

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**UNIDAD DE POSTGRADO**



**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MÁSTER**

**“Evaluación de dos niveles del suplemento alimenticio – Total Configold Sacc en el engorde de bovinos (*Bos taurus*) del Municipio de Viacha del departamento de La Paz”**

POSTULANTE: M.V.Z. Gaby Fabiola Poma Copa

ASESOR: Ing. M.Sc. Daniel Severo Choque Sánchez

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2023**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**POSTGRADO**  
**MAESTRÍA EN CIENCIA ANIMAL**

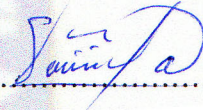
**“Evaluación de dos niveles del suplemento alimenticio Total Configold Sacc en el engorde de bovinos (*Bos taurus*) del Municipio de Viacha del departamento de La Paz”**

*Tesis presentada como requisito  
parcial para optar el Título de Maestra en  
Ciencia Animal*

**GABY FABIOLA POMA COPA**

**Asesor:**

Ing. M.Sc. Daniel Severo Choque Sánchez



**Tribunal Examinador:**

Ing. M.Sc. Patricia Ada Fernández Osinaga

M.V.Z. M.Sc. Martha Gutiérrez Vásquez

M.V.Z. Ph.D. Celso Ayala Vargas

Ing. M.Sc. Rubén Tallacagua Terrazas



**Aprobado**

**Presidente del Tribunal examinador:**

Ing. Ph.D. Carmen Rosa Del Castillo Gutiérrez

La Paz – Bolivia

2023

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo lo dedico con mucho amor a mis padres Juan Poma Quispe y Justina Copa de Poma, a mis hermanos Juan Luis Carmelo, Betzabé y María Elizabeth quienes me motivaron para continuar con esta nueva travesía.

Este trabajo también va dedicado para todos a aquellos aficionados por la ganadería bovina del presente y futuro. A las unidades productoras de ganado bovino de las regiones del altiplano que enfrentan un sin número de vicisitudes.

En especial a la Ing. Elvira Vargas Roque y a toda su familia por el apoyo que me brindaron con el manejo de los bovinos, lo cual hizo posible que se lograra este aporte que bien no será grande, pero ayudara y motivara a que más familias puedan incrementar sus ingresos económicos con pequeños ajustes en la alimentación y manejo de su ganado bovino tanpreciado.

## **AGRADECIMIENTO**

Estoy enormemente agradecida con Dios por guiar mis pasos día a día, resguardarme en todo momento, por darme fuerzas y valentía, por darme la sabiduría para llegar a la culminación de esta etapa de mi vida.

Con todo el ímpetu agradezco a la Universidad Mayor de San Andrés, “mi alma mater”, por la calurosa acogida que me brindo en mis años de estudio tanto del pregrado y postgrado. Agradecer a la Facultad de Agronomía, a la Carrera de Agronomía y al “Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia”, porque en sus aulas estuve formándome y preparándome en el pregrado para obtener el título de Licenciada en Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Después de muchos años, en este año 2023 se consolida a “Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia”, mediante la Resolución del Honorable Consejo Universitario N°314/2023 que aprobó la jerarquización a Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, resultado de la dedicación, esfuerzo y perseverancia de las autoridades quienes en su momento fueron coordinadores de dicho programa, a las instancias máximas de la Facultad de Agronomía, y por qué no tomar en cuenta el esfuerzo, dedicación, constancia, pasión y vocación de los mismos estudiantes que año tras año fueron pujando la Medicina Veterinaria y Zootecnia.

En especial a la Ing. M.Sc. PhD. Carmen Rosa Del Castillo Gutiérrez Coordinadora de la Unidad de Postgrado de la Facultad de Agronomía de la gestión 2023. A todos y cada uno de los docentes quienes compartieron sus valiosos conocimientos, a todo el plantel administrativo de la “Maestría en Ciencia Animal”, Tercera Versión.

A mis compañeros del Postgrado, por su amistad y los buenos momentos que compartimos, por sus consejos y el entusiasmo que brindan desinteresadamente. En especial a mis amigos Felicidad Laruta y Vladimir Palma, quienes supieron alentarme para seguir con este trayecto.

Al director departamental del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) de la ciudad de La Paz y a los técnicos de tan prestigiosa institución, quienes permitieron ser parte de esta investigación respecto al mejoramiento de la producción de carne bovina a través de las buenas prácticas ganaderas y la transferencia de tecnología e investigación en nutrición.

A la Ing. Elvira Vargas Roque, y a toda su familia que permitieron e hicieron posible el desarrollo de esta investigación, fue de gran apoyo el trabajar en sus instalaciones y con sus ejemplares. Por enseñarme los desafíos para una mejor producción ganadera. Realmente es una valerosa mujer y forjadora de muchas oportunidades para el bienestar de su familia y de la Zona Cabaña.

A mi asesor de tesis Ing. M.Sc. Daniel Severo Choque, quien estuvo supervisando el avance del trabajo de campo, por sus observaciones e inquietudes, por el aporte de sus conocimientos y sugerencia para enriquecer este trabajo de investigación.

También, agradecer a mi tribunal revisor conformado por grandes profesionales, la cual estuvo constituida por la Ing. Zoot. M.Sc. Patricia Ada Fernández Osinaga, la M.V.Z. M.Sc. Martha Gutiérrez Vásquez, el M.V.Z. M.Sc. PhD. Celso Ayala Vargas y el Ing. M.Sc. Rubén Tallacagua Terrazas, por su valioso aporte de conocimiento y sugerencias, por el tiempo y dedicación en la revisión del mismo, que fueron enriqueciendo este trabajo.

A mis padres, Juan Poma Quispe y Justina Copa de Poma, porque supieron brindarme lo necesario, por sus palabras de aliento y la confianza, ellos son el motor que me impulsa a seguir avanzando hacia más objetivos.

A mis hermanos Juan Luis Carmelo, Betzabé y Elizabeth por la paciencia que me tienen y por su apoyo moral.

A mis amigos y compañeros de trabajo, algunos cerca y algunos distanciados, porque me brindaron su apoyo emocional y sus buenas vibras.

## CONTNIDO

RESUMEN.....	1
SUMMARY .....	2
1 INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 Antecedentes.....	4
1.2 Justificación .....	5
2 OBJETIVOS .....	7
2.1 Objetivo general .....	7
2.2 Objetivos específicos.....	7
2.3 Hipótesis .....	7
3 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	8
3.1 Origen de los bovinos .....	8
3.2 Razas bovinas productoras de carne.....	8
3.3 La raza Pardo Suizo.....	9
3.4 Sistemas de producción de ganado bovino.....	9
3.4.1 Sistema extensivo.....	9
3.4.2 Sistema intensivo.....	10
3.4.3 Sistemas mixto .....	10
3.5 Bienestar animal y ética.....	11
3.6 Importancia de la producción bovina de carne en Bolivia .....	12
3.7 Producción de ganado bovino en Bolivia.....	12
3.8 Importancia de la carne bovina.....	13
3.9 Producción de carne bovina en Bolivia por departamento .....	14
3.10 Número de cabezas faenadas por departamento.....	15
3.11 Demanda interna de carne en Bolivia.....	16
3.12 Importancia de la alimentación del ganado bovino .....	16
3.13 Clasificación de los alimentos para los bovinos.....	17
3.14 Alimentos concentrados .....	17
3.14.1 Concentrados energéticos.....	17
3.14.2 Concentrados proteicos.....	18

3.15	Alimentos voluminosos o forrajeros .....	18
3.16	Alimentos suplementarios .....	18
3.17	Aditivos .....	19
3.18	Probióticos .....	19
3.19	Requerimiento nutricional de los bovinos de engorde .....	20
3.20	Concentración de nutrientes en raciones de engorde.....	21
3.21	Agua .....	22
3.22	Energía.....	23
3.23	Proteína.....	24
3.24	Vitaminas.....	24
3.24.1	Hidrosolubles.....	24
3.24.2	Liposolubles .....	27
3.25	Minerales .....	28
3.25.1	Macrominerales .....	28
3.25.2	Microminerales.....	30
3.26	Importancia de los suplementos minerales .....	32
3.27	Rendimiento a la canal .....	32
3.28	Costo de la producción animal .....	33
4	LOCALIZACIÓN .....	34
4.1	Ubicación geográfica.....	34
4.2	Comunidades del Distrito 3 de Viacha.....	34
4.3	Hectáreas por unidad familiar y cantidad de ganado bovino.....	35
4.4	Clima .....	36
4.5	Suelo .....	37
4.6	Flora.....	37
4.7	Fauna .....	37
4.8	Servicios básicos .....	37
4.9	Migración .....	38
4.10	Idioma.....	38
5	MATERIALES Y MÉTODOS.....	38
5.1	Material de campo .....	38

5.1.1	Semovientes .....	38
5.1.2	Instalaciones .....	38
5.1.3	Insumos alimenticios.....	38
5.1.4	Materiales e insumos de sanidad.....	39
5.1.5	Herramientas y material de limpieza.....	39
5.1.6	Equipos y material de registros .....	40
5.1.7	Material de escritorio .....	40
5.2	Metodología.....	40
5.2.1	Selección e identificación de los animales.....	40
5.2.2	Estabulación de los bovinos .....	41
5.2.3	Desparasitación .....	41
5.3	Tipo de investigación .....	41
5.3.1	Diseño experimental.....	41
5.3.2	Modelo estadístico.....	41
5.3.3	Factores de estudio.....	42
5.3.4	Variables de estudio .....	42
5.4	Procedimiento para elaborar las raciones alimenticias.....	43
5.5	Proporción de los insumos por cada tratamiento.....	44
5.6	Distribución de los tratamientos .....	44
5.7	Requerimiento nutricional para ganancia de peso.....	45
5.8	Núcleo mineral vitamínico .....	45
5.9	Sal común .....	46
5.10	Heno de avena .....	46
5.11	Harina de maíz amarillo .....	46
5.12	Sorgo molido .....	46
5.13	Afrecho de trigo.....	47
5.14	Determinación del rendimiento a la canal .....	47
5.15	Evaluación de los costos de producción .....	47
6	<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES</b> .....	48
6.1	Consumo efectivo de materia seca .....	48



6.2	Ganancia de peso total.....	49
6.3	Conversión alimenticia.....	51
6.4	Rendimiento a la canal de los animales en estudio .....	52
6.5	Evaluación de los costos de producción.....	53
7	CONCLUSIONES.....	55
8	RECOMENDACIONES .....	55
9	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	57

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Producción de carne bovina por departamentos.....	14
Figura 2.	Ubicación de la zona de estudio.....	34
Figura 3.	Ganancia de peso total por tratamiento .....	49

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Número de cabezas de ganado bovino .....	13
Tabla 2.	Cantidad de ganado bovino faenado en periodo del 2018 al 2020.....	15
Tabla 3.	Número de cabezas faenadas y producción de carne bovina (2013 – 2020).....	16
Tabla 4.	Concentración de nutrientes recomendado para la recepción y adaptación .....	22
Tabla 5.	Comunidades del distrito 3 de Viacha.....	35
Tabla 6.	Hectarias y actividad humana en Distrito 3 de Viacha .....	36
Tabla 7.	Aporte nutricional de los insumos utilizados por día .....	44
Tabla 8.	Distribución de los alimentos ofrecidos .....	44
Tabla 9.	Distribución de los tratamientos.....	45
Tabla 10.	Requerimiento nutricional para las unidades experimentales .....	45
Tabla 11.	Análisis de varianza para consumo efectivo de materia seca.....	48

Tabla 12. Análisis de varianza para ganancia de peso total .....	49
Tabla 13. Análisis de varianza para conversión alimenticia .....	51
Tabla 14. Análisis de varianza para rendimiento a la canal .....	52
Tabla 15. Costo de la producción de ganado bovino (Bs.).....	53

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Selección de las unidades experimentales .....	65
Anexo 2. Bovinos de la raza Pardo Suizo .....	65
Anexo 3. Desparasitación de las unidades experimentales .....	65
Anexo 4. Distribución de los tratamientos en confinamiento .....	66
Anexo 5. Preparación de las raciones para cada tratamiento .....	66
Anexo 6. Ración suministrada a los bovinos.....	66
Anexo 7. Pesaje para calcular raciones de los bovinos .....	67
Anexo 8. Pesaje para el inicio del estudio .....	67
Anexo 9. Pesaje cada 10 días.....	67
Anexo 10. Contenido nutricional del núcleo mineral vitamínico.....	68
Anexo 11. Bovinos con 65 días de engorde .....	69
Anexo 12. Sala de orero del matadero Municipal de “Los Andes”.....	69
Anexo 13. Datos de las variables de estudio obtenidos.....	69
Anexo 14. Requerimiento y aporte nutricional para el grupo testigo para 10 días .....	70
Anexo 15. Requerimiento y aporte nutricional para el T1 para 10 días.....	71
Anexo 16. Requerimiento y aporte nutricional para el T2 para 10 días.....	72

## RESUMEN

En la Zona Cabaña de la Comunidad de Chonchocoro del Municipio de Viacha, ubicada a 25 Km<sup>2</sup> de la ciudad de La Paz y a 18 Km<sup>2</sup> de la Ciudad de El Alto, se evaluó dos niveles de un núcleo mineral vitamínico en nueve bovinos de la raza Pardo Suizo con peso promedio de 320.44 kg en sistema estabulado. En forma aleatoria se formaron tres grupos, al testigo se proporcionó una ración única compuesta por heno de avena, harina de maíz, sorgo y afrecho, el T1 recibió ración única más 280 g/día del suplemento alimenticio y el T2 recibió ración única más 290 g/día del suplemento alimenticio. Las variables de estudio fueron consumo efectivo de materia seca, ganancia total de peso, conversión alimenticia, el rendimiento a la canal y costos de producción en 65 días. Según el análisis de varianza el consumo efectivo de materia seca y la conversión alimenticia no fueron significativos. En cambio, la ganancia de peso total fue significativa, debido a que el T2 obtuvo 123 kg, el T1 y el grupo testigo lograron 74 kg y 67.33 kg, con un coeficiente de variación de 26.45 %. En cuanto al rendimiento a la canal resultó también no significativo según el análisis de varianza, el testigo obtuvo 58.27 %, el T1 y el T2 obtuvieron 57.7% y 56.99 % respectivamente, con un coeficiente de variación 7.15 %. En los costos de producción el T2 con adición de 290 g/d del suplemento alimenticio demostró valores superiores con un costo beneficio Bs. 1.28 por cada peso boliviano invertido.

**Palabras clave:** Pardo suizo, nutrición, núcleo mineral vitamínico, engorde.

## SUMMARY

In the Cabaña Zone of the Chonchocoro Community of the Municipality of Viacha, located 25 Km<sup>2</sup> from the city of La Paz and 18 Km<sup>2</sup> from the City of El Alto, two levels of a vitamin mineral core were evaluated in nine cattle of the Brown Swiss breed with an average weight of 320.44 kg in a stable system. Three groups were formed randomly, the control was provided with a single ration composed of oat hay, corn flour, sorghum and bran, T1 received a single ration plus 280 g/day of the food supplement and T2 received a single ration plus 290 g/day of the food supplement. The study variables were effective dry matter consumption, total weight gain, feed conversion, carcass yield and production costs in 65 days. According to the analysis of variance, the effective consumption of dry matter and feed conversion were not significant. On the other hand, the total weight gain was significant, because T2 obtained 123 kg, T1 and the control group achieved 74 kg and 67.33 kg, with a coefficient of variation of 26.45%. Regarding the carcass yield, it was also non-significant according to the analysis of variance, the control obtained 58.27%, T1 and T2 obtained 57.7% and 56.99% respectively, with a coefficient of variation of 7.15%. In production costs, T2 with the addition of 290 g/d of the nutritional supplement showed higher values with a cost benefit of Bs. 1.28 for each Bolivian peso invested.

**Keywords:** Swiss brown, nutrition, vitamin mineral core, fattening.

## 1 INTRODUCCIÓN

La Zona Cabaña, situada en la comunidad de Chonchocoro se destaca por ser el epicentro productivo del Municipio de Viacha, caracterizado por su significativo potencial en la crianza de ganado bovino, tanto de leche y como de carne. Las unidades productoras poseen en promedio 14 hectáreas de tierra destinadas a la ganadería (Blanco y Ríos, 2019).

Desde el año 1998 se ha implementado eficazmente sistemas de riego por inundación para el cultivo de festuca alta (*Festuca arundinacea*) y pasto ovillo (*Dactylis glomerata*) en terrenos planos y en zonas sin acceso a riego se producen alfalfa (*Medicago sativa*), avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*).

La productora y miembro de la Asociación Integral Campesina Cabaña - Chonchocoro, Ing. Elvira Vargas Roque indica que la producción de ganado bovino para el engorde es creciente y el tiempo dedicado a ello varía según la condición corporal de los mismos al momento de su adquisición, logran salir a la venta de cuatro a cinco meses, es decir que de cada 10 cabezas de ganado que ingresan a su granja, en un tiempo aproximado de cuatro meses, 7 a 8 ya están listos para la venta y de 2 a 3 se quedan uno o dos meses lo que conlleva a una mayor inversión en términos de alimento y mano de obra. Esto bajo el sistema de pastoreo, donde los bovinos se encuentran sujetos mediante sogas a estacas por un día entero, y que cada día se hace recorrer a otro espacio que tenga suficiente pasto.

La Asociación incorpora a familias del sector agropecuario en los rubros de crianza de ganado bovino, porcino y cunicultura. Durante los últimos años, los socios se capacitaron para el mejoramiento de la crianza del ganado bovino a fin de mejorar las condiciones de vida de sus familias y contribuir con la soberanía alimentaria en el Municipio de Viacha (Garzofino, 2021).

La citada autora también indica, en los últimos años se mejoró genéticamente al ganado bovino mediante campañas de inseminación artificial con lo cual logran dedicarse a la producción tanto de leche como de carne. Según Blanco y Ríos (2019), entre las razas más destacadas están el Pardo Suizo y la Holstein (25 %) y los criollos (70 %). Algunas unidades productoras han optado por introducir otras razas como la Simental, Charoláis, Angus y Senepol, que hasta el momento no han registrado inconvenientes en cuanto a su adaptación a la región.

Las adquisiciones de los animales destinados al engorde generalmente se realizan en las ferias de la región, incluyendo lugares como Lahuachaca, Patacamaya, Villa Remedios, Vilaque, Curva y Achacachi, la transacción lo realizan en grupos o entre familias con el objetivo de reducir los costos de transporte.

Sin embargo, la zona Cabaña presenta un gran desafío durante las fuertes precipitaciones pluviales el cual dificulta el paso de los medios transportes al ascender el caudal del “Río Seco”, lamentablemente no existe un puente asegure y garantice el flujo comercial para la venta y compra de ganado bovino.

Indudablemente, la alimentación de los bovinos destinados a la producción de carne requiere de la incorporación de raciones formuladas mediante la suplementación con concentrados y minerales acordes a sus necesidades nutricionales y, que en conjunto con el bienestar animal desempeñan una mejor producción ganadera.

A través de esta investigación, se logró reducir el periodo de engorde a 65 días en un sistema de estabulación que involucro a nueve bovinos de la raza Pardo Suizo. Los resultados fueron significativos solo para ganancia de peso total.

Desde la perspectiva de los costos de producción, el proyecto resultó rentable para el productor, en parte gracias a la provisión de algunos insumos dotados por parte del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF).

## **1.1 Antecedentes**

Para Alassia *et al.* (2008) la principal misión de los sistemas intensivos de producción es acelerar el engorde de los animales a través de una alimentación dirigida por el hombre, que se diferencia de los clásicos sistemas extensivos basados en forrajes. Para ello, el *feed lot* incluye una tecnología de producción para carne con los animales en confinamiento y dietas de alta concentración energética e importante digestibilidad.

Según la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) en su informe del año 2020, indica que la producción pecuaria desempeña un rol importante a nivel mundial, que contribuye al cumplimiento de uno de los objetivos de desarrollo del milenio que es “Reducir la pobreza y garantizar la seguridad alimentaria en el mundo”.

Desde el mismo un punto de vista para Bernabé (2003) citado por Machón (2008) las ferias en el altiplano constituyen el fenómeno más importante en la economía de los pueblos, sobre todo para la población campesina que moldean las particularidades de cada espacio socioeconómico, constituyéndose en una oportunidad para el desarrollo de la economía informal.

