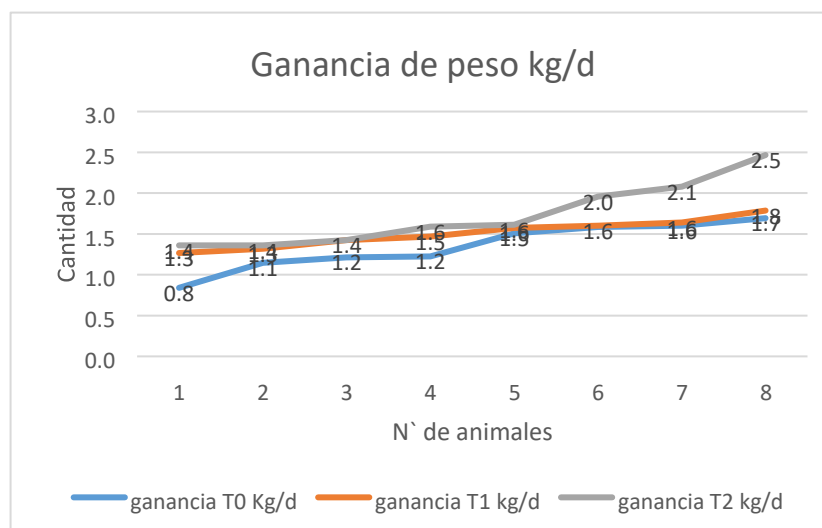


Figura 4. Conversión alimenticia de cada tratamiento

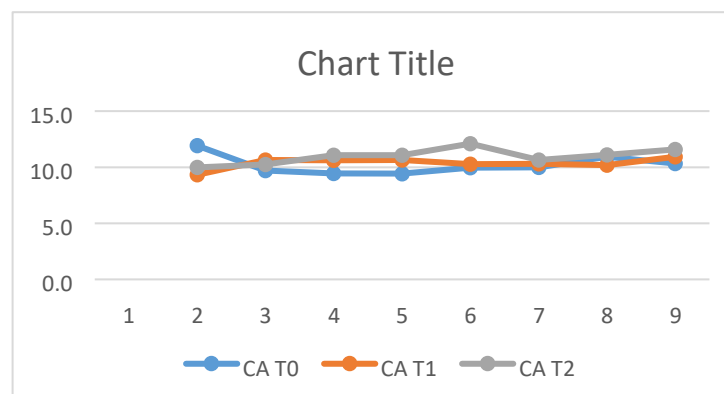


Figura 5. Instalaciones adecuadas antes del ingreso al corral de los animales



Figura 6. Toros para el engorde en la fase de acostumbramiento



Figura 7. toros de engorde para el tratamiento 1 en la fase de inicio



Figura 8. toros de engorde para el tratamiento 2 en la fase de inicio



Figura 9. Manejo de la picadora para disminuir en pequeñas partículas la avena



Figura 10. Proceso de mezcla de insumos para los toros



Figura 11. Comederos adecuados para cada tratamiento



Figura 12. Bebederos para cada tratamiento



Figura 13. Balanza electrónica para evaluar cada 15 días la ganancia de peso vivo



Figura 14. Balanza electrónica y brete



Figura 15. Toros en la fase de acabado



Figura 16. Toros ya acabados listo para el camal

