

UNIVERSIDAD AMAZONICA DE PANDO
UNIDAD ACADÉMICA LAS PIEDRAS
ÁREA CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES
PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA



TESIS DE GRADO

COMPLEMENTO ALIMENTICIO DE SILO TAIWAN MORADO
(*PENNISETUM PURPUREUM*) EN LA ENGORDA DE
GANADO BOVINO EN EPOCA SECA EN LA COMUNIDAD DE
AGUA DULCE, PROVINCIA MADRE DE DIOS,
DEPARTAMENTO DE PANDO

TESIS DE GRADO PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIATURA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Univ. Karola Navi Méndez
Dr. Esteban Vásquez Vargas

Las Piedras-Pando-Bolivia

2020

AGRADECIMIENTOS

A Dios; por darme sabiduría, esperanza, fortaleza, y por tantas bendiciones que derrama día a día en mi familia.

A mi madre, mi esposo y mis hijos, por su apoyo, dedicación, comprensión y amor incondicional; por enseñarme el valor de la vida y guiarme siempre al éxito.

A la Universidad Amazónica de Pando, por acogerme en su seno estos años y gracias a los conocimientos impartidos, logrando uno de mis objetivos y tengo el honor de ser uno de sus profesionales.

A mi tutor, Dr. Esteban Vázquez Vargas, por su ayuda, su colaboración, su sabiduría, su paciencia en mi formación profesional.

Todos mis compañeros, por los buenos momentos compartidos y por hacer de esta etapa de mi vida un bonito recuerdo que llevare siempre en mi corazón.

DEDICATORIA

A Dios nuestro padre celestial, simplemente porque sé que existe y me protege en cada paso de mi vida.

A mi madre, esposo y mis hijos por acompañarme y apoyarme incondicionalmente.

A toda mi familia por brindarme su apoyo, su confianza, su fortaleza y su valor, a mi persona para seguir adelante en la vida.

INDICE DE CONTENIDO

Agradecimiento.....	I
Dedicatoria.....	II
Índice de Contenido.....	III
Resumen.....	VII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. IDENTIFICACION DEL PROBLEMA	2
2.1. Descripción del Problema	2
2.2. Delimitación del Problema	3
2.2.1. Delimitación temática	3
2.2.2. Delimitación espacial	4
2.2.3. Delimitación temporal	4
2.3. Planteamiento del Problema	4
3. JUSTIFICACIÓN	5
3.1. Económica	5
3.2. Social	5
3.3. Técnica	5
4. PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS:	6
4.1. Objetivo General	6
4.2. Objetivos Específicos	6
5. FORMULACION DE HIPOTESIS	7
5.1. Definición de hipótesis	7
5.2. Definición de variables	7

5.2.1. Variable Independiente	7
5.2.2. Variable Dependiente	7
5.2.3. Operacionalización de variables	8
6.3. Significación Práctica.	8
5.4. Aporte Teórico	9
6. MARCO REFERENCIAL	9
6.1. Marco conceptual	9
6.1.1. Ganado bovino	9
6.1.2. Pasto	9
6.1.3. Silo	10
6.1.4. Alimentación de ganado	10
6.2. Marco teórico	11
6.2.1. Forrajes	11
6.2.2. Henificación	14
6.2.3. Ensilaje	16
6.1.4. Nutrición	18
6.2.4.1. Alimentos concentrados energéticos	18
6.2.4.2. Alimentos concentrados proteínicos	18
6.1.5. Requerimientos nutritivos de ganado	19
6.1.6. Requerimientos de mantención	19
6.2.6.1. Energía	20
6.2.6.2. Proteínas	20
6.2.6.3. Minerales	20
6.1.7. Pasto taiwan morado	20
6.2.8. Funciones del tracto digestivo	23
7. DISEÑO METODOLÓGICO	29
7.1. Tipo de Investigación	29
7.2. Métodos y técnicas de recolección de datos	29
7.2.1. Método hipotético deductivo	29

7.2.2. Técnicas de recolección de datos	30
7.2.2.1. Observación	30
7.2.2.2. Revisión de documentos	30
7.2.2.3. Registros	30
7.3. Población y muestra.	30
7.4. Tipo de muestreo.	30
7.5. Instrumentos	31
7.5.1 Material biológico	31
7.5.2. Insumos alimenticios	31
7.5.3. Herramientas	31
7.5.4. Instalaciones	31
7.6. Metodología	32
7.6.1. Selección de animales	34
7.6.2. Tratamiento sanitario	35
7.6.3. Raciones	34
7.6.4. Manejo	34
8. RESULTADOS	35
8.1. Descripción de tratamiento estadístico	35
8.1.1 Tratamiento	35
8.1.2 Ganancia media diaria	35
8.1.3. Consumo efectivo del alimento en materia seca	35
8.2. Presentación de resultados obtenidos.	36
8.2.1. Raciones: Tratamiento 1	36
8.2.2. Raciones: Tratamiento 2	37
8.2.3. Resultados de la engorda	38
8.3. Análisis y discusión de los resultados	42
9. CONCLUSIONES	43
10. RECOMENDACIONES.	44
Bibliografía	45

Anexos	46
--------	----

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLAS

	Página
Tabla 5.1 Operacionalización de variables	8
Tabla 6.1 Contenidos de materia seca, proteína cruda y cenizas de pasto taiwan morado a diferentes edades de corte	22
Tabla 8.1 Tratamiento 1. Raciones de alimentación diaria	37
Tabla 8.2 Tratamiento 2. Raciones de alimentación diaria	38
Tabla 8.3. Pesaje de ganado bovino en estudio cada 15 días	39
Tabla 8.4. Ganancia de peso de ganado bovino en estudio cada 15 días	40
Tabla 8.5. Ganancia promedio de peso diario en Kgs. por cada 15 días	41

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Registro de pesajes a los animales sujetos de estudio	47
Anexo 2. Fotografías de actividades durante el estudio	48

RESUMEN

El presente trabajo tiene el propósito de crear nuevas alternativas alimenticias para para la engorda de ganado bovino en época seca utilizando insumos locales y que permita el desarrollo de su producción en el departamento de Pando. Para el efecto, nuestra investigación se centró en el complemento alimenticio de silo de pasto taiwan morado (*Pennisetum purpureum*) en la comunidad de Agua Dulce, provincia Madre de Dios, departamento de Pando, para el efecto de un hato de 42 cabezas se seleccionaron 2 vaquillas de un año y medio con características similares, un sujeto a tratamiento y la otra como testigo. La provisión de alimentos se realizó con un incremento paulatino de 2 Kgs. como promedio quincenal para ambos casos, para el bovino con tratamiento las raciones fueron 10% de pasto ensilado y 90% de pasto natural. (*brachiaria decumbens*). El animal testigo fue alimentado en un 100% con pasto natural (*brachiaria decumbens*). El tratamiento tuvo una duración de tres meses, al cabo del mismo se pudo evidenciar la ganancia de peso de la cabeza con tratamiento en aproximadamente 114 Kgs. y el animal testigo alcanzó una ganancia de peso de 78,45 Kgs. Existiendo una diferencia aproximada de 36 kgs. Por lo tanto, la dieta actual que consume el ganado bovino en época seca, que consiste en raciones de pasto natural, es insuficiente para una ganancia de peso aceptable, estableciéndose que la incorporación de complemento alimentario en la dieta con silo pasto taiwan morado (*Pennisetum purpureum*) en un 10% mejora la ganancia de peso del ganado bovino en la comunidad de Agua Dulce.

SUMMARY

The present work has the purpose of creating new food alternatives for the fattening of cattle in the dry season using local inputs and allowing the development of their production in the department of Pando. For this purpose, our research focused on the feed supplement of purple Taiwan grass silo (*Pennisetum purpureum*) in the community of Agua Dulce, Madre de Dios province, Pando department, for the effect of a herd of 42 heads, 2 were selected One and a half year old heifers with similar characteristics, one subject to treatment and the other as a control. Food provision was made with a gradual increase of 2 kg on a fortnightly average for both cases. For treated cattle the rations were 10% silage grass and 90% natural grass. (*brachiaria decumbens*). The control animal was fed 100% with natural grass (*brachiaria decumbens*). The treatment lasted three months, after which the weight gain of the head with treatment could be evidenced in approximately 114 Kgs. And the control animal achieved a weight gain of 78.45 Kgs. Existing an approximate difference of 36 kgs. Therefore, the current diet consumed by cattle in the dry season, which consists of rations of natural grass, is insufficient for an acceptable weight gain, establishing that the incorporation of a food supplement in the diet with silo purple taiwan grass (*Pennisetum purpureum*) by 10% improves the weight gain of cattle in the Agua Dulce community.

1. INTRODUCCIÓN

En el conjunto de la economía boliviana, la producción ganadera bovina constituye uno de los recursos de mayor importancia para el pequeño productor ya que genera tracción animal, provee leche y carne. La Amazonía boliviana posee un sistema de producción de orden técnico tradicional. Por otro lado, el sector pecuario juega un papel crucial en la nutrición de la región, por la necesidad de proteína de origen animal en la dieta de la población, además que estos animales son rumiantes y tienen la capacidad de convertir alimentos de muy baja calidad como pastos y forrajes fibrosos y sub - productos agrícolas en productos de alta calidad nutritiva.

Para los pequeños ganaderos el componente animal tiene múltiples propósitos como fuente de alimentación, fuerza de trabajo, caja de ahorro, fuente de abono orgánico y otros. La explotación ganadera vacuna en la Amazonía boliviana, desde su introducción se convierte en una mejor alternativa, frente a la agricultura, debido a las condiciones geográficas, la estacionalidad de las lluvias y la explotación desmedida de los suelos agrícolas. El bovino es explotado en condiciones inadecuadas, pues en el ámbito familiar se evidencia la falta de infraestructura, una adecuada nutrición, la sanidad animal. La producción de carne, constituye un elemento estabilizador de la economía familiar, que permite generar ingresos significativos para las familias dedicadas a esta actividad, además contrarresta los riesgos propios imperantes en las condiciones climáticas de la Amazonía y permite una articulación directa del productor al mercado regional mediante la venta de carne del ganado bovino. Por todas las características mencionadas, incluyendo el costo, el presente trabajo propone utilizar insumos locales para ser usados en raciones del ganado.

