



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



**EFFECTO DE LA RELACION ENERGIA-PROTEÍNA EN EL
ENGORDE INTENSIVO DE VACUNOS EN EL ALTIPLANO**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. CESAR JHON MAMANI TICONA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

PUNO – PERÚ

2021



DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis padres Celestino y Juana por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida. A todas las personas que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

Cesar Mamani



AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento a la Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Agradezco a mi director de tesis Ph.D. Bernardo Roque Huanca a mi asesor Mg.Sc. Diannett Benito López quien, con sus experiencias, conocimientos y motivación me oriento en la investigación del trabajo de tesis.

Agradezco a la empresa Agropecuaria Juan de Mata S.A.C de la provincia de Huancané al Administrador Mvz. Randolpho Ojeda Poma. Con su motivación me oriento en la investigación del trabajo de tesis.

Agradezco a los todos docentes de la prestigiosa facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, que, con su sabiduría, conocimiento y apoyo, motivaron a desarrollarme como persona y profesional.

Cesar Mamani



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN..... 9

ABSTRACT..... 10

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Objetivos de la investigación 13

1.1.1. Objetivo general 13

1.1.2. Objetivos específicos 13

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.2. ANTECEDENTES..... 14

2.3. ENGORDE DE VACUNOS A NIVEL MUNDIAL. 15

2.4. SISTEMAS DE CRIANZA DE VACUNOS DE ENGORDE 16

2.4.1. Engorde. 16

2.4.2. Intensivo. 16

2.4.3. Semintensivo. 16

2.4.4. Extensivo..... 17

2.5. ALIMENTACIÓN DE VACUNOS 17

2.5.1. Agua 18

2.6. ALIMENTOS PARA LOS VACUNOS 18

2.6.1. Insumos energéticos 18

2.6.2. Insumos proteicos..... 20

2.7. REQUERIMIENTOS DE NUTRIENTES PARA VACUNOS..... 21

2.7.1. Energía 21

2.7.1.1. Variaciones en los Requerimientos de en para mantenimiento 23

2.7.2. Proteína 24



CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	Lugar de estudio	26
3.2	Animales	26
3.3	Dietas.....	27
3.4	Tratamientos.....	29
3.5	Materiales y equipos	30
3.5.1.	Materiales.....	30
3.5.2.	Insumos alimenticios.....	31
3.6	Metodología	31
3.6.1	Determinación del consumo de alimento	31
3.6.2	Determinación de la ganancia de peso	32
3.6.3	Determinación de la conversión alimenticia:	33
3.6.4	Determinación del costo de alimentación	33
3.6.5	Análisis estadístico.....	33

CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Consumo de alimento.....	35
4.2.	Ganancia de peso vivo	37
4.3	Conversión Alimenticia	40
4.4	Costo de la alimentación en el engorde de vacunos.....	42
V.	CONCLUSIONES.....	44
VI.	RECOMENDACIONES	45
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
ANEXOS	52

Línea: Alimentación Animal.

Tema: Relación de energía-proteína en el engorde intensivo de vacunos.

Fecha de sustentación: 19 de marzo de 2021



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Metabolismo de proteínas en poligástricos	25
Figura 2. Consumo de dieta kg/día del grupo control y tratamiento	55
Figura 3. Ganancia de peso vivo kg/día.....	55
Figura 4. Conversión alimenticia.....	56
Figura 5. Costo de la alimentación del engorde.....	56
Figura 6. Panel fotográfico	57



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Requerimientos energéticos de vacunos de engorde	24
Tabla 2.	Distribución de los animales en los grupos de tratamientos	27
Tabla 3.	Dietas de relación energía-proteína alta para toretes de engorde	28
Tabla 4.	Dieta de relación energía-proteína baja para toretes de engorde	29
Tabla 5.	Relación de energía-proteína en las dietas de vacunos de engorde	30
Tabla 6.	Consumo de materia seca de vacunos de engorde alimentados con dietas con relación de energía-proteína alta y baja.....	35
Tabla 7.	Ganancia de peso vivo de los vacunos de engorde alimentados con dietas de relación energía-proteína alta y baja.....	37
Tabla 8.	Conversión alimenticia de vacunos de engorde alimentados con dietas de relación energía-proteína alta y baja.....	41
Tabla 9.	Costo de alimentación de vacunos de engorde alimentados con dietas de relación energía-proteína alta y baja.....	42
Tabla 10.	Consumo de materia seca del grupo control.....	53
Tabla 11.	Consumo de materia seca del grupo de tratamiento	54



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 (bajo)
- D2 : dieta con una densidad nutricional (media)
- D3 : dieta con una densidad nutricional (alto)
- Mcal : Mega calorías
- SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
- PV : Peso Viv



RESUMEN

El engorde de vacunos en el altiplano se desarrolla en forma tradicional, con dietas pobres en nutrientes, bajas respuestas productivas, períodos prolongados y poca rentabilidad. El trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de la relación energía-proteína de la dieta en la respuesta productiva de vacunos de engorde en sistema intensivo en el Altiplano, desarrollado en la “Ganadería Juan De Mata S.A.C” de la provincia de Huancané. Se utilizaron 16 toretes del cruce Brown Swiss, adquiridos de las ferias ganaderas zonales, entre dientes de leche a cuatro dientes, y un peso inicial de 424.9 ± 44.1 kg, divididos al azar en dos grupos de alimentación de 8 animales cada uno, con una dieta de relación energía-proteína alta (5.59:1) y otra de relación baja (4.75:1). Las dietas se elaboraron con proporciones variables de heno de avena procesado mecánicamente y fuentes de energía, proteína, minerales y vitaminas, y ofrecidas dos veces por día (6:00 y 14:00 h), en dos etapas: inicio 30 días y acabado 45 días. Los resultados indican que el consumo de materia seca, como cantidad por unidad de peso metabólico, fue mayor ($p < 0.05$) con la dieta de relación energía-proteína baja, frente a la relación alta, 116.6 ± 15.7 vs. 131.7 g/W_{kg}^{0.75}, respectivamente; la ganancia de peso fue también mayor ($p < 0.05$) con la dieta con relación energía-proteína baja, 1.48 ± 0.15 vs. 1.24 ± 0.24 kg/día, respectivamente; mientras que la conversión alimenticia fue similar entre ambos grupos, 9.33 ± 0.80 vs. 9.42 ± 0.56 , respectivamente. El costo de alimentación mantuvo la misma tendencia, con valores de S/ 11.74 vs. S/ 8.94 por día, respectivamente. A partir de los resultados se concluye que la relación energía-proteína baja (4.75) en la dieta tiene el mejor desempeño productivo en vacunos de engorde en sistema intensivo en el Altiplano.

Palabras clave: desempeño productivo, engorde de vacunos, relación energía-proteína



ABSTRACT

Cattle fattening in the highlands is carried out in a traditional way, with nutrient-poor diets, low productive responses, long periods and low profitability. The research objective was to evaluate the effect of the energy-protein relationship of the diet on the productive response of fattening cattle in an intensive system in the Altiplano, developed in the “Juan De Mata S.A.C” cattle farm at the province of Huancane. A sample of 16 young bulls from the Brown Swiss cross, acquired from zonal livestock fairs, was used, between milk teeth to four teeth, and an initial weight of 424.9 ± 44.1 kg, randomly divided into two feeding groups of 8 animals each, with a diet with a high energy-protein ratio (5.59: 1) and another with a low ratio (4.75: 1). The diets were made with variable proportions of mechanically processed oat hay and sources of energy, protein, minerals and vitamins, and offered twice a day (6:00 a.m. and 2:00 p.m.), in two stages: 30-day start and finish 45 days. The results indicate that the consumption of dry matter, as quantity per unit of metabolic weight, was higher ($p < 0.05$) with the diet with a low energy-protein ratio, compared to the high ratio, 116.6 ± 15.7 vs. $131.7 \text{ g} / W_{\text{kg}}^{0.75}$, respectively; weight gain was also greater ($p < 0.05$) with the diet with a low energy-protein ratio, 1.48 ± 0.15 vs. 1.24 ± 0.24 kg / day, respectively; while the feed conversion was similar between both groups, 9.33 ± 0.80 vs. 9.42 ± 0.56 , respectively. The cattle feeding cost maintained the same trend, with values of S / 11.74 vs. S / 8.94 per day, respectively. From the results it is concluded that the low energy-protein ratio (4.75) in the diet has the best productive performance in fattening cattle in an intensive system at the Altiplano.

Key words: altitude feedlot, cattle productive performance, energy-protein ratio



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El engorde de vacunos, es una actividad productiva que provee de trabajo a miles de Familias del Altiplano, sobre todo en la zona Intermedia y Circunlacustre, ligado a la disponibilidad de recursos forrajeros (Leon-Velarde & Quiroz, 2004). El IV Censo Nacional Agropecuario registró 606 961 mil cabezas de ganado vacuno en la Región Puno (INEI, 2013), cuya producción se destina principalmente para el mercado nacional (Lima). Del total de vacunos existentes en el país, aproximadamente el 88 por ciento se encuentra en la sierra y selva, bajo sistemas de producción al pastoreo o mixto; el 12 por ciento restante se localiza en la costa mayormente bajo el sistema de producción intensiva (MINAGRI, 2015).

La carne del ganado bovino es rica en proteína de alto valor nutritivo para satisfacer las necesidades del consumo humano de todas las edades lo que es fundamental para el desarrollo y bienestar de las personas (Rojas *et al.*, 2010). 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; Bavera *et al.*, 2005).