En Bolivia la producción ganadera se lleva a cabo en un extenso territorio de aproximadamente 13.170.736 hectáreas (representado un total del territorio nacional del 11.99 %), y solo el 38 % está destinado al uso agropecuario. De las pasturas utilizadas para ganadería, destaca la ganadería extensiva en pastos naturales con 82.16 %, los departamentos de Santa Cruz y Beni se ubican en regiones con un inmenso potencial para la producción de carne bovina respaldado por condiciones naturales excepcionales que gozan de un clima tropical favorable, abundante horas luz, suministro de agua de alta calidad y una geografía que brinda la oportunidad de duplicar la actual población de ganado esto según la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (2020).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2011) en los últimos años, los insumos alimenticios del sector ganadero a nivel internacional han tenido una importante relevancia, ya que han sido usados para la producción de biocombustibles.

## **1.2 Justificación**

En la zona de estudio se encuentran diversas unidades dedicadas a la producción de ganado lechero, solo algunas familias se enfocan al engorde del ganado. Sin embargo, el proceso de engorde con pastoreo al campo conlleva a más de 3 meses, incluso 4 o 5 meses, los factores que condicionan la venta son la condición corporal, capacidad de asimilación de los nutrientes del forraje que se les proporciona, disponibilidad del forraje, las razas de bovinos, entre ellos los híbridos son los que ganan peso rápidamente. El tiempo prolongado genera un aumento significativo en los costos relacionados con la alimentación y la mano de obra.

Dada esta situación, surge la necesidad de buscar enfoques técnicos que puedan incrementar la ganancia de peso mediante la implementación de sistemas de confinamiento y la formulación de raciones, haciendo uso de recursos alimenticios locales, económicamente accesibles y en corto periodo de tiempo.

Ante esta problemática, se planteó esta investigación bajo el título de "Evaluación de dos niveles de suplemento alimenticio mineral vitamínico en el engorde de bovinos (*Bos taurus*) del Municipio de Viacha del departamento de La Paz" con el propósito de evaluar el consumo efectivo de materia seca, ganancia total peso y conversión alimenticia, además de conocer el rendimiento a la canal y los costos de producción.

La suplementación es una herramienta tecnológica que debe ser cuidadosamente analizada previo a su incorporación a la empresa. No soluciona problemas de manejo, por el contrario sus resultados se potencian cuando se aplica simultáneamente con la tecnología básica de manejo (Peruchena, 2003).

No se han encontrado estudios respecto a la suplementación de suplementos minerales vitamínicos en la alimentación para el ganado de engorde en la región del Altiplano, a excepción del ganado destinado para producción de leche.



## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Evaluar dos niveles de un suplemento mineral vitamínico en el engorde de bovinos (*Bos taurus*) en el Municipio de Viacha del Departamento de La Paz.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Identificar el consumo efectivo de materia seca, ganancia de peso total y conversión alimenticia por tratamiento.
- Determinar el rendimiento a la canal de los animales en estudio.
- Establecer los costos de producción de los tratamientos en estudios.

### **2.3 Hipótesis**

Al menos una de las variables de estudio tiene un efecto diferente con la adición del núcleo mineral vitamínico en la ración alimenticia de bovinos del Municipio de Viacha del Departamento de La Paz.

### **3 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 Origen de los bovinos**

El ganado bovino apareció durante el plioceno (período en el cual desaparecen los “gigantes” dando comienzo a los mamíferos, junto a ellos aparecieron las poáceas base de su alimentación). El animal prehistórico antecesor del ganado bovino actual es el *Auroch* quien apareció en Asia Central, de ahí se difundió al mundo antiguo evolucionando en distintas variedades, formándose el *Bos primigenius* (Uro Salvaje), a su vez dio paso a la formación de dos subespecies como el *Bos taurus* y *Bos indicus* (Andrade, 2015).

Tanto Andrade (2015) y Freire (2022) coinciden en que, ambos pertenecen a la familia Bovidae, la especie *Bos indicus* se desarrolló en Asia y África específicamente en zonas tropicales adaptados a climas cálidos, estos presentan giba y cuernos. En cambio, los *Bos taurus* se desarrollaron en zonas con climas fríos y templados de Europa, siendo su desventaja el no adaptarse a zonas cálidas y estos no presentan giba.

#### **3.2 Razas bovinas productoras de carne**

Ante la existencia de una gran variedad de razas de ganado bovino, la Revista Cubana de Ciencia Agrícola descrito por Alonso *et al.* (2014) indica que entre las más representativas de la especie *Bos taurus* están el Aberdeen Angus, Limousin, Hereford, Shorthorn, Charoláis, Romagnola, Chianina, Jersey y Pardo Suizo. En la especie *Bos indicus*, entre las más representativas están la Brahman, Nelore, Guzerat, Gyr y la Indobrasil.

En ese contexto Hidalgo (2013) indica, los profesionales en el área los han clasificado de acuerdo a sus características fenotípicas de conformación en *Elipométricos* (animales pequeños, no mejorados), los *Eumétricos* (animales más grandes que los anteriores, mejorados para producción de carne) y los *Hipermétricos* (animales mejorados genéticamente, tienen buena talla, grupa larga y ancha, tórax profundo). Asimismo, tiene la forma compacta, similar a un paralelepípedo, ideal para producción de carne.

### **3.3 La raza Pardo Suizo**

Para la Asociación Colombiana de criadores de ganado Pardo Suizo y Braunvieh (2016 - 2021) es más conocida como Brown Swiss, pertenece a la especie *Bos taurus*, su origen se remonta a 2.000 años antes de Cristo en la zona del lago *Dwellers*, donde se encontraron huesos fósiles que corresponden a la edad de bronce y de hierro, se desarrolló en los valles y montañas de Suiza Central constituyéndose en un núcleo de gran pureza y haciéndose fuerte, grande y rústico. Es famosa en todo el mundo por ser de doble propósito. Presentan muy buena adaptación, lo que ha impulsado su diseminación en los principales países entre el círculo polar ártico y el trópico, se los encuentran desde nivel del mar hasta más de 3.800 metros.

Para Freire (2022), se caracterizan por ser de talla mediana, su piel es de color café a gris variando de tono a café oscuro, las zonas de color más claras se encuentran alrededor de los ojos, orejas, hocico y por debajo de las patas. Su pelaje es fino, corto y suave, los cuernos son pequeños a medianos guiados hacia afuera y arriba, de color blanco con puntas negras. El Pardo Suizo tras años de evolución en los Alpes Suizos ha desarrollado una buena conformación de patas y pezuñas, que lo hace especial para pastorear en terrenos de superficie irregular. Los machos adultos alcanzan 950 a 1000 kg de peso, mientras que las hembras llegan a pesar entre 600 a 700 kg que puede variar de acuerdo a la edad.

### **3.4 Sistemas de producción de ganado bovino**

Es un conjunto de componentes que funcionan e interrelacionan para lograr un propósito común, tiene límites específicos, posee entradas y salidas, reacciona como un todo ante los estímulos externos. Un sistema de producción bovino presenta diferentes categorías como las vacas en producción, vacas secas, vacas vacías, vacas gestantes, los toros y toretes, las vaquillas, los novillos y los terneros. Así mismo, se encuentran los componentes de las áreas donde se producen los alimentos o potreros, los pastos, los árboles, las infraestructuras como los corrales (Pereira *et al.*, 2011).

#### **3.4.1 Sistema extensivo o tradicional**

Tanto para Coca (2012) y Freire (2022) este sistema tiene una finalidad económica, al no invertirse en infraestructura, mucho menos en la suplementación de alimentos, demanda grandes

extensiones de terreno, los cuales solo presentan cercos que dividen los linderos de la propiedad, los animales permanecen toda la etapa productiva en ella en busca de su propio alimento, la vegetación o forraje que crece en ese hábitat en ocasiones no logra satisfacer sus necesidades nutricionales, por lo tanto requieren más tiempo para expresar sus cualidades productivas, la intervención de la mano del hombre es escasa, por lo que caminan grandes extensiones, gastando energía y como resultado disminuye de la rentabilidad de la misma.

### **3.4.2 Sistema intensivo**

Por el contrario, Nieto (2018) y Freire (2022) este sistema confina a los bovinos en establos o corrales para obtener ganancias en el menor tiempo y al menor costo, existe un estricto control sanitario y nutricional por parte del hombre, la alimentación se basa en raciones balanceadas compuestas por residuo y subproductos agroindustriales de bajo costo, permitiendo cubrir sus necesidades nutricionales para engordar en un periodo promedio de 90 a 120 días, esto puede variar de acuerdo al tipo de animal, alimento y exigencia del mercado. A este sistema también se lo conoce como industrial y en los últimos años se emplea termino de *Feed lot* para referirse al mismo.

Para Suescún y Roa (2019) proporcionan una mayor rentabilidad productiva al disponer de menor tiempo para la ganancia de peso por cabeza de ganado, aprovecha al máximo el terreno, debido a que se incrementa la carga de reses por hectárea. A su vez, este sistema permite potenciar la calidad de la carne bovina, ya que para la dieta de los animales se suministra las cantidades adecuadas con alto valor nutricional. Además, al permanecer en confinamiento es poco el ejercicio físico que realiza, por lo que se estresa menos y se puede atender de forma personal por parte del operario.

### **3.4.3 Sistemas mixto**

Para la Dirección de Mercados Agroalimentarios Ganaderos (2005) citado Machón (2008) se realiza sobre pastos cultivados con pastoreo racional o rotación intensiva, basado en el uso de pastos de corte y suplementos. La carga animal es de 1 a 1.5 UA/Ha o con cargas mayores. Va acompañado del uso intensivo de la tecnología y capital de recursos humanos calificados. Las

infraestructuras productivas son óptimas. Sumándose a este sistema el adecuado manejo del hato, sanidad, recursos forrajeros y genética.

En cambio, para el Portal Agrario (2001) citado por Cortez (2010) los bovinos son pastoreados durante el día y por la tarde reciben suplementación alimenticia, son pequeñas explotaciones y se constituyen en una etapa de pre engorde.

Para Coca (2012) los animales están en pastoreo durante una parte del año, y en la otra parte permanecen estabulados, mientras están estabulados reciben alimentación balanceada a base de granos, sales, forrajes y ensilados.

### **3.5 Bienestar animal y ética**

Para el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (2016) es importante conocer el comportamiento de los bovinos, su reacción frente a los humanos, las construcciones e implementos correctos para su manejo, son animales que le temen a circunstancias nuevas y se acostumbran a las rutinas. Tienen buena memoria, por lo que una buena experiencia previa de manejo hará que sean más fáciles de manejar que aquellos que han tenido una historia de manejo rudo.

El mencionado organismo junto al Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria (SENASAG) indican, que a nivel mundial y en nuestro país también se enmarca el concepto de bienestar animal bajo el cumplimiento de las “Cinco Libertades” (Senasag, 2022), las cuales indican que el animal no sufre sed, hambre ni malnutrición, porque tiene acceso al agua de bebida y se le suministra una dieta adecuada a sus necesidades. No sufre estrés físico, ni térmico, porque se le proporciona un ambiente adecuado, incluyendo refugio frente a las inclemencias climáticas y un área de descanso cómoda. No sufre dolor, lesiones ni enfermedades, gracias a una prevención adecuada o a un diagnóstico y tratamiento adecuado. Es capaz de demostrar la mayoría de sus patrones normales de conducta, porque se le proporciona el espacio necesario, las instalaciones adecuadas y se le aloja en compañía de otros individuos de la misma especie, y, por último. No experimenta miedo ni angustia, porque se garantiza las condiciones necesarias para evitar el sufrimiento mental.

Para la Coordinación General de Sanidad Animal (s.f.) los seres humanos y especialmente los profesionales del área pecuaria, deben propender a evitar el sufrimiento innecesario a los

animales destinados para producir alimentos para consumo humano, en países más desarrollados este es un punto sobre el cual el consumidor ejerce mucha presión, exigiendo que se contemple dentro de la producción y comercialización aspectos relativos al bienestar animal.

### **3.6 Importancia de la producción bovina de carne en Bolivia**

En un inicio solo se consumía la carne y algunos subproductos, el resto del animal era tratado como residuo o simplemente abandonado en el mismo lugar de la faena. Más tarde, con el desarrollo de nuevas tecnologías, se comenzó a dar un uso y así fueron adquiriendo un valor económico como es el caso de vísceras, cueros, huesos, grasas, sangre, gelatinas y otros restos que no son comercializables como cortes tradicionales, pero son la materia prima de otros procesos e industrias, como los embutidos, fiambres, panificados, curtiembres y cosméticos (Nuñez, 2018).

Según el Centro de Economista de Santa Cruz (2021) el ganado bovino contribuye a la seguridad alimentaria, nutrición, el alivio de la pobreza y crecimiento de la economía boliviana, dado que su principal reto está en encaminarse a la posibilidad de expandirse, razón por la cual debe estar preparado para cumplir con todos los requerimientos de calidad del mercado. Además, con la adopción de mejores prácticas el sector puede reducir sus impactos ambientales y ser más eficientes en el uso de recursos.

La ganadería es un sector clave en la economía de los países de América Latina, ocupa una amplia fracción de recursos de tierras con potencial productivo, constituyendo una importante generación de empleo y de alimentos para todos los estratos sociales (Quintuña, 2022).

### **3.7 Producción de ganado bovino en Bolivia**

En Bolivia, hasta el año 2013 existían 322.388 unidades productoras de animal, que se dedicaban a la crianza de ganado bovino, alcanzando un total de 8.315.504 cabezas. Santa Cruz poseía 3.598.955 cabezas, posteriormente estaba Beni con 2.631.013 cabezas, luego en importancia le seguía La Paz con 501.753 cabezas de ganado bovino (Instituto Nacional de Estadística, 2015).

La tendencia de ganado bovino en Bolivia es creciente, según el Instituto Nacional de Estadística (2020) llegó a un total de 10.050.770 cabezas para ese mismo año, Santa Cruz y Beni lideraron

con 4.433.963 y 3.011.144 cabezas de bovinos, Chuquisaca y La Paz les siguen con 644.078 y 584.388, dejando de lado a Cochabamba y Tarija (tabla 1). Además, se constituye que la actividad ganadera aporta el 4.74 % al producto interno bruto (PIB) en nuestro país (Instituto Nacional de Estadística, 2023).

Tabla 1. Número de cabezas de ganado bovino

Departamento	Cantidad de cabezas	(%)
Santa Cruz	4.433.963	44
Chuquisaca	684.078	7
La Paz	584.388	6
Cochabamba	440.044	4
Oruro	91.718	1
Potosí	208.576	2
Tarija	461.160	5
Beni	3.011.144	30
Pando	135.698	1
<b>TOTAL</b>	<b>10.050.770</b>	<b>100</b>

Fuente: Instituto Nacional de Estadista (2020)

### 3.8 Importancia de la carne bovina

La carne constituye un alimento de alto valor biológico, excelente fuente de micronutrientes que a menudo son limitantes en la dieta, por lo que su consumo es fundamental para responder a los requerimientos cuali cuantitativos de los nutrientes de impacto en la salud (Suarez, 2021).

Según Mendoza *et al.*, (2014) en un estudio realizado, indican que la composición nutritiva concentrada por g/100g de tejido muscular fresco presenta lípidos con  $1.67 \pm 0.05$ , proteína  $21.32 \pm 0.12$ , humedad  $74.56 \pm 0.23$ , materia seca  $25.65 \pm 0.24$ , colesterol  $59.86 \pm 0.31$ , además están los macronutrientes como el sodio con  $65.14 \pm 0.3$ , potasio  $343.79 \pm 3.48$ , calcio  $7.39 \pm 0.20$ , magnesio  $23.97 \pm 0.42$ , fósforo  $207.28 \pm 2.39$ , y como micronutrientes están el manganeso con  $0.017 \pm 0.001$ , hierro  $2.47 \pm 0.09$ , zinc  $3.82 \pm 0.082$  y el cobre con  $0.14 \pm 0.009$  en importancia.

Según Cadena (2006) citado por Coca (2012) la carne de bovino está constituida por 70 % de agua, 21 % de proteína y 6 % de grasa. Comparado con la carne de cerdo que presenta 53 % de agua, 14.5 % de proteína y 30.3 % de grasa, y la de pollo con 70 % de agua, 21 % de proteína y 6 % grasa.

En cambio, para Suarez (2021), los valores medios reportados generalmente se sitúan entre un 65 y 80 % de agua, 16 a 22 % de proteína, 1 a 15 % de grasas, 1 % de cenizas. Este valioso alimento presenta alto contenido de minerales de elevada biodisponibilidad (hierro y zinc), vitaminas (B1, B6, B12 y retinol), hidratos de carbono, aminoácidos esenciales de alta digestibilidad entre otros componentes.

### 3.9 Producción de carne bovina en Bolivia por departamento

En los resultados del Instituto Nacional de Estadística (2017) de la Encuesta Agropecuaria del 2015, la producción de carne bovina en Bolivia fue de 268.606 toneladas, donde los departamentos de Santa Cruz, Cochabamba, Beni y La Paz se destacaban en la producción (figura 1).

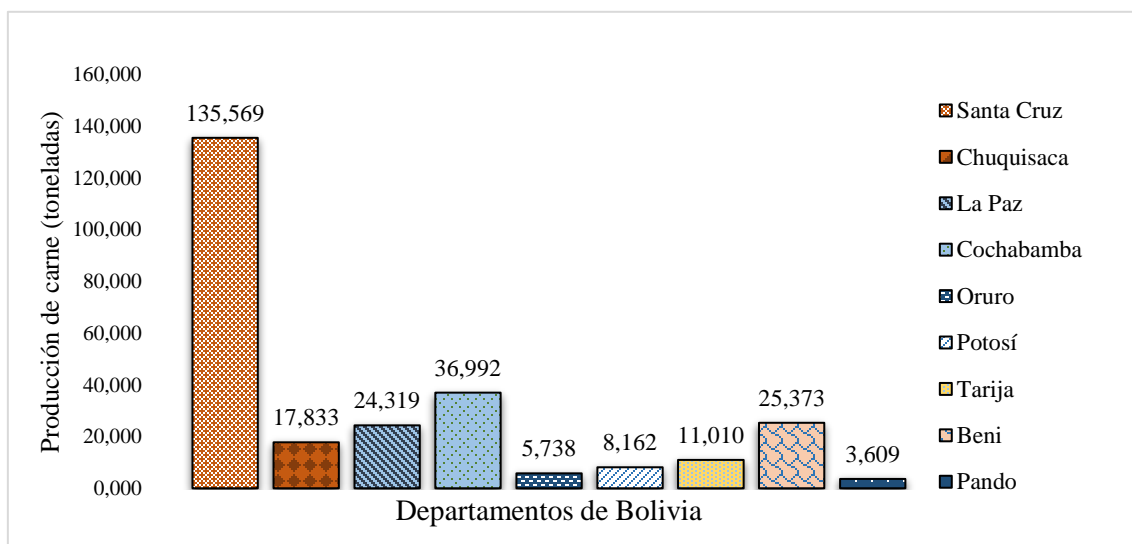


Figura 1. Producción de carne bovina por departamentos

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2017)

La citada fuente también indica, cuando la pandemia paralizó al mundo, Bolivia exportó más de 14 millones de kilos de carne bovina a China, Perú, Ecuador y la República de Congo, hasta entonces fue el pico más alto de producción del país.



Para el Centro de Economistas de Santa Cruz (2021) la producción de carne bovina tomó una tendencia creciente en el año 2020 con 276.4 miles de toneladas, gran parte de esta producción fue gracias al departamento de Santa Cruz quien aportó un poco más del 50 % del total de la producción de Bolivia, luego se encuentra Cochabamba con un aporte del 13 %, posteriormente se encuentran La Paz y Beni quienes aportan un 9 %.

### 3.10 Número de cabezas faenadas por departamento

Información del Instituto Nacional de Estadística (2020) refleja que la cantidad de ganado bovino faenado durante el 2018 fue de 1.063.640 toneladas, y para el 2020 redujo considerablemente a 276.618 toneladas, pese a que los departamentos de Santa Cruz, Cochabamba y la ciudad de El Alto tienen una participación importante en cuanto al faenado de bovinos (tabla 2).