2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

2.1. Descripción del Problema

En base a las características que presentan, los suelos de Pando se diferencian básicamente entre suelos de las planicies y suelos de llanuras aluviales. De manera general, los suelos de las planicies presentan buenas características físicas en cuanto a estructura, drenaje y profundidad; son químicamente pobres con una baja fertilidad natural y desarrollan frecuentemente niveles tóxicos de aluminio. Este último constituye el principal factor limitante para la producción de cultivos. En áreas disectadas, el desmonte ocasiona una mayor degradación de los suelos, exponiéndolos a un alto grado de erosión hídrica. En las llanuras aluviales con influencia de ríos de origen andino, se encuentran suelos relativamente más ricos en nutrientes por los sedimentos que se depositan regularmente. Sin embargo, el uso de estos suelos está limitado por el riesgo de inundaciones y mal drenaje.

El departamento de Pando está cubierto con bosques siempre verdes, caracterizados por una variedad de formas de vida y una composición florística compleja. Esta varía según las condiciones climáticas, edáficas y el impacto de las inundaciones, además de la acción antrópica. Solamente en el Sureste del departamento, se encuentran pequeñas áreas de sabanas con algunos grupos aislados de árboles.

Como ocurre en la mayoría de los casos, los sistemas de producción de bovinos de carne a pastoreo cubren de manera limitada los requerimientos nutricionales del animal, por lo tanto, no se evidencia un adecuado proceso anatómico y fisiológico que fomenten su máximo desarrollo, de manera tal que los índices productivos no son los más óptimos.

En el caso de la región del norte amazónico de Bolivia, por condiciones geográficas, de clima y de suelos, tiene una vocación económica agroforestal, pero también existen zonas de producción agrícola y ganadera, que se constituyen en el sustento de

numerosas familias. En el ámbito de la ganadería de bovinos una de las principales limitantes es la poca disponibilidad y digestibilidad de los pastos, que redundan en niveles bajos de productividad

La alimentación del ganado bovino se realiza con pastos que no cubren las necesidades de nutrientes de los animales. Por lo que los productores buscan alternativas con la introducción de pastos aptos para su cultivo en la región y que contengan nutrientes suficientes que permitan aumentar su productividad del ganado.

Los pequeños productores de ganado bovino de engorde y lechero de la región amazónica, en la época seca, no cuentan con los recursos necesarios para la utilización de alimentos balanceados en la crianza de su ganado, por lo tanto, se ven obligados a recurrir a pastos que no proveer los nutrientes necesarios para mejorar la calidad y peso de este tipo de ganado.

Esto sucede en la unidad de “Agua Dulce”, de la provincia Madre de Dios, del departamento de Pando, donde el ganado bovino en época seca, tiene un bajo peso a falta de nutrientes energéticos en su alimentación.

El presente trabajo tiene el propósito de crear alternativas alimenticias para el desarrollo de la producción de ganado bovino acorde a las condiciones propias del departamento de Pando.

2.2. Delimitación del Problema

2.2.2. Delimitación temática

El presente trabajo de investigación tiene como tema principal la mejora de la engorda de ganado bovino durante la época seca con la incorporación en la dieta alimentaria de silo de pasto taiwan morado (*Pennisetum purpureum*)

2.2.2. Delimitación espacial

La investigación como caso de estudio se llevó a cabo en la estancia “Agua Dulce”, comunidad de “Agua Dulce”, de la provincia Madre de Dios, del departamento de Pando.

2.2.3. Delimitación temporal

El presente trabajo se realizó durante el segundo semestre de la gestión 2020. Los datos considerados en la investigación fueron levantados desde el 1ro de agosto hasta el 30 de noviembre del año 2020

.

2.3. Planteamiento del Problema

Por las razones señaladas, en la presente investigación se planteó el siguiente problema:

¿La incorporación de pasto taiwan morado (*Pennisetum purpureum*) ensilado en la dieta alimentaria durante la época seca mejorará la engorda de ganado bovino en la comunidad de Agua Dulce, provincia Madre de Dios, departamento de Pando?

3. JUSTIFICACIÓN

3.1. Justificación Económica

El complemento sobre las dietas alimenticias para mejorar la productividad del ganado de engorde en la comunidad de “Agua Dulce”, tiene la finalidad de fomentar prácticas en los pequeños productores de la región en el uso de pastos con nutrientes energéticos, traduciéndose en mejora de la productividad y el aumento de los ingresos de los productores.

3.2. Justificación Social

El resultado de la investigación proporcionara a los pequeños productores de la región la posibilidad de considerar la incorporación de la dieta modelo en la producción de carne de su ganado bovino, con el consiguiente beneficio económico y social.

Siendo que el cultivo de pasto taiwan morado, es apto para su producción en la región de estudio, lo que significa que el costo adicional es mínimo con relación a los beneficios económicos a obtenerse con la mejor calidad y cantidad de carne del ganado bovino mejorado.

El aumento de la productividad y producción de ganado bovino para carne representa posibilidades de generar fuentes de empleo y el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la región.

3.3. Justificación Técnica

Técnicamente la incorporación de un modelo de dieta reconstituyente para ganado bovino basado en la alimentación con pastos asociados es una idea innovadora en la región, ya que en la actualidad la mayoría de los pequeños productores no alimentan su ganado con este tipo de dieta.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Incorporar en la época seca el complemento alimenticio de silo de pasto taiwan morado (*Pennisetum purpureum*), que permita mejorar la engorda de ganado bovino, en la comunidad de Agua Dulce, provincia Madre de Dios, departamento de Pando.

4.2. Objetivos Específicos

- Analizar las características de la dieta actual en época seca del ganado bovino en la comunidad de Agua Dulce.
- Aplicar un modelo de dieta en época seca para mejorar el peso del ganado bovino en la comunidad de Agua Dulce.
- Evaluar la eficiencia del modelo de dieta para estimar el balance de nutrientes y el comportamiento de bovinos en su peso.

5. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

5.1. Definición de hipótesis

La incorporación en la época seca el complemento alimenticio de silo de pasto taiwan morado (*Pennisetum purpureum*), permite mejorar la engorda de ganado bovino, en la comunidad de Agua Dulce, provincia Madre de Dios, departamento de Pando.

5.2. Definición de variables

Las variables de investigación son las propiedades medidas y que forman parte de las hipótesis

Se realizó la definición de las variables a utilizar dentro de la investigación, que fueron motivo para trabajar y ver el efecto que se tendrá al final la tesis de grado.

5.2.1. Variable independiente:

Complemento alimenticio

Dieta alimenticia para ganado bovino con la incorporación de silo de pasto taiwan morado en determinados niveles o proporciones

5.2.2. Variable dependiente:

Engorda de ganado bovino

Mejorar las ganancias de peso y calidad del ganado bovino

5.2.3 Operacionalización de las variables

Tabla 5.1
Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicador	Instrumento
Variable independiente:			
Complemento alimenticio de silo (Dieta alimenticia para ganado bovino con la incorporación de silo)	Dieta alimenticia	Alimentación con silo en Kgs.	Guía Observaciones Nivel de raciones registro de pesaje
Variable dependiente:			
Engorda de ganado (Mejorar las ganancias de peso y calidad del ganado bovino)	Engorada	Ganancia de peso	Nivel de peso registro de pesaje

Nota: Descripción de la estructura que la Operacionalización de variables de la investigación

Mediante el cuadro de operacionalización de las variables, se presentó las dimensiones que se utilizaron para desarrollar la investigación, dichas dimensiones conllevan dentro indicadores que fueron utilizados para realizar la medición y obtener resultados cuantificables, finalmente los indicadores que se utilizaron demostrado mediante los instrumentos óptimos seleccionados para la investigación.

5.3. Significación Práctica.

La presente investigación plantea resolver el problema de la baja engorda de ganado bovino en la región amazónica durante la época seca y propone un modelo de dieta alimenticia con la incorporación del complemento de silo de pasto taiwan morado. En este sentido, los pequeños productores de ganado bovino a un costo accesible, pueden aplicar la dieta propuesta, generando cambios prácticos en la alimentación y la engorda de su ganado.

5.4. Aporte Teórico

Con la presente investigación se pretende tener mayor conocimiento referente a la alimentación complementaria con silo de pasto taiwan morado en niveles apropiados. Haciendo notar que este tipo de pasto es apropiado para el tipo de suelos cultivables que tiene el departamento de Pando y la amazonia en su conjunto. El presente trabajo de investigación genera un antecedente teórico y práctico en cuanto a la aplicación de modelos de dieta alimenticias no convencionales en la región.

6. MARCO REFERENCIAL

6.1. Marco conceptual

6.1.1. Ganado bovino

Los bovinos son animales mamíferos y rumiantes, disponen de una cola extensa que finaliza en un mechón y de un hocico ancho, mientras que el estuche de sus cuernos resulta liso. Se utilizan como alimento ya que se consume su carne y la leche que produce. Con su piel y cuero, además, se producen diferentes prendas de vestir. También se emplean como animales de tiro.

6.1.2. Pasto

El pasto es el alimento vegetal que crece en el suelo de los campos y que se destina a la alimentación de los animales. La ganadería, por lo tanto, tiene su sustento en el pasto, entre los tipos de pastos más significativos se encuentran los siguientes:

- Pasto verde, que es el que los caballos y demás animales toman en el campo o bien en las explotaciones donde viven durante los meses de primavera y verano.

Pasto seco. Bajo esta denominación se encuentra el alimento que el ganado ingiere durante la temporada de invierno. Hay que destacar que suele estar compuesto tanto por frutos secos como por paja.

6.1.3. Silo

El silo es una estructura a prueba de aire y agua (Sosa 2005) que permite la conservación del pasto y el forraje, manteniendo su condición jugosa y su color verde sin disminuir el valor nutritivo

Los ensilajes son una forma de conservar alimento dentro de una estructura hermética llamada silo, sin que se afecte notoriamente su calidad,

- Silos de trinchera.
- Silo de cajón o bunker.
- Silo de compuertas de madera o caucho.
- Silo de montón.
- Silo de bacteria.

El silo bolsa ha adquirido una creciente popularidad como practica de conservación. Se hace presionando el forraje a 600-700 psi dependiendo del tipo, para llenar una bolsa horizontal de polietileno. Debe ser consumido dentro del año (Parsi, Jorge, 2001).