La explotación de la ganadería de carne en una forma eficiente y amigable con el ambiente, se puede llevar a cabo a través de sistemas intensivos de producción (estabulación, semiestabulación y suplementación estratégica en pastoreo) ya que aumentan la productividad y disminuyen el tiempo de engorde. Para los productores agropecuarios el ganado bovino juega un rol importante en el ingreso familiar y su seguridad alimentaria, constituye además una de las pocas fuentes de ahorro y de capital (Rosemberg, 2000).



La relación energía-proteína en la dieta es un aspecto importante que define el consumo de alimento por los animales. El suministro de una dieta con un balance óptimo de energía y proteína es importante, por cuanto, un exceso o deficiencia, resulta en un retraso en la tasa de crecimiento. Un exceso de energía, por lo general promueve la saciedad, antes de que el animal logre ingerir la cantidad suficiente de proteína, disminuyendo consecuentemente la respuesta animal. Por el contrario, una deficiencia de energía promueve el uso de la proteína como fuente de energía, perjudicando también la respuesta animal (Wagner et al., 1963; Nielsen et al., 2007).

La importancia 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 la relación de energía y proteína en mayor proporción de concentrado (Mesen, 1998; Schwab & Broderick, 2017); sin embargo, a pesar de contar con alimentos como forrajes y residuos de cosecha que al combinarse con los subproductos industriales como la melaza, tortas de oleaginosas (algodón, girasol y soya), afrecho de trigo, etc., constituyen excelentes mezclas balanceadas, transformándolos en alimentos proteicos de alto valor biológico como carne, no existe reportes de una relación adecuada de proteína y energía. Por lo que en la altura se debe establecer una relación adecuada de proteína y energía, evitando así una acumulación de grasa y un menor depósito de masa muscular, ello reflejado sobre los parámetros productivos en vacunos de engorde bajo un manejo estabulado.

La tesis presenta los resultados de un trabajo experimental realizado en un centro de engorde intensivo, con el objetivo de evaluar el efecto de la relación energía-proteína de la dieta en la respuesta productiva de vacunos de engorde en sistema intensivo en el Altiplano.



1.1. Objetivos de la investigación

1.1.1. Objetivo general

Determinación del efecto de relación de energía y proteína en el engorde intensivo de vacunos en el altiplano.

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.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.2. ANTECEDENTES

En una investigación realizada en Acora e Ilave-Puno a una altitud de 3825 m, sobre la crianza intensiva versus crianza mixto de toretes, se reportó una ganancia diaria de 2.45 ± 0.57 kg para vacunos alimentados con una mezcla que incluyó el heno de totora bajo el sistema intensivo, se reportó además una ganancia diaria de $1.01 \text{ kg} \pm 0.25$ para vacunos alimentados en pastoreo y con una suplementación con heno de avena y alfalfa (Flores, 2012).

En la investigación que se realizó durante 60 días, en el CIP de Huarapongo de Cajamarca sobre engorde intensivo de vacunos, se observó que con un peso inicial de 297.33 kg y un peso final de 389.50 kg, registraron un consumos que oscilan entre 11.11 a 19.06 kg, una ganancia promedio de PV de 1.54 kg por animal y una conversión alimenticia de es de 7.49 (Sanchez, 2014).

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 entre 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 550 kg de peso puede consumir 16.0 kg de MS o 18.6 kg de concentrado fresco (86% MS) (Lofgreen y Garrett., 1968).

En una investigación sobre el engorde de toretes criollos por edad 2D y 4D, alimentados en base a totora, llachu y heno de avena, criados bajo cobertizos, realizado en el distrito de Coata – Puno a una altitud de 3814 m., se reportó una ganancia diaria de 0.91 kg de peso vivo (Bavera, 2005).



En un sistema de crianza mixta de toretes criollos, con alimentación en base a pastos, forrajes y suplementados con concentrado, alojados a la intemperie; se reporta ganancias de peso diarias de 0.71 kg a 0.8 kg/d (Roque *et al.*, 1996).

En una investigación realizada en el Centro Experimental de Chuquibambilla, en toretes Criollos y toretes cruces de las razas Aberdeen Angus, Charolais, Jersey sometidos a un sistema de alimentación mixta en base a pastos y concentrado (harina de pescado, trigo de afrecho, melaza y sal común) obtuvieron ganancia de peso de la siguiente manera: 1.386 kg/d para Charoláis (F1); 1.217 kg/d para Aberdeen Angus (F1); 1.115 kg/d para Jersey (F1); y 1.097 kg/d para ganado Criollo (Carpio, 1981).

Zavala (2006), menciona que al utilizar 6% de gallinaza en el engorde de vacunos en un sistema intensivo, se obtiene una mejor conversión alimenticia que fue de 9.83 vs los niveles de 0 y 12 % con conversiones de 10.46 y 10.21 respectivamente.

Lao (2002), en su evaluación de tres tratamientos de suplementación mineral al 0, 50 y 100 % del requerimiento de la NRC en la ración alimenticia de toros de engorde, en promedio por tratamiento muestran tendencia a mejorar cuando se adiciona minerales, hallando conversiones de 9.43, 9.02 y 8.96 respectivamente.

Loyola (2012), al realizar la evaluación técnica económica del engorde de vacunos en forma intensiva a nivel de costa, reportó conversiones alimenticias de 14.18 y 11.86 para animales de 5 y 4 años respectivamente, afirmando que existe efecto de la edad, por lo que los toros de 4 años de edad fueron los que convirtieron más eficientemente el alimento en kg de carne.

2.3. ENGORDE DE VACUNOS A NIVEL MUNDIAL.

Los corrales de engorde (feedlots) que se han instalado en la última década se han ubicado en las regiones productoras de granos o en sus áreas marginales. Sin



embargo, las zonas áridas y semiáridas tienen una serie de ventajas en el engorde a corral, aunque el costo de transporte de granos para este tipo de producción es mayor en estas últimas zonas. En los últimos años, los engordadores de ganado han tenido que ser más eficientes para lograr un mejor comportamiento animal, sin embargo se ven limitados porque no existe un buen control de calidad al momento de la compra de los ingredientes (granos) y en la fabricación del alimento (Morales, 2001).

2.4. SISTEMAS DE CRIANZA DE VACUNOS DE ENGORDE

2.4.1. Engorde.

El engorde es una actividad económica que permite aprovechar la habilidad que tienen los animales de transformar los alimentos (como pastos, sub productos y residuos de cosecha) en carne, esta actividad se debe desarrollar en el menor tiempo, permitiendo así generar ganancias para los productores que se dediquen a esta actividad (CARE Perú, 2008).

2.4.2. Intensivo.

El sistema de engorde intensivo a corral de vacunos, es una tecnología de producción de carne con los animales en confinamiento y dietas de alta concentración de energética y alta digestibilidad. La tecnología de engorde a corral puede adaptarse y acoplarse a un sistema pastoril, y constituir un sistema semi intensivo (Chalkling, 2008).

Los sistemas intensivos de engorde son una alternativa para mejorar la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia (Ralda, 2002).

2.4.3. Semintensivo.

Sistema semi intensivo. La alimentación se basa en pastoreo y suplementación con alimentos concentrados. Es un sistema intermedio entre



extensivo e intensivo, en la que con la implementación de innovaciones tecnológicas, algo de administración y de infraestructura productiva (alambradas, corrales y aguadas), se realiza adecuadamente el manejo del hato, manejo de pastizales, la genética y el manejo sanitario (Juan, 2002).

2.4.4. Extensivo

Para este sistema de crianza 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 prolongado para salir 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 (Argote, 1996).

2.5. ALIMENTACIÓN DE VACUNOS

La producción económica debe basarse en parte en el uso eficiente de los animales y la meta que persigue un programa de alimentación es proporcionar a cada animal una ración que estimule la producción económica máxima; es decir, proporciona a cada animal una ración que satisfaga los requerimientos de nutrientes del animal, que sea apetitosa, económica y que conduzca a la salud del animal (Etgen y Reaves, 1990).

El consumo de materia seca es importante en el ganado de engorde, pues determina la cantidad real de nutrientes necesarios que consume el animal, para la ganancia de peso; el consumo de materia seca oscila entre 2.8 a 4% de su peso vivo por día. En la estación de invierno es preciso agregar suplementos proteicos en cantidad suficiente, por lo general de 0,5 a 1 kg diarios (Alvarez e Iglesias, 2004).



2.5.1. Agua

Es uno de los componentes más importantes de la alimentación, cuya calidad y cantidad no siempre es bien valorada. El ganado sufre más rápidamente por falta de agua que por la deficiencia de cualquier otro nutriente. Es importante que esté limpia y fresca para el mejor aprovechamiento de los animales; ella representa desde la mitad hasta las dos terceras partes de la masa corporal en el animal adulto y hasta un 90% en el recién nacido. Un bovino adulto necesita alrededor de 50 L/día (10-15 L/agua por cada 100 kg de peso.) (Hidalgo, 2013).

2.6. ALIMENTOS PARA LOS VACUNOS

2.6.1. Insumos energéticos

2.6.1.1. 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. Se debe tener mucho cuidado porque puede ser adulterado con cascara de arroz molido aumentando 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, 1997)



2.6.1.2. Harina de maíz

El maíz duro *Zea mays L. Var. IndurataValei* de la familia de las poáceas, se encuentra dentro de los cereales, aporta mayor energía por su alto contenido de almidón (70%) y grasas (40%), además de ser una fuente de ácidos grasos como el linoleico. Su contenido de proteínas es 9%, contiene aminoácidos, como lisina y triptófano y el bajo contenido de fibra cruda (2%), sumado con el alto aporte de grasas, lo convierte en un alimento muy apetecido por los animales (Cabrera, 2008).

