

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LOS ENSILAJES DE AVENA Y VICIA,
CEBADA Y DE UNA PRADERA MIXTA DE GRAMÍNEAS DEL TRÓPICO ALTO
COLOMBIANO EN LA CEBA DE MACHOS ENTEROS DE RAZA NORMANDO**

DANIEL RINCÓN GARCIA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACIÓN A DISTANCIA
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
MALAGÁ
2013**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LOS ENSILAJES DE AVENA Y VICIA,
CEBADA Y DE UNA PRADERA MIXTA DE GRAMÍNEAS DEL TRÓPICO ALTO
COLOMBIANO EN LA CEBADA DE MACHOS ENTEROS DE RAZA NORMANDO.**

DANIEL RINCÓN GARCIA

Trabajo de grado para optar al título de Zootecnista.

**Director:
MSc. JOAQUÍN MORENO MORENO
Médico Veterinario y Zootecnista**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACIÓN A DISTANCIA
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
MÁLAGA
2013**

DEDICATORIA

"Cuanto más numerosas son las cosas que quedan para aprender, menos tiempo queda para hacerlas."

PRÉVOST MARCEL

A **DIOS**, dador de vida, gestor de bendiciones en ella, mi familia y trabajo; A **MIS PADRES JOSE SANTOS y ALCIRA**, por su amor, guía, entrega, constancia y ejemplo; **MIS HERMANOS: EDISON, RODOLFO y MILEDY**, por su apoyo, su presencia y aporte para no desistir ante los obstáculos presentados en esta etapa de superación.

DANIEL

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su sincero agradecimiento a:

Universidad Industrial de Santander Sede Málaga, su personal administrativo, directivo, por el apoyo y orientación recibida en el transcurso de la carrera.

MSc. M.V. JOAQUÍN MORENO MORENO, quien con sus aportes académicos y profesionales, dedicó gran parte de su valioso tiempo en la asesoría de este proyecto de grado.

Doctor IVAN DARÍO ROJAS, “Zootecnista”, docente UIS sede Málaga, por su colaboración, orientación y apoyo en este trabajo

Sr. RODOLFO GARCÍA MARTÍNEZ propietario del predio, por su colaboración y aprobación para el desarrollo de las actividades en su finca.

A todas aquellas personas que de una u otra forma hicieron aportes para la culminación de esta etapa de superación.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	14
1. PROBLEMA	16
2. OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GENERAL	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3. MARCO REFERENCIAL	19
3.1 MARCO HISTORICO	19
3.2 MARCO TEÓRICO	26
3.3 MARCO CONCEPTUAL	29
4. METODOLOGÍA	31
4.1 LOCALIZACIÓN	31
4.2 TIPO DE ESTUDIO	31
4.3 METODOLOGÍA	32
4.3.1 Tratamientos	32
4.3.2 Animales	33
4.3.3 Instalaciones	33
4.3.4 Diseño experimental	34
4.3.5 Duración del experimento	34
4.3.6 Manejo del terreno y animales	34
4.3.6.1 Etapa de establecimiento de los cultivos	34
4.3.6.2 Elaboración de los ensilajes	37
4.3.5.3 Distribución y manejo de los animales	40
4.4 MANEJO DEL EXPERIMENTO	40
4.4.1 Suministro de las dietas y determinación del consumo diario	41
4.4.2 Control del peso vivo	42
4.5 VARIABLES A EVALUAR	43
4.5.1 Contenido de Nutrientes de la dietas	43

	Pág.
4.5.2 Consumo de alimento	44
4.5.3 Determinación del comportamiento del peso vivo	44
4.5.4 Determinación de la eficiencia y la conversión	45
4.5.5 Evaluación económica de los tratamientos	45
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	46
5.1 VALOR NUTRICIONAL DE LAS DIETAS	46
5.2 COMPORTAMIENTO DEL CONSUMO VOLUNTARIO DE MATERIA SECA EN KG	48
5.3 ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA GANANCIA DE PESO VIVO	50
5.4 EFICIENCIA Y CONVERSIÓN ALIMENTICIA	56
5.5 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS	57
CONCLUSIONES	60
RECOMENDACIONES	61
BIBLIOGRAFÍA	62