6.1.4. Alimentación de ganado

La alimentación y nutrición del ganado es esencial para una buena salud y producción de carne. En la ración diaria es necesario proveer de una cantidad adecuada de nutrientes para el crecimiento, mantenimiento corporal y preñez; cada uno de estos procesos requiere carbohidratos, proteína, minerales, vitaminas, agua y la cantidad necesaria de alimento apropiado y balanceado.

El nivel de energía de la ración ofrecida al ganado afecta a los diferentes aspectos sensoriales de la carne, de modo que dietas ricas en carbohidratos incrementan el contenido de grasa tanto de cobertura de la canal como la cantidad de grasa que se encuentra entre las fibras musculares (marmoleo). El incremento de grasa en la carne se relaciona con un incremento de la jugosidad, una mejoría en la sensación de terneza, así como un incremento de la intensidad de sabor y aroma. No podemos olvidar que en la fracción grasa de la carne residen los compuestos responsables del aroma específico de la carne.

6.2. Marco teórico

6.2.1. Forrajes

A continuación, se hace referencia al trabajo realizado por Parsi, Jorge (2001) sobre valoración nutritiva de los alimentos y formulación de dietas:

- **Forrajes:** Son productos de origen vegetal llamados también voluminosos o groseros porque tienen bajo peso por unidad de volumen. Esta clasificación incluye productos de gran variabilidad físico-química. La mayoría de los forrajes incluidos en esta categoría tienen altos tenores de fibra bruta (FB), más del 18 %. La pared celular tiene una composición variable, pero contiene cantidades apreciables de lignina (L), celulosa, hemicelulosa, pectina, sílice y otros componentes en cantidades menores. La lignina está asociada estrechamente a los carbohidratos de la pared con los que forma complejos (ligno-hemicelulósicos) que dificultan la acción enzimática. El contenido proteico, mineral y vitamínico es variable dentro y entre especies. En forma general y desde el punto de vista de la calidad pueden abarcar un rango amplio que va desde una buena fuente de nutrientes como las gramíneas y leguminosas jóvenes y ensilajes de alta calidad a recursos de es-caso valor como las pajas, rastrojos, etc..... Dentro de este grupo podemos distinguir los siguientes subgrupos: pasturas frescas, conservados y pajas, rastrojos y diferidos.

- **Pasturas frescas:** Son el alimento natural de los herbívoros en pastoreo, base de la ganadería de nuestro país. Se dividen en especies: naturales y cultivadas, anuales y perennes, siendo las familias más importantes: gramíneas y leguminosas. Las gramíneas (5.000 especies) se dividen en gramíneas de clima templado cuya estación de crecimiento es en primavera y otoño (C3) y las de clima cálido que crecen activamente en el verano (C4). En las C4 los primeros productos estables de la fotosíntesis son compuestos de 4 carbonos, mientras que en las C3 son compuestos de 3 carbonos. Las plantas C4 son más eficientes desde el punto de vista fotosintético, producen una gran acumulación de peso seco, generalmente tienen bajo valor nutritivo y se han adaptado a regiones tropicales. Las plantas C3 corresponden a las pasturas de clima templado, maduran a una tasa menor disminuyendo su calidad más lentamente. Como ejemplos podemos citar: ryegrass, pasto ovillo, agropiro, pasto llorón, etc. Las leguminosas miembros de la familia Leguminosae (14.000) especies, son usadas también en pastoreo, aunque las cultivadas comprenden un pequeño grupo, siendo la alfalfa (*Medicago sativa*) y algunos tréboles (*Tri-folium* sp) las leguminosas más utilizadas. La fibra, especialmente en los tallos, está altamente lignificada. Algunas leguminosas tienden a causar timpanismo, que es una alteración provocada por una retención de gas en el rumen debido a la formación de espuma estable que impide la eructación.

En las plantas jóvenes, el citoplasma compone una importante proporción de la materia seca (MS) siendo la pared celular (PC) menos importante. A medida que el forraje madura, diversos factores interactúan, disminuye el citoplasma aumentando los carbohidratos estructurales y la lignificación de los mismos. Esto se produce por un aumento relativo de los tallos los cuales poseen más lignina que las hojas. La cantidad de lignina (L) es el factor más crítico que afecta a la digestibilidad (Dig.) encontrándose junto al sílice (Si) en cantidades variables en la PC, siendo la calidad afectada en forma primordial por la reducción de la Dig. y tasa de digestión, lo cual se refleja en un menor consumo voluntario. El nitrógeno está en el citoplasma, aunque hay algo en la PC; la mayor fracción de

nitrógeno no proteico se encuentra en las plantas que tienen altos tenores de nitrógeno (N) total y las plantas jóvenes de activo crecimiento variando entre 12 y 40 %. El porcentaje de proteína bruta es afectado por distintos factores: especie, estado fenológico, parte de la planta, nivel de fertilidad del suelo; su tendencia es decreciente hacia la madurez oscilando entre 10 y 30 %. Con respecto a la fracción del extracto etéreo (EE), sus valores medios son de 2 % en Leguminosas y 3 % en Gramíneas. La Vit. A es producida por el hígado a partir de los carotenoides de la planta que tienen valor como pro-vitamina, siendo el B-caroteno el más importante. Su tenor es mayor en las plantas jóvenes y decrece hacia la madurez. La cantidad presente en las plantas verdes es adecuada para cubrir las necesidades de animales en pastoreo. La Vit. D no se encuentra en los tejidos verdes. A la muerte de la célula o en el secado parcial que ocurre a la madurez, algunos esteroides (precursores de la Vit. D) desarrollan dichas vitaminas por acción de los rayos ultravioletas. El producto de la reacción es la Vit. D₂ o calciferol. O sea que los forrajes cortados y secados al sol contienen actividad vitamínica D, la cual es promovida por factores tales como: grado de exposición a los rayos ultravioletas, intensidad y método de secado, condiciones de almacenaje y duración del mismo. La Vit. E se encuentra en las plantas verdes y pertenece a los tocoferoles. La cantidad más importante se encuentra en las hojas, especialmente en la floración. En general las plantas verdes son fuentes de mediano a alto aporte de vitaminas hidrosolubles. En general las leguminosas poseen mayores tenores proteicos, Ca, Mg, S y frecuentemente Cu que las gramíneas, pero tienen tenores menores de pared celular y de Mn, Zn, Na y K. También poseen una mayor concentración de Mo, antagonista del Cu. El contenido mineral de las gramíneas varía con la especie y la fertilidad del suelo. Son adecuadas en Ca, Mg y K aunque pueden ser deficientes en P. En elementos vestigiales las especies forrajeras tienen niveles inferiores a los considerados como adecuados para los rumiantes. En comparación con las gramíneas, las leguminosas presentan concentraciones elevadas de Ca, Mg, S y con frecuencia Cu (ver: Bavera, 2000, cap. III).

6.2.2. Henificación

Se define como heno (Instituto de Investigaciones Agropecuarias –INIA – 2017)

Forraje que está lo suficientemente seco como para almacenarse sin problemas de descomposición en un área protegida de la humedad. Se basa en detener los procesos biológicos del forraje fresco y suspender la acción de los microorganismos, a través de la deshidratación. Para esto, se debe evaporar el agua de la planta lo más rápido posible, de tal forma de minimizar las pérdidas del forraje, bajando desde 80 a 85% de humedad inicial del forraje hasta 18 a 25%. El método más corriente para deshidratar el forraje consiste en exponer la planta segada al sol en el potrero, por un periodo de tiempo variable, según las condiciones climáticas. Si bien existen otros métodos de secado, tales como la deshidratación artificial o el secado a galpón, éstos no son utilizados frecuentemente en nuestro medio. Entre los factores que determinan la calidad del heno, destacan:

- La composición botánica y el estado de madurez de la pradera al momento de cosecha.
- Los métodos empleados para corte, secado y recolección.
- El clima en el momento de la conservación.....(Pag. 49)

Por su parte Parsi, 2001, señala sobre los henos lo siguiente:

Son los forrajes deshidratados naturalmente (curado al sol) o en forma artificial para lograr su conservación y ser usados en momentos de escasez de alimento o de suplementación estratégica. Según su presentación física se denominan fardos o rollos. El objetivo de la henificación es cosechar el cultivo al estado óptimo de madurez que provea la máxima producción de nutrientes digestibles/ha. El estado de madurez del forraje al corte tiene una gran influencia sobre su calidad. Para obtener un buen heno el contenido de humedad debe ser reducido al 20%, para facilitar el almacenaje sin pérdida de calidad. Otros factores que contribuyen a su calidad son: madurez del

cultivo, método de henificación, condiciones climáticas durante la cosecha. Las pérdidas que ocurren son físicas, pérdida de hojas o recuperación incompleta del forraje cosechado.