2.6.1.3. 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).

2.6.1.4. Heno de paja

La mayor producción de heno de cereales como la avena forrajera se da en la sierra comúnmente utilizado en la alimentación del ganado. La paja de arroz se da en el norte del país, en general, los cereales producen, por lo menos, igual cantidad de paja que de grano. 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).

2.6.2. Insumos proteicos

2.6.2.1. 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 (Hidalgo, 2013).

2.6.2.2. Torta de soya

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 a 46% en base fresca, pero su uso está limitado por el precio de mercado y su disponibilidad (Hidalgo, 1997).

2.7. REQUERIMIENTOS DE NUTRIENTES PARA VACUNOS

2.7.1. Energía

Los animales de producción cárnica requieren energía para mantenimiento y para producción. 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) (AFRC, 1993) .



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 (Alvares e Iglesias, 2004).

Los rumiantes son herbívoros caracterizados por tener un proceso de digestión fermentativo microbiano, estos hacen uso de los carbohidratos estructurales (celulosa, hemicelulosa) y de los carbohidratos no estructurales (almidones y azúcares). Estos carbohidratos junto con el nitrógeno no proteico y proteína verdadera del forraje les permite a los microorganismos proliferar y producir ácidos grasos volátiles (AGV) como el acetato y butirato que son precursores lipogénicos y propionato como precursor glucogénico (Bell, A., & Bauman, 1997)

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) es la proporción de energía para mantener el equilibrio energético (metabolismo basal, actividad física voluntaria, temperatura corporal) de tal manera que el organismo no gana ni pierde peso.



- Energía neta para ganancia (ENg) es la 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.

En casos prácticos sino se dispone de una tabla de requerimiento de energía se puede estimar a través de las siguientes ecuaciones de predicción.

$$ENm, \text{ kcal/día} = 77 \text{ kcal}/W^{0.75}$$

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

Donde : W = peso vivo (kg)

$W^{0.75}$ = Tamaño metabólico

 G = ganancia de peso vivo esperado (kg)/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 (kg), respectivamente. (Lofgreen y Garrett 1968).

2.7.1.1. Variaciones en los Requerimientos de EN para mantenimiento

La expedición de la energía para funciones de mantenimiento varía con:

- 1) El peso vivo (PV), 2) La raza o genotipo del bovino, 3) El sexo, 4) La edad,
- 5) La época, 6) La temperatura ambiente, 7) El estado fisiológico del bovino,
- 8) La nutrición/alimentación previa.

Tabla 1. Requerimientos energéticos de vacunos de engorde

Ganancia Peso vivo (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)

2.7.2. Proteína

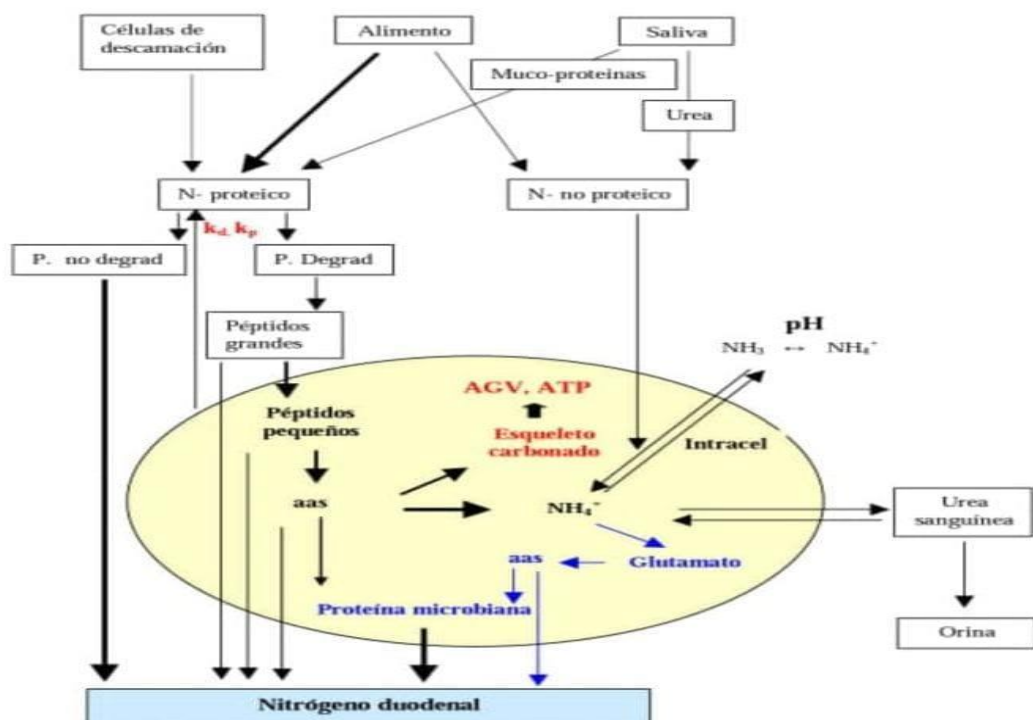
La producción de carne se da por la mayor síntesis de proteínas. Los microorganismos del rumen del vacuno sintetizan proteínas a partir del nitrógeno; por lo que los compuestos nitrogenados no proteicos como la urea pueden ser utilizados por vacunos para reemplazar en parte la proteína de la ración (Hidalgo, 2013). Las necesidades de aminoácidos en el rumiante son cubiertas por la proteína dietaria y por la de origen microbiano sintetizado en el rumen. Ambas aportan aminoácidos al llegar a nivel intestinal son absorbidos metabolizándose en la glándula mamaria, hígado, musculo, etc. (Bavera et al, 2005).

Las proteínas son necesarias para el crecimiento y producir carne, los ingredientes que contienen mayor proteína son: harina de carne, harina de pluma,

pescado y sangre; pastos o leguminosas de calidad, frescas o ensiladas. Los principales minerales que requieren son el calcio, fósforo, sodio, cloro, potasio, manganeso, zinc, hierro y cobre. Las vitaminas más necesarias son la B1, B2, B6, B12, A, D, E y K. La cantidad de proteína que se suministra a los vacunos para carne, independientemente de la edad o del sistema de producción, debe ser abundante a fin de compensar el desgaste diario de los tejidos y favorecer el crecimiento del pelo, cuernos y pezuñas (Rosemberg, 2000).

La proteína es un nutriente esencial en la nutrición de todas las especies animales, en rumiantes, el objetivo de la nutrición proteica es doble, por una parte satisfacer las necesidades del nitrógeno de los microorganismos ruminales, y otra aportar aminoácidos al animal (Figura 1). Las necesidades de los microorganismos se pueden cubrir con fuentes de nitrógeno proteico y no proteico, en cambio, las necesidades del animal solo se pueden cubrir con aminoácidos, que. pueden ser de origen dietario o microbiano (Rotger Cerdà, 2004).

Figura 1. Metabolismo de proteínas en poligástricos





CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de estudio

El estudio se realizó en la Ganadera Juan de Mata SAC de la comunidad de Quechaya del distrito y provincia de Huancané, a 3825 m de altitud $15^{\circ}11'59''$ de latitud sur y $69^{\circ}45'47''$ de longitud oeste, entre los meses de septiembre a noviembre del año 2018. La comunidad se caracteriza por ser un espacio que va desde la zona agro ecológica cordillerana hacia la zona circunlacustre, con presencia de heladas y granizadas, sequías y precipitaciones pluviales considerables, lo que hace de una agricultura y actividad económica muy riesgosa (SENAMHI, 2016).

3.2 Animales

Para el estudio se utilizó una muestra de 16 toretes del cruce Brown Swiss con un peso inicial de 424.9 ± 44.1 , comprendidos según su cronología dentaria entre dietes de leche y 4 dientes, todos adquiridos de las ferias ganaderas zonales de la provincia de Huancané, los mismos que proceden en su mayoría de crianzas familiares, con alimentación de pastos y forrajes. Los animales fueron distribuidos en dos grupos de tratamientos o dietas con dos tipos de relación energía-proteína: alta y baja.

El acostumbramiento de los animales al manejo en confinamiento fue gradual, en un período de 15 días, dentro de corral, donde fueron identificados, pesados y desparasitados. La desparasitación se realizó con Albendazole al 15%, con refuerzo mineral (cobalto, zinc y selenio), en dosis de acuerdo al peso vivo (2 ml/10 kg de peso vivo), por vía oral. Además, se utilizó vitaminas AD₃E, administrado por vía

intramuscular, a una dosis de 5 a 7 ml por animal. Así mismo, se administró una mezcla reconstituyente de vitamina B₁₂ con adición de fósforo, a una dosis de 10 ml por animal, por vía intramuscular.

Dentro de los 15 días del periodo de acostumbramiento se realizó la formación de los grupos de tratamientos, registrándose los pesos iniciales, ingresando luego al proceso de alimentación con la dieta de inicio durante 30 días, luego con la dieta de acabado durante los 45 días finales.