Tabla 2. Cantidad de ganado bovino faenado en periodo del 2018 al 2020

Año	Sucre	El Alto	La Paz	Cochabamba	Oruro	Potosí	Tarija	Santa Cruz	Trinidad	Cobija
2018	33.432	125.518	20.314	154.169	11.609	18.049	16.738	633.028	39.949	8.816
2020	9.679	27.67	5.6	40.073	3.106	5.224	4.429	199.164	12.012	2.931
Total	2018									1.061.622
Total	2020									276.618

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2020)

Según el Instituto Nacional de Estadística (2021) en el derribe de ganado bovino a nivel nacional hace conocer que el número de cabezas faenadas y la producción de carne en el 2013 fue de 824.983 y 162.254, viéndose un incremento hasta el 2018 que llegó a 1.061.046 y 218.625, pero desde el 2019 al 2020 estos fueron disminuyendo hasta llegar a 936.574 y 193.188 en número de cabezas faenadas y producción de carne por ciudades capitales (tabla 3).

Según Ríos (2007) citado por Andrade y Oliva (2015) la orientación actual de la producción de ganado de carne es la obtención de reses con características principales como ser canales magros, con un bajo contenido de grasa y de excelente calidad, que sean animales jóvenes, para obtener una carne tierna con menos grasa, siendo lo ideal de uno a dos años de edad.

Tabla 3. Número de cabezas faenadas y producción de carne bovina (2013 – 2020)

Año	N° de cabezas faenadas	Producción de carne (ton.)
2013	824.983	162.254
2014	838.084	164.473
2015	904.258	179.244
2016	973.434	196.543
2017	977.071	200.497
2018	1.061.046	218.625
2019	983.157	204.203
2020	936.574	193.188

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2021)

### 3.11 Demanda interna de carne en Bolivia

Los datos del Instituto Nacional de Estadística (2017) informaron que el consumo de carne bovina fue de 21.17 kg por persona al año, en su proyección lineal indican que hubo un crecimiento del consumo a 21.58 kg por habitante para el año 2019.

Según el Centro de Economistas de Santa Cruz (2021) el consumo per cápita de carne de bovino más alto del mundo esta encabezado por Argentina, con un promedio de consumo anual de más de 50 kg por persona, consecuentemente le sigue Brasil con 37.4 kg y Estados Unidos con 37.1 kg. Así mismo, en nuestro país el consumo de carne de bovino per cápita incrementó en promedio a 22.45 kg por persona.

### 3.12 Importancia de la alimentación del ganado bovino

Para Ortiz (2014) la alimentación es el aspecto más importante en la producción del ganado por lo que la utilización de forrajes y pastizales, constituye uno de los factores tecnológicos clave. Así mismo, antes de iniciar un programa de alimentación para ganado bovino en pastoreo es necesario conocer los requerimientos nutricionales de los animales en las diferentes etapas fisiológicas, la calidad y disponibilidad del recurso forrajero.

La alimentación de los bovinos es de alta complejidad debido a la gran cantidad de variables de las cuales depende, más aun cuando la base alimenticia proviene del aporte nutricional de la

pradera, durante los periodos críticos de producción de pastos se debe recurrir a la suplementación con forraje conservado y a la adición de granos, como formas de impedir pérdidas en la ganancias de peso diario (Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2017).

Según Cadena (2006) citado por Coca (2012), refiere que la fase de engorde del ganado bovino presenta diversas modalidades como el origen de los animales que entran a formar parte del sistema, la edad al destete, la raza, las condiciones de manejo o circunstancias socioeconómicas o culturales que puedan imponer determinadas limitantes, son factores que condicionan esta etapa final en la vida del animal.

### **3.13 Clasificación de los alimentos para los bovinos**

Para Catrileo (1983) los alimentos utilizados en producción animal contienen los nutrientes que requieren los animales. Sin embargo, estos se encuentran en diferentes cantidades y proporciones por lo tanto es difícil encontrar dos alimentos nutritivamente iguales. Por ello es útil clasificarlos o agruparlos en relación a sus características nutritivas más importante para sacar mayor provecho de su utilización.

El programa de desarrollo lechero del Altiplano (2003) señala que los insumos utilizados en la alimentación de los bovinos se clasifican en forrajeros, concentrados, suplementos y aditivos.

### **3.14 Alimentos concentrados**

Para Muñoz *et al.*, (2019) citado por Panimboza (2022) son los granos y frutos de origen vegetal con muy poca fibra, formados en gran parte por sustancias nutritivas altamente digestibles tales como en el maíz, cebada, arveja, haba, arroz, trigo, sorgo, soya, pepa de algodón, entre otros.

#### **3.14.1 Concentrados energéticos**

Se caracterizan por contener menos de 20 % de proteína y fibra cruda, más de 2.6 Mcal/kg de energía metabolizable en base materia seca. En rumiantes, especialmente vacas en lactancia y ganado en crecimiento, son entregados con el fin de obtener un mayor rendimiento animal que aquel logrado por alimentación exclusiva de forrajes (Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2017).

Para Catrileos (1983) estos aportan cantidades adicionales de proteínas, minerales y vitaminas, llegando a ser de origen animal y vegetal. Entre éstos se puede citar el grano de avena, cebada, triticale, centeno, maíz, afrechillo y ácidos grasos. Para los de origen animal están subproductos de lechería, aceites y ácidos grasos.

### **3.14.2 Concentrados proteicos**

Según el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (2017) son alimentos cuya proteína cruda es superior al 20 % en base materia seca y su contenido energético generalmente inferior a 2.6 Mcal de EM/kg de materia seca. Puede ser de origen vegetal o animal, entre éstos se encuentran el afrecho de trigo, afrecho de soya, grano de lupino, poroto y harina de pescado, entre otros.

En cambio, para Catrileos (1983) en el grupo de vegetales están el afrecho, afrecho de soya, afrecho de maravilla, brote de malta y levaduras, grano de lupino, poroto, afrecho de linaza. Y para el grupo de animales están la harina de pescado, harina de carne, harina de huesos, harina de sangre y la harina de subproductos de aves.

### **3.15 Alimentos voluminosos o forrajeros**

Ensminger (1993) menciona que el forraje es el material vegetal fresco, seco o ensilado que se da como alimento al ganado (pastura, heno y ensilaje), en estado seco los forrajes contienen más del 18 % de fibra. Muchas veces se habla de alimento fibroso como sinónimo de forraje, aunque el alimento fibroso suele ser un alimento más grueso y de mayor volumen que el forraje, los alimentos fibrosos representan el 75.4 % de todos los alimentos para el ganado en engorde, la proporción entre el consumo de forrajes y de concentrados varía mucho de acuerdo con el precio, la época y la clase de animal.

### **3.16 Alimentos suplementarios**

Para el programa de desarrollo lechero del Altiplano (2003) son sustancias utilizadas para mejorar el valor alimenticio de los forrajes y los concentrados, entre los principales suplementos tenemos a los pastura, heno y ensilaje agrupados en macrominerales (calcio, fósforo, sodio, magnesio, cloro, potasio y azufre) y los microminerales (cobalto, yodo, hierro, selenio y zinc) requeridos en pequeñas cantidades, las vitaminas (A, D y E). Los alimentos forrajeros y

concentrados no siempre aportan los nutrientes requeridos en la ración, como es el caso de minerales y vitaminas.

### **3.17 Aditivos**

Según Orskov (2004) son productos que se agregan en pequeñas cantidades a los alimentos balanceados con múltiples funciones, en esta categoría se incluyen las vitaminas, los minerales y los aminoácidos. Para muchos nutriólogos, estos nutrimentos no se consideran aditivos, para otros sí. Pero desde el punto de vista práctico es una manera simple de clasificar las fuentes de alimentos.

Para el reglamento general de sanidad animal son sustancias que se añaden a los alimentos para mantener o mejorar su inocuidad, su frescura, su sabor, su textura o su aspecto alimenticio (Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria, 2022). En cambio, para el organismo internacional regional de sanidad agropecuaria de la Unión Europea los aditivos son sustancia de uso específico que se incluye en el alimento para favorecer su presentación, preservación, ingestión, aprovechamiento o pigmentación en los animales y sus productos (Dirección Regional de Inocuidad de Alimentos, 2016).

### **3.18 Probióticos**

Los probióticos son “microorganismos vivos” (bacterias, hongos y levaduras) de efectos benéficos en la fermentación ruminal, incrementando las bacterias intestinales, promoviendo una respuesta del sistema inmunológico natural que contrarresta los microorganismos patógenos. Además, mejora las defensas del cuerpo contra la infección creando un biofilm protector sobre la mucosa intestinal (Fuller, 2004).

El ya mencionado autor indica que la mayoría de las bacterias que se utilizan como probióticos pertenecen a las especies *Lactobacillus*, *Enterococcus* y *Bacillus*. También se utilizan levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) y los hongos (*Aspergillus oryzae*). De forma general las bacterias son más utilizadas en animales jóvenes (hasta los seis meses de edad) y las levaduras en animales con lumen funcional (bovinos de carne, en crecimiento y vacas en lactación).

La palabra probiótico fue empleada por primera vez por Lilly y Stillwell en 1965, para describir cualquier sustancia o microorganismo que contribuya al balance microbiano intestinal en los animales (Herrera, Coto y Medina, 2010).

Según Risley (2005) se realizaron muchas investigaciones sobre el efecto de los probióticos para determinar el rendimiento, la salud y la población microbiana del ganado. La mayoría de estos estudios indican que los probióticos tienen la capacidad de modificar la población intestinal al incrementar el número de bacterias benéficas. Dicho efecto sobre el rendimiento de los animales ha presentado variaciones.

Se han propuesto varios mecanismos de acción para los probióticos según Figueroa, Cervantes y Dominguez (2006) como reducir el pH intestinal, debido a los ácidos excretados por los microorganismos probióticos, que evita la proliferación de los patógenos, un efecto competitivo de los probióticos que puede deberse a la ocupación de los lugares de colonización, capacidad de secreción de antibióticos naturales por parte de los Lactobacilos y bacterias bífido-génicas, que pueden tener un amplio espectro de actividad sobre patógenos, efecto sobre el sistema inmunológico del intestino, esto aumenta las posibilidades para mayor competencia por los receptores y por sitios de adhesión en la mucosa intestinal, mayor inhibición del crecimiento de algunas especies de patógenos, aumento de competencia de nutrimentos con la flora intestinal, mayor prevención de transposición bacteriana y aumento de la secreción de mucina protectora del intestino y mejora la absorción de lactosa lo que puede deberse a la acción de la enzima  $\beta$ -galactosidasa producida por *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* (normalmente presentes en el yogurt).

### **3.19 Requerimiento nutricional de los bovinos de engorde**

Según Roberto (2009) citado por Coca (2012) quien expresa que los requerimientos diarios para toretes de ceba con condición corporal de 3.5 puntos y un peso de 250 kg obtienen una ganancia de peso de 1.0 kg/día, de energía neta de mantenimiento 4.44 Mcal, de energía neta de consumo 1.0 Mcal, proteína metabolizable de 0.239 kg, proteína bruta 0.539 kg, calcio en 8 g y fosforo en 6 g.

La alimentación tiene que cubrir las necesidades de mantenimiento, una parte importante de los nutrientes ingeridos por los bovinos son destinados al mantenimiento del estado corporal, como

funciones vitales de respiración, circulación, digestión, excreción, actividad física, renovación de células y mantenimiento de la temperatura corporal (Cerdas, 2013).

Recientemente Mendoza y Ricalde (2016) aseveran que los principales requerimientos en la producción de engorda son la energía y proteína, no deben de desatenderse los minerales y vitaminas. Anteriormente se usaban los requerimientos del NRC (1984), los cuales consideran el tamaño de la raza (talla mediana y grande), se basaban en un gran número de datos para calcular el valor energético de los alimentos, considerando ajustes para efectos del proceso de los alimentos y del medio ambiente en los requerimientos, además de presentar una relación de ecuaciones de predicción de consumo y ganancia de peso, así como la estimación de consumo de agua.

Los citados autores también indican, actualmente se usan los requerimientos del NRC (2000), donde los requerimientos de energía son uno de los principales aspectos en un corral de engorda, por lo que depende del peso metabólico, la tasa de crecimiento deseada, los gastos de actividad, los cambios en el metabolismo influidos por el medio ambiente en condiciones fuera de la termoneutralidad, el sexo y la edad fisiológica. Además, estiman que los requerimientos de mantenimiento varían de 3 a 14 % por sexo, raza y edad fisiológica.

Los requerimientos nutricionales en bovinos para crecimiento o ganancia de 0.5, 1, 1.5, 2 y 2.5 kg por día en animales que pesan entre los 200, 250, 300, 350, 400 y 450 son estimadas de acuerdo al requerimiento de cada animal en estudio, donde se deben de considerar la EM en Mcal/día, la proteína metabolizable en g/día, el calcio en g/día y en fosforo en g/día (NRC, 2000).

### **3.20 Concentración de nutrientes en raciones de engorde**

Las recomendaciones de los especialistas de la Universidad de Nebraska y del departamento de Agricultura de los Estados Unidos para las raciones de recepción (tabla 4) mencionan, que es importante señalar que en estos sistemas se utilizan altas cantidades de grano por lo que la adición de ionóforos es una práctica obligada. No se debe cambiar drásticamente un sistema de alimentación, si se quiere incrementar los niveles de granos en la ración hay que hacerlo en forma paulatina, existe el riesgo de acidosis subaguda que permanece en forma continua (Mendoza y Ricalde, 2016).

Tabla 4. Concentración de nutrientes recomendado para la recepción y adaptación

Concepto	Recepción	Ración de adaptación 1	Ración de adaptación 2
Volumen	1	1	1
Proteína cruda (%)	11.5 - 12.5	11.5 - 12.0	11.5 - 12.0
ENg, Mcal/kg	0.94	1.14	1.25
Ca (%)	0.5 - 2.0	0.5 - 1.5	0.5 - 1.0
P (%)	0.35	0.30	0.30
K (%)	1.0 - 1.25	0.60	0.60
Forraje (%)	45	30	20
Días de ración	5 - 7	5 - 7	5 - 7

Nota: % = porcentaje; EN = energía neta; Mcal = mega calorías; Ca = calcio; P = fosforo; K = potasio

Fuente: Ricalde *et al.*, (1998) citado por Mendoza y Ricalde (2016)

Los toretes para Freire (2020) son los bovinos machos enteros de un año o más de edad en levantamiento, destinados para la reproducción o ceba. Padilla (2007) indica que en la práctica de engorda, independientemente del tipo de raciones alimenticias utilizadas para los bovinos, se deben cubrir los cinco elementos primordiales como el agua, energía, proteína, vitaminas y minerales. A continuación, se indican las funciones e importancia de cada uno de los elementos:

### 3.21 Agua

Para Cseh (2003) el agua químicamente pura, es la combinación del hidrogeno con el oxígeno, en su estado natural es clara, sin color, ni olor. Forma parte de la alimentación de los animales, después del oxígeno es el componente más importante e indispensable para la vida. Los animales utilizan el agua para su nutrición y crecimiento, la obtienen del contenido del alimento, la que se produce durante el momento de asimilación de los mismos y el agua de bebida, actúa como un amortiguador entre su propia temperatura y el medio ambiente.

La citada autora también indica, que un bovino adulto consume entre 8 a 10 % de su peso vivo. Que un bovino de carne puede consumir entre 26 a 66 litros por día. En zonas áridas es de 1 a 2 tomas diarias, el exceso genera diarrea en terneros. El mejor método es proporcionar agua fresca, limpia, ad libitum y de fácil acceso. También hace referencia a que hay diversos factores que influyen sobre la cantidad requerida tales como la raza, edad, estado fisiológico, temperatura y humedad ambiental, velocidad del viento, contenido de proteínas e hidratos de carbono en la



dieta, y la ingestión de sales. La privación de agua provoca pérdida de peso, debido a la pérdida de agua en los tejidos, el intestino actúa como reservorio de agua que mantiene hidratado al organismo. En general todos los forrajes secos y concentrados demandan un consumo mayor que los forrajes verdes.

### **3.22 Energía**

Se define como el potencial para realizar trabajo y puede ser medido únicamente en referencia a condiciones estándares definidas, por tanto, todas las unidades definidas son igualmente absolutas. El julio (J) es la unidad preferida para expresar electricidad, mecánica y energía química (NRC, 2000).

Para Smith (2011) las fuentes principales de energía son la celulosa y hemicelulosa de los forrajes, la celulosa tiene un menor valor energético, pero dado que los rumiantes digieren grandes cantidades de celulosa en el rumen pueden proporcionar suficiente energía para el bovino de carne. Pero para Rafaelli (2014) citado por Quezada (2018) en el rumen se produce el proceso más importante, el desdoblamiento de la celulosa y de otros polisacáridos. Los carbohidratos se obtienen de los granos como el trigo, sorgo, maíz, los forrajes y subproductos como la melaza. En producción de carne, si se aumenta el grano se forma más propiónico que tiende a favorecer la deposición de grasa corporal.

Las necesidades de mantenimiento energético pueden ser cubiertas con solo forrajes, sin embargo, el bovino de engorde requiere altas cantidades de energía, para la producción de carne según Hidalgo (2013).

Así mismo, el Instituto de Investigación Agropecuaria (2017) señala que los requerimientos de los animales deben cubrir los procesos digestivos, los desgastes por actividad y producción, pérdidas fecales y urinaria, como también la energía que pierden en la utilización de los alimentos, relacionados con la energía bruta que se desprende al combustionar en forma completa un alimento, la energía digestible es la que queda una vez que se ha restado a la energía bruta, se pierde a través de las heces fecales, y la energía metabolizable corresponde a la energía digestible menos las pérdidas de energía que ocurren a través de la orina y en los gases, producto de la fermentación en el rumen.

### **3.23 Proteína**

Smith (2011) indica, contribuyen el material básico para el desarrollo de músculos, huesos, sangre, órganos, piel, pelo, cuernos y pezuñas. Según Castañón y Rivera (2005) citados por Cortez, Paredes y Cabrera (2014) la proteína cruda está formada por dos fracciones: la proteína verdadera, conformada por cadenas de aminoácidos, y el nitrógeno no proteico que está compuesto por amidas, aminoácidos libres, pigmentos, sales de amonio, alcaloides, glucósidos y otros.

De acuerdo con el Instituto de Investigación Agropecuaria (2017), debido a la actividad biológica, el organismo animal también se elimina nitrógeno, sea a través de las heces fecales o la orina. Dichas pérdidas deben ser compensadas, necesidad que corresponde al requerimiento proteico de mantención. Por esta razón, es importante suministrar a través de la alimentación un adecuado tenor proteico.

De acuerdo con la fuente cita, un elevado aporte de proteína bacteriana al total de requerimientos y un déficit relativo de energía, limita la síntesis proteica bacteriana produciéndose con ello un exceso de amoníaco en el rumen que se absorbe, provocando problemas de salud y fertilidad. Sin embargo, una parte de este amoníaco se recicla, vía urea a la saliva, para nuevamente ingresar al rumen.

### **3.24 Vitaminas**

Rivera y Llaqué (2014) aclaran, son compuestos orgánicos, presentes en mínimas cantidades en los alimentos, no son sintetizadas por los animales en niveles suficientes, por lo que su presencia en las raciones es necesaria a fin de permitir el desarrollo de funciones biológicas de mantenimiento, crecimiento, producción y reproducción, estas se clasifican en hidrosolubles y liposolubles.

#### **3.24.1 Hidrosolubles**

Son solubles en agua y no se almacenan en el organismo, su suministro en la dieta debe ser constante, una gran mayoría requieren enzimas específicas para la conversión, desde su forma natural en los alimentos hacia la forma en que son absorbidas, son absorbidas por difusión pasiva, la absorción está relacionada a diferentes sistemas de transporte activo y son

mayormente absorbidas en la porción proximal del intestino delgado (Rivera y Llaqué, 2014). En este grupo de vitaminas tenemos a las siguientes:

**Vitamina B o biotina**, ampliamente distribuida en la naturaleza, juega un papel importante en el metabolismo de carbohidratos, lípidos y proteínas. Funciona como coenzima principalmente en la descarboxilación, carboxilación y desaminación. Participa en el ciclo de Krebs, la energía potencial de los nutrientes es liberada para ser usada por todo el cuerpo. Forman purinas que es la parte esencial del ADN y ARN, conversión de la omitina a citrolina importante reacción en la formación de urea, su deficiencia puede ocasionar disminución del crecimiento, pérdida del pelo y dermatitis. Se encuentran en los granos de cervecera, harina de semilla de algodón, leche, grano de sorgo y harina de soya (Reyes, 2000).