Otras pérdidas son las causadas por la actividad enzimática y oxidación de los tejidos, cuando las plantas se están secando. La lluvia es considerada el factor incontrolable más detrimental. Cuando el forraje se está secando una lluvia puede causar hasta un 40 % de pérdida en la MS, 20 % de N, 30 % de P, etc. El color y la presencia de hojas, presencia de mohos, son características a evaluar previas al análisis de laboratorio. El heno de moha ha tenido una amplia difusión en los últimos años. A los efectos de conocer su calidad fue analizado por nuestro laboratorio. Dicha experiencia permitió concluir que a los fines de lograr mayor calidad debería anticiparse la cosecha (Parsi, Jorge, 2001)

También se señala que:

En la actualidad, no existe ninguna forma de conservación de forraje que permita garantizar una calidad final, similar o superior a la del forraje utilizado como materia prima. Es así como una forrajera de bajo valor nutritivo al momento de cosecha, nunca será un forraje conservado de buena calidad, independiente de la tecnología de conservación aplicada. Además, sólo con un material de buena calidad se conseguirá un forraje conservado satisfactorio, siempre que el proceso sea llevado a cabo adecuadamente. El proceso de conservación de los forrajes, inevitablemente, presenta pérdidas de masa vegetal y, en consecuencia, un deterioro del valor nutritivo. Por consiguiente, los objetivos primordiales de la conservación, comunes a todos los métodos implementados para ello, son fundamentalmente dos: minimizar las pérdidas de materia seca y evitar el deterioro del valor nutritivo del forraje. (INIA, Pág. 49, 2017)

6.2.3. Ensilaje

Es el material producido por una fermentación anaeróbica controlada con elevado porcentaje de humedad. Hay producción de ácidos orgánicos, especialmente el ácido láctico, por bacterias que crecen en medio anaeróbico. Muchos factores intervienen en

la realización de un ensilaje palatable de alto valor nutritivo: 1) % MS del forraje antes de ser colocado en el silo. 2) Composición en el momento del corte. 3) Actividad de las enzimas de la planta. 4) Presencia de aire. 5) Tipo de microorganismos presentes y su desarrollo. 6) Producción de ácidos y bases orgánicos. 7) Acidez apropiada. Inicialmente cuando se coloca el forraje en el silo los microorganismos dominantes son aeróbios. Se requiere la compactación del material en el silo para reducir la cantidad de oxígeno y favorecer una buena fermentación. En 4 días habrá cientos de millones de bacterias lácticas por gramo de ensilaje. Las bacterias metabolizan los carbohidratos solubles produciendo secuencialmente distintos ácidos, los que reducirán el pH a 4-4.2, punto en el cual la acidez inhibirá otras fermentaciones. El nivel de ácido láctico en un ensilaje bien preservado está alrededor del 8 %. La calidad del producto final estará dada por el nivel de humedad y la temperatura durante la fermentación. Los cambios químicos que tienen lugar inmediatamente después del corte son los mismos que para el heno, siendo el resultado de la actividad aeróbica de las enzimas de la planta. El producto final difiere del material original por la presencia de una cantidad considerablemente de ácidos orgánicos y menor cantidad de proteínas, ya que las mismas han sido hidrolizadas, lo que provoca un elevado tenor de nitrógeno soluble. Además, el caroteno es bien preservado y contiene la misma cantidad de fibra y minerales. Los azúcares son el sustrato más disponible para la fermentación. En gramíneas jóvenes los azúcares totales, incluyendo los fructosanos, son bajos, pero tienden a aumentar cuando la planta madura, alcanzando el pico cerca de floración. El punto de máximo contenido de azúcares es el ideal para realizar el corte. La temperatura óptima de fermentación está en el rango de 27 a 35° C. Una temperatura excesiva es el problema del ensilaje con baja humedad que no puede ser compactado, dificultando la eliminación de O₂. Cuando el contenido de humedad es demasiado alto trae aparejado la aparición de *Clostridium* lo que ocasiona cantidades elevadas de ác. butírico e hidrólisis de las proteínas con formación de aminas que tienen un efecto sobre la palatabilidad. El contenido de MS del 25 al 35 % es el más adecuado, estando asociado al consumo por parte del animal. En un ensayo realizado para determinar los factores que afectan el consumo de silaje en bovinos, observaron que el contenido de MS del forraje que se ensila y el proceso de fermentación resultante son factores muy

importantes que inciden en el consumo ulterior de silaje por los animales. En el caso del % de MS, encontraron una correlación lineal y positiva respecto al consumo. Un buen ensilaje debe estar libre de hongos y de olor a amoníaco o ácido butírico, de coloración verde no siendo deseables los marrones o negros. El ensilaje de sorgo tiene un valor nutritivo inferior al del maíz. Esto se debe a un menor contenido de azúcares de los tallos y porque las semillas son pequeñas y atraviesan intactas el tracto gastrointestinal si no han sido rotas durante el ensilado (Parsi, Jorge, 2001)

6.2.4. Nutrición

La alimentación del ganado es de alta complejidad, debido a la gran cantidad de variables de las cuales depende. Aun cuando la base alimenticia de ganado 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 u obtener pequeñas ganancias de peso diario. El uso de los alimentos lleva implícito el concepto de eficiencia productiva y económica, especialmente cuando la alimentación del ganado representa aproximadamente el 50% de los costos totales del sistema productivo. La mayoría de los alimentos utilizados en producción animal contiene una parte importante de los nutrientes que requieren los animales. Sin embargo, estos nutrientes se encuentran en diferentes cantidades y proporciones, siendo difícil encontrar dos alimentos nutritivamente iguales. Por ello, resulta útil clasificar a los alimentos, agrupándolos en relación con su característica nutritiva más importante y así sacar mayor provecho de su utilización (INIA, Pág. 67, 2107)

6.2.4.1. Alimentos concentrados energéticos

Estos alimentos se caracterizan por contener menos de 20% de proteína y fibra cruda y, más de 2,6 Mcal/kg de energía metabolizable (EM), 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. Entre éstos se puede citar el grano de avena, cebada, triticale, centeno, maíz, afrechillo, coqueta, melazán y ácidos grasos, entre otros. (INIA, Pág. 67))

6.2.4.2. Alimentos concentrados proteínicos

Son alimentos cuya proteína cruda es superior al 20%, base materia seca y su contenido energético generalmente inferior a 2,6 Mcal EM/kg de MS. Puede ser de origen vegetal o animal. Entre éstos se encuentran el afrecho de raps, afrecho de soya, grano de lupino, poroto y harina de pescado, entre otros (INIA, Pág. 68, 2017).

6.2.5. Requerimientos nutritivos de ganado

La producción del ganado se encuentra estrechamente ligada a las cantidades de alimento que cada uno de ellos consume diariamente. Sin embargo, las necesidades o requerimientos nutritivos van a depender de la fase de vida en que se encuentre el animal. En efecto, los requerimientos serán diferentes para un animal que está creciendo, a uno que está en engorda final o para aquel que se encuentra en estado de gestación (INIA, Pág. 68).

6.2.6. Requerimientos de mantención

Se denomina así a aquellas necesidades nutritivas destinadas a mantener el funcionamiento normal de los procesos vitales, independiente de la función productiva del animal. Los procesos vitales corresponden a la respiración, circulación y mantención del tono muscular, cuyo funcionamiento demanda energía de los alimentos que el animal consume. El animal satisface primero sus necesidades de mantención y, posteriormente, si aún queda energía, ella es destinada a los procesos productivos (aumento de peso, producción de leche, lana). Animales de mayor peso necesitan

consumir más alimento para satisfacer su requerimiento de mantención que animales más livianos.

6.2.6.1. Energía

Desde el punto de vista energético, el requerimiento de mantención de los animales debe cubrir los procesos digestivos y los desgastes por actividad y producción, pérdidas fecales y urinaria, como también la energía que pierden en la utilización de los alimentos. La energía de los alimentos se expresa en diferentes términos. Para una mejor comprensión de estos conceptos, se describe a continuación cada uno de ellos: a) Energía Bruta (EB): aquella energía que se desprende al combustionar en forma completa un alimento. b) Energía Digestible (ED): aquella que queda una vez que se ha restado a la energía bruta, la que se pierde a través de las fecas. c) Energía Metabolizable (EM): corresponde a la ED menos las pérdidas de energía que ocurren a través de la orina y en los gases, producto de la fermentación en el rumen. La unidad de energía de los alimentos se conoce como calorías (cal). En producción animal se habla frecuentemente de Megacalorías (Mcal), que corresponde a un millón de calorías (INIA, Pág. 70).

6.2.6.2. Proteína

Debido a la actividad biológica, el organismo animal también está eliminando nitrógeno, ya sea a través de las fecas o en la orina. Dichas pérdidas deben ser compensadas, y esta necesidad corresponde al requerimiento proteico de mantención. Por esta razón, es importante entregar a través de la alimentación un adecuado tenor proteico (INIA, Pág. 71).

6.2.6.3. Minerales

Los minerales y vitaminas deben ser aportados también en la alimentación para mantener un adecuado equilibrio electrolítico en la sangre y tejidos, ayudando al normal funcionamiento de los procesos vitales. (INIA, Pág. 71).

6.2.7. Pasto taiwan morado (*Pennisetum purpureum*)

(Sensano, 2019). El hábitat del Taiwán Morado (*Pennisetum purpureum*) se adapta entre los 15 a 30 grados de temperatura, es resistente logrando a sacar la misma producción que es entre 60 a 70 tn por ha dependiendo de las condiciones del terreno.

Se puede desarrollar a 2.500 metros de altura, la semilla puede ser trasladada incluso a climas templados como la zona de los valles y si hablamos de lugares secos también se lo puede llevar al chaco donde resiste hasta 600mm pluviales por año, en lugares donde llueve una vez al año.

También se puede adaptar a zonas más húmedas como el departamento del Beni, donde se acumula agua hasta 2, 500mm por año, entonces es un pasto que sirve y se adapta a la sequía y la humedad, es muy resistente y sigue desarrollando su potencia forrajera.

El Taiwán Morado es un pasto con 4 cortes al año, de los cuales 3 son para la época de verano y 1 para invierno, de igual manera sirve para alimentar de forma directa al ganado, sólo con vaciar en las gavetas para que éste lo consuma. En el tema del ensilaje sólo se lo guarda para época de invierno, para tener reserva y no tener dificultades con el forraje para alimentar al ganado.

Se puede hacer el corte a los 90 días, entonces el objetivo de hacer silos Taiwán es guardar el forraje para la época de invierno. Actualmente estamos haciendo silos porque el pasto es veloz crece rápido en verano por las lluvias, empieza a extenderse y para mí cuando pasa del metro y medio ya no me sirve, solo lo ocupamos para semilla”

Dentro de su manejo agronómico este pasto necesita de mucha dedicación para obtener buenos resultados, no es solamente sembrarlo y dejarlo así para que pueda crecer sólo, necesita de ayuda porque en época de verano se presenta mucha humedad, lo que da lugar a que las malezas puedan ingresar.

Es por esta razón que en la época de invierno se hace mantenimiento al terreno para que el pasto después no tenga dificultad en desarrollarse con normalidad en la época de verano, que es donde más produce follaje.

Es exigente en nutrientes nitrogenados y mineral debido a que tiene tasas de extracción altas, produce una inflorescencia en forma de espiga abundante. Su crecimiento es de forma recta, pero a medida que pasa el tiempo su follaje se va encorvando a una edad muy temprana, debido a su abundante biomasa frondosa.

Se produce de 30 a 40 toneladas por hectárea, dependiendo de las condiciones del terreno.

Tabla 6.1

Contenidos de materia seca, proteína cruda y cenizas de pasto taiwan morado a diferentes edades de corte.