Tabla 2. Distribución de los animales en los grupos de tratamientos

Variables	Relación energía-proteína		P _(α = 0.05)
	Alta (5.59)	Baja (4.75)	
Número de animales	8	8	
Peso inicial, kg	442.6 ± 42.4	407.3 ± 40.7	0.1112

3.3 Dietas

La alimentación estuvo conformada por tres dietas: acostumbramiento, durante 15 día, inicio durante 30 días y acabado por 45 días. El alimento se suministró en dos horarios, 6 am y 2 pm, durante 75 días, en ambos grupos el suministro estuvo dividido en tres fases como se muestra a continuación:

El período de acostumbramiento inició con el ingreso de los animales al corral, donde se les suministró agua y heno entero de avena (pacas). Luego se les fue incluyendo en forma progresiva la dieta de acostumbramiento, conformada por 60% de forraje y 40 de concentrado (60:40) en forma progresiva, durante los 15 días, hasta el consumo pleno, mientras que el heno fue disminuyendo hasta su retiro total. Los

primeros días los animales dejaban residuos en el comedero, disminuyendo progresivamente hasta la desaparición total, como evidencia del consumo pleno.

Fase de inicio a experimentar del grupo control y tratamiento en un tiempo de 45 días. La dieta de inicio se ofreció durante 30 días, mientras que la dieta de acabado, durante 45 días.

Tabla 3. Dietas de relación energía-proteína alta para toretes de engorde

Insumos	Acostumbramiento	inicio	Acabado
	F60:C40	F50:C50	F40-C60
Heno de avena	60	50	40
Harina de maíz	20	24	23
Polvillo de arroz	7	7	13
STP (afrecho)	5	10	15
Pasta de algodón	3	3	-----
Torta de soya	3	5	5
Soya integral	-----	-----	3
Sal común	0.5	0.5	0.5
Rocsalfos	0.5	0.5	0.5
Total	100	100	100
Nutrientes			
Proteína%	12.5	13	13.6
NDT, %	62.2	74.3	74.5
EM, Mcal/kg MS		2.693	2.789
Precio kg		0.79	0.82

Tabla 4. Dieta de relación energía-proteína baja para toretes de engorde

Insumos	Acostumbramiento	Inicio	Acabado
	60-40	50-50	40-60
Heno de avena	60	50	40
Harina de maíz	14	20	26
Polvillo de arroz	7	8	9
STP (afrecho)	5	5	5
Pasta de algodón	5	4	5
Torta de soya	8	8	8
Soya integral	-----	4	6
Sal común	0.5	0.5	0.5
Rocsalfos	0.5	0.5	0.5
Total	100	100	100
Nutrientes			
Proteína, %	12.5	15.4	16.6
NDT, %	62.2	74.7	77.4
EM kcal/kg MS		2700	2799
Precio kg		0.84	0.91

3.4 Tratamientos

Las dietas fueron de dos tipos de relación energía-proteína: Alta y Baja, con referencia a su contenido de Nutrientes Digestibles Totales (NDT) y Proteína Cruda (PC), formuladas para inicio y acabado, respectivamente. Los valores de NDT y PC de las dietas de inicio y acabado fueron promediados y divididos, dando valores de 5.59 y 4.75, respectivamente (Tabla 5).

Todos los animales consumieron una dieta de acostumbramiento conformada por 60% de forraje y 40% de concentrado (60:40), durante los 15 días iniciales. Luego las dietas de inicio, conformadas por 50% de forraje y 50% de concentrado (50:50), durante 30 días; y finalmente, las dietas de acabado, conformadas por 40% de forraje y 60% de concentrado (40:60), durante los 45 días finales.

Tabla 5. Relación de energía-proteína en las dietas de vacunos de engorde

Dietas	Relación alta		Relación baja	
	NDT, %	Proteína, %	NDT, %	Proteína, %
Inicio	74.3	13	74.7	15.4
Acabado	74.5	13.6	77.4	16.6
Promedio	74.4	13.3	76.05	16
Relación	5.59		4.75	

3.5 Materiales y equipos

3.5.1. Materiales.

- Sogas.
- balanza
- Ropa de trabajo.
- Mandil.
- Botas.
- Palas.
- Picadora.
- Carretilla.
- Equipo mínimo de Disección.



- Guantes quirúrgicos
- Yodo fuerte al 7%.
- Botiquín de uso veterinario.
- Fichas de asistencia.
- Cuaderno de envío

3.5.2. Insumos alimenticios.

- Harina integral de soya
- Harina de maíz
- Torta de soya
- Pasta de algodón
- Afrecho de trigo
- Polvillo de arroz
- Bicarbonato
- Sales minerales
- Sal común
- Otros

3.6 Metodología

3.6.1 Determinación del consumo de alimento

El consumo de alimento, expresado como consumo de materia seca, se estimó a través del balance de energía, utilizando los requerimientos de energía de los animales y la densidad de energía de las dietas, dado que el registro del consumo de alimento fue en colectivo, más no individual. Los requerimientos energéticos de



mantenimiento y ganancia de peso vivo se calcularon factorialmente, a partir de los modelos de predicción para vacunos de engorde, primero en términos de energía neta (Lofgreen & Garrett, 1968), luego como energía metabolizable (Joyce et al., 1975).

Los valores fueron contrastados con los registros del consumo colectivo, a partir de las cantidades ofrecidas y rechazadas (Moore et al., 1999).

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

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

- Modelos de predicción de los requerimientos de energía neta de toretes Angus (Lofgreen & Garrett, 1968):

$$\text{NE}_m, \text{ kcal/d} = 77 \text{ kcal/W}_{\text{kg}}^{0.75}$$

$$\text{NE}_g, \text{ kcal/d} = (52.72 G + 6.84 G^2) (\text{W}_{\text{kg}}^{0.75})$$

Donde: W, peso vivo (kg); G, ganancia de peso vivo (kg/día).

Requerimientos de energía metabolizable de toretes Angus (Joyce et al., 1975):

$$\text{EM} = \frac{\text{EN}_m}{k_m} + \frac{\text{EN}_g}{k_m}$$

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

3.6.2 Determinación de la ganancia de peso

La ganancia de peso vivo se obtuvo por diferencia entre el peso inicial y el peso final. Los pesos vivos se registraron cada 15 días con una balanza electrónica de 2000/1 kg de capacidad.

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



3.6.3 Determinación de la conversión alimenticia:

La conversión alimenticia se determinó como la relación entre el alimento consumido en materia seca y el producto obtenido como ganancia de peso vivo, al final del período de engorde:

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Materia seca consumida, kg}}{\text{Ganancia de peso vivo, kg}}$$

3.6.4 Determinación del costo de alimentación

Los costos de alimentación se estimaron mediante el registro de los costos directos y los costos indirectos que implicaron el proceso de engorde. Los principales determinantes fueron: el precio de compra de los animales y los gastos de la alimentación (Sarma et al., 2014). Los costos de engorde se estimaron con referencia a que el costo de alimentación representa de 60-70% de los costos de producción, con un promedio de 65% (Becker, 2012). El beneficio del engorde fueron imposibles de cuantificar, puesto que el producto tuvo como destino la ciudad de Lima, y la empresa mantuvo bastante hermetismo con los precios de venta de los animales, así como las utilidades.

3.6.5 Análisis 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 y conversión alimenticia, se analizaron mediante la prueba de comparación de medias, con t de Student, con dos grupos y sus respectivas réplicas, sujeto a los supuestos de que la variable dependiente es continua, las observaciones son independientes entre sí, los datos



están normalmente distribuidos en cada grupo, con una media y varianzas homogéneas, como una distribución t con $v = n_1 + n_2 - 2$ grados de libertad (Fradette et al., 2003), sujeta a pruebas de hipótesis a un nivel de significación de 5% ($\alpha = 0.05$).

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{S^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

La varianza ponderada (o varianza común compartida entre las dos variables) se calculó con la siguiente fórmula (Fradette et al., 2003):

$$S_p^2 = \frac{S_1^2(n_1 - 1) + S_2^2(n_2 - 1)}{n_1 + n_2 - 2}$$

Donde:

t : prueba t de Student.

\bar{x}_1 : media del grupo de relación energía-proteína alta.

\bar{x}_2 : media del grupo de relación energía-proteína baja.

n_1 : tamaño del grupo de relación energía-proteína alta.

n_2 : tamaño del grupo de relación energía-proteína baja.

S_p^2 : varianza ponderada (o común) de los dos grupos de animales.

S_1^2 : varianza del grupo de relación energía-proteína alta.

S_2^2 : varianza del grupo de relación energía-proteína baja.

Los cálculos de las significancias se realizaron con el programa VassarStats de acceso libre (Lowry, 2019).

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Consumo de alimento

La Tabla 6 muestra el consumo de alimento en materia seca, en sus tres formas de expresión. El consumo de materia seca como cantidad por día (kg/día) y como proporción del peso vivo (%) fueron similares en ambos grupos, con ligera tendencia a favor del grupo alimentado con la dieta de relación energía-proteína baja; en cambio, el consumo de materia seca, expresado como cantidad por unidad de peso metabólico ($g/W_{kg}^{0.75}$) fue diferente ($p < 0.05$) entre grupos, con un consumo mayor para el grupo alimentado con dieta de relación energía-proteína baja (Tabla 6).