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Comparación de los contenidos nutricionales del silo de maíz y silo de cebada en dos condiciones del grano	24
Cuadro 2. . Requerimiento de nutrientes diarios para mantenimiento y producción en bovinos de carne.	29
Cuadro 3. Contenido de nutrientes de las dietas utilizadas: ensilajes más la pradera mixta y la papa cruda.	47
Cuadro 4. Consumo promedio de materia seca en kg/animal/día por tratamiento en los 112 días de experimento	49
Cuadro 5. Consumo de materia seca por tratamiento en % por cada 100 kg de peso vivo.	49
Cuadro 6. Análisis de varianza para el consumo promedio/día de materia por cada 100 kg de peso vivo.	49
Cuadro 7. Prueba de Duncan al 1% para consumo promedio de materia seca en kg/animal/día, según tratamiento.	50
Cuadro 8. . Ganancia promedio de peso vivo en kg/animal/día durante los 112 días de duración del experimento.	51
Cuadro 9. Análisis de varianza para la ganancia promedio de peso vivo.	51
Cuadro 10. Prueba de Duncan al 1% para la ganancia promedio de peso vivo.	51
Cuadro 11. Consumo y aportes diarios de proteína metabolizable en gramos de proteína microbiana y by pass por animal, versus requerimientos de proteína metabolizable (pm) para mantenimiento de un bovino de carne de 350Kg de peso vivo y una ganancia diaria de 0.5 y 1.0Kg de peso vivo.	53
Cuadro 12. Consumo diario de energía por animal en kg de TDN y Mcal de EM versus los requerimientos para mantenimiento de un animal de 350kg de peso vivo y ganancias diarias de 0,5 y 1,0Kg de peso vivo	54
Cuadro 13. Determinación de los índices de conversión (IC) y de eficiencia (IE) para cada uno de los tratamientos evaluados.	57
Cuadro 14. Costos de producción por hectárea y por kg de cada una de las dietas utilizadas en el estudio.	58
Cuadro 15. Presupuesto parcial en pesos (\$) para los diferentes forrajes evaluados	59
Cuadro 16. Análisis de dominancia entre los diferentes forrajes evaluados.	59

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Animales del experimento.	33
Figura 2. Preparación del terreno	35
Figura 3. Siembra de cebada al voleo	36
Figura 4. Proceso de elaboración de ensilaje avena mas vicia	38
Figura 5. Oreo material vegetal	38
Figura 6. Corte y almacenamiento del material a ensilar.	39
Figura 7. Compactado y sellado del silo	39

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Determinación del consumo diario de alimento en términos de forraje verde.	65
Anexo B. Control de peso.	66
Anexo C. Consumo promedio de MS (Kg).	67
Anexo D. Determinación del comportamiento de peso vivo	68
Anexo E. Ganancia de peso (Kg).	69
Anexo F. Costos de elaboración del silo de avena mas vicia.	70
Anexo G. Costos de elaboración de silo cebada	71
Anexo H. Costos de la elaboración del silo de pradera mixta.	72
Anexo I. Costo de mantenimiento de pradera mixta animales en pastoreo.	73

RESUMEN

TITULO: “Evaluación del efecto de los ensilajes de avena x vicia, cebada y de una pradera mixta de gramíneas del trópico alto colombiano en la ceba de machos enteros de raza Normando”*

AUTOR: DANIEL RINCÓN GARCÍA**

PALABRAS CLAVES: Ensilajes, consumo voluntario, suplementación, materia seca, pradera mixta.

CONTENIDO:

En la finca “La Bolsa”, a 3000msnm, vereda “Petaquera” a 15Km del municipio de Carcasí Santander, se evaluó en machos enteros raza normando el efecto de alimentación con ensilajes elaborados a partir de Avena (*Avena sativa*) X Vicia (*Vicia atroporpurea*) (T₂), Cebada (*Hordeum vulgare*) (T₃), Pradera mixta de gramíneas de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) x Azul Orchoro (*Dactylis glomerata*) x Oloroso (*Anthoxantum odoratum*) principalmente (T₃), tratamientos suministrados para consumo voluntario y suplementados con papa cruda (*Solanum tuberosum*) en proporción de 1.0Kg materia seca animal/día y comparados con la misma pradera mixta, suministrada en libre pastoreo sin suplementación como tratamiento testigo (T₁); se utilizaron 12 bovinos con peso vivo inicial de 194 a 295Kg, distribuidos con diseño de bloques completos al azar cuatro tratamientos y tres repeticiones donde cada animal representaba una unidad experimental. Después de 112 días de observación, se encontró que los animales consumieron entre 2.14 y 2.39Kg de materia seca por cada 100Kg de peso vivo, siendo el menor para la dieta testigo (T₁) y el mayor para el ensilaje con cebada (T₃). Estos resultados fueron coincidentes con la menor y mayor ganancia de peso vivo de 0.491 y 0.827Kg animal/día para las dietas las cuales al análisis estadístico mostraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) a favor de la dieta de cebada suplementada con papa cruda (T₃). El análisis económico de los resultados con base en el cálculo del presupuesto parcial de los beneficios netos, señaló que el tratamiento testigo, no obstante su bajo rendimiento, ofrece la mayor tasa de retorno marginal por cada peso invertido, lo cual permite sugerir a futuro que el manejo tradicional de libre pastoreo en ese tipo de praderas, suplementado con papa puede convertirse en una alternativa de elevado interés económico, particularmente cuando dicho tubérculo tiene un bajo valor en el mercado.

*Proyecto de grado

**Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Zootecnia. Director: MSc. M.V. MORENO MORENO, Joaquín.

SUMMARY

TITLE: "Evaluation of the effect of silages of oat x tare, barley and a mixed prairie grasses of tropical Colombian high the entire male race Norman fattening."