Ecotipo	Edad (días)	Materia seca (%)			Proteína cruda (%)			Cenizas (%)		
		Hoja	Tallo	Planta entera	Hoja	Tallo	Planta entera	Hoja	Tallo	Planta entera
Taiwán	70	12,47	7,55	9,87	14,51	10,80	12,52	21,66	17,62	19,53
	84	16,22	10,82	13,15	15,21	8,55	11,40	24,16	15,49	19,22
	98	18,72	12,91	15,30	14,33	7,12	10,07	23,24	16,99	19,55
	112	23,79	17,28	19,65	14,31	6,23	9,10	20,78	12,91	15,74
	126	29,45	19,53	23,03	12,17	5,26	7,70	21,16	10,68	14,38
	140	25,80	20,19	22,01	11,62	5,81	7,60	21,43	9,26	12,91

Nota: Estación Experimental Alfredo Volio Mata, Tres Ríos, Cartago. 2003.

(Sensano, 2019) Proceso de ensilaje para elaboración de Silos Bunker con pasto Taiwán Morado (*Pennisetum purpureum*)

Paso 1

Medir el pasto con una wincha, cuando el pasto tiene el tamaño de 1 metro con 30 centímetros se empieza a cortar con la máquina (corta pica), surco por surco a un tamaño de entre 7 a 10 cm del suelo.

Paso 2

Sigue el proceso de corte con la misma máquina (corta pica), que sigue picando el pasto a un tamaño de 2 a 5 cm, para luego desecharlo a un vagón forrajero, el corte tiene que ser bien menudo, para que el proceso de ensilaje sea mejor y al momento de ser prensado tenga una mejor compactación.

Paso 3

Una vez picado el pasto, el vagón forrajero lo vacía a los silos bunker que contienen bolsas especiales que las encargan a las industrias y son de 200 micrones. Se va vaciando el pasto picado formando capas de 10cm que los operarios luego van presionando con los pistones y se le va agregando una capa de melaza (como inoculante), y así sucesivamente se sigue relleno hasta almacenar la cantidad adecuada.

Paso 4

Cada silo bunker almacena la cantidad de 25 a 30 toneladas en forraje. Es muy importante que cada capa de forraje este bien prensada y no tenga bolsas de aire para que su proceso de fermentación, que dura hasta la época de invierno, pueda ser llevado hasta el final. (Sensano, 2019).

6.2.8. Funciones del tracto digestivo

A continuación, se describe las funciones de los distintos componentes del tracto digestivo recurriendo a los estudios realizados por el Área de Investigación en Producción Animal, Grupo de Nutrición Animal, INTA, EEA Balcarce, de la Universidad de Mar del Plata, 2014.

Rumia (ruptura de partículas) y producción de saliva

La rumia tiene como objetivo reducir el tamaño de las partículas e incrementar la superficie expuesta para los procesos fermentativos ruminales. En vacas lecheras se

genera entre 140 a 180 litros de saliva/día cuando el consumo de fibra efectiva es el adecuado y la vaca rumia entre 6 y 8 horas diarias. Si el consumo de concentrado es excesivo y la fibra efectiva es baja, la rumia no es estimulada produciéndose acidosis.

La saliva contiene cantidades importantes de buffers como bicarbonatos y fosfatos, que neutralizan los ácidos producidos durante el proceso fermentativo, manteniendo un pH adecuado de 6,2-6,4 que favorece la digestión de la fibra y el crecimiento microbiano. (Pág. 8)

Características del retículo-rumen

La actividad de fermentación es realizada principalmente por bacterias y protozoos de distinto género y especie, al cual se agregan levaduras y hongos. Estos fermentan componentes del alimento dando origen a AGV, NH_4 , materia orgánica microbiana, ácido láctico, gas, etc. La cantidad de estos organismos en el rumen depende de varios factores como composición de la dieta, frecuencia de suministro, nivel de consumo etc. En condiciones normales la cantidad de bacterias se encuentra en el orden de 1×10^{10} y protozoos 1×10^6 por ml de licor ruminal. En el rumen se retienen partículas largas de los alimentos, en especial de los forrajes, que son la que estimulan la rumia. (Pág. 9)

Cambios en el tamaño de partículas:

A través de la rumia las partículas ingeridas disminuyen su tamaño hasta lograr pasar el orificio retículo-omasal, provocando el vaciado del rumen y el ingreso de nuevo alimento a través del consumo. Por otra parte, esta disminución del tamaño genera una mayor superficie que es colonizada por las bacterias, afectando el proceso de fermentación. La fermentación microbiana, como se comentó, genera como productos finales de la fermentación de los hidratos de carbono (estructurales y no estructurales): AGV, principalmente acético, propiónico y butírico. Además, se produce masa microbiana (protoplasma) compuesta por proteína de alta calidad (alto valor biológico), la gran mayoría de las veces de mayor valor biológico que la proteína consumida. El crecimiento bacteriano se ve favorecido por una concentración de substrato continua. Esto es así siempre que el animal ingiera alimentos en forma frecuente. En animales en pastoreo se da naturalmente dos grandes picos de pastoreo, por lo cual la

concentración de substrato varía marcadamente a lo largo del día. Esto determina que la dinámica de digestión y movimientos de partículas en el rumen sea diferente en los animales en pastoreo que en los estabulados y/o alimentados en forma frecuente. (EEA, Pág. 9, 2014)

Control de temperatura:

En general, la temperatura del contenido ruminal es relativamente constante, variando entre 38 y 40°C en animales alimentados. Esta alta temperatura está asociada a la fermentación activa y a la producción de calor asociado con la ineficiencia del proceso de fermentación. Grandes ingestiones de agua fría en invierno pueden hacer disminuir la temperatura en 5°C por un par de horas, pero no modifican sustancialmente el proceso fermentativo. (EEA, Pág. 9, 2014)

Control del pH:

El pH del rumen es uno de los factores del ambiente ruminal más variable, siendo afectado por la naturaleza del alimento, forma física del mismo, cantidad ingerida, etc., a través de la producción de saliva. En condiciones de pastoreo los cambios de pH ruminal son muy marcados, asociados al momento de la ingestión del forraje. (Pág. 9).

Provisión de nutrientes endógenos:

Por medio de la saliva, las descamaciones epiteliales y el pasaje a través de las paredes ruminales (reciclaje), se aportan nutrientes para el crecimiento bacteriano, tales como urea, fosfatos y otros. Estos son especialmente importantes en situaciones de estrés alimenticio, como es el caso de animales que pastorean durante el invierno forrajes secos de baja calidad (pasto Nutrición Animal Aplicada 10 llorón) y deficiente en varios nutrientes (proteínas, minerales), los cuales son necesarios para un adecuado crecimiento bacteriano.

Eliminación por pasaje de la fracción no digerida: todo material que no ha sido fermentado en el rumen y que, por ende, no aporta nutrientes a las bacterias ruminales, deja el rumen por pasaje al tracto digestivo posterior, permitiendo que el animal vuelva

a consumir. Esto genera espacio en el rumen que puede ser ocupado por alimento fresco, es decir nuevo sustrato para los microorganismos. (EEA, Pág. 10, 2014)

Eliminación de los productos finales de la digestión:

Los AGV se absorben a través de las paredes ruminales, como acetato, B-OH-butirato y propinano. Esta absorción de los productos finales de la digestión es la gran diferencia entre el rumen y un ensilaje. En el primer caso los AGV, el ácido láctico, el NH₃ son eliminados por absorción o pasaje, mientras que en el ensilaje todos estos productos se acumulan produciendo un detenimiento en la actividad de fermentación, ya que estos productos (AGV) y láctico provocan una reducción del pH afectando a las bacterias fermentativas, pero asegurando la conservación del forraje ensilado. Los AGV proveen más del 60% de la energía digestible para el mantenimiento y la producción de leche, precursores para la síntesis de ácidos grasos, componentes del triglicérido de la grasa de la leche y glucosa para la síntesis de lactosa, y de con factores reducidos para la síntesis de ácidos grasos.

También en el rumen se producen y eliminan por eructación entre 400 y 600 litros/día de gas metano y CO₂. (EEA, Pág. 10, 2014)

Omaso y abomaso (digestión ácida)

En el omaso hay absorción de agua, sodio, fósforo y AGV residuales. En el abomaso hay secreción de ácido clorhídrico y de enzimas digestivas, digestión de algunos componentes del alimento no fermentados en el rumen (algunas proteínas y lípidos) y digestión de la proteína microbiana producidas en el rumen (0,5 a 2,5 kg por día). (EEA, Pág. 10, 2014).

Intestino delgado

Hay secreción de enzimas digestivas producidas por el intestino delgado, a las que se agregan las producidas por el hígado y el páncreas. En ese órgano se produce la digestión enzimática de hidratos de carbono (almidón), proteínas y lípidos. Además, hay absorción de agua, minerales y productos de la digestión como glucosa, aminoácidos y ácidos grasos. (EEA, Pág. 11, 2014)

Intestino grueso

Contiene una población microbiana (con ausencia de protozoarios) que fermenta los materiales que llegan allí, generando AGV que son utilizados como fuente de energía por el rumiante (ídem a los generados en el rumen). La proteína originada en el proceso fermentativo (crecimiento microbiano) no está disponible por imposibilidad de absorción a este nivel y se pierde en heces. También hay absorción de agua y formación de heces (productos indigeridos y componentes endógenos no absorbidos). (EEA, Pág. 11, 2014)

Consideraciones acerca de la digestión en rumiantes

- Los rumiantes pueden utilizar una mayor variedad de fuentes de alimentos que los monogástricos.
- Los microorganismos ruminales, en simbiosis con el animal huésped, le permiten a éste convertir el alimento fibroso y de baja calidad (forrajes, rastrojos, subproductos industriales) y el NNP en alimentos de alta calidad, como carne y leche.
- Los alimentos fibrosos son necesarios para el mantenimiento de la salud del rumiante ya que favorece la rumia y la producción de saliva, que es indispensable para un correcto funcionamiento ruminal y una adecuada población microbiana en cantidad y tipo.
- Un rumiante puede consumir forrajes (alimento de baja concentración energética) y concentrados (comúnmente de alta concentración energética). Sin embargo, el agregado de altas cantidades de concentrado a la dieta tiene que realizarse en forma gradual (durante un período de 15 a 21 días), para permitir la adaptación de la población bacteriana a la nueva dieta y la adaptación metabólica del animal.
- Las heces de los rumiantes son ricas en materia orgánica e inorgánica (nitrógeno, fósforo y potasio), siendo un excelente material para ser utilizado como fertilizante o convertirse en un contaminante. (EEA, Pág. 11, 2014)