Tabla 6. Consumo de materia seca de vacunos de engorde alimentados con dietas con relación de energía-proteína alta y baja

Variable	Relación energía-proteína		$P_{(\alpha = 0.05)}$
	Alta (5.59)	Baja (4.75)	
Peso vivo promedio, kg	453.8 ± 44.3	497.9 ± 44.7	0.0332
Consumo de materia seca			
- Cantidad por día, kg/d	11.5 ± 2.2	13.9 ± 1.7	0.3296
- Proporción del peso vivo, %	2.53 ± 0.31	2.79 ± 0.20	0.0568
- Cant. por peso metaból., $g/W_{kg}^{0.75}$	116.6 ± 15.7	131.7 ± 10.3	0.0198



El consumo de materia seca es el primer factor más importante en la alimentación del ganado vacuno productor de carne, puesto que define la disponibilidad de nutrientes en el tracto digestivo (NRC, 2016). A partir de los cálculos realizados, el factor principal que afecta el consumo de materia seca de los vacunos de engorde del presente trabajo fue el peso con el que ingresaron al proceso de engorde (424.9 ± 44.1 kg). A medida que aumentó el peso inicial, aumentó también el consumo de materia seca (Anexo1, Tabla 10 y 11), acumulándose durante el proceso de engorde. Los animales del grupo cuya dieta tuvo una relación energía-proteína alta, consumieron menos alimento debido a que los rumiantes ajustan el consumo de materia seca de acuerdo a la densidad de energía en la dieta (Nielsen et al., 2007).

El consumo de materia seca en las dos dietas secuenciales del grupo de relación energía-proteína alta fue similar, siendo de 12.5 ± 2.3 kg con la dieta de inicio y 12.3 ± 3.4 kg/día con la dieta de acabado. Por el contrario, el grupo alimentado con dietas de relación energía-proteína baja tuvo un consumo diferente con las dos dietas ($p < 0.05$), siendo el consumo de 16.2 ± 1.7 kg/día con la dieta de inicio, y 14.5 ± 2.6 kg/día con la dieta de acabado. La diferencia puede deberse a que las dietas de relación energía-proteína baja contienen una mayor proporción de proteína, siendo este nutriente el mayor promotor del consumo de materia seca en el ganado rumiante (Hennessy et al., 2020). Así mismo, los animales fueron procedentes de lugares distintos, de crianzas familiares, donde la restricción alimenticia fue la característica más común, y estando en el corral de engorde, el consumo incrementó en relación a su peso metabólico, debido a que su canal digestivo fue relativamente grande con relación a su peso corporal, y los depósitos de grasas son menores en animales restringidos (Bavera *et al.*, 2005). Otro aspecto determinante es que los animales delgados comen más que los animales gordos, como resultado del crecimiento compensatorio (Minson, 1990).

4.2. Ganancia de peso vivo

Los resultados de la ganancia de peso vivo de los toros de engorde alimentados con las dos dietas se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7. Ganancia de peso vivo de los vacunos de engorde alimentados con dietas de relación energía-proteína alta y baja

Variable	Relación energía-proteína		P _(α=0.05)
	Alta (5.59)	Baja (4.75)	
Peso vivo inicial, kg	407.3±40.7	442.6± 42.4	0.111
Peso vivo final, kg	500.3 ± 49.3	553.3± 47.6	0.023
Ganancia de peso vivo, kg/d	1.24 ± 0.24	1.48 ± 0.15	0.0176

Los animales iniciaron el proceso de engorde con un peso vivo variable entre animales, dado que el experimento fue acondicionado a la disponibilidad de animales en el mercado (ferias ganaderas), donde la oferta de ganado es muy variable en color, tamaño, peso, edad, sin referencias claras de sus antecedentes genéticos ni el grado de cruzamiento; sin embargo, el peso entre grupos fue similar.

Al final del proceso de engorde, todos los animales de ambos grupos incrementaron peso significativamente ($p < 0.05$), con un mayor incremento en el grupo de la relación energía-proteína baja, con relación al de la relación energía-proteína alta ($p < 0.05$), con una ganancia de peso de 1.48 ± 0.15 vs. 1.24 ± 0.24 kg/día, respectivamente (Tabla 7), evidenciando el efecto del tipo de alimento o la relación de energía-proteína en la dieta sobre la respuesta animal.

Las referencias indican que el tipo de alimento influye en la ganancia de peso vivo de vacunos de engorde. Un engorde comparativo entre toretes criollos alimentados con pastos naturales y forrajes, frente a los alimentados con pastos, forrajes y suplemento de



concentrado evidenció diferencia entre los grupos. Los animales alimentados con pastos y forrajes lograron una ganancia de peso de 0.71 kg/d, mientras que los alimentados con pastos, forrajes y suplemento de concentrado lograron 1.08 kg/d (Roque, 2000), indicando que la suplementación con concentrado mejora la respuesta animal en ganancia de peso.

La energía es el componente más importante en la nutrición de los animales, sobre todo en contextos donde las condiciones ambientales son adversas, con bajas térmicas drásticas que pueden afectar la respuesta animal. Los animales expuestos a condiciones ambientales extremas, con variaciones de temperatura, humedad, velocidad del viento y radiación solar, y sobre todo en condiciones de estrés de frío tienen un efecto negativo sobre el peso al nacimiento y el peso al destete (Toghiani et al., 2020). En el presente estudio, la mayor parte de los animales recolectados fueron procedentes de las ferias ganaderas zonales de la provincia, por lo que se puede asumir que tenían antecedentes de haber pasado las adversidades ambientales propios de la gran altitud. Luego de ser alimentados con dietas con mayor contenido de energía, con mayor o menor relación de energía-proteína, lograron ganancias de peso que superaron los 1.2 kg/d, con mejor respuesta con dietas de relación energía-proteína baja. Estos resultados están de acuerdo con reportes que indican que la densidad de energía en la dieta tiene efecto en la ganancia de peso vivo (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).

La relación energía-proteína en la dieta es una condición importante en la alimentación del ganado vacuno productor de carne. El alimentar animales con un exceso o déficit de energía o proteína en la dieta tiene sus efectos en la respuesta animal, sobre todo en la fase de acabado. La alimentación con un exceso de proteína cruda en la dieta,



y peor con una proteína altamente degradable, desarrolla una fermentación ruminal con un alto nivel de amoníaco, donde la energía es el nutriente limitante para la síntesis de proteína microbial, incrementando los requerimientos de energía para mantenimiento (Jennings et al., 2018); por el contrario, una dieta con déficit de proteína tendrá efectos negativos en la biosíntesis de proteína corporal, por los bajos niveles de amoníaco en el rumen para la biosíntesis de proteína microbial, con la consecuente baja ganancia de peso vivo (Schwab & Broderick, 2017).

La subalimentación representa el consumo de menores cantidades de nutrientes, generando estrés en los animales, con impacto sobre la productividad, lo cual se puede minimizar ofreciéndole alimentos con los niveles de nutrientes según sus requerimientos a fin de optimizar la producción (Gebregeziabhear & Ameha, 2015). En este respecto, el mantenimiento representa el mayor costo energético en el ganado vacuno productor de carne (Andresen et al., 2020). En contextos como los andes de Perú, donde la subalimentación es la característica general, los animales destinan la mayor parte de la energía consumida en el alimento para el mantenimiento, quedándose con muy poca energía para la producción (Riek et al., 2019), 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 empresa Agropecuaria Juan de Mata S.A.C., ubicado en la provincia de Huancané-Puno, a través del engorde intensivo de vacunos machos de diferentes razas en producción de carne, ha logrado superar las dificultades de la subalimentación, con dietas a base de forrajes de la zona procesados mecánicamente, con inclusión de granos y otros alimentos, logrando con ello ganancias de peso vivo que varían entre 1.20 y 140 kg/día, lo cual está en el rango de valores observados en los engordes intensivos de costa.



Un aspecto adicional a considerar es el sistema de manejo de los animales que estuvieron alojados en corral y bajo cobertizo, lo cual pudo también tener influencia positiva sobre la ganancia de peso vivo, en ambos grupos. Al respecto, el tipo de alojamiento de los animales de engorde influye poderosamente en la respuesta animal en ganancia de peso vivo de vacunos de engorde, puesto que controla los efectos adversos del medio ambiente, sobre todo la temperatura del aire (Young, 1981). Los estudios comparativos de engorde de toretes criollos con dos edades, 2D y 4D, alimentados con totora, llachu y heno de avena, alojados dentro de cobertizos, reportaron una ganancia diaria de 0.91 kg de peso vivo, frente a 0.80 kg de animales alojados en la intemperie (Bavera, 2005). En otro estudio comparativo en la comunidad de Coata del anillo Circunlacustre de Puno, a 3814 m de altitud, en época de fuertes bajas de temperatura. Los animales alojados dentro de cobertizo, cuya temperatura del aire fue de 2°C ganaron 686 g/d, mientras que los alojados en la intemperie, a -3°C, ganaron solo 436 g/d, siendo la diferencia de 250 g/d a favor del cobertizo (Argote, 1996).

4.3 Conversión Alimenticia

La Tabla 8, presenta los resultados de la conversión alimenticia de vacunos alimentados con dietas de relación energía-proteína alta y baja, además de datos como el consumo de alimento MS (kg/d) y la ganancia de peso (kg/d).