**Vitamina B 1 o tiamina**, el ya mencionado autor también indica, en comparación del resto de las vitaminas es la que menos se almacena en los tejidos, se agotan por su deficiencia en la dieta en 1 a 2 semanas, es necesario suplirlas para mantener niveles normales en los tejidos. Actúa como coenzima en el metabolismo energético, en la conversión de glucosa en grasa, participa en el funcionamiento de los nervios periféricos, de manera indirecta ayuda a mantener el apetito normal, el tono muscular y la actividad mental saludable, su aporte se encuentra en las semillas de algodón, harina de maní, harina de soya y harina de girasol.

**Vitamina B 2 o riboflavina**, interviene en el metabolismo de los aminoácidos, ácidos grasos y carbohidratos, la energía liberada queda disponible para las células. Actúa en el funcionamiento de la glándula adrenal y es requerida en la producción de corticoesteroides en la corteza adrenal. Su deficiencia retarda el crecimiento en muchas especies, se encuentra en pastos verdes. También se puede ocasionar la glositis, seborrea, estomatitis angular y queilosis (Roque, 2023).

**Vitamina B 3 o niacina**, es un componente esencial de dos enzimas cofactores que están involucrados en más de 200 reacciones en el metabolismo de los carbohidratos, ácidos grasos, y aminoácidos. La disponibilidad de productos protegidos de la degradación ruminal indica que deberán evaluarse en corrales de engorda, dado que la mayoría de trabajos han sido realizados en ganado lechero estudio realizado por Rungruang *et al.*, (2014) citado por Mendoza *et al.* (2014).

**Vitamina B 5 o ácido pantoténico**, se relaciona a la palabra griega “*pantos*”, que significa en todas partes, se encuentran en todas las células vivas, con una presencia generalizada en casi

todos los alimentos vegetales y animales, por lo que es poco probable observar una deficiencia de esta vitamina. La mayoría de las bacterias, plantas y hongos sintetizan ácido pantoténico, por lo que la vitamina se encuentra prácticamente en toda la naturaleza. Los tejidos animales, sobre todo el hígado, huevos, leche, verduras, carne de res, pollo, legumbres y granos enteros de cereales son ricas fuentes (Roque, 2023).

**Vitamina B 6 o piridoxina**, el citado autor indica que actúa como componente de numerosos sistemas enzimáticos, incluyendo el metabolismo de carbohidratos y grasas, especialmente proteínas. Su deficiencia ocasiona la falta de apetito, retardo en el crecimiento, incoordinación de los músculos, dermatitis, ataques epileptiformes, marcha espástica, coma, anemia, pelaje áspero, alopecia parcial, exudado marrón alrededor de los ojos y deterioro de la vista.

**Vitamina B 9 o ácido fólico**, interviene en reacciones de carboxilación como coenzima, es importante para el metabolismo, la deficiencia causa la anemia macrocítica (anemia megaloblástica), leucopenia, debilidad, falta de energía, palidez, confusión mental y dolores de cabeza en humanos. La deficiencia de hierro también causa anemia, pero una anemia microcítica hipocrómica, mientras que, en la deficiencia de ácido fólico, las células se dividen normalmente, pero con una insuficiente síntesis de hemoglobina (Talero, 2015).

**Vitamina B 12 o cianocobalamina**, influyen en la hematopoyesis y representan el principio antianemia pernicioso de los extractos hepáticos purificados. Junto con el ácido fólico, interviene en la formulación y metabolismo de las purinas y pirimidinas, en la síntesis de las nucleoproteínas y por ello en el mantenimiento de la hemopoyesis normal. Su intervención en el metabolismo del ácido desoxirribonucleico, le hace un factor importante para el crecimiento y desarrollo de ciertas especies animales (Reyes, 2000).

**Vitamina C o ácido ascórbico**, mantiene sanas las mucosas de la boca y vías respiratorias. Presenta propiedades anti infecciosas, contribuye con el buen crecimiento del cuerpo, esto según Adam (2003) citado por Talero (2015). Así mismo ayudan con la formación y mantenimiento del colágeno, sustancia que une las células corporales, mantienen consistentes las paredes capilares y vasos sanguíneos, absorben y transportan hierro, participan en el metabolismo de las grasas y control del colesterol. Contribuyen con el mantenimiento saludable de dientes y huesos además participa en el metabolismo del ácido fólico además de ser un antioxidante general (Reyes, 2000).

### 3.24.2 Liposolubles

Estas vitaminas se someten a un proceso digestivo similar a los triglicéridos de la dieta, principalmente en la porción proximal del intestino delgado. Este procedimiento incluye emulsificación, que es propiciada por las sales biliares, acción de lipasa pancreática y la formación de micelas mixtas, es requisito para su absorción en células intestinales (Rivera y Llaqué, 2014).

**Vitamina A o retinol**, es esencial para la visión, crecimiento, diferenciación celular, reproducción, integridad del sistema inmune, mantenimiento del epitelio y secreción de mucus. Sin embargo, todas esas funciones se pueden agrupar en dos, puesto que la vitamina A tiene sólo dos roles importantes en el organismo, sobre el ciclo visual y la función sistémica (Roque, 2023).

Este mismo autor cita a la NRC (1988) donde indica que la deficiencia de vitamina A se manifiesta en la baja ganancia de peso, incoordinación, parálisis posterior, ceguera que cuando es más severa, los trastornos se complican al nivel de los epitelios y mucosas del ojo, la córnea se seca y opaca, trastorno conocido como xeroftalmia (ojo seco) que es la aparición de manchas blancas en la conjuntiva.

**Vitamina D o colecalciferol**, participa en la asimilación y utilización del calcio y fosforo, promueve el crecimiento y mineralización de los huesos, incluyendo los del feto, desarrollo dental saludable, mantiene los niveles normales de citrato en la sangre, su deficiencia provoca raquitismo en animales jóvenes, osteomalacia y tetania. De forma natural se encuentran en los henos secados al sol, hojas de avena, cebada y trigo (Reyes, 2000).

**Vitamina E o tocoferol**, su función principal es de antioxidante, importante en la reproducción de las membranas celulares y ayuda a mantener la estructura y función de todos los músculos, esencial para el sistema inmunológico. El NRC (2000) mencionado por Ramírez *et al.*, (2017) recomienda solo de 50 a 100 UI de vitamina E diariamente para crecimiento de novillos de engorda en finalización. Sin embargo, para obtener beneficios a nivel del sistema inmunológico y lograr impactos en la calidad de la carne se pueden incrementar las dosis (Ramírez y Mendoza, 2017).

**Vitamina k o filoquinona**, controla la coagulación de la sangre, algunas veces actúa como transformadora precursora de proteínas para activarlos como factores de coagulación. Su deficiencia prolonga el tiempo de coagulación, hemorragia y muerte en casos severos. Esta ampliamente distribuida en las raciones normales para animales de granja como en el maíz entero, harina de pescado, heno curados, pastos verdes, granos de sorgos entre otros (Reyes, 2000).

### **3.25 Minerales**

Para Pillajo (2019) las sales minerales son los alimentos más importantes que representa un aporte nutricional en el ganado destinado a la producción de leche y/o carne, debido a que realizan cambios importantes en el metabolismo y nutrición del organismo del ganado, logrando mantener la salud y bienestar del animal, estimulando el crecimiento y promoviendo un elevado rendimiento en la producción.

El nombrado autor también indica que entre los beneficios más relevantes del consumo correcto de sales minerales en el ganado están la formación correcta de la estructura ósea y formación dental del ganado, equilibrio básico y regulación de la presión osmótica, regulan el intercambio de agua y solutos dentro del cuerpo animal, constituyentes estructurales de tejidos blandos, son esenciales para la transmisión de los impulsos nerviosos y para las contracciones musculares. El sistema enzimático y transporte de sustancias que sirven como constituyentes esenciales de muchas enzimas, vitaminas, hormonas y pigmentos respiratorios, o como cofactores en el metabolismo, catálisis y como activadores enzimáticos, reproducción y sistema inmune.

Según Roque (2023) la suplementación de sales minerales debe ser suministrada en relación a la edad, condición de salud del animal, además de tomar en cuenta las temporadas de forraje durante el año. Y las clasifican en macrominerales y microminerales.

#### **3.25.1 Macrominerales**

**Calcio**, es uno de los más importantes en ganado de carne y entre sus principales funciones están la formación del esqueleto, huesos, dientes y mantenimiento. Componente importante de la sangre y el tejido nervioso, además participa en la activación de enzimas. Su deficiencia provocaría raquitismo en animales jóvenes y osteomalacia en adultos, así mismo disminuye la

absorción de nutrientes en intestinos como consecuencia habrá poco crecimiento y afección reproductiva. Normalmente el calcio no es un problema, la mayoría de los forrajes satisfacen las necesidades durante todo el año, pero en algunos lugares y épocas suele escasear en la dieta (Roque, 2023).

**Fosforo**, es deficiente durante todo el año, cuando los forrajes están creciendo poseen cantidades adecuadas de fósforo, se recomienda suplementar conjuntamente con calcio todo el año a discreción. El fósforo a menudo se analiza junto con el calcio, porque los dos minerales funcionan juntos. Aproximadamente el 80 % del fósforo del cuerpo se encuentra en huesos y dientes y el resto se distribuye en tejidos blandos. El fósforo también actúa en el crecimiento celular y diferenciación como componente de ADN y ARN, energía utilización y transferencia como componente de ATP, ADP y AMPERIO, formación de fosfolípidos, y mantenimiento de ácido base y equilibrio osmótico. También es requerido por el rumen. Para el crecimiento de microorganismos y metabolismo celular (NRC, 2000).

Acotando Torres (2018), también constituyen los huesos y dientes, el metabolismo energético, regula la sangre, compone ácidos nucleicos y fosfolípidos. Su deficiencia ocasiona osteomalacia, baja el apetito, así como la reproducción.

**Potasio**, actúa en el balance del mecanismo ácido base, no se han descrito insuficiencia y se sabe que esta disponibles en los forrajes. No es considerado un problema y no se necesita suplementar. El potasio es un estimulante de la irritabilidad muscular y es requerido para la síntesis de glicógeno y proteínas, así como el desdoblamiento metabólico de la glucosa. La deficiencia produce una disminución en la ingesta de alimento y en la ganancia de peso diario, pica, manto de cobertura afectado, decolorado y de mal aspecto, debilidad muscular. En el ganado productor de carne esta deficiencia no es nada común (Bauer, Rush y Rasby, 2009).

**Sodio**, regula la presión osmótica y mantenimiento del balance ácido base, ejerce efecto sobre el proceso de irritabilidad muscular y absorción de los carbohidratos. En este se engloban dos minerales, el Na y Cl, los cuales son administrados en la sal común, como una práctica cotidiana de los productores para estimular o restringir el consumo de alimento, dependiendo de la cantidad ofrecida (Jiménez *et al.*, 2014).

**Cloro**, transporta oxígeno y dióxido de carbono en la sangre, manteniendo el pH del jugo digestivo. Mantenimiento del balance de los líquidos corporales. Regulación de la presión

osmótica y balance ácido-base y regulación del metabolismo del agua en el organismo animal (Roque, 2023).

**Magnesio**, el citado autor también indica que este mineral constituyente los huesos (60 al 70 %), y del 30 al 40 % se distribuye en los tejidos blandos y solo alrededor del 1 % se puede encontrar en el espacio extracelular. Ejerce una gran influencia en la actividad neuromuscular y es requerido en la oxidación celular, es vital para el metabolismo de los carbohidratos y los lípidos, componente esencial de los huesos, cartílagos y exoesqueleto. Estimula el músculo e irritabilidad nerviosa (contracciones), ayuda en la regulación del balance ácido base intracelular y también es importante en el metabolismo de carbohidratos, proteínas y lípidos

**Azufre**, componente esencial de aminoácidos (metionina, cisteína y cistina), vitaminas (tiamina y biotina), la hormona insulina y exoesqueleto de crustáceos. Está involucrado en la destoxificación de compuestos aromáticos dentro del cuerpo animal. Constituye el 0.15 % del tejido corporal y se encuentra en el pelo, lana, fibra, pezuñas, cuernos entre otros (Roque, 2023).

### 3.25.2 Microminerales

**Cobalto**, forma parte del complejo vitamínico B12, que es sintetizado por los rumiantes, es utilizado como coenzimas en muchos sistemas de proceso enzimáticas, una deficiencia junto a B12 produce anemia, pérdida de apetito, pérdida de peso, debilidad y muerte. Normalmente se encuentra disponible durante todo el año y pueden verse carencias en época de sequía. Disminución del apetito y falta de crecimiento o peso moderado. Los hallazgos indican que una incapacidad por parte del rumen microorganismos para convertir el succinato en propionato es una manifestación temprana de la deficiencia de cobalto según Kennedy *et al.*, (1991) citado por NRC (2000).

**Cobre**, los requerimientos varían de 4 a 15 ppm, dependiendo en gran medida de la concentración de molibdeno y azufre. La concentración recomendada en la dieta es de 10 ppm, esta parece ser la concentración adecuada de cobre para mantener un 0.25 % de azufre y 2 mg de molibdeno. El cobre absorbido es excretado primeramente en orina, las mayores reservas están en el hígado (De la Cruz, 2013).

**Iodo**, se considera como el elemento más pesado en el organismo animal, está ampliamente



distribuido en la naturaleza. Su rol fisiológico importante radica a su función como un constituyente de las hormonas tiroideas, las cuales son a la vez necesarias para el crecimiento y desarrollo de los animales y el hombre. La concentración de yodo en los alimentos es extremadamente variable, depende de la concentración de yodo en los suelos. La concentración de yodo en el agua de consumo sirve como indicador del contenido de yodo en las rocas y suelos de la región. Las áreas con deficiencia de yodo presentan niveles de en el agua, por debajo de 2  $\mu\text{g/l}$ , comparados con niveles de 9  $\text{g/l}$  en otras áreas (Roque, 2023).

**Manganeso**, La concentración recomendada en rodeos reproductivos de cruzamiento es de 40  $\text{mg/kg}$ . La concentración de manganeso en los forrajes varia en forma marcada dependiendo de la especie, pH y drenaje del suelo, los forrajes normalmente cubren los requerimientos, ensilaje de maíz suele ser carente o estar en el límite de su mínima concentración. Granos de cereales contienen entre 5 a 40  $\text{mg/kg}$ . Otras fuentes de proteínas de origen vegetal contienen 30 a 50  $\text{mg/kg}$ . De origen animal 5 a 15  $\text{mg/kg}$ . Una dieta se considera deficiente cuando tiene menos de 20 a 40 ppm. Niveles sanguíneos menores a 0.05 ppm y niveles de manganeso en hígado de 9 a 15 ppm son usualmente como indicadores de diagnosis en deficiencias. Toxicidad, como la mayoría de microminerales excesivas concentraciones pueden ser toxicas, pero generalmente no se presentan problemas de toxicidad (Bauer, Rush y Rasby, 2009).

**Molibdeno**, participa como cofactor de tres metaloenzimas como xantino oxidasa (deshidrogenasa), aldehído oxidasa y sulfito oxidasa, las cuales catalizan procesos de óxido reducción. La concentración de molibdeno en los forrajes varía considerablemente según el tipo de suelo y pH, suelos neutrales y alcalinos traen aparejado alta humedad y materia orgánica aumentando la concentración de molibdeno en los forrajes. Los granos de cereales y suplementos proteicos tienen un comportamiento similar a los forrajes en cuanto a su concentración. La toxicidad puede ocurrir en forma aguda en vacas de primer parto y lactando, siempre y cuando las concentraciones sean de aproximadamente 20 ppm. Esto resulta en diarrea severa (De la Cruz, 2013).

**Selenio**, fue considerado toxico en algunas áreas, pasturas con niveles menores a 0.1 ppm, se han reportado que producen terneros con una enfermedad llamada “enfermedad del músculo blanco”, su presencia se la relaciona con vitamina E y su deficiencia conduce a músculo blanco en terneros recién nacidos, problemas cardiacos, parálisis y lamido en exceso. Niveles de 20 a

30 ppm pueden resultar ser tóxicos que ocasionan la pérdida de apetito, en el manto pérdida de pelo desde la cola, caída de pezuña y muerte. Según los datos de investigación disponibles, el requerimiento de selenio del ganado vacuno puede alcanzar 0.1 mg/kg. Se han informado signos subclínicos de deficiencia de selenio en vacas y terneros para carne que reciben forrajes que contienen de 0.02 a 0.05 mg/kg (NRC, 2000).

**Zinc**, los mismos autores indican que actúa como ion libre en las células. Todas esas funciones se manifiestan en el crecimiento celular, síntesis proteica, división celular, integridad del pelo, inmunidad mediada por células, defensa del individuo. Es componente esencial de un número importante de enzimas y activador de varios procesos relacionados al metabolismo de carbohidratos proteínas y ácidos nucleicos, también zinc se lo requiere en el desarrollo y funcionamiento del sistema inmune normal. Las dietas deberían tener 30 mg/kg.

Es una concentración segura y que cubre los requerimientos, la deficiencia, está comprobado que se disminuye la función inmune, sobre todo en ganado estresado. En el rol reproductivo, los machos se ven más afectados en sus funciones. Hay evidencias en investigaciones que el zinc provoca infertilidad con alteraciones en el último estadio de formación de espermatozoides (Bauer, Rush y Rasby, 2009).

### **3.26 Importancia de los suplementos minerales**

Según Lanuza y Remehue (2008) los elementos que tienen que ver con la formación de los tejidos principalmente son calcio, fosforo y manganeso, en procesos de transmisión nerviosa y contracción muscular son importantes el calcio, sodio, fosforo y potasio. El fosforo, sodio, cobalto y yodo para el metabolismo energético, azufre para la síntesis de proteína microbiana, así como también yodo, cobalto zinc, molibdeno, hierro, cobre y magnesio son utilizados en diferentes reacciones enzimáticas (Garcia y Hippen, 2008).

### **3.27 Rendimiento a la canal**

Se refiere al peso frío de un bovino sacrificado, entero o dividido longitudinalmente, una vez desollado, sangrado, eviscerado y depilado se expresa en kilogramos. El canal está directamente relacionado con el peso en pie del animal. El rendimiento en canal al final de la engorda depende de muchos factores que pueden afectar su desarrollo en cualquier momento, pero pueden iniciar su efecto desde el momento mismo de la concepción. Incluyen factores inherentes a la madre,

al mismo animal, factores de manejo y factores ambientales, que además pueden combinarse entre sí y ejercer su efecto de manera conjunta (Instituto Nacional de Estadística, 2021).

La comercialización mundial de ganado ha dado un giro importante debido a la exigencia del mercado por canales con mayor rendimiento y calidad, siendo estas características algunas que determinan el precio de mercado. Quedando claro la importancia de abrir líneas de investigación que permitan determinar si las características genéticas del ganado producido, así como los sistemas de producción establecidos son los apropiados para producir carne bovina con las características que el consumidor demanda (Hernández *et al.*, 2009).

### **3.28 Costo de la producción animal**

Para Bächtold *et al.* (1989) citado por Capellini (2017), son la expresión en dinero de todo lo que se ha invertido para lograr la producción de bienes en una actividad empresarial. A su vez, los costos unitarios representan el monto de las erogaciones promedio para la producción de cada unidad.

Los costos se convierten en asignados, puesto que deben asignarse, cargarse o aplicarse a productos, procesos, trabajos u otras secciones del negocio. La asignación de los costos indirectos implica el uso de una base o índice que refleje la manera en que se utiliza el costo indirecto en secciones distintas (Quiroz, 2015).

Los costos totales son la suma de los costos fijos, variables y semivARIABLES, es decir, todos los costos de los insumos necesarios para la producción. Los costos de producción son la expresión en dinero de todo lo que se ha invertido para lograr la producción de bienes en una actividad empresarial. A su vez, los costos unitarios representan el monto de las erogaciones promedio para la producción de cada unidad (Bächtold *et al.*, 1989).