AUTHORS: RINCÓN GARCÍA, DANIEL **

KEY WORDS: Silages, voluntary intake, supplementation, dry matter, mixed prairie

CONTENT:

In the farm called La Bolsa, located 3000 meters above sea level, in the rural settlement of Carcasí (Santander) to 15 kilometers from the urban area, it was evaluated the effect of feeding on male Normandy breed feed with silage made of oats (*Avena sativa*) x vicia (T_2), barley (*Hordeum vulgare*) (T_3), mixed meadow of kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) x orchard grass (*Dactylis glomerata*), x sweet vernal grass (*Anthoxanthum odoratum*) mainly (T_3), these three were provided to voluntary intake and supplemented with raw potatoes (*Solanum tuberosum*) taking into account 1.0 kilogram of dry matter per animal/ day, and it was compared with the same mixed meadow, but it was given in free range grazing with no supplement as witness treatment (T_1). It was employed twelve bovine animals with an initial live weight of 194 kilograms to 295 kilograms, distributed in a full blocks design randomly with four treatments and three repetitions where each animal represented an experimental unit. After 112 days of observation, it was found out that the bovine animals ate up between 2.14 kilograms and 2.39 kilograms of dry matter in the diet per each 100 kilograms of live weight, where the lowest consumption belonged to witness diet (T_1) and the highest consumption belonged to oats silage (T_3). These results coincided with the lowest and the highest incomes of live weight related to 0.491 kilograms and 0.827 kilograms per animal/day regarding to the same diets which through a statistical analysis showed vital differences ($p < 0.01$) in favor of oats diet supplemented with raw potatoes (T_3). The economic analysis of the results based on the calculation of the partial budget of the net value pointed out that the witness treatment, despite its low productivity, is the one that offered the highest marginal return rates per each peso invested, it can be suggested in the future that traditional management of the free range grazing in that kind of meadow, supplemented with raw potatoes may turn into an important alternative with a high economical interest, particularly when the tuber has a low value in the market.

* Graduation project

** Institute Regional Outreach and Distance Education. Animal Science Program. Director: MSc M.V. MORENO MORENO, Joaquín.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas actuales de producción animal buscan ofrecer productos de excelente calidad, obtenidos en condiciones de buenas prácticas ganaderas. De manera paralela, las tendencias de los mercados se encaminan a la oferta y comercialización de productos inocuos, preferiblemente de origen orgánico, para aquellas personas que están dispuestas a pagar un precio adicional por este tipo de alimentos.

Los productores agrícolas y pecuarios dispuestos a asumir estos retos y que logren estandarizar sus procesos productivos para captar el valor agregado que genera tal condición y de esta manera hacer más rentable y sostenible su sistema de producción, serán quienes asuman la ventaja sobre este mercado emergente y por qué no los que tengan la posibilidad de entrar a comercializar sus productos en el comercio globalizado que con seguridad van a ofrecer los tratados de libre comercio.

Para hacer frente a esta situación, la Federación Nacional de Ganaderos FEDEGAN, busca mediante la aplicación del plan estratégico de la ganadería colombiana 2019 (PEGA 2019), llevar a las empresas ganaderas hacia la modernización y la productividad, para que alcancen los niveles de competitividad que les permita no solo mantenerse en el mercado nacional sino también exportar. Todo esto puede ser posible si tanto los pequeños como grandes productores hacen esfuerzos mancomunados para incrementar la productividad de sus sistemas de producción por unidad de área, optimizando el uso de los recursos biofísicos disponibles: infraestructura, tierra, agua, animales, forrajes y demás cultivos agrícolas disponibles.

Lo descrito se hace más relevante en regiones como la de García Rovira y las Provincias de Norte y Gutiérrez de Santander y Boyacá respectivamente, todas

bajo la influencia de La UIS sede Málaga, en las cuales la actividad económica de importancia está representada por el sector agropecuario, y en las que infortunadamente el bien más escaso es la tierra (el 75% de los predios son de menos de 5 hectáreas) condición que demanda al máximo el uso eficiente del suelo y la implementación de sistemas de producción acordes con dicha condición. Ante el deterioro actual de los sistemas de producción agrícola en la región, los de origen pecuario orientados a la producción de leche y carne extensivos han ocupado su lugar, demandando alternativas de manejo, que permitan maximizar el uso de los recursos disponibles, particularmente del suelo.

Los rendimientos actuales en la región de 4 litros de leche por vaca día y las ganancias de peso vivo de 300 a 350 gramos por animal día, serían irrelevantes para la proyección de un adecuado desarrollo de la región y la sostenibilidad de esta, demanda con urgencia la implementación de condiciones de producción que generen cambios realmente competitivos tanto en lo económico como en lo social.

La Universidad Industrial de Santander (UIS sede Málaga), siendo la principal entidad de educación superior de la provincia, no es ajena a este tipo de situaciones, y como respuesta a ello impulsa a sus estudiantes a realizar estudios e investigaciones que vayan en pro del desarrollo local, regional y nacional, a lo cual apunta el presente estudio.

1. PROBLEMA

La ganadería en Colombia, juega un papel importante dentro de la producción agropecuaria y agroindustrial nacional; de hecho y según la Federación Colombiana de Ganaderos¹ la ganadería de leche y carne representa más de tres veces el valor de la producción cafetera en Colombia. La mayor parte del valor de la cadena, está representada por la producción ganadera y en menor cuantía por la agroindustria relacionada con los productos y subproductos de esta actividad. Sin embargo, la ganadería bovina es de mayor relevancia dado que ocupa el 88% de la superficie agropecuaria nacional y conserva una participación cercana al 5% en el producto interno bruto (PIB) total nacional, el 25% en el PIB agropecuario y el 60% del sector pecuario.