Tabla 8. Conversión alimenticia de vacunos de engorde alimentados con dietas de relación energía-proteína alta y baja

Variable	Relación energía-proteína		$P_{(\alpha = 0.05)}$
	Alta (5.59)	Baja (4.75)	
Consumo de materia seca, kg/d	11.5 ± 2.2	13.9 ± 1.7	0.0141
Ganancia de peso, kg/d	1.24 ± 0.24	1.48 ± 0.15	0.0176
Conversión alimenticia	9.33 ± 0.80	9.42 ± 0.56	0.3993

En esta Tabla 8, se puede observar que la conversión alimenticia entre grupos fue similar ($p > 0.05$); con promedios de 9.33 ± 0.80 y 9.42 ± 0.56 para la relación de energía-proteína alta y baja, respectivamente. Estos valores son relativamente altos, puesto que la conversión alimenticia en el ganado vacuno de carne normalmente se encuentra entre 6 y 7 (CARE Perú, 2006); se observa lo mismo al contrastar con una investigación en engorde intensivo, con una conversión de 7.49 (Sanchez, 2014); evidenciando una menor eficiencia, probablemente debiéndose al factor altitud, ya que el trabajo mencionado fue realizado a nivel del mar; otro factor que puede estar influenciando es el peso de los animales, ya que Sanchez reportó un peso final de 389.50 kg vs los más de 500 kg reportados en la Tabla 7, ello relacionado con el consumo, corroborado por Alvares e Iglesias (2005), quienes mencionan que a mayor peso vivo mayor consumo de alimento. Los resultados de la Tabla 8 con conversiones alimenticias de 9.33 y 9.42 para la relación de energía-proteína alta y baja respectivamente, muestran ser similares a los de Zavala (2006), quien al utilizar 6% de gallinaza en el engorde de vacunos en un sistema intensivo, obtuvo una mejor conversión alimenticia que fue de 9.83; al igual que lo reportado por Lao (2002), en su evaluación de tres suplementaciones de minerales al 0, 50 y 100 % del requerimiento de la NRC con conversiones de 9.43, 9.02 y 8.96 respectivamente.

A la comparación con los resultados de Loyola (2012), quien evaluó técnica económica el engorde de vacunos criollos en forma intensiva a nivel de costa, con conversiones de 14.18 y 11.86 para animales de 5 y 4 años respectivamente; muestran ser menos eficientes a las conversiones alimenticias de 9.33 y 9.42 para la relación de energía-proteína alta y baja respectivamente (Tabla 8); esto podría deberse a la edad, corroborado por el mismo autor, que concluyó en su estudio existe efecto de la edad sobre la conversión, siendo los toros de 4 años de edad los que convirtieron más eficientemente el alimento en kg de carne.

4.4 Costo de la alimentación en el engorde de vacunos

La alimentación representa el principal costo de producción del engorde y un factor estratégico para que el proceso sea rentable, por lo que la Tabla 9 muestra costo total, así como el costo por animal y costo por animal/día, expresado en soles.

Tabla 9. Costo de alimentación de vacunos de engorde alimentados con dietas de relación energía-proteína alta y baja

Variable	Relación energía-proteína	
	Alta (5.59)	Baja (4.75)
Costo total del engorde, S/.	6078	7980.2
Costo por animal, S/.	759.75	997.525
Costo animal/ día, S/.	8.94	11.74

En la Tabla 9 se observa los resultados del costo de alimentación del engorde, siendo el costo de alimentación animal por día para la relación energía-proteína alta de S/.8.94 y de S/.11.74 para la relación baja; existiendo una diferencia de S/.2.80, esto se debe al mayor consumo determinado por el mayor peso vivo de los animales (Tabla 7) de la relación energía-proteína baja con un peso final de 553. 3 kg versus 500. 3 kg de la



relación alta, corroborado Hidalgo (1997), quien que indica que a mayor peso de los animales mayor será el consumo.

Al contraste con los reportes de CARE (2008), que en el proyecto engorde y comercialización de vacunos reportaron un costo por animal de S/. 843.00 y un costo total de engorde S/. 7587.00, los costos mostrados en la Tabla 9 muestran ser diferentes, pudiendo se deber a el tipo de sistema de crianza, ya que ellos suministraban una dieta suplementaria y llevaban a los animales al pastoreo; probablemente también está influenciando el factor tiempo puesto que son más de 12 años de diferencia vs lo reportado.



V. CONCLUSIONES

- El consumo de materia seca, expresado como cantidad por día y como proporción del peso vivo es similar entre las dietas con relación de energía-proteína alta y baja; sin embargo, el consumo de materia seca expresado como cantidad por unidad de peso metabólico es mayor con la dieta con relación de energía-proteína baja, con promedios de 116.6 ± 15.7 vs. $131.7 \text{ g/W}_{\text{kg}}^{0.75}$, respectivamente.
- Los vacunos alimentados con dieta con una relación energía-proteína baja ganan mayor peso vivo que los vacunos alimentados con dieta cuya relación energía-proteína fue alta, con promedios de 1.24 ± 0.24 vs. 1.48 ± 0.15 kg/día, respectivamente.
- La conversión alimenticia es similar entre las dietas con relación energía-proteína alta y baja, con medias de 9.33 ± 0.80 vs. 9.42 ± 0.56 , respectivamente.
- El costo de alimentación fue diferente entre las dos relaciones de energía-proteína, siendo mayor con S/. 11.74 para la relación baja vs. S/ 8.94 para la relación alta.

A partir de lo indicado en líneas anteriores se concluye que la relación energía-proteína en la dieta tiene efecto sobre la respuesta productiva de los vacunos de engorde en sistema intensivo en el Altiplano, con una mejor respuesta con la relación baja (4.75).



VI. RECOMENDACIONES

- Implementar la formulación de dietas con una relación baja de energía-proteína, como alternativa tecnológica para lograr una mayor eficiencia en la producción de vacunos destinados a la producción de carne en el Altiplano.
- Realizar mayores ensayos sobre la relación de energía-proteína en la dieta, con animales de la línea de carne, tales como Aberdeen Angus, Charolais y Simmental Fleckvieh, a fin de desarrollar propuestas tecnológicas para la producción de carne.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFRC. (1993). *Agricultural Food and Research Council. Energy and Protein Requirements of Ruminants. An Advisory Manual Prepared by the Agricultural Food and Research Council Technical Committee on Responses to Nutrients. CAB International.*
- Alvarez, L., & Iglesias, I. (2004). *Avances en alimentacion y nutrición. Biblioteca Fundadación Universitaria.*
- Andresen, C. E., Wiseman, A. W., Mcgee, A., Goad, C., Foote, A. P., Reuter, R., & Lalman, D. L. (2020). Maintenance energy requirements and forage intake of purebred vs. crossbred beef cows. *Transl. Anim. Sci.*, 4, 1182–1195. <https://doi.org/10.1093/tas/txaa008>
- Argote, G. F. (1996). Efecto del Cobertizo en el Engorde de Toros Criollos con Llachu-Totora Presecados y Heno de Avena. *Reunión Nacioal de La Asociación Peruana de Producción Animal (APPA), Cusco-Perú*, 80. Cusco-Perú.
- Bavera, G; Bocco, O; Bequet, H. y Petryna, A. (2005). *Produccion bovina de carne, F.A.V. UNRC; crecimiento y desarrollo compensatoria. Argentina.*
- Becker, G. S. (2012). Livestock feed costs: Concerns and options. *Feed Market Dynamics and U.S. Livestock Implications*, 71–80.
- Bell, A., & Bauman, D. (1997). *Adaptations of glucose metabolism during pregnancy and lactation.*
- Cabrera, C. (2008). *Evaluación de Tres Sistemas de Alimentación (Balanceado y Pastos), con Ovinos Tropicales Cruzados (Dorper x Pelibuey) para la Fase de Crecimiento y Acabado en el Cantón Balzar; ESPOL, Ecuador. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu>.*
- 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.
- Carpio, E. (1981). *Engorde comparativo de los cruces: Aberdeen Angus, Charoláis, Jersey con Criollo en el Centro Experimental Chuquibambilla*. Universidad Nacional del Altiplano. Tesis pregrado.
- Chalkling, D. (2008). Producción intensiva de carne en el sistema agrícola - ganadero. In *INIA Serie FPTA* (Vol. 23).
- 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.
- Etgen, W., & Reaves, P. (1990). *Ganado Lechero Alimentación y Administración*. México, D.F: (limusa).
- Flores, J. (2012). *Inclusión de heno de totora en mezcla alimenticia para vacunos*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Fradette, K., Keselman, H. J., Algina, J., Lix, L., & Wilcox, R. R. (2003). Conventional and robust paired and independent-samples t tests: Type I error and power rates. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 2(2), 481–496.
<https://doi.org/10.22237/jmasm/1067646120>
- Gebregeziabhear, E., & Ameha, N. (2015). The Effect of Stress on Productivity of Animals: A Review. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 5(3), 165–173.



- Hennessy, D., Delaby, L., Dasselhaar, A. V. D. P., & Shalloo, L. (2020). Increasing Grazing in Dairy Cow Milk Production Systems in Europe. *Sustainability*, 12(2443), 1–15. <https://doi.org/10.3390/su12062443>
- Hidalgo. (1997). *nutrición y alimentación de vacunos de engorde. 2a.*
- Hidalgo, L. (2013). *Formulacion de alimentos balanceados para el engorde de ganado vacuno.*
- Hidalgo Lozano. (2013). *Formulacion de alimentos balanceados para el engorde de ganado vacuno.*
- INEI. (2013). *IV Censo Nacional Agropecuario: El nuevo rostro del campo.* Lima.
- Jennings, J. S., Meyer, B. E., Guiroy, P. J., & Cole, N. A. (2018). *Energy costs of feeding excess protein from corn-based by-products to finishing cattle.* 653–669. <https://doi.org/10.1093/jas/sky021>
- 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.
- Juan, T. para practica/sistema S. pd. (2002). Sistema semi intensivo . *Compendio Agropecuario*, 151.
- Leon-Velarde, C. U., & Quiroz, R. A. (2004). The development of livestock production systems in the Andean region; Implications for smallholder producers. *A Review on Developments and Research in Livestock Systems*, 1–12.
- 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.
- Lowry, R. (2019). VassarStats: Website for Statistical Computation. *Vassar College, NY USA*.
- Manni, K. Rinne, M. and P. H. (2013). Comparison of concentrate feeding strategies for growing dairy bulls. *Livestock Science*, 152, 21-30.
- Mesen, A., Zamora, H. (1998). *Análisis del Rendimiento Técnico y Económico en la Etapa de Finalización de un Lote de Ganado de Engorde Bajo el Sistema de Estabulación en la Finca Florya. Cartago, Costa Rica*.
- MINAGRI. (2015). *Boletín estadístico*. Retrieved from http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/prod-agropecuarios/2017/medios-produccion-agropecuario-ivtrimestre2017_070318.pdf
- Minson, D. (1990). *forage in ruminant nutrition*. Academic Press.
- 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), 1610-1617.
- Moore, J. E., Brant, M. H., Kunkle, W. E., & Hopkins, D. I. (1999). Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility, and animal performance. *Journal of Animal Science*, 77(Suppl 2), 122–135. https://doi.org/10.2527/1999.77suppl_2122x
- Morales, H. (2001). *Evaluación de sistemas de alimentación para la engorda intensiva de ganado bovino*.