Digestión y metabolismo de hidratos de carbono

Tipos de hidratos de carbono

Los hidratos de carbono son la principal fuente de energía, siendo además precursores para la síntesis de grasa y lactosa. La fibra es el principal hidrato de carbono disponible para los rumiantes y utilizado por los microorganismos del rumen para la obtención de energía para su crecimiento, generando a través de productos de desecho para estos, energía disponible para el animal en la forma de AGV. La fibra es un alimento voluminoso que, por sus características químicas, tiene un tiempo de retención ruminal elevado, donde la celulosa y la hemicelulosa son fermentados. A medida que la planta madura, el contenido de lignina de la fibra se incrementa y la extensión de la digestión ruminal de la celulosa y hemicelulosa disminuye. Como se comentó previamente, la fibra larga o efectiva proveniente del forraje es necesaria para la estimulación de la rumia y la producción de saliva. La rumia es el principal factor en la disminución del tamaño de partículas ruminales aumentando la tasa de fermentación de la fibra, activando los movimientos ruminales y el flujo de saliva al rumen. Las dietas deficientes en fibra efectiva resultan generalmente en una disminución en la concentración en grasa butirosa de la leche (Cuadro 3), pudiendo generar problemas digestivos como la acidosis, desplazamiento de abomaso, etc. Otra de las fuentes de hidratos de carbono disponible en la alimentación son los denominados no estructurales, como los solubles y el almidón. Estos son rápidamente, y en muchos casos completamente, fermentados a nivel ruminal. El suministro de hidratos de carbono no estructurales incrementa la densidad energética de la dieta, lo cual en líneas generales mejora el consumo total de energía y es determinante de la producción de proteína bacteriana ruminal (consumo total de MO fermentecible). Sin embargo, los consumos elevados de hidratos de carbono no estructurales disminuyen los tiempos de rumia afectando la digestibilidad de la fibra por una disminución del pH ruminal. Por lo comentado, el balance entre los tipos de carbohidratos suministrados es esencial en la alimentación para una producción eficiente (EEA, Pág. 12, 2014)

Producción de AGV

Durante el proceso fermentativo los microorganismos ruminales generan gases (metano y dióxido de carbono), calor de fermentación, ácidos grasos volátiles y protoplasma microbiano (MO microbiana). Los AGV generados son el acético (2 átomos

de carbono), propiónico (3 átomos de carbono) y butírico (4 átomos de carbono). Estos tres ácidos representan, para dietas normales, más del 95% de los ácidos generados. En este proceso fermentativo se producen, en cantidades menores, los denominados iso- ácidos, provenientes en general de la degradación de aminoácidos ramificados (Figura 3). Estos iso-ácidos son estimuladores del crecimiento bacteriano ya que las mismas están imposibilitadas de sintetizar este tipo de cadena carbonada. Existen en el mercado aditivos carbonados con estos iso-ácidos como promotores de la actividad bacteriana.

Los gases producidos son eliminados por eructación, perdiéndose la energía encerrada en el gas metano. El calor de fermentación, proveniente de las ineficiencias del proceso fermentativo, permite el mantenimiento de la temperatura corporal durante el tiempo frío y debe ser disipado, y con gasto de energía, en otras estaciones del año. Los AGV, productos finales del proceso fermentativo, son absorbidos a través de la pared ruminal. La mayor parte del acetato y propionato son transportados al hígado, mientras que casi la totalidad del butírico es convertido en su pasaje por la pared ruminal a B-hidroxibutirato (cuerpo cetónico). Los cuerpos cetónicos pueden ser usados como energía por la mayoría de los tejidos. En condiciones normales los cuerpos cetónicos provienen del butírico, aunque en lactancia temprana pueden originarse en la movilización del tejido adiposo, originando la enfermedad metabólica denominada cetosis. (EEA, Pág. 13, 2014)

7. DISEÑO METODOLÓGICO

7.1. Tipo de Investigación

Investigación experimental, este tipo de investigación se basa en la manipulación de variables en condiciones altamente controladas, replicando un fenómeno concreto y observando el grado en que la o las variables implicadas y manipuladas producen un

efecto determinado. Los datos se obtienen de muestras aleatorizadas, de manera que se presupone que la muestra de la cual se obtienen es representativa de la realidad. Permite establecer diferentes hipótesis y contrastarlas a través de un método científico.

El presente trabajo utiliza una investigación experimental tomando en cuenta el estudio de ganado bovino de características similares, proveyéndoles dietas alimenticias distintas. De esta manera se pudo evaluar de qué forma sucede la engorda del ganado en estudio.

Por lo tanto, la investigación es provocado, lo que permite modificar las variables en intensidad.

7.2. Métodos y técnicas de recolección de datos

7.2.1 Método hipotético deductivo

El método deductivo consiste en extraer una conclusión en base a una premisa o a una serie de proposiciones que se asumen como verdaderas. Mediante este **método**, se va de lo general (como leyes o principios) a lo particular (la realidad de un caso concreto) En el presente estudio se utilizó este método para realizar la comparación de dos premisas iniciales y obtener una conclusión final. Planteando una hipótesis inicial mediante observación para luego obtener conclusiones particulares

7.2.2. Técnicas de recolección de datos

7.2.2.1. Observación

Nos permitió la recolección de información relevante para el diagnóstico enfocado en la engorda de ganado bovino objeto de presente estudio.

7.2.2.2. Revisión de documentos

Con el propósito de fortalecer y apoyar la investigación mediante el suministro de datos suplementarios, se realizó la revisión de documentos con datos cuantitativos de investigación relacionados con el objeto de estudio.

7.2.2.3. Registros

El empleo de esta técnica se utilizó para la obtención de datos sobre el control de peso de los animales sujeto a estudio.

7.3 Población y muestra.

La población objeto de la presente investigación alcanza a 42 cabezas de ganado bovino y la muestra 2 cabezas del hato uno bajo experimentación y otro como testigo.

7.4 Tipo de muestreo.

Se utilizó el método no probabilístico seleccionado la muestra de manera discrecional o con fines especiales.

7.5 Instrumentos

7.5.1 Material biológico

Se trabajó con dos cabezas de ganado bovino criollo, uno de un 1 año y 7 meses con tratamiento 1 y con tratamiento 2 una cabeza de 1 año y 6 meses como testigo, con las mismas características al inicio del proceso de experimentación.

7.5.2 Insumos alimenticios

- Pasto de la variedad Taiwan morado (*Pennisetum purpureum*) ensilado
- Pasto *brachiaria decumbens*

7.5.3 Herramientas

- Wincha
- Comideros
- Bebederos
- Picadora
- Bolsas de yute
- Machete
- Baldes
- Sogas
- Cámara fotográfica
- Computadora
- Impresora
- Registros
- Material de escritorio

7.5.4 Instalaciones

Los corrales y terrenos de pastoreo con que cuenta la propiedad



7.1. Foto Instalaciones de almacenamiento de silo



Foto 7.2 Pesaje de pasto morado ensilado

7.6 Metodología

7.6.2 Selección de animales

- Del hato de la comunidad que alcanza a 42 cabezas, se seleccionaron 2 vaquillas de un año y medio con características similares, uno sujeto a control y 1 de testigo.
- La vaquilla seleccionada como muestra fué alimentada con el complemento de silo Taiwan morado (*Pennisetum purpureum*) en un 10% y pasto Braquiaria (*brachiaria decumbens*), en una proporción de 90%.
- La vaquilla seleccionada como testigo siguió con su alimentación habitual o sea el consumo de el pasto braquiaria (*brachiaria decumbens*)
- El control de peso mensual de los animales se llevó a cabo mediante un registro estadístico.



Foto 7.3 Ganado bovino seleccionado para el estudio



Foto 7.4 Registro de control de pesaje ganado seleccionado

7.6.3 Tratamiento sanitario

En esta etapa se realizó la aplicación de productos antiparasitarios para liberar de endo y exo parásitos, con Ivermectina al 1% y Dectomax.

7.6.4 Raciones

Para la alimentación del animal sujeto a estudio, durante el ensayo se elaboró raciones en función a los requerimientos nutricionales. Las raciones fueron formuladas basándose en la dieta correspondiente de acuerdo a su peso vivo. Para la formulación de las raciones se utilizó el método de prueba y error, en función a tablas descritas por Alcázar (2002), donde podemos observar en detalle las raciones en estudio.

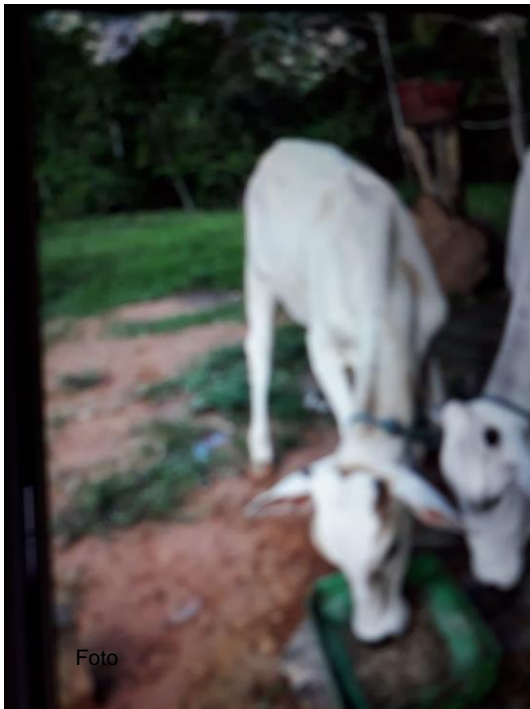


Foto 7.5. Dotación de raciones y pesaje animales seleccionados



Foto 7.6 Pesaje de animales en estudio

7.6.5 Manejo

El manejo diario de los animales fue rutinario, excepto los días de control, diariamente a primera hora se procedía a la limpieza del comedero y bebedero luego se procedía a suministrar el alimento ofrecido a cada tratamiento de acuerdo a su requerimiento con ayuda de los comunarios, posteriormente había un lapso de cuatro horas para que los animales consuman su alimento, pasada las cuatro horas se procedía a alimentar nuevamente a los animales para luego posterior a cuatro horas realizar la recolección de los alimentos no consumidos de los comederos.