El Instituto Colombiano Agropecuario, ICA 2008, en su censo elaborado a partir de la información tomada en la campaña de vacunación para el control de la fiebre aftosa, estimaron que la población bovina de Colombia para ese año era de 21.069.882 cabezas, de las cuales según FEDEGAN 2008, en Colombia se sacrificaron 4.054.485 de cabezas de ganado vacuno y se obtuvo una producción de leche de 6.476 millones de litros.

Los sistemas de explotación con bovinos en su mayoría se realizan mediante pastoreo extensivo, con praderas de regular a pobre calidad que se reflejan en la baja capacidad de sostenimiento y el pobre rendimiento en la ganancia diaria de peso vivo de 0.3 a 0.35 Kg y con frecuencia menos. Estas condiciones permiten alcanzar un peso para el sacrificio de 450 a 500 kilogramos por animal, después de los cuatro años de vida, afectando de esta manera, tanto la productividad y calidad del producto como la rentabilidad del negocio.

¹FEDEGAN. Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana 2019, Por una ganadería moderna y solidaria. [online] Bogotá D.C.: FEDEGAN, noviembre de 2006. [Citado 10 de marzo de 2013]. Disponible en: http://portal.fedegan.org.co/Documentos/pega_2019.pdf

La situación descrita para el país en general, coincide con la que afrontan los productores de ganado bovino en la provincia de García Rovira, área de influencia de la UIS sede Málaga, agravada por la escasa disponibilidad del recurso tierra, dado que el 75% de las explotaciones tienen un área inferior a 5.0 hectáreas², con suelos de regular y pobre calidad, condición que se refleja en la cantidad y calidad de forraje producido, demandando sistemas de manejo que permitan hacer un adecuado uso del escaso recurso disponible de tierra, que mejore su productividad, optimice los ingresos y repercuta en la calidad de vida de los productores de la región.

Es además conveniente tener en cuenta que mas de las tres cuartas partes del área geográfica de la provincia, según CORPOICA 1995, están ubicadas por encima de los 2000msnm, con forrajes de regular y pobre calidad, condición agravada frecuentemente por la presentación de heladas, factores adversos que conllevan a una deficiente alimentación del animal herbívoro, la cual se refleja en la baja ganancia de peso vivo del animal y la pérdida de su potencial productivo.

Si a las condiciones señaladas se adiciona los efectos negativos provocados por el cambio climático y el inadecuado manejo de los recursos de producción disponibles, particularmente los bióticos: tierra, animal, forraje y agua principalmente, es previsible la baja productividad de la actividad ganadera y su repercusión sobre el ingreso y calidad de vida del productor y su familia.

²LUNA DE PINZÓN, Luz Alba et.al. Caracterización biofísica y socioeconómica de la provincia de García Rovira. Málaga (Colombia): CORPOICA, Editorial Libertad, 1995. 136 p.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Mejorar la eficiencia técnico económica de la producción de carne con novillos de raza normando, manejados en condiciones de confinamiento y alimentados con ensilajes de: cebada (*Hordeum vulgare*), de avena (*Avena sativa*) con vicia (*Vicia atroporpurea*) y pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), suplementados con papa (*Solanum tuberosum*) en Carcasi (Santander).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- * Evaluar el contenido de nutrientes de los ensilajes de cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) con vicia (*Vicia atroporpurea*) y pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), suplementados con papa (*Solanum tuberosum*), suministrados a novillos de raza normando.
- * Evaluar el consumo diario en términos de materia seca, de cada una de las dietas objeto del estudio.
- * Evaluar el comportamiento del peso vivo de los animales en cada una de las dietas estudiadas.
- * Evaluar los índices de eficiencia y conversión para cada dieta de los animales que se encuentran en condiciones de confinamiento.
- * Evaluar la eficiencia técnico - económica de los diferentes tratamientos objeto del estudio.

3. MARCO REFERENCIAL

3.1 MARCO HISTÓRICO

En toda empresa ganadera pequeña, mediana o grande, la producción animal está supeditada a la disponibilidad de forraje que es la fuente mas económica de la alimentación de animales herbívoros y que en un medio tropical como el colombiano, la producción forrajera está condicionada entre otros, por factores climáticos especialmente temperatura y precipitación dando lugar a elevada disponibilidad durante las temporadas de invierno así como de escasez durante el verano, con la consecuente disminución de la producción animal.

Por otra parte el mercado de la carne y la leche en términos de cantidad y calidad, se hace cada vez más exigente y competitivo demandando del ganadero cambios sustanciales en el manejo general de sus sistemas de producción que le permita ofrecer de manera permanente en el mercado, productos con las características propias de la demanda, condición que requiere disponer de estrategias para una producción sostenible no solo en épocas de abundancia, sino también en las de escasez lo cual se logra mediante la conservación de forrajes ya sea en forma de heno, ensilaje o de henolaje.