- Nielsen, N. I., Friggens, N. C., Larsen, T., Andersen, J. B., Nielsen, M. O., & Ingvarsten, K. L. (2007). Effect of changes in diet energy density on feed intake , milk yield and metabolic parameters in dairy cows in early lactation. *Animal*, *1*, 335–346. <https://doi.org/10.1017/S1751731107683815>
- NRC. (2016). Nutrient Requirements of Beef Cattle, 8th Revised Edition. In *Nutrient Requirements of Beef Cattle, 8th Revised Edition* (8th ed.). <https://doi.org/10.17226/19014>
- Perú, C., & Perú, C. (2008). *MANUAL DE ENGORDE Y COMERCIALIZACION Las Bambas – Apurimac*.
- Quispe, J., Belizario, C., Apaza, E., Maquera, Z., & Quisocala, V. (2016). Desempeño Productivo de Vacunos Brown Swiss en el Altiplano Peruano. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, *18*(4), 411–421. <https://doi.org/10.18271/ria.2016.233>
- Ralda, E. B. (2002). *Evaluación técnica y económica del engorde intensivo de vacunos de la Finca Sevilla , Guatemala Evaluación técnica y económica del engorde intensivo de vacunos de la Finca Sevilla , Guatemala*.
- Riek, A., Stölzl, A., Bernedo, R. M., Ruf, T., Arnold, W., Hambly, C., ... Gerken, M. (2019). Energy expenditure and body temperature variations in llamas living in the High Andes of Peru. *Scientific Report*, *9*, 4039. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-40576-9>
- Rojas, R.y Deza, C. H. (2010). "Juzgando el Brown swiss" Influence of supplementation with corn dried 448 distillers grains plus solubles to growing calves fed medium-quality hay 449 on growth performance and feeding behavior. *18:7067. J. Anim. Sci., 18:7067*.
- Roque, B., M. E. y C. G. (2000). *Produccion forrajera y valor nutricional de la totora en vacunos. Analisis Cientificos, Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima*.



- Rosemberg, M. (2000). *Producción de ganado vacuno de doble propósito*. CONCYTEC. Lima-Perú. 1ra Edición.
- Rotger Cerdà, A. (2004). *Fermentación ruminal, degradación proteica y sincronización energía-proteína en terneras en cebo intensivo*. 196.
- Sanchez, E. (2014). *Engorde de ganado vacuno. Tesis pregrado*. Universidad Nacional De Cajamarca Facultad De Ciencias Veterinarias.
- Sarma, P., Raha, S., & Jørgensen, H. (2014). An economic analysis of beef cattle fattening in selected areas of Pabna and Sirajgonj Districts. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, 12(1), 127–134. <https://doi.org/10.3329/jbau.v12i1.21402>
- Schwab, C. G., & Broderick, G. A. (2017). A 100-Year Review: Protein and amino acid nutrition in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100, 10094–10112. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13320>
- SENAMHI. (2016). *Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú*. Retrieved from https://www.senamhi.gob.pe/mapas/mapa-estaciones/_dat_esta_tipo.php?estaciones=112181
- Toghiani, S., Hay, E. H., Roberts, A., & Rekaya, R. (2020). Impact of cold stress on birth and weaning weight in a composite beef cattle breed. *Livestock Science*, 236, 104053. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104053>
- Wagner, G. R., Clark, A. J., Hays, V. W., & Speer, V. C. (1963). Effect of Protein-Energy Relationship on the Performance and Varcass Quality of Growing Swine. *Journal of Animal Science*, 22(1), 202–208. <https://doi.org/10.2527/jas1963.221202x>
- Young, B. A. (1981). Cold Stress as it Affects Animal Production. *Journal of Animal Science*, 52(1), 154–163. <https://doi.org/10.2527/jas1981.521154x>



ANEXOS

ANEXOS 01

Tabla 10. Consumo de materia seca del grupo control

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}	Total kg	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}
9	4D	602	370	449	409.5	91.0	79.0	1.053	1053.3	11.6	11.305	14733	26039	9.500	712.5	104.4	10.326	774.4	113.4
6	DL	607	448	549	498.5	105.5	101.0	1.347	1346.7	12.8	13.102	22.561	35.663	13.011	975.8	123.3	14.142	1060.7	134.1
3	DL	612	429	542	485.5	103.4	113.0	1.507	1506.7	14.6	12.845	25.183	38.028	13.874	1040.5	134.1	15.080	1131.0	145.8
4	DL	615	407	493	450.0	97.7	86.0	1.147	1146.7	11.7	12.134	17.398	29.532	10.774	808.1	110.3	11.711	878.3	119.9
5	DL	616	450	569	509.5	107.2	119.0	1.587	1586.7	14.8	13.319	27.736	41.055	14.978	1123.4	139.7	16.281	1221.0	151.8
6	2D	617	440	503	471.5	101.2	63.0	0.840	840.0	8.3	12.566	12.742	25.308	9.233	692.5	91.3	10.036	752.7	99.2
7	DL	614	349	441	395.0	88.6	92.0	1.227	1226.7	13.8	11.004	17.030	28.034	10.228	767.1	115.4	11.117	833.8	125.5
8	DL	618	365	456	410.5	91.2	91.0	1.213	1213.3	13.3	11.326	17.313	28.639	10.448	783.6	114.6	11.357	851.8	124.5
Promedio			407.3	500.3	453.8	98.2	93.0	1.240	1240.0	12.6	12.20	19.3	31.5	11.5	862.9	116.6	12.5	938.0	126.8
Desv. Est.			40.7	49.3	44.3	7.2	18.1	0.2	241.2	2.1	0.9	5.3	5.9	2.2	161.4	15.7	2.3	175.4	17.1
CV, %			10.0	9.9	9.8	7.3	19.4	19.4	19.4	16.7	7.3	27.2	18.7	18.7	18.7	13.5	18.7	18.7	13.5

Tabla 11. Consumo de materia seca del grupo de tratamiento

N°	Edad	Arete	Peso corporal, Kg			Ganancia de peso			Requerimientos EM, Kcal/día			IMS (EM, 2,749Mcal/Kg MS)			Consumo de dieta (H° 8%)		
			Inicial	Final	Promedio	Total kg	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	DL	599	510	615	562.5	115.5	1400.0	12.1	14.345	25829	40174	14614	1096.1	126.5	15885	1191.4	137.5
2	4D	603	432	543	487.5	103.7	1480.0	14.3	12.885	24742	37627	13688	1026.6	131.9	14878	1115.8	143.4
3	DL	604	496	615	555.5	114.4	1586.7	13.9	14.211	29594	43805	15935	1195.1	139.3	17320	1299.0	151.4
4	DL	605	413	526	469.5	100.9	1506.7	14.9	12.526	24558	37085	13490	1011.8	133.7	14663	1099.7	145.4
5	DL	606	412	510	461.0	99.5	1306.7	13.1	12.356	20552	32908	11971	897.8	120.3	13012	975.9	130.8
2	DL	611	466	593	529.5	110.4	1693.3	15.3	13.709	30818	44527	16197	1214.8	146.7	17606	1320.4	159.5
7		608	409	528	468.5	100.7	1586.7	15.8	12.506	26045	38551	14024	1051.8	139.3	15243	1143.2	151.4
8	DL	609	403	496	449.5	97.6	1240.0	12.7	12.124	18996	31120	11321	849.0	116.0	12305	922.9	126.0
Promedio			442.6	553.3	497.9	105.3	1475.0	14.0	13.1	25.1	38.2	13.9	1042.9	131.7	15.1	1133.6	143.2
Desv. Est.			42.4	47.6	44.7	7.1	152.5	1.3	0.9	4.0	4.7	1.7	128.4	10.3	1.9	139.6	11.2
CV, %			9.57	8.60	8.97	6.70	10.34	9.27	6.70	15.96	12.32	12.32	12.32	7.85	12.32	12.32	7.85