8 RESULTADOS

8.1. Descripción de tratamiento estadístico

8.1.1 Tratamiento

TRATAMIENTO 1: Pasto natural + Silo de Pasto Taiwan morado (*Pennisetum purpureum*).

TRATAMIENTO 2: Testigo

8.1.2. Ganancia media diaria

La ganancia media diaria (GMD) en (kg.) es el cambio de peso del animal en un determinado número de días que dura el proceso, para medir este parámetro se utilizara la siguiente formula (Alcázar, 2002).

$$\text{CMD} = \frac{\text{Pesos final} - \text{peso inicial}}{\text{Días del proceso}}$$

8.1.3. Consumo efectivo del alimento en materia seca

Para este parámetro se peso todo el alimento ofrecido y el alimento que no lo haya consumido en el lapso de la semana, para luego calcular por diferencia el consumo de alimento a través de la siguiente formula (Alcazar, 2002).

$$\text{CEA} = \text{Alimento Ofrecido} - \text{Alimento Rechazado}$$

8.2. Presentación de resultados obtenidos.

8.2.1. Raciones: Tratamiento 1

Para el tratamiento 1, conforme al diseño de la investigación se realizó la provisión de raciones alimentarias compuestas desde un 90% por pasto natural y un 10% de silo de pasto taiwan morado (*Pennisetum purpureum*).

Tabla 8.1

Tratamiento 1. Raciones de alimentación diaria en promedio por cada 15 días

DESCRIPCION	RACIONES PROMEDIO DIARIO EN KGS. POR CADA 15 DIAS						
	0	15	30	45	60	75	90
Pasto Taiwan morado ensilado	0	2	2.3	2.5	2.5	2.8	3
Pasto natural	0	18	19.7	21.5	23.5	25.2	27
Total Kgs.	0	20	22	24	26	28	30

Nota.- Elaboración propia en base a registro estadístico de raciones proporcionadas

Como podrá observarse en la tabla 8.1 y figura 8.1, la provisión de alimentos para el bovino con tratamiento 1 se realizó a partir del inicio del registro un aumento promedio de alimento diario de 2 kgs durante quince días. Iniciando con 20 Kgs diario y en la última quincena con 30 Kgs. En todos los casos 10% de ensilado y 90% de pasto natural.

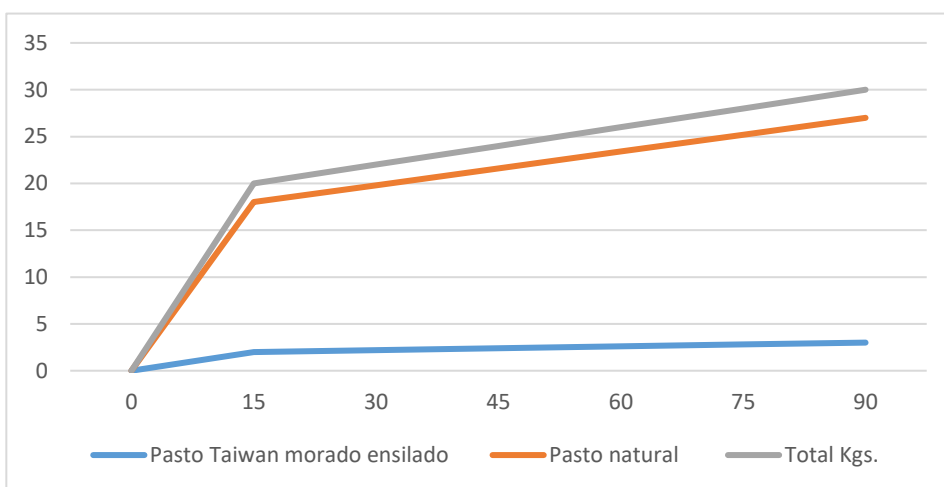


Figura 8.1 Tratamiento 1. Raciones de alimentación diaria

Nota.- Elaboración propia en base a registro estadístico de raciones proporcionadas

8.2.2. Raciones: Tratamiento 2

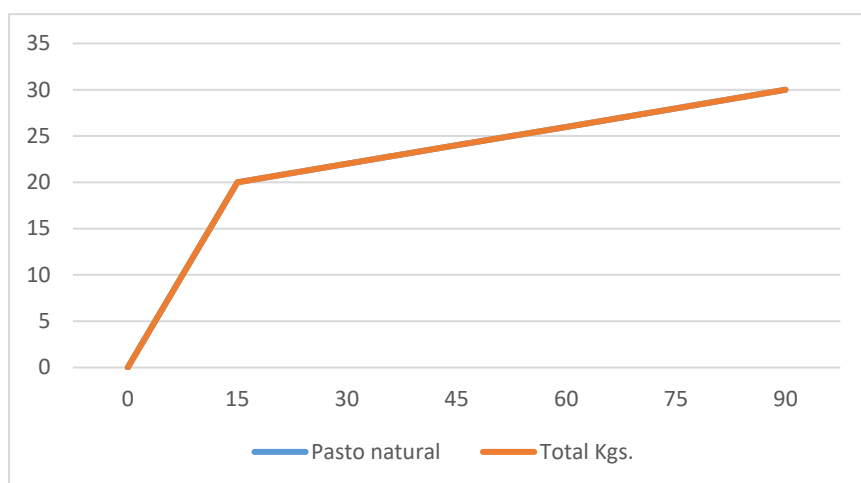
En el tratamiento 2, que corresponde a la cabeza testigo la proporción de alimento fue el mismo que para el tratamiento 1. Sin embargo, solo consistió en pasto natural, tal como se puede observar en la tabla 8.2 y figura 8.2.

Tabla 8.2

Tratamiento 2. Raciones de alimentación diaria en promedio por cada 15 días

DESCRIPCION	RACIONES PROMEDIO DIARIO POR CADA 15 DIAS						
	0	15	30	45	60	75	90
Pasto natural	0	20	22	24	26	28	30
Total Kgs.	0	20	22	24	26	28	30

Nota. - Elaboración propia en base a registro estadístico de raciones proporcionadas



8.2.3. Resultados de la engorda

Tal como se muestra en la tabla 8.3 y figura 8.3, tenemos los pesajes quincenales con el control de aumento de peso para los animales con tratamiento 1 y tratamiento 2, durante 3 meses, a partir del mes de agosto hasta el mes de noviembre de 2020.

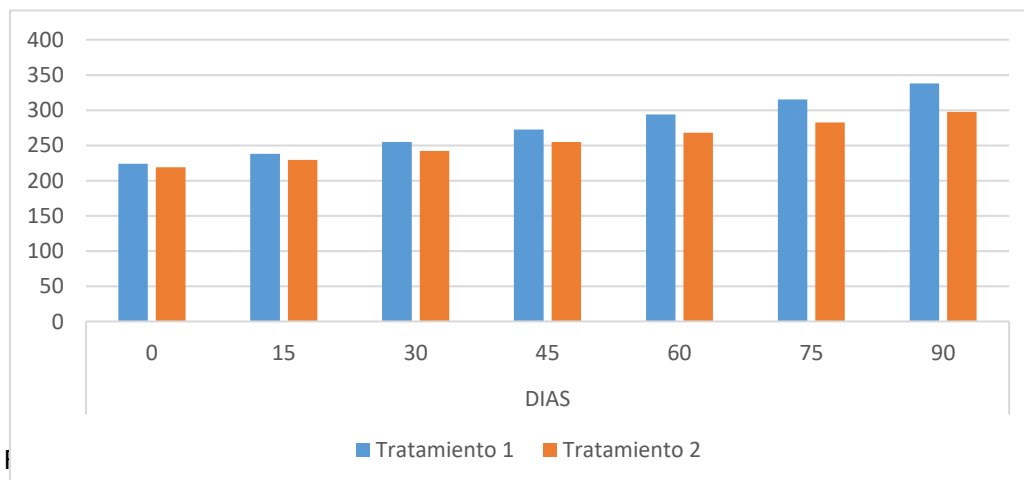
Presentándose una regularidad de aumento de peso en ambos casos.

Tabla 8.3

Pesaje de ganado bovino en estudio en kgs., cada 15 días

DESCRIPCION	DIAS						
	0	15	30	45	60	75	90
Tratamiento 1	224	238.25	254.75	272.75	293.75	315.45	337.95
Tratamiento 2	219	229.25	241.95	254.7	268.2	282.45	297.45

Nota.- Elaboración propia en base a registro estadístico de pesaje



Nota.- Elaboración propia en base a registro estadístico de pesaje

Los datos registrados quincenalmente sobre la ganancia de peso en las cabezas de ganado bovino en estudio, nos muestra que la cabeza con el tratamiento 1 alcanzó al cabo de 90 días 113.95 Kgs., mientras con el ganado con tratamiento 2 alcanzó 78.45 Kgs., tal como se puede apreciar en la tabla 8.4 y figura 8.4.