El uso de forraje cosechado en estado óptimo y conservado en forma adecuada, garantiza no solo la disponibilidad y calidad de sus nutrientes, sino la adecuada alimentación del animal, así como su respuesta productiva y su sostenibilidad en cualquier época del año³.

La región de clima frío en Colombia comprende las zonas que están entre los 2000 - 3000msnm, en esta zona predominan pastizales de *Pennisetum*.

³GAVILANES CAICEDO, Carlos. Ensilaje una alternativa para la ganadería colombiana [online]. En: El cerealista: julio - septiembre de 2011. [Consultado el 10 marzo de 2013]. Disponible en: http://www.fenalce.org/arch_public/ensilaje98.pdf

clandestinum, solo o en asociación con trébol rojo (*Trifolium pratense*) y blanco (*T. repens*), también especies como: Falsa poa (*Holcus lannatus*), Oloroso (*Anthoxanthum odoratum*), y en menor proporción especies de los géneros *Axonopus*, *Agrostis*, *Bromus*, *Paspalum*, *Calamagrostis* y *Trifolium*. Sin embargo, en años recientes se ha dado como alternativa la introducción de ryegrass (*Lolium spp*), como reemplazo del pasto kikuyo (Cárdenas 2000)⁴, dando lugar a dos tipos de praderas en clima frío: las naturales constituidas por las gramíneas anteriormente mencionadas más las gramíneas nativas propias de suelos ácidos de baja fertilidad, manejadas por lo general con pastoreo extensivo o alterno, con periodos de descanso de 70 hasta 150 días, con una capacidad de carga equivalente a 0.5 UA por hectárea. El otro corresponde a praderas establecidas por siembra directa en forma manual o mecánica, usando los pastos ya mencionados y en algunos casos mezclados con leguminosa y algunas prácticas de manejo como fertilización, riego, pastoreos rotacionales, manejando capacidades de carga cercanas a 0.9 UA/Ha⁵.

Los desórdenes medioambientales que suelen presentarse hoy y que afectan negativamente el comportamiento de las praderas del trópico alto, son probablemente durante la época de sequía las heladas una de las más frecuentes, afectando no solo la disponibilidad de forraje, sino la salud y rendimiento productivo del animal.

Para superar tales contingencias, las prácticas de conservación de forrajes han tomado interés en la alimentación animal ya que además de atender las necesidades de materia seca y demás nutrientes del animal, mejoran los

⁴MOLINA BENAVIDES, Raúl Andrés. Sostenibilidad de los sistemas ganaderos localizados en el Parque Nacional Natural de las Hermosas y su zona de influencia [online]. Trabajo de grado Magister en Ciencias Agraria con énfasis en Producción Animal. Palmira: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de ciencias agropecuarias, Coordinación general de posgrados, 2011, 135p. [consultado Marzo 2013]. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/3701/1/7408508.2011.pdf>

⁵BASTO, O. y FIERRO, G. Manejo sostenible de praderas. Programa transferencia de tecnología. Santafé de Bogotá, Colombia: Corpoica Regional Uno - SENA, 1999. 29 pág.

rendimientos por unidad de área repercutiendo en el mejoramiento integral del sistema de producción, convirtiéndose en una alternativa viable en la respuesta tanto técnica como económica en la productividad animal.

La ganadería bovina es un componente integral de los sistemas mixtos de producción agrícola que predominan en los trópicos, particularmente en los países en vías de desarrollo; el estiércol y el adecuado manejo animal contribuyen a una mayor productividad de la tierra, pero al contrario, el mal manejo del ganado ha tenido un efecto devastador sobre el ambiente a causa del sobrepastoreo de la vegetación natural lo que favorece procesos de erosión que progresivamente conducen a la desertificación. Con el propósito de reducir el riesgo de daño a los recursos naturales es necesario mantener un equilibrio entre estos y las tecnologías empleadas para elevar la productividad del ganado y aumentar los ingresos del ganadero (Steinfeld, 1998)⁶.

El ensilaje es una de las tecnologías que se usan para la conservación del forraje producido en forma abundante durante la época de lluvias y su posterior suministro al animal, superando así la escasez habitual en pastoreo durante la época de sequía convirtiéndose conforme lo afirma Dube (1995) en una de las tecnologías que permite atender las necesidades de nutrientes requeridos por las explotaciones ganaderas de las zonas semiáridas del trópico⁷.

Correa et al (2006)⁸, afirman que el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) desde su introducción al país en 1927, se ha convertido en el forraje de más amplio uso en el trópico alto andino colombiano adaptándose a altitudes que

⁶TITTERTON, M. y BAREEBA, F. B. Ensilaje de gramíneas y leguminosas en los trópicos [online]. Estudio 4.0. África: University of Zimbabwe - Makerere University. [Consultado Marzo 2013]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/005/x8486s/x8486s06.htm>

⁷Ibid.