ANEXOS 02

Figura 2. Consumo de dieta kg/día del grupo control y tratamiento

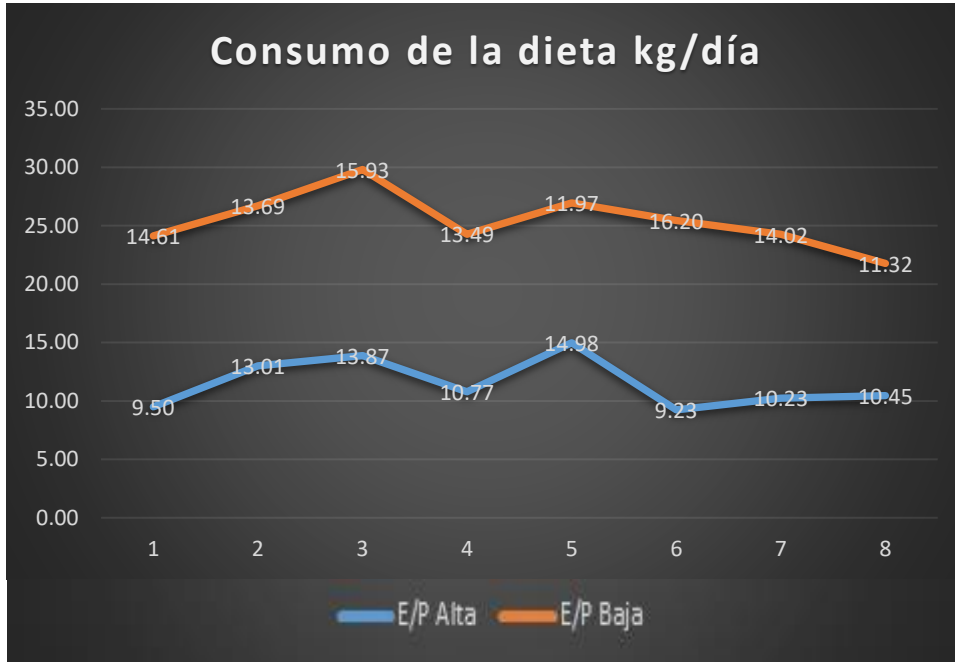


Figura 3. Ganancia de peso vivo kg/día

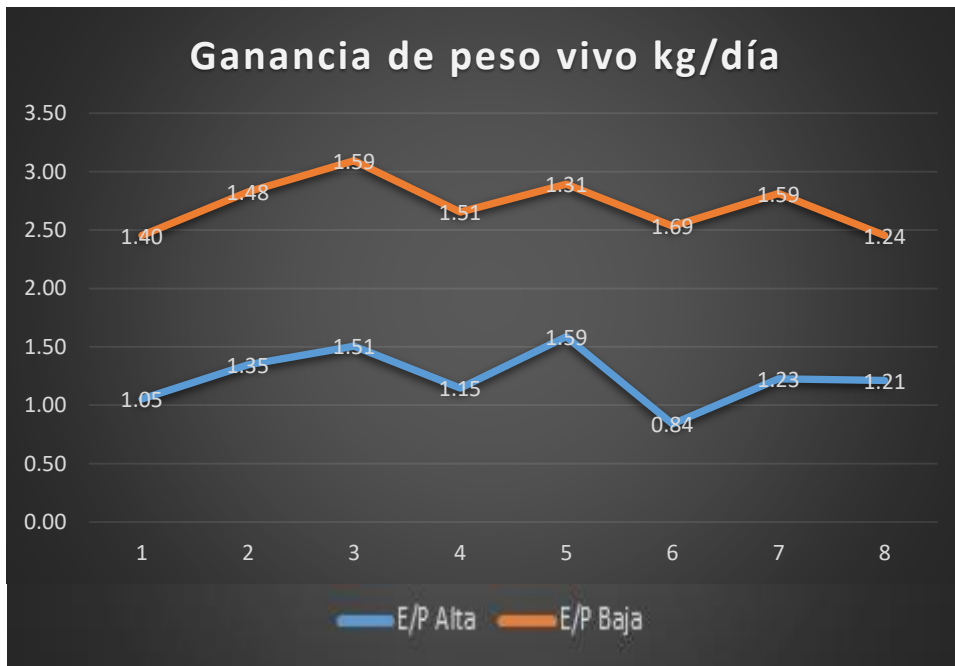


Figura 4. Conversión alimenticia

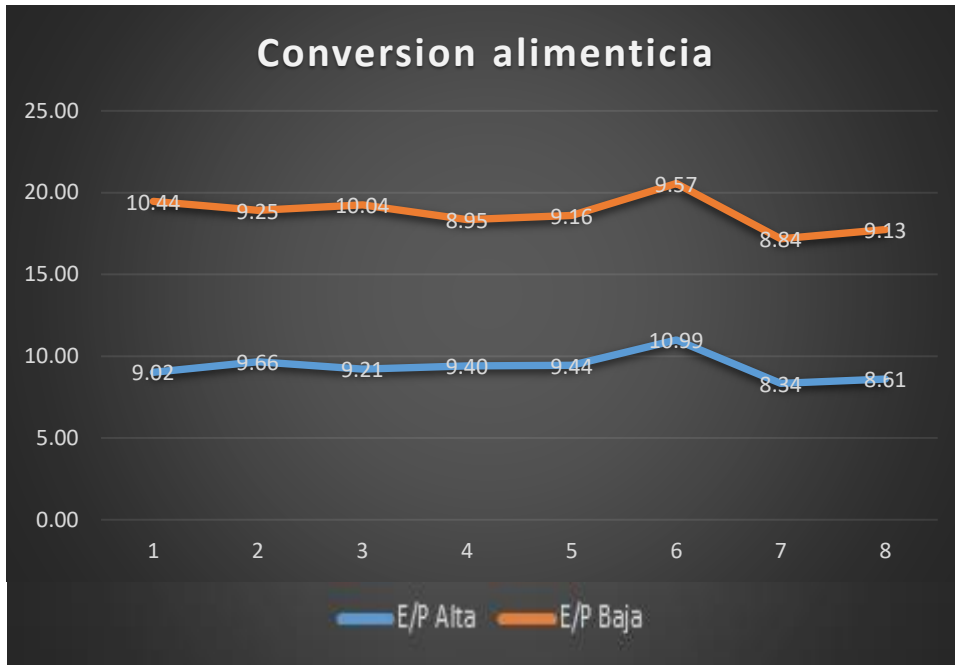
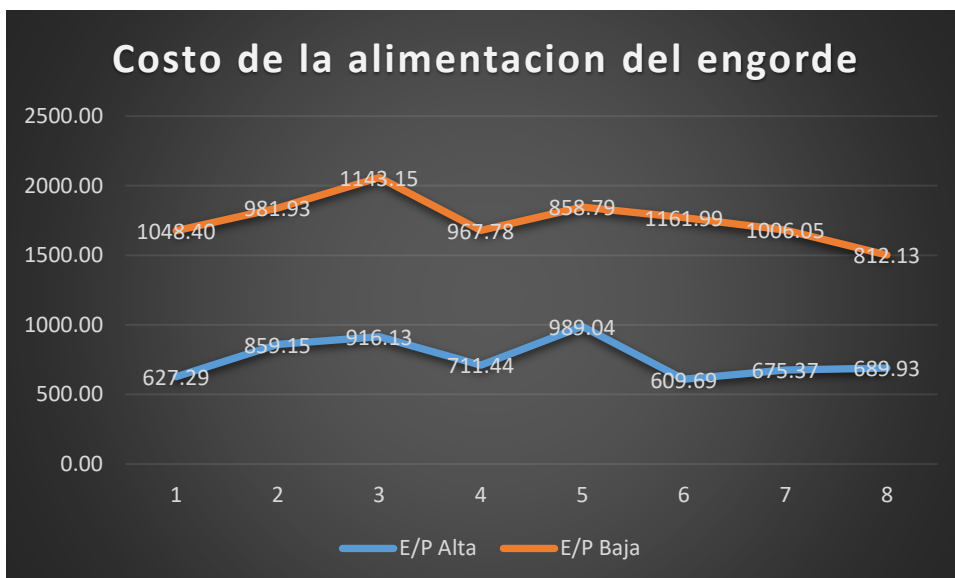


Figura 5. Costo de la alimentación del engorde



ANEXO 03

Figura 6. Panel fotográfico



Figura6-A. *Recepción de los toretes con sus respectivos aretes*



Figura6-B. *Toretas*



Figura 6-C. *Fase de acostumbramiento*



Figura 6-D. *Periodo de acostumbramiento al consumo de agua*



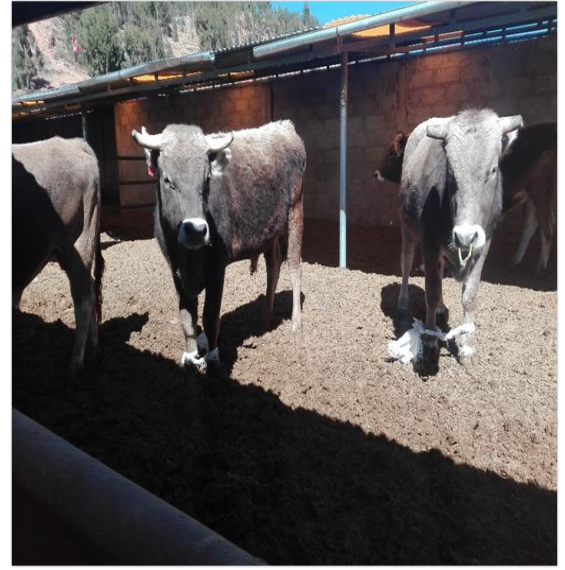


Figura 6-E. Alimentación de los toretes



Figura 6-F. Fase de inicio después del post acostumbramiento



Figura 6-G. Pesado de los toros



Figura 6-H. *Toros a mitad del tiempo del engorde*



Figura 6-I. *Finalización del engorde*