## 4 LOCALIZACIÓN

### 4.1 Ubicación geográfica

El estudio se realizó en la Zona Cabaña perteneciente a la Comunidad Chonchocoro del Municipio de Viacha, Provincia Ingavi, Distrito 3, entre las coordenadas 16°34'16'' latitud sur y 68°17'21'' longitud oeste. Posee una superficie de 1.086 Km<sup>2</sup> y una altura de 3.886 m.s.n.m. Registra una población de 80.724 habitantes distribuidas y divididas en 5 distritos, cuatro distritos urbanos y un municipio rural. Se encuentra a 25 Km<sup>2</sup> de la ciudad de La Paz y a 18 Km<sup>2</sup> de la ciudad de El Alto (PTDI GAM Viacha, 2016 - 2020).

El promedio de precipitación pluvial registrado en 2020 fue de 20.31 mm, la temperatura mínima registrada fue de - 4.04°C, la máxima de 18.80°C y humedad relativa media de 64.60 % según el Senahmi (2022) citado por Tacuña (2022).

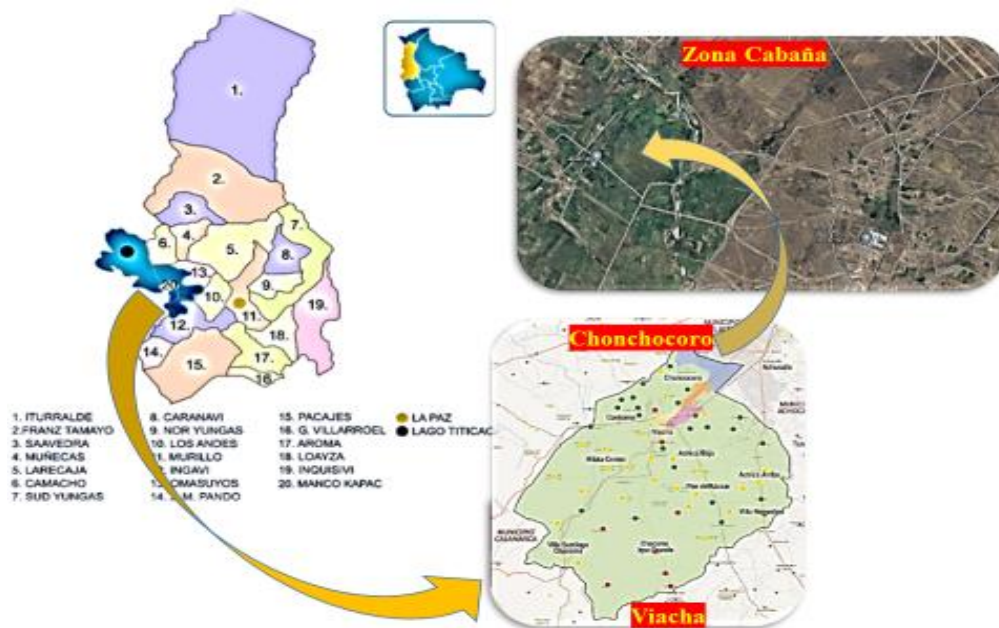


Figura 2. Ubicación de la zona de estudio

Fuente: PDTI GAM - Viacha (2016 - 2020) y Google maps (2023)

### 4.2 Comunidades del Distrito 3 de Viacha

Actualmente el Distrito 3 está conformado por comunidades de la Markka Batallas de Ingavi (tabla 5), donde hay una importante participación de las unidades familiares en Chonchocoro con 247, seguido de la comunidad Mamani con 124, seguido de Contorno Centro con 107 y

Contorno Bajo con 103, también se muestra que Choquenaira cuenta con 33 unidades familiares (Blanco y Ríos, 2019).

Tabla 5. Comunidades del Distrito 3 de Viacha

Comunidades de la Marka Batallas de Ingavi	Total unidades familiares	Comunidades de la Marka Contorno	Total unidades familiares
Challajahuira	33	Contorno Arriba	70
Charahuayto	29	Contorno Bajo	103
Chica Chata	79	Contorno Centro	107
Chonchocoro	247	Contorno Letanias	90
Granja Convento	67	Contorno Pallcoso	39
Humachua	30	Pacharaya	36
Ingavi	76	Pallina Centro	36
Mamani	124	Pallina Chico	37
Santa Rosa de Limani	86	Pallina Grande	63
Surusaya Supripanta	73	Sequechuro	38
Viliroco	30	Sequejahuira	54
Choquenaira	33		
<b>Total</b>	<b>907</b>		<b>673</b>

Fuente: Blanco y Rios (2019)

#### 4.3 Hectáreas por unidad familiar y cantidad de ganado bovino

Terán, Thellaeche y Abad (2020) hacen conocer que la producción se realiza a pequeña escala y está destinada al autoconsumo, los excedentes se comercializan con reducidas capacidades. Los alimentos más producidos y comercializados giran en torno a hortalizas, tubérculos y cereales. También, existe una presencia importante de actividades productivas centradas en la crianza de ganado lechero, peces, abejas, aves y cerdos de corral. Ciertamente, la lechería familiar representa un ingreso importante para muchos hogares y el sector está vinculado a empresas locales y multinacionales con presencia en el territorio.

En un estudio realizado por los ya citados autores, la cantidad de hectarias que poseen las unidades familiares es de 4 a 14 ha., y poseen entre 4 a 18 cabezas de bovinos (tabla 6).

Tabla 6. Hectarias y actividad humana en Distrito 3 de Viacha

Total de Markas	Ha.	Ha. cultivables	Cantidad de ganado bovino	Ingreso por familia (Bs.)
Irpa Chico	5	3	18	2.181
Achica	4	1.5	4	699
Batallas de Ingavi	4	2	7	1.132
Contorno	5	2	7	1.460
Coniri	11	3	6	780
Irpa Grande	6	2	6	1.577
Villa Santiago de Chacoma	14	4	7	1.036
Unificada Villa Ancara	6	3	5	1.260

Nota: Ha = hectáreas; Bs. = peso boliviano

Fuente: Blanco y Ríos (2019)

Así mismo, se destinan entre 1.5 a 4 hectáreas para el cultivo de forraje, como también para producir alimentos para consumos humano. El ingreso mensualmente es desde los Bs. 699 a 2181 para las unidades productoras.

#### 4.4 Clima

Se encuentra fuertemente influenciado por la altitud, que afecta notablemente a la temperatura. Esta zona está enmarcada por la alternancia de una estación seca en invierno y una estación húmeda en verano. La Cordillera Real ubicada al Oeste, constituye una barrera climática durante la estación de lluvias (PDTI GAM - Viacha, 2016 - 2020).

Blanco y Ríos (2019) afirman que, en los meses de noviembre y febrero se registran la precipitación pluvial, la estación húmeda se extiende generalmente cuatro meses de diciembre a marzo, la sequedad es casi absoluta de mayo a agosto, la estación seca es interrumpida entre septiembre y noviembre por algunos periodos lluviosos. Las sequías producen escases de agua tanto para el consumo humano y mucho más para los animales. Sin embargo, los efectos de las lluvias torrenciales afectan a las Markas Batallas de Ingavi, Unificada Villa Ancara, Irpa Chico, Contorno e Irpa Grande los cuales se encuentran en peligro de inundaciones debido a que cuentan con suelos con poca pendiente y las heladas causan pérdidas en los cultivos.

#### **4.5 Suelo**

Las áreas de suelo son de uso agro - pastoril y agrícola, presentan cierta posibilidad de riego, el área es casi plana, de suelos pedregosos, francos, superficiales a moderadamente profundos, bien drenados, con media a muy baja disponibilidad de nutrientes, dentro del uso agrícola extensivo con cultivos andinos, el uso de suelo se emplea únicamente en variedades de cultivos adaptados a las condiciones de clima y la helada, estas actividades se desarrollan bajo niveles tradicionales con el uso de la tracción animal y los implementos manuales (PDTI GAM - Viacha, 2016 - 2020).

#### **4.6 Flora**

La cobertura vegetal predominante con la que cuenta el municipio de Viacha es de tipo pajonal, arbustal y herbazal, el valor forrajero de estas especies es medio a bajo, que está distribuido de acuerdo a la superficie del suelo con la que cuenta el municipio, la cobertura vegetal se encuentra disminuida, ello debido a las condiciones climáticas del lugar, vacas lecheras, ovejas y un poco de llamas con alpacas (PDTI GAM - Viacha, 2016 - 2020). Las comunidades presentan mayor cantidad ichu (*Stipa sp.*) y thola (*Parastrephia*) que brotan en los cerros y pampas (Blanco y Ríos, 2019).

#### **4.7 Fauna**

Las autoras mencionadas anteriormente, indican que entre las especies más representativas se encuentran las águilas, marías, liebres, perdices y palomas, también se observan búhos entre otros. Además de la presencia de ganado bovino, camélidos, ovinos, porcinos y cuyes.

#### **4.8 Servicios básicos**

Es uno de los municipios que durante las últimas gestiones ha logrado cubrir la conexión de energía eléctrica en un 100 % sin embargo, a pesar de esta cobertura total, solamente el 21.1 % de los hogares han logrado hasta el momento acceder a la conexión del alambrado público para contar con conexión domiciliaria. En cuanto al servicio agua potable, el 92.9 % del municipio cuenta con acceso al servicio. Se realizó la compra de un perforador de pozos lo que ha permitido un mayor acceso a este recurso a las comunidades (Terán, Thellaeche y Abad, 2020).

## **4.9 Migración**

Las mismas autoras indican que en las comunidades del Distrito 3, muchas familias en su mayoría jóvenes, migraron al área urbana buscando mejores condiciones de vida, marcando una disminución en el área rural, sin embargo, el área urbana se encuentra en proceso de crecimiento debido a esta migración.

## **4.10 Idioma**

El idioma más hablado en las comunidades más lejanas a la capital es el aymara, sin embargo, en las comunidades cercanas a la capital el idioma que hablan es español – aymara (Blanco y Ríos, 2019).

# **5 MATERIALES Y MÉTODOS**

## **5.1 Material de campo**

### **5.1.1 Semovientes**

Para la investigación utilizó un total de 9 bovinos de la raza Pardo Suizo cuyas edades oscilaron entre los 18 a 22 meses aproximado, con 319,66 y 320,67 de kg de peso vivo promedios.

### **5.1.2 Instalaciones**

- ✓ Galpón
- ✓ Dos comederos lineales de concreto
- ✓ Un bebedero de concreto lineal con capacidad de 500 litros
- ✓ Depósito para los alimentos
- ✓ Un estercolero
- ✓ Una vivienda

### **5.1.3 Insumos alimenticios**

- ✓ Heno de avena
- ✓ Harina de maíz amarillo
- ✓ Afrecho de trigo



- ✓ Sorgo molido
- ✓ Núcleo mineral vitamínico
- ✓ Sal común
- ✓ Agua potable

#### **5.1.4 Materiales e insumos de sanidad**

- ✓ Estetoscopio
- ✓ Termómetro digital
- ✓ Jeringas de 10 y 20 ml
- ✓ Agujas N° 16 y 18
- ✓ Guantes de látex
- ✓ Algodón
- ✓ Bolsas colectoras para materia fecal
- ✓ Cinta masquin
- ✓ Antiparasitario
- ✓ Vitaminas
- ✓ Alcohol al 70 %

#### **5.1.5 Herramientas y material de limpieza**

- ✓ Aplicador de caravanas y caravanas
- ✓ Mocheta
- ✓ Carretilla
- ✓ Escoba
- ✓ Yute
- ✓ 2 Baldes de 20 litros
- ✓ 2 Palas
- ✓ Goma o secador de piso
- ✓ Sogas
- ✓ Rastrillo
- ✓ Botas
- ✓ Overol
- ✓ Guantes de goma y construcción

### **5.1.6 Equipos y material de registros**

- ✓ Balanza digital con capacidad de 4000 kg
- ✓ Balanza tipo reloj con capacidad de 50 kg
- ✓ Cinta métrica
- ✓ Smartphone
- ✓ Cuaderno de campo
- ✓ Linterna

### **5.1.7 Material de escritorio**

- ✓ Hojas de papel bond tamaño carta
- ✓ Impresora Canon
- ✓ Laptop HP
- ✓ Calculadora
- ✓ Programas (Word, Excel, PowerPoint, entre otros)
- ✓ Paquete estadístico Infostat

## **5.2 Metodología**

El periodo de investigación abarcó un total de 75 días calendario, de los cuales 10 días fueron destinados al periodo de acostumbramiento al sistema de confinamiento y adaptación a la nueva dieta, los restantes 65 días fueron de evaluación.

### **5.2.1 Selección e identificación de los animales**

Para el proceso de selección se tomó en cuenta criterios técnicos que incluyeron la edad de los animales, la raza, la docilidad, debido a que facilitan el manejo y su adaptabilidad a las condiciones de la región, así mismo la disponibilidad y el costo de los alimentos. Dicha selección fue de forma aleatoria, se identificó con el uso de caravanas a cada unidad experimental con el propósito de facilitar su control y tener un registro más preciso de cada individuo (anexo 1).

### **5.2.2 Estabulación de los bovinos**

Una vez seleccionados, fueron confinados a un establo con techo de calamina, el cual carecía de paredes en tres de sus lados, el mismo contaba con comederos lineales de concreto en ambos lados, el piso también era de concreto. La distribución de los bovinos para los tratamientos fue de manera aleatoria (anexos 2 y 4).

### **5.2.3 Desparasitación**

Previo al inicio del periodo de acostumbramiento, se procedió a la desparasitación con 10 mg/kg de albendazol vía oral, con el fin de prevenir y controlar parásitos gastrointestinales que merman la producción de los bovinos (anexo 3).

## **5.3 Tipo de investigación**

Según Piura (2006) este estudio es de tipo experimental cuantitativo debido a que se evaluaron dos niveles del núcleo mineral vitamínico en la dieta de los bovinos.

### **5.3.1 Diseño experimental**

Se utilizó un diseño completamente al azar, el cual es descrito por Padrón (1996), de acuerdo a lo que indica el autor, se seleccionaron de manera aleatoria a 9 unidades experimentales de la raza Pardo Suizo, los cuales fueron distribuidos al azar en tres grupos (tratamiento 1, tratamiento 2 y testigo), con tres repeticiones cada uno.

### **5.3.2 Modelo estadístico**

Se empleó el modelo aditivo descrito por Ochoa (2007), diseño que probó los efectos de los niveles de tratamiento y el grupo testigo.

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Una observación cualquiera

$\mu$  = Media poblacional

$\alpha_i$  = Es el efecto de la  $i$  – ésimo nivel del suplemento mineral

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental

Las diferencias estadísticas fueron analizadas mediante prueba de comparación de medias DUNCAN a un nivel de significancia de 5 % (P = 0.05) y para su análisis estadístico se utilizó el programa de INFOSTAT.

### **5.3.3 Factores de estudio**

Dos niveles del (suplemento alimenticio) núcleo mineral vitamínico y un grupo testigo.

- 1) Testigo 0 = Ración única (heno de avena, sorgo, afrecho de trigo y harina de maíz amarillo).
- 2) Tratamiento 1 = 280 g/día/animal del núcleo mineral vitamínico + ración única
- 3) Tratamiento 2 = 290 g/día/animal del núcleo mineral vitamínico + ración única

### **5.3.4 Variables de estudio**

#### **5.3.4.1 Consumo efectivo del alimento en materia seca**

De acuerdo con Alcázar (2002) para el cálculo de esta variable se requiere el peso del alimento ofrecido y el alimento rechazado, para ello se expresa según la siguiente fórmula.

$$CEA = \text{Alimento ofrecido} - \text{Alimento rechazado}$$

#### **5.3.4.2 Ganancia de peso total**

Indica Stahringer (2012), se determina con la diferencia entre el peso final y el peso inicial, se utiliza una báscula calibrada, también se puede hacer uso de una cinta bovino métrica colocando delante de los hombros del animal, donde las puntas de la cinta deben colocarse juntas y la circunferencia debe registrarse

$$GPV = \text{Peso final} - \text{Peso inicial}$$

#### **5.3.4.3 Conversión alimenticia**

Acotando nuevamente Alcázar (2002), indica que la conversión alimenticia está dada por el número de kg de alimento consumidos para incrementar el peso vivo de un ganado en un kg, usualmente medido en un periodo determinado.

$$CA = \frac{\text{Consumo efectivo del alimento}}{\text{Ganancia de peso}}$$

#### **5.3.4.4 Rendimiento a la canal**

Según el Instituto Nacional de estadística (2021) se refiere al peso frío de un bovino sacrificado, entero o dividido longitudinalmente, que una vez desollado, sangrado, eviscerado y depilado, se expresa en kilogramos. El canal está directamente relacionado con el peso en pie del animal. Según Moya (2016), la determinación del rendimiento en peso de la canal o carcaza está dada por la siguiente formula.

$$RC = \frac{\text{Peso canal}}{\text{Peso vivo}} * 100$$

#### **5.3.4.5 Costos de la producción**

Para García (2004) es el valor de lo que sale, medido en término monetarios, potencialmente en vías de ser incurridos, para alcanzar un objetivo específico, de manera, si adquirimos materiales y suministros, se paga mano de obra, sanidad animal, impuestos, mantenimiento de pastos y de cercas para luego vender el animal engordado, los importes gastados se denominan costos.

### **5.4 Procedimiento para elaborar las raciones alimenticias**

Inicialmente el productor contaba con heno de avena, afrecho y sal común, como componentes principales. Sin embargo, es importante destacar que el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal contribuyó significativamente con la subvención para adquirir harina de maíz amarilla, sorgo y el núcleo mineral vitamínico (anexos 5 y 6).

Una vez distribuidas las unidades experimentales, fueron pesados en la báscula (anexo 7) con el objetivo de conocer el peso promedio para preparar las raciones en la etapa de acostumbramiento tomando en cuenta que el concentrado es una ración única a base de heno de avena, afrecho de trigo, sorgo y harina amarillas, cada 10 días fueron pesándose (anexo 8 y 9).

Para determinar las cantidades de los alimentos en kilogramos de materia seca para ser suministrados a las unidades experimentales se procedió a revisar las tablas de requerimiento nutricional de la CNR (2000), tablas de composición de alimentos (Hirsch, 1992), necesidades nutritivas del ganado, el aporte del núcleo mineral vitamínico y el método de Pearson.

En la tabla 7, se detallan las cantidades del aporte nutricional de los insumos utilizados en materia seca, porcentaje de proteína cruda, energía metabolizable, calcio y fósforo.

Tabla 7. Aporte nutricional de los insumos utilizados por día

	MS (kg)	EM (Mcal/día)	PC (g/día)	Ca (g/día)	P (g/día)
Heno de Avena	88.2	1.22	92	2.60	3.40
Afrecho de trigo	88.1	1.76	114	2.00	1.01
Sorgo	87.1	1.78	85	1.80	4.10
Harina de maíz amarillo	82.4	2.37	89	4.10	2.40
Núcleo mineral				2.43	0.60
<b>Total</b>	<b>431.7</b>	<b>9.10</b>	<b>476.0</b>	<b>15.6</b>	<b>14.0</b>

Nota: MS = materia seca; Kg = kilogramos; PC = proteína cruda; EM = energía metabolizable; Mcal = megacalorías; Ca = calcio; P = fosforo.

Fuente: Hirsch (1992), CNR (2000) y Totalpec (2010)

### 5.5 Proporción de los insumos por cada tratamiento

En la tabla 8, en base al promedio de peso inicial se determinó proporción de cada alimento, de acuerdo con el método de Pearson para un 12 % de proteína cruda.

Tabla 8. Distribución de los alimentos ofrecidos

Insumos	MS (kg)
Heno de Avena	28.18
Afrecho de trigo	17.13
Harina de maíz amarillo	39.23
Sorgo molido	15.47
<b>Total</b>	<b>100</b>

### 5.6 Distribución de los tratamientos

Para ello se evaluaron dos niveles de tratamiento con núcleo mineral vitamínico y también se tuvo un testigo, para lo cual se preparó una ración única a base de heno de avena, afrecho de trigo, sorgo y harina amarilla de maíz, al testigo se añadió sal común, en cambio para los dos niveles a evaluarse no se adiciono, debido a que es una sal mineral (tabla 9).