⁸CORREA, Jairo; CARULLA, Juan Evangelista y PABÓN, Martha Lucia. Valor nutricional del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechst Ex Chiov.) para la producción de leche en Colombia [online] (Una revisión): II. Contenido de energía, consumo, producción y eficiencia nutricional. Departamento de Producción Animal, Universidad Nacional de Colombia, 2008. En: Livestock research for rural development. volumen 20, artículo #59. [Consultado 6 de marzo de 2013]. Disponible en: <http://www.veterinaria.unal.edu.co/inv/nutricion/kikuyo%202.pdf>

varían entre 1700 y 2800msnm; con excelentes rendimientos en producción de biomasa de aceptable calidad y alguna exigencia en agua y fertilizantes. Sin embargo, su persistencia y su alta producción de biomasa se ha visto limitada debido a su susceptibilidad a heladas, las cuales se presentan comúnmente en ésta eco región durante los meses de enero, febrero, julio y agosto en menor proporción, aumentando los contenidos de nitratos y con ello los riesgos de intoxicaciones, como también una alta susceptibilidad a plagas como el chinche de los pastos (*Collaria scenica*) la cual se ha desbordado durante la última década.

Brand et al (1999) advierte sobre el bajo contenido de materia seca y de carbohidratos no estructurales, así como del alto contenido de pared celular, condiciones que limitan el consumo del pasto kikuyo, mientras por su parte Marais (2001) atribuye el bajo consumo al escaso contenido de carbohidratos y a su baja palatabilidad por sus contenidos de nitratos. Dugmore (1998) y Miles et al (2000) advierten que los contenidos de proteína cruda y de NNP tienen un efecto negativo en el consumo de pasto kikuyo asegurando que este disminuye en 0.62% a 1.1% por cada unidad porcentual que aumente el contenido de PC y de NNP.

En las condiciones descritas de trópico alto andino colombiano (1800 a 3200 msnm) donde prevalece el pasto kikuyo, se ubican los núcleos especializados en la producción de leche especialmente en el altiplano Cundiboyacense, valles de Ubaté y Chiquinquirá, altiplano norte de Antioquia y zonas altas de Nariño, las cuales aportan el 34% de la producción nacional de leche (Fedegan, 1999).

Chaverra et al (1967)⁹ bajo condiciones de la sabana de Bogotá, evaluaron la ganancia de peso vivo de novillos de raza normando alimentados con praderas mixtas de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) más trébol blanco y rojo

⁹CHAVERRA GIL, H.; DÁVILA SUÁREZ, V.; VILLAMIZAR ROSAS, F. y BERNAL EUSSE, J. El cultivo de los pastos en la sabana de Bogotá: Cursillo sobre manejo de praderas y cultivos de pastos de clima frío. Bogotá, Colombia: ICA, 1967. 64p.

(*Trifolium repens* y *pratense*) respectivamente y Pasto azul (*Dactylis glomerata*), reportando ganancias de 804 a 911 gramos por animal día.

(Chaparro y Castellanos 2011)¹⁰ en la provincia santandereana de García Rovira, realizaron un estudio similar con machos enteros de raza normando, con edades de 16 a 24 meses y 320 a 450 Kg de peso vivo, distribuidos en cuatro grupos mediante un diseño de bloques completos al azar según su peso, fueron alimentados con dietas compuestas por ensilajes de cebada (*Hordeum vulgare*), maíz (*Zea maíz*) y pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*) más un cuarto tratamiento para animales testigo en libre pastoreo en una pradera conformada por pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) con trébol rojo (*Trifolium pratense*) y *Brachiaria decumbens*. El estudio se realizó durante dos etapas, la primera del día 1 a 97 en la cual recibieron las dietas descritas, mientras en la segunda etapa que comprendió los días 98 a 133 se suministró las mismas dietas descritas pero suplementadas con 1.0Kg de maíz partido por animal en cada uno de los tres tratamientos con ensilaje, el tratamiento testigo en pastoreo no recibió suplementación alguna. Los resultados obtenidos durante la primera etapa revelaron ganancias de peso vivo entre 0.328 a 0.523Kg por animal/día, siendo superior la ganancia para el testigo ($p < 0.01$) sin que existieran diferencias entre los ensilajes dados. En la segunda etapa la suplementación energética mejoró no solo el consumo diario de materia seca, sino la ganancia diaria de peso vivo, la cual osciló entre 0.54 y 0.79Kg por animal día para los tratamientos con ensilaje, mientras el testigo fue de 0.75Kg sin que se encontraran diferencias significativas entre ellos. El índice de conversión mejoró en 30% al suplementar y al análisis económico encontraron que la tasa de retorno marginal con 138% favoreció la dieta con maíz convirtiéndola en la mejor alternativa económica.