Tabla 8.4

Incremento de peso de ganado bovino en estudio cada 15 días

DESCRIPCION	DIAS							Incremento total de peso en Kgs, en 90 días
	0	15	30	45	60	75	90	
Tratamiento 1	0	14.25	16.5	18	21	21.7	22.5	113.95
Tratamiento 2	0	10.95	12	12.75	13.5	14.25	15	78.45

Nota.- Elaboración propia en base a registro estadístico de pesaje

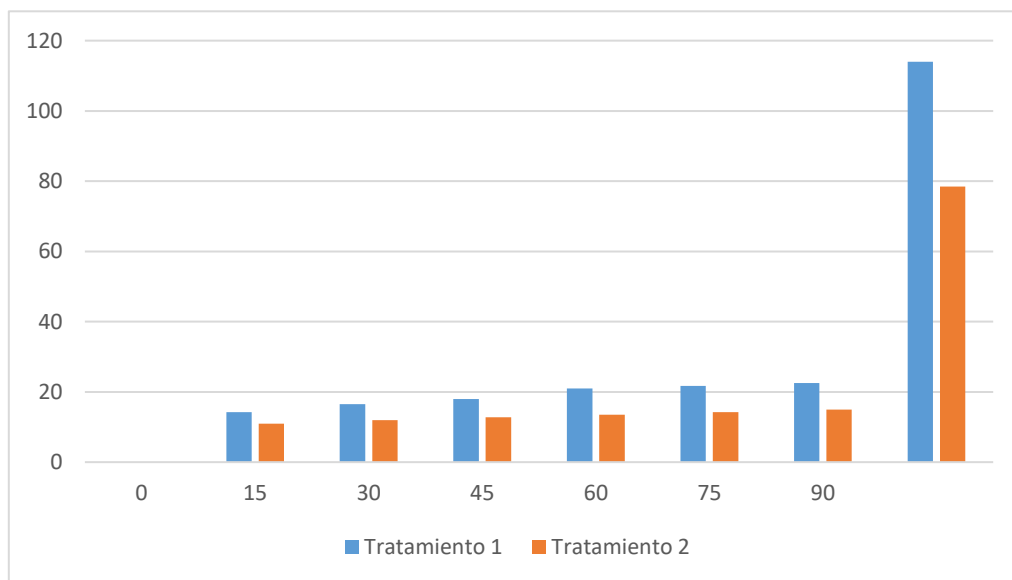


Figura 8.4. Incremento de peso de ganado bovino en estudio cada 15 días

Nota.- Elaboración propia en base a registro estadístico de pesaje

Basados en los datos anteriores se calculó la ganancia diaria de peso en kilogramos de las dos cabezas sujetas a estudio. Tal como se puede observar en la Tabla 8.5 y figura 8.5

Tabla 8.5

Incremento promedio de peso diario en kgs. Por cada 15 días

DESCRIPCION	INCREMENTO PROMEDIO DIARIO DE PESO EN KGS.						
	0	15	30	45	60	75	90
Tratamiento 1	0	0.95	1.1	1.2	1.4	1.4	1.5
Tratamiento 2	0	0.73	0.8	0.85	0.9	0.95	1

Nota. - Elaboración propia en base a registro estadístico de pesaje

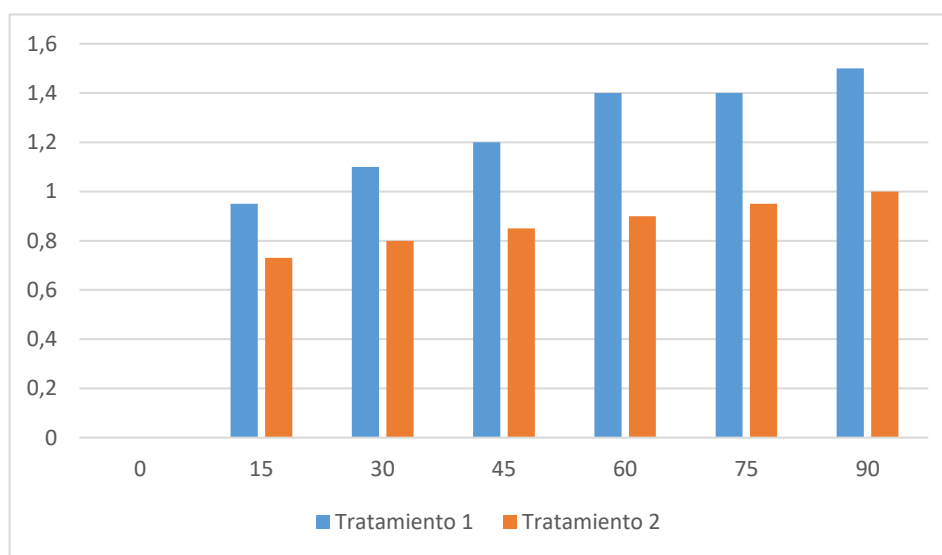


Figura 8.5 Ganancia promedio de peso diario en kgs.

Nota. - Elaboración propia en base a registro estadístico de pesaje

8.3. Análisis y discusión de los resultados

Los resultados de la presente investigación nos permiten realizar el siguiente análisis:

- El ganado criollo de la región generalmente es de peso bajo y durante la época seca consumen los escasos pastos naturales existentes, en esta época baja ostensiblemente su ganancia de peso.
- Tomando en cuenta que la diferencia de edades de las cabezas en estudio es de un mes, podemos asumir, que ambas tienen características casi similares.
- Las raciones de alimentos experimentadas con tratamiento 1 fueron de 10% de silo de pasto taiwan morado (*Pennisetum purpureum*) y 90% de pasto natural.

Aumentando las mismas proporciones con relación al total de alimento durante el proceso, es decir a medida que el ganado aumentaba de peso.

- La ganancia de peso de la cabeza de ganado bovino con tratamiento 1, es decir con el complemento alimenticio de silo de pasto taiwan morado (*Pennisetum purpureum*), alcanzo una ganancia total al final del proceso aproximadamente de 114 Kgs. En cambio, la cabeza de ganado con el tratamiento 2, alimentado solo con pasto natural, alcanzó una ganancia de peso de 78,45 Kgs. Existiendo una diferencia aproximada de 36 kgs con relación a la cabeza con tratamiento 1.
- Con relación a la ganancia de peso diario del ganado, se aprecia que la cabeza de ganado alimentado con el complemento alimenticio alcanza un crecimiento moderado desde 0,95 Kgs al inicio hasta un 1,5 Kgs. Al final del proceso. En cambio la cabeza testigo de 0,73 al inicio a 1 Kg. al final del proceso.

9. CONCLUSIONES

Dados los resultados obtenidos en el trabajo de investigación, podemos sacar las siguientes conclusiones:

- La dieta actual que consume el ganado bovino en época seca, que consiste en raciones de pasto natural en la comunidad de Agua Dulce, es insuficiente para una ganancia de peso aceptable,
- La insuficiencia de pasto natural en la época de sequía, provoca variación en el peso del ganado, por lo tanto, aumentan las probabilidades de futuras enfermedades gracias a la desnutrición.
- La incorporación de complemento alimentario en la dieta con silo pasto taiwan morado (*Pennisetum purpureum*) mejora la ganancia de peso del ganado bovino criollo con relación a la alimentación mediante con solo pasto natural.
- La incorporación de silo de pasto taiwan morado (*Pennisetum purpureum*) en las raciones en un 10% y un 90% con pasto natural nos permite determinar que esta combinación mejora el consumo de nutrientes y por lo tanto mejora la engorda de ganado.
- Concluyendo que es de suma importancia tener almacenado una cantidad según nuestro ganado, exclusivamente para los tiempos de sequía, evitara que la comida para los mismos sea escasa, además de que aumenta los nutrientes que el ganado recibe con un solo pasto natural.

10. RECOMENDACIONES.

- Se considera necesario explorar otras alternativas de dietas alimenticias para la engorda de ganado bovino aprovechando los pastos y forrajes naturales e introducidos en la región.
- Por otro lado, se precisa incorporar en este tipo de investigaciones el costo/beneficio, debido que los pastos y forrajes ensilados conllevan un costo importante.
- Incentivar a los ganaderos a realizar el silaje para evitar la desnutrición de su ganado. Puesto que el silo evita que el alimento escasee en tiempos de sequía.
- Brindar un seminario de cómo realizar el silo, y la manera de como conservarlo, y la importancia de los nutrientes que brinda a nuestro ganado.

Bibliografía

- Báez Molinas, José María y Ojeda, Mercedes, 2.017, Evaluación de la ganancia del peso vivo del ganado bovino en el sistema feedlot con alimentación a base de ensilaje de maíz + suplementación de gramafante en el distrito de Yatytay, la Saeta digital, Paraguay.
- Coca Pazmiño, Mauricio Renee, 2012, “Sistemas de engorde de toretes mestizos en el trópico humedo”, Tesis de grado, Riobamba, Ecuador.
- Hidalgo Lozano, Víctor, (2013), Guía Técnica “Formulación de alimentos balanceados para el engorde de ganado vacuno”, Agrobanco, Perú.
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), 2017, Manual bovino de carne, Fidel Oteíza 1956, Piso 11, Providencia, Santiago. Teléfono: +56-2 25771000 Santiago, Chile.
- Instituto Nacional Tecnológico, Dirección General de Formación Profesional, 2016, Nutrición Animal, Nicaragua.
- Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, 1.997, Zonificación agroecológica y socioeconómica y perfil ambiental del departamento de Pando, SIERPE, La Paz, Bolivia.
- Parsi, Jorge, Godio, Leopoldo, otros (2001), Valoración nutritiva de los alimentos y formulación de dietas, Cursos de Producción Animal, FAV UNRC. Argentina, www.produccion-animal.com.ar
- Percy Chacón, Carlos, (2012), Cultivo de pastos. Manual práctico para productores, Swisscontact - SN Power, Lima, Perú.
- Sensano, José Miguel, 2.019, El taiwan morado un pasto rustico y confiable, Santa Cruz, Bolivia .bo, <https://publiasago.com>,18/02/2019
- Universidad de Mar del Plata, Unidad Integrada Balcarce (EEA Balcarce del INTA y Facultad de Ciencias Agrarias, UNMdP) , 2014, Curso “Nutrición Animal Aplicada” dictado los días 14, 15 y 16 de mayo de 2014. Argentina

ANEXOS

ESTUDIO ENGORDA DE GANADO BOVINO

Anexo 1

REGISTRO DE PESAJE POR FECHAS

FECHA	PESAJE EN KGS.		No. días
	Bovino 1	Bovino 2	
1/8/2020	224.00	219.00	0
15/08/2020	238.75	229.25	15
31/08/2020	254.75	241.95	16
15/09/2020	272.75	254.70	15
30/09/2020	293.75	268.20	15
15/10/2020	315.45	282.45	15
30/10/2020	337.95	297.95	15

Anexo 2

FOTOGRAFÍAS DE LAS ACTIVIDADES DURANTE EL ESTUDIO



Foto 1.1 Pastizales de la comunidad en época seca



Foto 1.2 Corte de pasto taiwan morado (*Pennisetum purpureum*) en la comunidad



Foto 1.3 Picado pasto taiwan morado para el ensilado



Foto 1.4 Acarreo de pasto taiwan morado picado para el ensilado



Foto 1.5 Manejo de Ganado seleccionado

Foto 1.6 Medición para el cálculo de peso del ganado seleccionado