Tabla 9. Distribución de los tratamientos

Nivel	Tratamiento	N° de animales
T1	Núcleo mineral vitamínico con 280 g/día	3
T2	Núcleo mineral vitamínico con 290 g/día	3
Testigo	Ración única	3

Nota: T1 = Tratamiento 1; T2 = tratamiento 2; g = gramos

### 5.7 Requerimiento nutricional para ganancia de peso

Con el peso promedio de cada tratamiento se obtuvo los requerimientos a prepararse para la ganancia de peso. Esto se logró mediante la interpolación de datos de la tabla NRC (2000). También se realizó para ganancia de pesos de cada 10 días (tabla 10) y (anexos 14, 15 y 16).

Tabla 10. Requerimiento nutricional para las unidades experimentales

	Peso vivo (kg)	MS (Kg)	EM (Mcal/día)	PC (g/día)	Ca (g/día)	P (g/día)
Testigo	320.00	9.60	6.746	377.80	11.40	8.80
T1 (280 g/día)	333.00	9.99	7.100	391.32	11.66	9.32
T2 (290 g/día)	320.670	9.62	6.800	387.48	11.414	8.82

Nota: Kg = kilogramos; MS = materia seca; EM = energía metabolizable; PC = proteína cruda; Ca = calcio; P = fosforo; Mcal = megacalorías.

### 5.8 Núcleo mineral vitamínico

Es un núcleo mineral vitamínico especialmente enriquecido con factor T, indicado para mezclar con granos o cereales para la elaboración de alimento balanceado en sistema de confinamiento o semi confinamiento. Contiene desde minerales hasta vitaminas como promotor de crecimiento y eficiencia alimenticia, exclusivo para elaborar alimento balanceado para ganado bovinos (anexo 10). Entre sus aditivos contiene a la levadura *Saccharomyces sp.*, este producto no debe ser ofrecido puro, ni debe ser mezclado con sal común. Las recomendaciones del producto son que debe ser incluido a los granos, de forma que permita un consumo de 3 % de la materia seca total ingerida por el animal (Totalpec, 2010).

## **5.9 Sal común**

Es el suplemento mineral más común en la alimentación de los animales y el hombre. Los animales en crecimiento, las vacas lactantes, las gallinas ponedoras y los animales de trabajo son los más susceptibles de sufrir una deficiencia de sal. Un animal en crecimiento acumula sodio y cloro en su tejido corporal, una vaca lechera elimina 0.58 g de sodio y 1.38 g de cloro por cada kg de leche, un caballo puede producir sudor hasta con 4 % de NaCl (Roque, 2023).

El citado autor también hace conocer, el exceso de sodio en la ración puede producir alcalosis y el exceso de cloro acidosis. Se debe administrar raciones con buen balance catión-anión. Particularmente importante en animales jóvenes y en especial en las aves debido a que tienen limitada capacidad para regular el equilibrio ácido-base. El sodio y potasio son alcalógenos, mientras que el cloro es acidógeno (tiene efecto productor de ácido). El sodio y potasio tienden a incrementar el pH sanguíneo y la concentración de bicarbonato, mientras que el cloro tiende a disminuir el pH sanguíneo y la concentración de bicarbonato.

## **5.10 Heno de avena**

La avena desarrolla en diferentes tipos de suelo, logra alcanzar una mayor producción en suelos franco o francos arcillosos, de clima relativamente fresco y con alta humedad. El momento oportuno de cosecha del forraje para conservarlo como heno es en estado de leche a masa suave del grano (SEFO - SAM, 2012).

## **5.11 Harina de maíz amarillo**

En cuanto a la nutrición animal se refiere al subproducto de la industrialización de productos de origen vegetal destinados exclusivamente a la alimentación animal, llegando a contener un 88 % de materia seca, 3.3 Mcal/kg, 8.8 % de PC y 2.6 % de fibra según Alcázar (1997) citado por Mendoza (2013).

## **5.12 Sorgo molido**

Contiene más proteína cruda que el maíz, cada libra de sorgo proporcionará 0.013 libras más de proteína cruda sobre el maíz. La calidad de los aminoácidos no es tan importante para los animales rumiantes ya que la mayoría de la proteína de sorgo se debe convertir en proteína microbiana en el rumen. El sorgo tiene un contenido de ceniza ligeramente mayor que el maíz,



pero tendrá efectos mínimos en la administración de suplementos de las dietas lácteas. Así, la principal ventaja sería la posibilidad de reducir el nivel de suplemento de proteína cruda de la dieta si el sorgo sustituye al maíz.

### **5.13 Afrecho de trigo**

Alimento de tipo energético y proteico, subproducto de la extracción de harina (almidón). Conocido como uno de los subproductos tradicionales para la alimentación de los animales. No siempre es utilizada de manera conveniente. No es considerada como única fuente de concentrado para vacas lecheras de alta producción, su suministro debería mantenerse por debajo del 25 % de la materia seca de la dieta total a suministrarse diariamente y también dependerá del balance de nutrientes de los diferentes ingredientes según Gallardo (2002) citado por (Mendoza, 2013).

### **5.14 Determinación del rendimiento a la canal**

En vista de que las temperaturas descendieron y para evitar una disminución de la ganancia de peso que se había logrado, junto al productor se tomó la decisión venderlos y para conocer cuánto es el rendimiento a la canal de los bovinos, se realizó seguimiento hasta el Matadero Municipal de Los Andes para su respectivo faeneo (anexos 11 y 12).

### **5.15 Evaluación de los costos de producción**

Una vez vendido a los animales, se realizó comparaciones para determinar los costos de inversión por tratamiento, de esta manera conocer el tratamiento que más aportó en recurso monetario al productor, el tratamiento que le conviene al productor y el que será replicado a futuro.

## 6 RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 6.1 Consumo efectivo de materia seca

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza para el consumo efectivo de materia seca, se tiene diferencia no significativa ( $P > 0.05$ ) debido la adición de dos niveles del núcleo mineral en la dieta de los bovinos, el coeficiente de variación fue de 15 %, dando a entender que los datos obtenidos son confiables (tabla 11).

Tabla 11. Análisis de varianza para consumo efectivo de materia seca

FV	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Tratamiento	17289.76	2	8644.88	0.81	0.49 (NS)
Error	63857.48	6	10642.91		
Total	81147.24	8			
CV	15				

FV = Fuente de variación; SC = Suma de cuadrados; GL = Grados de libertad; CM = Cuadrado medio; F = Valor calculado; CV = Coeficiente de Variación; \*\* = Diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ); \* = Diferencia significativa ( $P < 0.05$ ); NS = Diferencia no significativa ( $P > 0.05$ ).

La prueba de Medias de Duncan al 5 % para el consumo de materia seca demuestra que el T2 con adición de 290 mg/día del núcleo mineral vitamínico alcanzo 748.77 kg, seguido por el testigo con 666.08 kg y finalmente el T1 con 280 mg/día logró 648.12 kg, siendo prácticamente iguales en 65 días de estudio. El promedio fue de 687.66 kg de MS de consumo efectivo.

En un estudio realizado por Coca (2012) en sistemas de engorde de toretes mestizos en el Trópico Húmedo de Ecuador obtuvo 1108.25 kg de MS a base de Brachiaria + Caña + Balanceado, 1066.21 kg de MS de Brachiaria + Caña en 120 días de evaluación, alcanzaron un promedio de 999.08 kg de MS. Estos resultados son superiores a los obtenidos en este estudio.

En otro estudio realizado por Cortez (2010) con la aplicación de raciones de engorde en bovinos mestizos pardo suizo en la Comunidad de Pampajasi, provincia Camacho del departamento de La Paz, obtuvo promedio de 1621.55 kg con la adición de Heno de Alfalfa + Heno de Avena + Urea + Afrecho, 1202.88 kg con Heno de Alfalfa + Heno de Avena + Torta de Soya + Afrecho, 1145.82 kg para su grupo testigo, y 1071.23 kg para otro grupo que tenía Heno de Alfalfa + Heno de Avena + Harina de Haba + Afrecho, con un 9.89 % de coeficiente de variación en 90 días de estudio.

## 6.2 Ganancia de peso total

Los resultados del análisis de varianza para la ganancia de peso total indican una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) con la adición de dos niveles del núcleo mineral vitamínico en la ración de los bovinos en estudio y el coeficiente de variación es de 26.45 %, estos resultados son inferior al 30 %, lo que significa que son confiables (tabla 12).

Tabla 12. Análisis de varianza para ganancia de peso total

FV	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Tratamiento	5614.22	2	2807.11	5.15	0.04 (*)
Error	3267.33	6	544.56		
Total	8881.56	8			
VC	26.45				

FV = Fuente de variación; SC = Suma de cuadrados; GL = Grados de libertad; CM = Cuadrado medio; F = Valor calculado; CV = Coeficiente de Variación; \*\* = Diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ); \* = Diferencia significativa ( $P < 0.05$ ); NS = Diferencia no significativa ( $P > 0.05$ ).

Según la prueba de Medias de Duncan al 5 %, el T2 logró ganar 123.33 kg de peso total, dato superior al grupo testigo y al T1 quienes obtuvieron 67.33 kg y 74 kg respectivamente. En el anexo 13 se detalla la base de datos que se obtuvieron durante todo el periodo de estudio. Además, la adicción de un nivel de 290 g/día del núcleo mineral vitamínico en la dieta de los bovinos interfirió para el incremento de peso en un tiempo menor a los tres meses (figura 3). A pesar de la edad los ejemplares que se utilizaron para el estudio lograron un promedio de ganancia de 88.2 kg en 65 días de estudio.

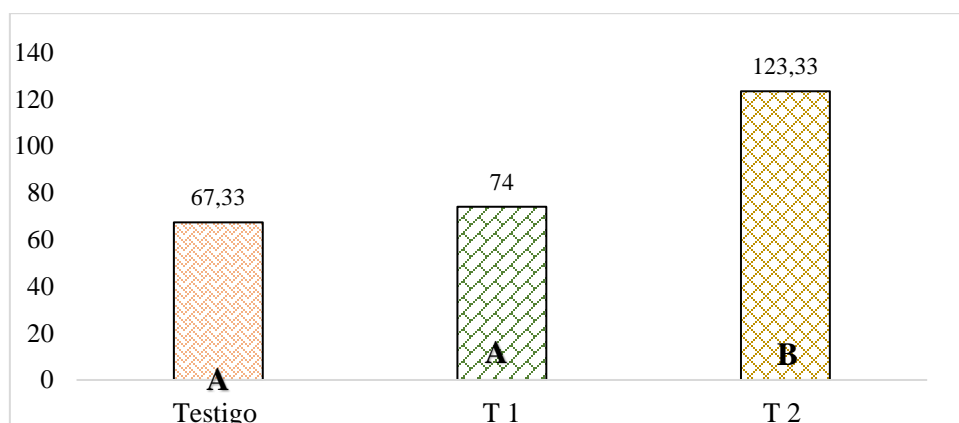


Figura 3. Ganancia de peso total por tratamiento (kg)

Según Suárez (2011) la etapa de engorde es aproximadamente a los 21 meses, en el cual se proporciona alimentación balanceado con granos y otros complementos nutritivos, que permitan

que el animal alcance un peso entre 400 y 450 kg en un tiempo aproximado de 3 meses. Esta etapa es la más corta debido a que se intensifica el proceso a través de la alimentación, luego de que el animal ha alcanzado un buen peso.

En otro estudio realizado por Coca (2012) en sistema de engorde de toretes mestizos en el trópico húmedo de la Comunidad San Simón logró obtener 374.30 y 75.90 kg de peso vivo con la adición de *Bachiaria* + caña + balanceado en 120 días de estudio. Para Parish (2013) las razas europeas generalmente ganan peso rápidamente a comparación de otro grupo de raza de carne y entre razas, la diferencia esperada de la progenie es basada sobre las tasas de crecimiento sobre la genética individual de cada raza y las diferencias entre individuos.

Según Ramirez (2015) en su estudio de evaluación económica del engorde de toretes alimentados con cerdaza, pollinaza y concentrado comercial obtuvo los siguientes resultados 51.70, 108.60, 69.70 y 94.50 kg de peso vivo y 0.575, 1.207, 0.775 y 1.050 kg de ganancia media diaria los cuales son inferiores a los que se obtuvo en este estudio.

En otro estudio realizado por Fernández (2016) y citado Sánchez y Vizcarra (2021) se reportaron incrementos de peso vivo con 61.50 kg en vacas mestizas Brahman sometidas a la suplementación de ensilaje de banano + forraje al finalizar los 90 días. Sin embargo, en un estudio realizado tan solo con tres animales en Capinota - Bolivia por Aquino (2022) quien indica que la raza Brahman tiene un mejor desempeño en ganancia de peso y conversión alimenticia, logrando una ganancia de 185 kg en tres meses.

Contrariamente Aranda y Vindell (2021) estudiaron el comportamiento productivo de toros en un sistema de engorde a corral, departamento de Granada, Nicaragua en 2019, donde la fase de engorda tuvo un periodo de 105 días, su alimentación estaba compuesta de 51.51 % alimento balanceado, 38.28 % de heno Sudan y Sebo - Melaza 10.20 % como peso final de los animales de engorda en tres corrales y así obtuvieron 528.04 kg, 518.52 kg y 521.08 kg para los corrales 3, 2 y 1 de forma respectiva.

Debido a que se contaba con alimento más del tipo energético que proteico los resultados indican que estos animales tienen la capacidad de producir masa muscular con los alimentos que se les ofreció en un periodo de tiempo inferior a lo estimado.

### 6.3 Conversión alimenticia

El análisis de varianza para la conversión alimenticia indica que los resultados obtenidos son no significativos ( $P > 0.05$ ) con la adición de dos niveles del núcleo mineral vitamínico en los bovinos estudiados, por otro lado, el coeficiente de variación es de 22.65 % rango admisible para trabajos de investigación (tabla 13).

Tabla 13. Análisis de varianza para conversión alimenticia

FV	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Tratamiento	27.2	2	13.60	3.6	0.09 (NS)
Error	22.68	6	3.78		
Total	9.88	8			
CV	22.65				

FV = Fuente de variación; SC = Suma de cuadrados; GL = Grados de libertad; CM = Cuadrado medio; F = Valor calculado; CV = Coeficiente de Variación; \*\* = Diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ); \* = Diferencia significativa ( $P < 0.05$ ); NS = Diferencia no significativa ( $P > 0.05$ ).

Según los resultados de la Media de Duncan al 5 %, aunque el grupo testigo obtuvo 10.19 kg, mayor al T1 y T2, quienes alcanzaron 9.40 y 6.17 kg respectivamente, aunque los resultados no son significativamente diferentes. El grupo testigo sólo consumía la ración única compuesta por afrecho de trigo, harina de sorgo, harina amarilla de maíz y sal común.

Estos resultados son inferiores al promedio obtenido por Coca (2012) donde determinó en 120 días de estudio 14.61 kg para conversión alimenticia en toretes tratados con Brachiaria + Caña + Balanceado, 15.61 kg en animales alimentados con Brachiaria + Caña y 17.89 kg en toretes alimentados solo con Brachiaria.

En otro estudio realizado por Cortez (2010) con la aplicación de raciones de engorde en bovinos mestizos pardo suizo en la Comunidad de Pampajasi, provincia Camacho del departamento de La Paz obtuvo promedios de 21.56 kg para su grupo testigo, 11.09 kg con la adición de Heno de Alfalfa + Heno de Avena + Urea + Afrecho, 10.59 kg con Heno de Alfalfa + Heno de Avena + Torta de Soya + Afrecho, 8.59 kg para Heno de Alfalfa + Heno de Avena + Harina de Haba + Afrecho con un 13.09 % de coeficiente de variación en 90 días.

En otro estudio realizado por Rendón (2020) en la evaluación de dietas alimenticias sobre el rendimiento productivo de ganado bovino de carne en la Comunidad Las Balsas obtuvo

promedios de 7.87, 9.08 y 9.87 kg de conversión alimenticia, datos que son inferiores a los que se obtuvo en este estudio.

#### 6.4 Rendimiento a la canal de los animales en estudio

El coeficiente de variación del análisis de varianza es de 7.15 % indicando confiabilidad de los resultados obtenidos en este estudio, presenta una diferencia no significativa ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos para el rendimiento a la canal. Hay que tomar en cuenta que los animales fueron llevados hasta el Matadero Municipal de “Los Andes,” donde fueron sacrificados. Posteriormente, pasaron al área de oreo a ser inspeccionados y finalmente todo el tejido adiposo (grasa que recubre la masa muscular) es retirado hasta obtener masa muscular limpia (tabla 14).

Tabla 14. Análisis de varianza para rendimiento a la canal

FV	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Tratamiento	23.8	2	11.9	0.72	0.52 (NS)
Error	99.55	6	16.59		
Total	123.34	8			
CV	7.15				

FV = Fuente de variación; SC = Suma de cuadrados; GL = Grados de libertad; CM = Cuadrado medio; F = Valor calculado; CV = Coeficiente de Variación; \*\* = Diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ); \* = Diferencia significativa ( $P < 0.05$ ); NS = Diferencia no significativa ( $P > 0.05$ ).

Para los resultados de la Media de Duncan al 5 %, se obtuvo un promedio de rendimiento a la canal de 56.99 %, el testigo logró obtuvo un promedio de 58.47 %, el T1 y el T2 lograron 57.78 % y 56.99 % respectivamente, aunque los resultados no son significativamente diferentes. Esto demuestra que aquellos animales que tienen un peso vivo superior al resto de los animales no siempre son los que desarrollarían mayor masa muscular.

Sin embargo, se debe considerar que existen muchos factores que afectan el porcentaje del rendimiento a la canal, tales como el sexo, la edad, el peso al sacrificio, el porcentaje de grasa corporal, la musculatura y el estado fisiológico (MJ McPhee *et al.*, 2020).

En cambio, Aranda y Vindell (2021) obtuvieron valores superiores de 60.04 %, 60.15 % y 60.14 % en el rendimiento a canal en una finca con 24 horas de ayuno. En otra investigación realizada por Gorrachategui (1997) citado por Hernández (2009), reporta rendimientos a la canal entre 53 y 57.8 % en animales con peso al sacrificio entre 240 y 275 kg. Estos resultados se acercan los que se obtuvo en esta investigación. En otro estudio realizado por Estrada (2016) en el análisis

de la eficiencia de la conversión alimenticia, ganancia de peso y rendimiento a la canal de razas obtenidas mediante cruzamiento de bovinos de carne obtuvo 58 a 62 % en rendimiento a la canal.

## 6.5 Evaluación de los costos de producción

El costo de producción para el engorde en sistema estabulado se calculó en base a la ganancia de peso vivo al momento de realizar la venta de los animales en pie. Entre los costos fijos el T2 fue quien supero con Bs. 9.328.5 al testigo y al T1 con Bs. 8.990.5 y 9.153.5 respectivamente.

Cada bovino fue adquirido con un precio de Bs. 2.500 por tanto se invirtió un total de Bs. 7.500 por tratamiento, para la adquisición de los ejemplares prácticamente el productor debe de contar con Bs. 22.500 en caso de comprar otros 9 bovinos para la siguiente partida. En la tabla 15, se detallan los resultados del análisis de costos fijos y variables, además del costo beneficio para el engorde de los ejemplares de este trabajo de investigación.

Tabla 15. Costo de la producción de ganado bovino (Bs)

Concepto	Testigo	T1	T2
<b>Costos fijos</b>	Bs.	Bs.	Bs.
Compra de toretes	7500	7500	7500
Núcleo mineral vitamínico		175	350
Sal yodada	12		
Costo mano de obra	1466	1466	1466
Costo del agua	12.5	12.5	12.5
<b>Total de costos fijos</b>	<b>8.990.5</b>	<b>9.153.5</b>	<b>9.328.5</b>
<b>Costos variables</b>			
Costo de heno avena	1200	1080	1380
Costo de maíz amarillo	540	540	675
Costo de afrecho trigo	270	243	270
Costo de sorgo	375	250	375
Costo antiparasitario	83.3	83.3	83.3
<b>Total de costo variable</b>	<b>2468.3</b>	<b>2196.3</b>	<b>2783.3</b>
<b>Costo total de la producción</b>	<b>11.458.8</b>	<b>11.349.8</b>	<b>12.111.8</b>
Ingreso bruto	11600	12800	15600
Beneficio neto	141.2	1450.2	3488.2
<b>Beneficio /costo</b>	<b>1.01</b>	<b>1.13</b>	<b>1.28</b>

Entre los costos variables existen diferencias significativas entre el testigo los dos niveles con suplementos mineral vitamínico. Cabe destacar que el ingreso bruto fue Bs. 11.458.8 para el

grupo testigo, Bs 11.349.8 para el T1 con un nivel de 280 g del suplemento mineral vitamínico, no quedando de lado el T2 con Bs. 12.111.8. Para García (2019) quien cita a León - Velarde y Quiroz (1994) quienes refutan que la evaluación económica de sistemas agropecuarios se debe considerar las unidades de análisis siguientes: superficie total, superficie en cultivo, número de animales, carga animal, unidad animal, costos variables, costos unitarios y los ingresos brutos entre otros.