¹⁰CHAPARRO y CASTELLANOS 2011. Ceba de novillos de raza normando en condiciones de confinamiento, alimentados con ensilajes de maíz (*zea maíz*), cebada (*hordeum vulgare*) y pasto elefante (*pennisetum purpureum*) en San José de Miranda (Santander)

García (2008)¹¹ (Cuadro 1), realizó para las condiciones de Argentina un interesante estudio comparativo sobre las posibilidades técnico-económicas entre el silo de maíz y el de cebada. Después de evaluar a nivel de campo el comportamiento de los dos cultivos: costos de establecimiento, rendimiento y valor nutricional concluye que el costo de cebada es un 43% superior al del maíz. Cuando compara el comportamiento de los nutrientes del maíz y de la cebada bajo dos condiciones del grano: lechoso y pastoso, encontró la siguiente condición:

Cuadro 1. Comparación de los contenidos nutricionales del silo de maíz y silo de cebada en dos condiciones del grano

Materia prima	Tipo de nutriente					
	MS %	PB %	FDN %	FDA %	DIVMS %	En/Mcal/Kg/Ms
Silo de Maíz	32	8.0	52.0	34.0	62.0	2.24
Silo Cebada*	35	11.0	50.0	36.0	58.0	2.15
Silo Cebada**	35	6.9	43.5	23.9	71.0	2.56

Fuente. García, 2008.

* Silo de cebada con grano en estado lechoso.

** Silo de cebada con grano en estado pastoso.

El estudio reveló calidad variable entre los diferentes tipos de silo, pero advierte que la cebada además de ser un alimento que aporta fibra efectiva, tiene un interesante valor energético que permite usarlo manteniendo altos niveles de EM en Mcal/Kg de ms de la ración y que el estado óptimo para la recolección de la cebada es cuando el grano se encuentra en estado pastoso y si bien es cierto que se pierde algo de PB, se llega a un mejor equilibrio entre rendimiento de biomasa, disponibilidad de Fibra Efectiva, (FDNe), PB y Energía.

Y concluye finalmente que un silo de cebada con buena proporción de grano, no difiere mucho de un buen silo de maíz.

¹¹GARCIA N, Francisco. Silaje de planta entera de cebada, una alternativa para los tambos [online]. Buenos Aires, Argentina: Producir XXI. 16(197):58:65, 2008. [Consultado marzo 2013] Disponible en: www.produccion-animal.com.ar

ELIZALDE y GALLARDO, C. (2003)¹² evaluaron durante 64 días el efecto de la aplicación de úrea al 4% con base a la materia seca de ensilajes de avena y cebada sobre el comportamiento de vaquillas overo coloradas con peso vivo inicial promedio de 327Kg bajo condiciones del INIA “Tamel Aike” de Chile. Evaluaron cuatro tratamientos: T₁. Ensilaje de avena en grano pastoso (A); T₂. Ensilaje de cebada en grano pastoso (C); T₃. Ensilaje de avena en grano pastoso-harinoso con urea (AU); T₄. Ensilaje de cebada en grano pastoso-harinoso con urea (CU). En cada tratamiento se usaron seis vaquillas, las cuales fueron suplementadas con 1.3Kg/día de concentrado comercial.

Existieron diferencias en la composición química de los ensilajes, destacándose el ensilaje de cebada en grano pastoso (T₂), por su mayor concentración energética (2.33 Mcal de EM/Kg de ms) y menor contenido de fibra (FDA: 29.6%); igualmente este tratamiento fue el que registró el mayor consumo con 8.5 Kg de materia seca por animal/día ($p \leq 0.05$), mientras que el menor consumo lo registró el tratamiento de cebada con úrea (CU) (T₄). La aplicación de urea dio lugar a ensilajes con un mayor contenido de amonio y mayor pH ruminal. Los ensilajes de los tratamientos T₁ y T₃ de avena sin y con úrea registraron valores de consumo y ganancia de peso vivo intermedio y similar entre sí y muy parecido al T₄ (CU) de cebada con úrea. El tratamiento T₂ de ensilaje de cebada en grano pastoso registró los mayores incrementos de peso (1,35kg día⁻¹) y mayor (P 0,05) eficiencia de conversión (7,2kg alimento/Kg de peso vivo). No se observó un beneficio productivo al utilizar un 4% de urea base MS y la mejor respuesta animal fue para el tratamiento T₂ de ensilaje de cebada en grano pastoso solo.

¹²ELIZALDE V., Hernán Felipe y GALLARDO C., Marcelo. Evaluación de ensilajes de avena y cebada en la ganancia de peso de vaquillas en crecimiento. *Agríc. Téc.* [online]. 2003, vol. 63, n. 4 pp. 380-386. [Citado marzo 2013]. Disponible en: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072003000400006&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0365-2807.

ROJAS G, et al (1997)¹³ en el Centro Regional de Investigación Carillanca (INIA), Temuco Chile, evaluaron durante 64 días el efecto de los ensilajes de maíz (T₁), cebada con grano en estado lechoso (T₂) y ensilaje de cebada con grano en estado harinoso (T₃) sobre algunas variables productivas de 24 novillos Hereford de 11 a 12 meses de edad y 280Kg de peso vivo. Los ensilajes fueron suplementados en todos los animales con el suministro de concentrados en cantidades fijas diarias equivalentes al 0.9% del peso vivo del animal. El concentrado estaba elaborado con grano de avena y de lupino blanco en una concentración isoproteica del 13%, y se asumió un consumo diario de materia seca equivalente al 2.5% del peso vivo del animal. El diseño experimental fue de bloques completos al azar, con tres tratamientos y ocho repeticiones para un total de 24 animales.