Con los resultados obtenidos se ha podido determinar que el T2 logró un costo de producción con un ingreso bruto de Bs. 15.600, un beneficio neto de Bs. 3.488.2 y un beneficio costo de Bs 1.28, lo cual indica que por cada peso boliviano invertido se estaría recuperando el boliviano invertido y se tendría Bs 0.28 de ganancia neta, este valor es superior al testigo y al T1 quienes consiguieron Bs 0.01 y Bs. 0.13 respectivamente.

Según Quezada (2018), luego del periodo de estudio de 30 toretes sometidos a un sistema de estabulación en el barrio Naranjito de la Parroquia de Oringa, determinó un ingreso bruto promedio de 247.73 dólares por torete y una ganancia de 2219.4 dólares lo cual sugiere que este sistema de alimentación en bovinos es rentable de ahí que resulte interesante invertir en la producción animal, en particular en el engorde de toretes.

En un estudio realizado por Cortez (2010) en la aplicación de raciones de engorde en bovinos mestizos Pardo Suizo en la comunidad de Pampahasi, provincia Camacho del departamento de La Paz obtuvo un beneficio costo de Bs. 1.35, 1.34, 1.36 y 1.18, y que la mezcla de heno de avena, heno de alfalfa, urea y afrecho es la que mostro mejor ganancia de peso frente a las demás al cabo de los 90 días.

Según la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (2020) la experiencia productiva de los Departamentos de Santa Cruz y el Beni son el espíritu emprendedor de los productores que refleja en la intención de crecer, prepararse y producir para los mercados de exportación. Donde los desafíos están en mejorar las capacidades de los productores especialmente del recurso humano para mejorar los índices productivos y aumentar la cantidad y calidad de la oferta exportable trabajando en buenas prácticas pecuarias, infraestructura, acceso al crédito y la tecnología y el Municipio de Viacha no está lejos de alcanzar esas metas debido a que tiene recursos humanos que se ven comprometidos con la producción de ganado bovino.



## **7 CONCLUSIONES**

La suplementación con el núcleo mineral vitamínico más la ración única en el engorde de ganado bovino en confinamiento a un nivel de 290 g/día tiene un efecto significativo para la ganancia de peso total entre los tratamientos, en cambio para el consumo efectivo de materia seca y conversión alimenticia fue no significativo en 65 días de tratamiento.

El empleo de sistemas de estabulación y alimentación para en el engorde de ganado bovino repercute en el rendimiento a la canal, dado que los valores obtenidos se encuentran dentro de los parámetros requeridos en el mercado. Siendo el grupo testigo el que presentó mayor porcentaje de rendimiento la canal con 58.47 %, a pesar que presentaba pesos inferiores en pie, antes del faenado.

Con respecto a la evaluación del costo productivo el tratamiento con un nivel de 290 g/día se destacó por generar Bs. 12.111.88, con una relación beneficio/costo de Bs 1.28; datos que son superiores al testigo y T1, con 1.13 y 1.01 respectivamente.

Por tanto, se concluye que a un nivel de 5 % de confianza se acepta la hipótesis que se planteó al inicio del estudio al demostrar que existe significancia al menos en una de las variables de estudio, donde la ganancia de peso total fue significativa con un coeficiente de confiabilidad del 26.45 %.

Cabe destacar que la productora de la unidad experimental indica que, queda satisfecha con los resultados obtenidos en esta investigación ya que se redujo considerablemente el tiempo de engorde a 65 días, sumándose la reducción de los costos de la producción bovina en sistema estabulado.

## **8 RECOMENDACIONES**

Se recomienda implementar este núcleo mineral vitamínico, así como la ración única en la dieta de los animales ya que tuvo al menos un efecto significativo en una de las variables de estudio. además de considerar alimentos que aporten mayor cantidad de proteína como la torta de soya o cascarilla de soya para generar incremento de masa muscular, no solo alimento que aporten energía lo cual hace que se produzca mayor tejido adiposo que recubre la masa muscular, la introducción de sales minerales logró incrementar la producción en el menor tiempo haciendo que la productora sea la más beneficiada y también se aconseja realizar réplicas de este estudio

en sistema intensivo y semientensivo, con bovinos mestizos y Holstein de la zona debido a que hay mayor cantidad de estos animales en este municipio.

La mayoría de los ganaderos de la zona están acostumbrados a sujetar y/o amarrar con una sogá al forraje natural, algunos disponen de forraje introducido mejorados, más la adición de sales minerales podría incrementar más su producción. No conformarse solo con un tipo de suplemento, se debe seguir buscando más opciones que existen en el mercado, esto con el fin de mejorar la producción y calidad de los bovinos de carne.

Con respecto al rendimiento a la canal, debería considerarse que los animales no siempre son faenados el mismo día en el que se los vende, por tanto, también son sometidos a periodos de ayuno, stress, que hacen que reduzca el rendimiento al canal estimado. Pero eso no es motivo para subestimar el esfuerzo que realiza el productor de ganado bovino de carne.

Debido a que los costos de producción son elevados, se debe tener muy presente que, así como se invierte así también se gana, haciendo la producción más rentable. Para estos también el productor debe tener mente de emprendedor y buscar siempre el bienestar de sus animales cumpliendo con las cinco libertades.

## 9 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agencia de Cooperación Internacional del Japon. (marzo de 2020). Estudio para el fortalecimiento de la competitividad de la cadena de valor de la carne bovina, a través de un diagnóstico integral para la promoción de la exportación destino: Asia. 125. Recuperado el 2 de marzo de 2023, de <https://www.jica.go.jp>
- Alassia, Gustavo; Gatii, Zulma y Stefanazzi, Diego. (2008). Engorde bovino a corral. Diseño y evaluación de proyectos.
- Alcazar, J. (2002). Ecuaciones simultaneas y programación lineal como instrumento para la formulacion de raciones. La Paz - Bolivia: w.k.kellogg.
- Alonso, A., Chongo, B., Zamora, A., Torres, V., Noda, A., y Acosta, F. (2014). Curvas de crecimiento de hembras en desarrollo Siboney de Cuba, hasta 18 meses de edad. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 9. Recuperado el 10 de marzo de 2023, de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.redalyc.org/pdf/1930/193032133004.pdf>
- Andrade, A. y Oliva. (2015). “Sistema de crianza de bovinos de carne en el trópico humedo comparando dos tipos de pastos: *Bachiaria decumbens* vs *Paspalum dilatatum*. Trabajo de titulación de Maestría en Sistemas Sostenibles de producción animal, 155.
- Aquino, J. (2022). Ganancia de peso en bovinos de raza Nelore, Brahman y Gyr en un sistema de confinamiento familiar en el Municipio de Capinota. Cochabamba - Bolivia: Universidad Mayor de San Simon - Facultad de Ciencias Veterinarias.
- Aranda, M. y Vindel (2021). Comportamiento productivo de toros en un sistema de engorde a corral, departamento de Granada, Nicaragua 2019. Managua: Universidad Nacional Agraria.
- Asociación Colombiana de criadores de ganado Pardo Suizo y Braunvieh. (2016 - 2021). Bogota, Colombia. Recuperado el 10 de septiembre de 2023, de <https://www.asopardocolombia.co/pardo-suizo>.
- Bauer Dennis, Rush Iván y Rasby Rick. (2009). Minerales y vitaminas en bovinos de carne. Universidad de Nebraska. EE.UU.
- Blanco, S., y Rios, A. (2019). Identificación de las principales vocaciones productivas de las comunidades del Gobierno Autonomo Municipal de Viacha. Facultad de Ciencias Financieras. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andres.
- Capellini, M. (2017). Análisis económico de una engorda de bovinos de media ceba en el Municipio de Manlio Fabio Altamirano, Veracruz: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

- Catrileos, A. (1983). Principios nutritivos y alimentos para el ganado bovino de la IX región. Tecumo, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Centro de Economistas de Santa Cruz. (diciembre de 2021). Informe sectorial de la producción de carne bovina y sustitutos. 35. Recuperado el 1 de junio de 2023, de [www.economistasc.org.bo](http://www.economistasc.org.bo)
- Cerdas, R. (2013). Formulación de raciones para carne y leche. Desarrollo de un módulo práctico para técnicos. Revista de las sedes regionales, 29.
- Coca, R. (2012). Sistemas de engorde de toretes mestizos en el tropico. Riobamba, Ecuador: Tesis de grado.
- Coordinación general de sanidad animal. (s.f.). Bienestar animal. Faenamiento de animales de producción, Tumbaco, Ecuador: Dirección de Control Zoonosanitario.
- Cortez, A. (2010). Aplicación de raciones de engorde en bovinos mestizos Pardo Suizo en la comunidad de Pampahasi, Provincia Camacho del departamento de La Paz. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.
- Cortez, H., Paredes, D., y Cabrera, C. (2014). Producción lechera y efectos del cambio climático en dos comunidades del altiplano norte. La Paz: Centro de Investigación y promoción campesina.
- Cseh, S. (2003). El agua y su importancia para los bovinos. 4. Recuperado el 10 de noviembre de 2023, de [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.produccionanimal.com.ar/agua\\_bebida/28agua\\_y\\_suimportancia\\_para\\_los\\_bovidos.pdf](https://www.produccionanimal.com.ar/agua_bebida/28agua_y_suimportancia_para_los_bovidos.pdf).
- De la Cruz Benito. (2013). Importancia de los suplementos alimenticios y compuestos minerales para el ganado bovino en época de sequía en Coahuila y Durango. Torreón - México. División Regional de Ciencia Animal.
- Dirección Regional de Inocuidad de Alimentos. (2016). Manual de buenas prácticas para establecer el sistema de fincas en el sector primario: Corral de engorde con fines de exportación de carne y sus derivados a la Unión Europea. El Salvador: OIRSA.
- Ensminger. (1993). Alimentos y alimentación de los animales. Buenos Aires - Argentina: El Ateneo.
- Estrada, L. (2016). Análisis de costos de producción de bovinos carne en el Municipio, San Buenaventura del departamento de La Paz. Torreón Coahuila: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Estrada, S. (2010). Manejo productivo de un sistema intensivo de engorde bovino “feedlot” en la hacienda Meyer Ranch (Dakota del Norte, Estados Unidos). Facultad de Ciencias Agropecuarias. Caldas - Antioquia: Corporación Universitaria Lasallista.

- FAO. (2011). “Situación de la lechería en América Latina y El Caribe” Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Recuperado el 10 de noviembre de 2023, de [http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/comm\\_markets\\_monitoring/dairy/documents/paper\\_lecher%c3%ada\\_amlatina\\_2011.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/comm_markets_monitoring/dairy/documents/paper_lecher%c3%ada_amlatina_2011.pdf).
- Figuerola, J., Cervantes, M., y Dominguez, I. (2006). Alimentos funcionales para cerdos al destete. Mexico.
- Freire, E. (2020). Comportamiento productivo en toretes Brown Swiss x Criollo bajo pastoreo mediante la aplicación de anabólicos en San Luis de Pampil. Universidad Tecnica Estatal de Quevedo. Carrera de Ingenieria Agropecuaria, 78.
- Fuller, R. (2004). Appl. Bacteriology. Gashe b.a. 1992.
- Garcia, A., y Hippen, A. (2008). Alimentacion para vacas lecheras para condición corporal.
- Garcia, J. (2019). Análisis de costos de producción de bovinos carne en el Municipio de San Buenaventura del departamento de La Paz. Facultad de Agronomia. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andres.
- Garzofino, C. (2021). Empoderamiento de las mujeres en el porceso de transformación de los productos lacteos en la Asociación Integral Campesina Cabaña - Chochocoro. Facultad de Ciencias Sociales. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andres.
- Google Maps. (10 de octubre de 2023). Ubicación geograficas de las zona Cabaña, Comunidad Chonchocoro, Municipio de Viacha. Obtenido de <https://www.google.com/maps/@-16.4906996,-68.1995786,1218m/data=!3m1!1e3!5m1!1e4?entry=ttu>
- Hernandez, J; Gomez, A; Nuñez, F; Rios, F; Mendoza, G. (1 de agosto de 2009). Rendimiento de la canal y de los componentes no cárnicos de toretes pardo suizo x cebú en tres sistemas de alimentación en clima cálido húmedo. Universidad y Ciencia, 8. Recuperado el 10 de marzo de 2023, de [www.ujat.mx/publicaciones/uciencia](http://www.ujat.mx/publicaciones/uciencia)
- Herrera, L., Coto, S., y Medina, A. (2010). Uso de prebiótico y probiótico en la producción animal. Costa Rica: Facultad de Ciencias Agroalimentarias.
- Hidalgo, V. (2013). Formulación de alimentos balanceados para el engorde de ganado vacuno. Chucuito - Perú: Zepita.
- Hirsch, P. (1992). Tablas de composición de alimentos para ganado de las zonas centro y centro sur de Chile. Santiago, Chile.
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias. (2017). Manual bovino de carne. Santiago, Chile.
- Instituto Nacional de Estadística. (2015). Censo Agropecuario 2013 Bolivia. INE, La Paz - Bolivia. Recuperado el 10 de marzo de 2023, de [www.ine.gob.bo](http://www.ine.gob.bo)

- Instituto Nacional de Estadística. (17 de mayo de 2017). Encuesta Agropecuaria 2015. Recuperado el 12 de marzo de 2023, de <https://www.ine.gob.bo/index.php/publicaciones/encuesta-agropecuaria-2015/>
- Instituto Nacional de Estadística. (2020). Consumo per cápita de carne de ganado vacuno de la población en Bolivia en el 2018. Santa Cruz.
- Instituto Nacional de Estadística. (2021). Derribe de ganado bovino por ciudades Capitales 2019 - 2020. La Paz, Bolivia.
- Instituto Nacional de Estadística. (2 de febrero de 2023). Recuperado el 10 de septiembre de 2023, de [ne.gob.bo/index.php/la-economia-de-bolivia-crecio-428-entre-enero-y-septiembre-de-2022/](https://www.ine.gob.bo/index.php/la-economia-de-bolivia-crecio-428-entre-enero-y-septiembre-de-2022/)
- Jiménez Rafael, Domínguez Pablo, Rosales Rigoberto y Flores Hilario. (2014). Nutrición mineral en ganado bovino. Centro de Investigación Regional Norte Centro Campo Experimental Valle del Guadiana.
- Lanuza, F., y Remehue, I. (2008). Requerimientos de nutrientes según estado fisiológico en bovinos de leche. Instituto de Investigaciones - Centro Nacional de Investigaciones Remehuele.
- Mac Loughlin, R. (2013). Conversión alimenticia como herramienta de decisión durante los engordes de bovinos. Impacto sobre los precios de venta y el resultado económico. Rosario, Argentina. Recuperado el 10 de 8 de 2023, de [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
- Machón Yanahuaya Robert. (2008). Evaluación del sistema de comercialización de bovinos de carne de la micro región de Humanata, Provincia Camacho. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz - Bolivia.
- Mendoza Rojas, E. L. (2013). Influencia de los núcleos alimenticios sobre el comportamiento productivo de vacas Pardo Suizo en la comunidad Ancocagua. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.
- Mendoza, G., y Rilcalde, R. (2016). Alimentación de ganado bovino con dietas altas en grano (vol. Segunda). México: Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco.
- Mendoza, M., Arenas de Moreno, L., y Huerta, N. (2014). Composición nutritiva de la carne de ganado tropical Venezolano. *An venez nutr*, 10.
- Mj Mcphee , BJ. Walmsley , Hc Dougherty , wa Mckiernan y Vh Oddy. (2020). Predicciones de animales vivos sobre los componentes de la carcasa y la puntuación del mármol en ganado vacuno: Desarrollo y evaluación de modelo. *El consorcio animal*, 396 - 405.
- Moya, M. (2016). "Carcasa, tipos de corte y rendimiento". Facultad de Procesos Industriales Arequipa, Perú: Universidad Nacional de San Agustín.

- Nieto, I. (2018). Gestión de los sistemas ganaderos extensivos bovinos basados en pastos naturales de San Luis (Argentina) y su incidencia en la emisión de gases de efecto invernadero. Tesis doctoral. Zaragoza, Argentina: Universidad de Zaragoza.
- NRC. (2000). Nutrient requirements of beef cattle (seventh revised 1996 ed.). (copyright, ed.) Washington: the national academy of sciences.
- Núñez, D. (2018). “Impacto ambiental de la industria cárnica bovina y sus derivados. Enfoque de ciclo de vida”. Tesis de Mestría. Buenos Aires, Argentina: Ingeniería Ambiental.
- Ochoa. (2007). Diseños experimentales. La Paz - Bolivia: Facultad de Agronomía - Universidad Mayor de San Andrés.
- Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. (2016). El Salvador, San Salvador.
- Orskov. (2004). Nutrición de los rumiantes. Zaragoza - España: Acribia p. 326.
- Ortiz, T. (2014). Estado del arte en tecnología de la producción de ganado: Universidad de la Salle, 229.
- Padilla, F. (2007). Crianza de vacunos de carne. Perú: Macro.
- Padrón, E. (1996). Diseños experimentales con aplicación a la agricultura y la ganadería México: Trillas .
- Panimboza, M. (2022). Evaluación de dietas nutricionales para la ceba de ganado bovino con la utilización de especies forrajeras, Manglaralto, provincia de Santa Elena. Facultad de Ciencias Agrarias. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Fe. Instituto Nacional de Estadística Lena.
- Parhis, J., Godio, L., Maffioli, y Echevaria, A. (2001). Valoración nutritiva de los alimentos y formulación de dietas. Cursos de producción animal, 32.
- Pereira, Andres, Maycotte, Cesar; Francesco, Mauro y Calle, Abel. (2011). Sistemas de producción animal. Primera edición. Caldas, Colombia .
- Peruchena, P. O. (2003). Suplementación de bovinos en sistemas pastoriles. Facultad de Ciencias Agropecuarias - Centro Regional Corrientes.
- Piura, J. (2006). Metodología de la investigación (6 ed.). Managua, Nicaragua. Recuperado el 10 de octubre de 2023, de <https://catalogosiidca.csuca.org/record/unanl.77537>
- Programa de desarrollo lechero del altiplano. (2003). Conservación de forrajes. Componentes de la capacitación . Oruro.
- PTDI. (2016). Plan territorial del desarrollo integral municipal 2016 - 2020. Recuperado el 10 de marzo de 2023, de <http://autonomias.gobernacionlapaz.com/sim/municipio/pdm/viacha2012-2016.pdf>.

- Quezada, J. (2018). Evaluación de engorde de toretes mestizos bajo un sistema de estabulación en el barrio Naranjito de la Parroquia de Orianga, perteneciente al cantón Paltas. Loja - Ecuador.
- Quintuña, J. (2022). Prevalencia de parásitos gastrointestinales en el gando vacuno (*Bos taurus*) en la Parroquia de Guaytacama (vol. Facultad de Ciencias Agropecuarias y recursos naturales). Cotopaxi. Latacunga, Ecuador: Proyecto de Investigación.
- Ramirez, M. (2015). "Evaluación económica del engorde de toretes alimentados con cerdaza; pollinaza y concentrado comercial". Facultad de Ciencias Agropecuarias. Cuenca, Ecuador: Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Ramirez, M., y Mendoza, M. (2017). Vitaminas en el ganado bovino de engorda. Recuperado el 10 de septiembre de 2023, de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.produccionanimal.com.ar/informacion\_tecnica/invernada\_o\_engorde\_en\_general/187-vitaminas.pdf
- Rasby, R. (2005). Consideraciones basicas en la nutricion del ganado bovino. Argentina, 13. Recuperado el 10 de octubre de 2023, de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.produccionanimal.com.ar/informacion\_tecnica/manejo\_del\_alimento/115-cap\_2\_nutricion\_bovina.pdf
- Rendón Gilbert Joseph. (2020). Evaluación de dietas alimenticias sobre el rendimiento productivo de ganado bovino de carne en la Comuna de Las Balsas. Universidad Estatal Península de Santa Elena. La Libertad.
- Reyes, N. (2000). Las vitaminas en la alimentación animal. Managua: Universidad Nacional Agraria.
- Risley, C. (2005). Que se ha hecho para influenciar la salud intestinal y al ambiente gastrointestinal? Mexico, Jalisco: Trabajo presentado en el XII Congreso Bienal Amena.
- Rivera, J. Y. (2014). Importancia de vitaminas en avicultura, vitaminas liposolubles. Lima, Perú: Universidad de Sao Paulo, Campus de Pirassununga - Brasil.
- Roque, Bernardo. (2023). Nutrición animal - Texto de formación universitaria. Primera Edición digital ed.). Puno, Perú: Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C.
- Sanchez, F., y Vizcarra, D. (2021). Implementación de un programa de suplementación estratégica en ganadería de carne. Carrera de Ingeniería Agropecuaria Santo Domingo). Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas.
- SEFO - SAM. (201). Centro de Investigación en forrajes. "La violeta". Empresa de semillas forrajeras: Cochabamba, Bolivia.



- Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria. (2022). Reglamento general de sanidad animal. Bolivia.
- Smith, T. (2011). Guía de la cría de gando vacuno - salud - manejo -reproducción. España - Madrid: Omega.
- Stahringer, R. (2012). Importancia de la conción corporal en la ganadería. EEA - Inta Colonia benitez. Recuperado el 16 de marzo de 2023, de [http://www.brangus.org.ar/cond\\_corp/condicion corporal.html](http://www.brangus.org.ar/cond_corp/condicion%20corporal.html).
- Suárez, J. (2021). “Desarrollo de un plan operacional, organizacional y de financiamiento para la implementación de un centro de recría y engorde semi intensivo de ganado vacuno en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia”. Santiago de Chile: Tesis de Magister - gestión. Santiago de Chile.
- Suescún, J., y Roa, N. (2019). Estudio de factibilidad para la creación de una empresa de engorde de ganado en el Municipio de Saravena. Aruca, Colombia: Proyecto de Grado.
- Tacuña, O. (2022). Plan de contingencia ante riesgo de inundación en el municipio de Viacha, departamento de La Paz. Cochabamba, Bolivia: Universidad Mayor de San Simón.
- Talero, Y. (2015). Empleo de un producto a base de vitaminas y aminoácidos en pollos de engorde. Bogota, Colombia: Universidad de La Salle.
- Terán, G., Thellaeche, J., y Abad, C. (2020). Plan de contingencia alimentaria: Municipio de Viacha. Nogales. La Paz, Bolivia: ONU habitat por un mejor futuro urbano.
- Torres, M. (2018). Optimización mineral de la alimentación de bovinos dobles proposito de la región del Papaloapan, Oaxaca. Tesis de doctorado en Ciencias en Innovación Ganadera. Chapingo, Estado de Mexico: Universidad Autonoma de Chapingo .
- Totalpec. (2010). Total tecnología para en agro S.R.L. Recuperado el 20 de marzo de 2023, de <https://totalpec.com/top-store-virtual/producto/82/total-configold-sacc>

# **Anexos**

### Anexo 1. Selección de las unidades experimentales



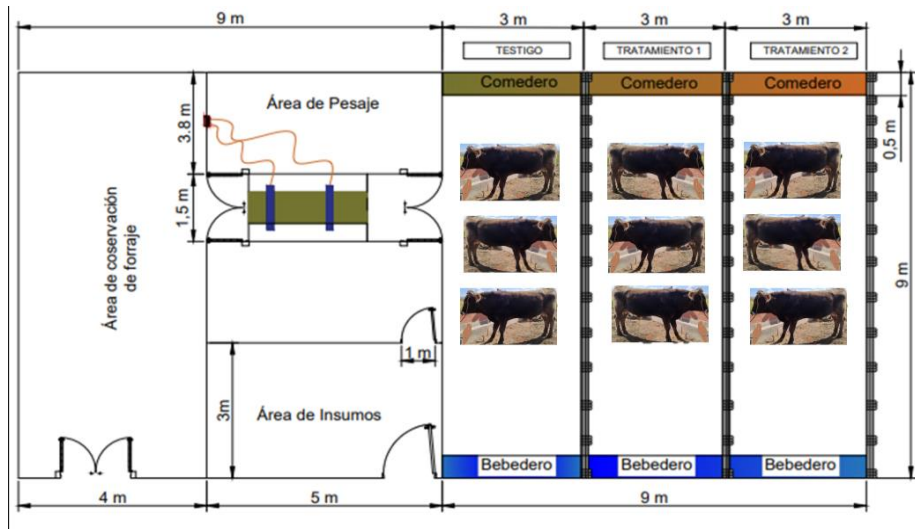
### Anexo 2. Bovinos de la raza Pardo Suizo



### Anexo 3. Desparasitación de las unidades experimentales



#### Anexo 4. Distribución de los tratamientos en confinamiento



#### Anexo 5. Preparación de las raciones para cada tratamiento



#### Anexo 6. Ración suministrada a los bovinos



Anexo 7. Pesaje para calcular raciones de los bovinos



Anexo 8. Pesaje para el inicio del estudio



Anexo 9. Pesaje cada 10 días



## Anexo 10. Contenido nutricional del núcleo mineral vitamínico

# Industria Boliviana **TOTAL** **CONFIGOLD SACC**

### NUCLEO MINERAL VITAMINICO

#### COMPOSICIÓN BÁSICA DEL PRODUCTO

ADITIVO, AZUFRE, CARBONATO DE CALCIO, CLORURO DE SODIO, FOSFATO BICÁLCICO, PREMIX MINERAL, PREMIX VITAMINICO, PROBIOTICO, SABORIZANTE.

#### INDICACIONES

NÚCLEO MINERAL VITAMÍNICO ESPECIALMENTE ENRIQUECIDO CON FACTOR T. INDICADO PARA LA MEZCLA CON GRANOS Y/O CEREALES PARA LA ELABORACIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO QUE SERÁ OFRECIDO PARA BOVINOS EN SISTEMA DE CONFINAMIENTO O SEMI-CONFINAMIENTO. ESTE PRODUCTO CONTIENE ADITIVO PROMOTOR DE CRECIMIENTO Y EFICIENCIA ALIMENTICIA. NO DEBE SER OFRECIDO PURO, NI MEZCLADO CON SAL BLANCA COMÚN. USO EXCLUSIVO PARA ELABORACIÓN ALIMENTO BALANCEADO PARA BOVINOS.

#### MODO DE USO

EL NÚCLEO DEBE SER INCLUIDO A LOS GRANOS DE FORMA QUE PERMITA UN CONSUMO DE NÚCLEO DE 3% DE LA MATERIA SECA TOTAL INGERIDA POR EL ANIMAL. LA INCLUSIÓN DEL NÚCLEO DEPENDERÁ DEL CONSUMO DE MATERIA SECA DEL ANIMAL POR DÍA, ES DECIR; ANIMALES DE 350 Kg DE PESO VIVO, CONSUMIENDO 9,5 Kg DE MATERIA SECA VAN CONSUMIR 285 g DE NÚCLEO POR DÍA EN LA DIETA FINAL. LA TASA DE INCLUSIÓN PUEDE SER MODIFICADA POR UN PROFESIONAL HABILITADO. TENER CUIDADO EN MANTENER LA HOMOGENEIDAD DE LA MEZCLA. NO PROVEER ESTE PRODUCTO A CABALLOS Y TERNEROS MENORES A 4 MESES DE EDAD.

#### CONSERVACIÓN DEL PRODUCTO

CONSERVAR EN LOCAL SECO, VENTILADO, ENCIMA DE ESTRADOS (PALLETES), ALEJADOS 30 cm DE LAS PAREDES Y PROTEGIDOS DE LA LUZ SOLAR DIRECTA.

#### NIVELES DE GARANTIA

AZUFRE	36	g/kg
CALCIO	243	g/kg
COBALTO	26	Mg/kg
COBRE	501	Mg/kg
FÓSFORO	6	g/kg
IODO	25	Mg/kg
MAGNESIO	11	g/kg
MANGANESO	936	Mg/kg
SELENIO	5	Mg/kg
SODIO	56	g/kg
ZINC	1.603	Mg/kg
VITAMINA A	150.000	UI/kg
VITAMINA E	300	UI/kg
ADITIVO	900	Mg/kg
PROBIOTICO	10	g/kg

PESO NETO  
**25** kg

FECHA DE FABRICACIÓN :	N° DE SERIE :
------------------------	---------------

Vencimiento: 6 meses después de la elaboración.



Planta: Km 23 Carretera a Warnes.  
Oficina Central, Santa Cruz de la Sierra, Centro Comercial Norte –  
Local 1 - 2 - 3 (Av. Banzer entre 4to y 5to anillo)  
Número Piloto: (591-3) 345 1881 • Warnes: (591-3) 370 3760 •  
Trinidad: (591) 677 03194 • San Ignacio de Velasco: (591) 677 03190  
NIT 17278027 • R.S.SENASAG 007714/17  
totalpec@totalpec.com • www.totalpec.com

Fuente: Totalpec (2010)

### Anexo 11. Bovinos con 65 días de engorde



### Anexo 12. Sala de orero del Matadero Municipal de “Los Andes”



### Anexo 13. Datos de las variables de estudio obtenidos

Tratamientos	N° de Caravana	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Ganancia total de peso (kg)
Testigo	672	356	422	66
Testigo	697	283	364	81
Testigo	490	320	375	55
T1	215	342	425	83
T1	231	311	411	100
T1	500	346	385	39
T2	204	312	439	127
T2	226	310	410	100
T2	78	340	483	143

Anexo 14. Requerimiento y aporte nutricional para el grupo testigo para 10 días

	Días	Peso (Kg)	Consumo MS (kg)	APORTE	MS (kg)	EM (Mcal/día)	PC (g/día)	Ca (g/día)	P (g/día)
TESTIGO	1 - 10	319.7	9.6	Req. (Mant + GPD 1500 g/día)	9.6	12.3	932.0	39.8	0.6
				Heno Avena (60 %)	5.8	7.0	529.4	15.0	19.6
				Concentrado (40 %)	3.8	7.6	368.2	10.1	9.6
				Núcleo Mineral					
				<b>Diferencia</b>		<b>2.3</b>	<b>-34.4</b>	<b>-14.7</b>	<b>28.6</b>
	11- 20	322.7	9.7	Req. (Mant + GPD 1500g/día)	9.7	12.3	934.0	39.9	19,5
				Heno Avena (60 %)	5.8	7.1	534.3	15.1	19.7
				Concentrado (40 %)	3.9	7.6	371.7	10.2	9.7
				Núcleo Mineral					
				<b>Diferencia</b>		<b>2.4</b>	<b>-27.9</b>	<b>-14.6</b>	<b>9.9</b>
	21- 30	341.7	10.3	Req. (Mant + GPD 1500g/día)	10.3	12.6	946.5	40.7	19.8
				Heno Avena (60 %)	6.2	7.5	565.8	16.0	20.9
				Concentrado (40 %)	4.1	8.1	393.6	10.8	10.3
				Núcleo Mineral					
				<b>Diferencia</b>		<b>3.0</b>	<b>12.9</b>	<b>-18.4</b>	<b>11.7</b>
	31- 40	352.0	10.6	Req. (Mant + GPD 1500g/día)	10.6	12.7	953.3	41.0	20.1
				Heno Avena (60 %)	6.3	7.7	582.9	16.5	21.5
				Concentrado (40 %)	4.2	8.3	405.5	11.1	10.6
				Núcleo Mineral					
				<b>Diferencia</b>		<b>3.3</b>	<b>35.1</b>	<b>-13.4</b>	<b>12</b>
	41- 50	368.7	11.1	Req. (Mant + GPD 1500g/día)	10.9	12.9	964.3	41.4	20.7
				Heno Avena (60 %)	6.6	8.1	610.5	17.3	22.6
				Concentrado (40 %)	4.4	8.7	424.7	11.6	11.1
				Núcleo Mineral					
				<b>Diferencia</b>		<b>3.9</b>	<b>70.9</b>	<b>-12.5</b>	<b>13</b>
	51- 60	370.7	11.1	Req. (Mant + GPD 1500g/día)	11.1	13.0	965.6	41.4	20.8
				Heno Avena (60 %)	6.7	8.1	613.8	17.3	22.7
				Concentrado (40 %)	4.4	8.8	427.0	11.7	11.1
Nucleo Mineral									
<b>Diferencia</b>					<b>3.9</b>	<b>75.2</b>	<b>-12.4</b>	<b>13.</b>	
61-70	387.0	11.6	Req. (Mant + GPD 1500g/día)	11.6	13.2	976.4	41.7	21.5	
			Heno Avena (60 %)	7.0	8.5	640.9	18.1	23.7	
			Concentrado (40 %)	4.6	9.1	445.8	12.2	11.6	
			Nucleo Mineral				2.4	0.6	
			<b>Diferencia</b>		<b>4.5</b>	<b>110.3</b>	<b>- 11.4</b>	<b>14</b>	



Anexo 15. Requerimiento y aporte nutricional para el T1 para 10 días

	Días	Peso (Kg)	Consumo MS (kg)	APORTE	MS (kg)	EM (Mcal/día)	PC (g/día)	Ca (g/día)	P (g/día)
TRATAMIENTO I	1- 10	333.0	10.0	Req. (Mant + GPD 1500g/día)	10.0	12.4	940.8	40.3	19.7
				Heno Avena (60 %)	6.0	7.3	551.4	15.6	20.4
				Concentrado (40 %)	4.0	7.9	383.6	10.5	10.0
				Nucleo Mineral				2.4	0.6
				<b>Diferencia</b>		<b>2.7</b>	<b>-5.7</b>	<b>-11.8</b>	<b>11.3</b>
	11-20	345.3	10.4	Req. (Mant + GPD 1500g/día)	10.4	12.6	948.9	40.8	19.9
				Heno Avena (60 %)	6.2	7.6	571.8	16.2	21.1
				Concentrado (40 %)	4.1	8.2	397.8	10.9	10.4
				Nucleo Mineral				2.4	0.6
				<b>Diferencia</b>		<b>3.1</b>	<b>20.7</b>	<b>-11.3</b>	<b>12.2</b>
	21-30	370.0	11.1	Req. (Mant + GPD 1500g/día)	11.1	12.9	965.2	41.4	20.8
				Heno Avena (60%)	6.7	8.1	612.7	17.3	22.6
				Concentrado (40%)	4.4	8.7	426.2	11.7	11.1
				Nucleo Mineral				2.4	0.6
				<b>Diferencia</b>		<b>3.9</b>	<b>73.8</b>	<b>-10.0</b>	<b>13.6</b>
	31- 40	381.7	11.5	Req. (Mant + GPD 1500g/día)	11.5	13.1	972.9	41.6	21.3
				Heno Avena (60 %)	6.9	8.4	632.0	17.9	23.4
				Concentrado (40 %)	4.6	9.0	439.7	12.1	11.5
				Nucleo Mineral				2.4	0,6
				<b>Diferencia</b>		<b>4.3</b>	<b>98.8</b>	<b>-9.3</b>	<b>14.2</b>
	41-50	401.0	12.0	Req. (Mant + GPD 1500g/día)	12.0	13.4	985.6	42.0	22.0
				Heno Avena (60 %)	7.2	8.8	664.1	18.8	24.5
				Concentrado (40 %)	4.8	9.5	462.0	12.7	12.0
				Nucleo Mineral				2,4	0,6
				<b>Diferencia</b>		<b>4.9</b>	<b>140.4</b>	<b>-8.2</b>	<b>15.2</b>
	51-60	422.0	12.7	Req. (Mant + GPD 1500g/día)	12.7	13.6	998.6	42.9	22.4
				Heno Avena (60 %)	7.6	9.3	698.8	19.7	25.8
				Concentrado (40 %)	5.1	10.0	486.1	13.3	12.7
Nucleo Mineral							2.4	0.6	
<b>Diferencia</b>					<b>5.6</b>	<b>186.3</b>	<b>-7.4</b>	<b>16.7</b>	
61-70	418.0	12.5	Req. (Mant + GPD 1500g/día)	12.5	13.6	996.2	42.7	22.4	
			Heno Avena (60 %)	7.5	9.2	692.2	19.6	25.6	
			Concentrado (40 %)	5.0	9.9	481.5	13.2	12.6	
			Nucleo Mineral				2,4	0,6	
			<b>Diferencia</b>		<b>5.5</b>	<b>177.6</b>	<b>-7.5</b>	<b>16.4</b>	

Anexo 16. Requerimiento y aporte nutricional para el T2 para 10 días

	Días	Peso (kg)	Consumo MS (kg)	APORTE	MS (kg)	EM (Mcal/día)	PC (g/día)	Ca (g/día)	P (g/día)
TRATAMIENTO 2	1-10	320.7	9.6	Req. (Mant + GPD 1500g/día)	9.6	12.3	932.7	39.8	19.4
				Heno Avena (60 %)	5.8	7.0	531.0	15.0	19.6
				Concentrado (40 %)	3.8	7.6	369.4	10.1	9.6
				Núcleo Mineral				2.4	0.6
				<b>Diferencia</b>		<b>2.3</b>	<b>-32.2</b>	<b>-12.3</b>	<b>10.4</b>
	11- 20	342.7	10.3	Req. (Mant + GPD 1500g/día)	10.3	12.6	947.2	40.7	19.9
				Heno Avena (60 %)	6.2	7.5	567.5	16.0	21.0
				Concentrado (40 %)	4.1	8.1	394.8	10.8	10.3
				Núcleo Mineral				2.4	0.6
				<b>Diferencia</b>		<b>3,0</b>	<b>15,0</b>	<b>-11,4</b>	<b>12,0</b>
	21-30	379.3	11.4	Req. (Mant + GPD 1500g/día)	11.4	13.1	971.3	41.6	21.2
				Heno Avena (60 %)	6.8	8.3	628.2	17.8	23.2
				Concentrado (40 %)	4.6	9.0	437.0	12.0	11.4
				Núcleo Mineral				2,4	0,6
				<b>Diferencia</b>		<b>4.2</b>	<b>93.8</b>	<b>-9.4</b>	<b>14.0</b>
	31- 40	400.7	12.0	Req. (Mant + GPD 1500g/día)	12.0	13.3	985.4	42.0	22.0
				Heno Avena (60 %)	7.2	8.8	663.5	18.8	24.5
				Concentrado (40 %)	4.8	9.5	461.6	12.7	12.0
				Núcleo Mineral				2,4	0,6
				<b>Diferencia</b>		<b>4.9</b>	<b>139.6</b>	<b>-8.2</b>	<b>15.1</b>
	41-50	425.7	12.8	Req. (Mant + GPD 1500g/día)	12.8	13.7	1000.9	43.0	22.5
				Heno Avena (60 %)	7.7	9.3	704.9	19.9	26.1
				Concentrado (40 %)	5.1	10.1	490.4	13.5	12.8
				Núcleo Mineral				2,4	0,6
				<b>Diferencia</b>		<b>5.7</b>	<b>194.3</b>	<b>-7.2</b>	<b>16.9</b>
	51- 60	429.7	12.9	Req. (Mant + GPD 1500g/día)	12.9	13.7	1003.4	43.2	22.6
				Heno Avena (60 %)	7.7	9.4	711.5	20.1	26.3
				Concentrado (40 %)	5.2	10.2	495.0	13.6	12.9
Núcleo Mineral							2,4	0,6	
<b>Diferencia</b>					<b>5.9</b>	<b>203.1</b>	<b>-7.1</b>	<b>17.2</b>	
61-70	444.0	13.3	Req. (Mant + GPD 1500g/día)	13.3	13.9	1012.3	43.8	22.9	
			Heno Avena (60 %)	8.0	9.8	735.3	20.8	27.2	
			Concentrado (40 %)	5.3	10.5	511.5	14.0	13.3	
			Núcleo Mineral				2,4	0,6	
			<b>Diferencia</b>		<b>6.4</b>	<b>234.5</b>	<b>-6.5</b>	<b>18.2</b>	