Los resultados obtenidos permiten destacar las ganancias diarias de peso vivo obtenidas con cada uno de los ensilajes de: 1,223a; 1,299a y 1,252a kg/día en su orden y sin que existieran diferencias significativas entre ellos. El consumo diario en Kg de materia seca por animal /día en el mismo orden por tratamiento fue de 6,9b, 7,5a y 7,2ab señalando que el tratamiento con cebada en grano lechoso (T₂) superó al ensilaje de maíz ($p \leq 0.05$) y fue similar al de cebada con grano en estado harinoso. ($P < 0.05$). La eficiencia de conversión fue de 5,6a, 5,8a y 5,7a kg de m.s ingerida por Kg de peso vivo obtenido, sin que existiera diferencia entre los diferentes resultados obtenidos, concluyendo finalmente que el ensilaje de cebada en estado lechoso o harinoso puede reemplazar el ensilaje de maíz en la ceba de novillos.

¹³ROJAS G, Claudio; CATRILEO S, Adrián y ROMERO Y., Oriella. Ensilaje de cebada en la engorda invernal de novillos hereford [online]. Agro sur, dic. 1997, vol.25, no.2 p. 227 - 234. [Consultado Octubre 2013], Disponible en: <http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-88021997000200011&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0304-8802

3.2 MARCO TEÓRICO

La conservación de forrajes en la actualidad ha tomado gran relevancia debido a las condiciones medio ambientales con las que cuenta el trópico alto Colombiano, Esto debido a que el mejoramiento de la alimentación animal con recursos producidos en finca estimula la intensificación de los sistemas ganaderos, contribuyendo así a reducir la ampliación del área en pasturas en ecosistemas frágiles. Además, soluciona el problema de escasez de forrajes en las épocas de sequía en los cuales el reto es ofrecer a los animales alimento de buena calidad aprovechando los recursos de la finca. Por las anteriores razones dentro de las estrategias de alimentación a ofrecer, el ensilaje es un método de conservación de forrajes húmedos de fácil manejo y reducido costo. En la época de lluvias se puede aprovechar los excedentes de pasto y plantas arbóreas para la alimentación animal.

El ensilaje es una técnica de preservación de forraje que se logra mediante una fermentación láctica espontánea bajo condiciones anaeróbicas. Las bacterias epifíticas de ácido láctico (BAC) fermentan los carbohidratos hidrosolubles (CHS) del forraje produciendo ácido láctico y en menor cantidad, ácido acético. Al generarse estos ácidos, el pH del material ensilado baja a un nivel que inhibe la presencia de microorganismos que inducen la putrefacción. Una vez que el material fresco ha sido almacenado, compactado y cubierto para excluir el aire, el proceso del ensilaje se puede dividir en cuatro etapas o fases: aeróbica, de fermentación, de estabilización y de deterioro aeróbico (Weinberg y Muck, 1996; Merry et al., 1997)¹⁴.

¹⁴W. H., Stefanie J. et. al. Los procesos de fermentación del ensilaje y su manipulación [online]. Holanda: Institute for Animal Science and Health (ID-DLO) Dept. Microbiology, Groningen State University, 1999. [Consultado marzo 2013]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/005/x8486s/x8486s04.htm>

Dicho proceso permite aumentar la capacidad de carga y facilita la suplementación en las ganaderías en cualquier lugar y sistema de producción: carne, leche en forma intensiva o semi-intensiva.

Por ende los cereales de invierno, en particular los cultivos de avena, cebada y trigo, representan una de las alternativas estratégicas más promisorias destinadas a conservar por su buen rendimiento en biomasa y alto contenido de nutrientes para las más exigentes explotación de carne y leche. El rendimiento de materia seca (MS) y el valor nutritivo de estos ensilajes dependen en gran medida del estado del cultivo y de las buenas condiciones ambientales al momento del corte.

Requerimientos nutricionales de los bovinos para carne. Se estima que la producción de ganado de carne es más económica que cuando se busca la obtención de otro tipo de productos, como es el caso de la leche. Las exigencias nutricionales no son tan elevadas y se pueden atender en forma más fácil con materiales fibrosos como pastos y forrajes de buena calidad, aspectos difíciles de atender cuando el producto es leche y los rendimientos esperados son elevados, aspectos que necesariamente exigen suplementación.

Sea cual sea el caso, y más aun en la mayoría de explotaciones de ganado bovino que se comportan como explotaciones de doble propósito, se debe tener en cuenta que durante las primeras semanas de vida (6 a 8) el ternero se comporta como un animal monogástrico y presenta exigencias nutritivas similares a las de los cerdos o los perros, exigencias que son atendidas por la leche materna.

La presencia de fibra debe ser incrementada gradualmente a partir de la primera semana de vida en la dieta del ternero de tal manera que el proceso de adaptación sea temprano, nada traumático y sin problemas.

Los requerimientos nutricionales del ganado bovino para mantenimiento y producción, según el NRC (1996)¹⁵ varían de acuerdo al tipo de explotación, tamaño, edad y condición fisiológica del animal, como se visualiza en el (cuadro2).

Cuadro 2. Requerimientos de nutrientes diarios para mantenimiento y producción en bovinos de carne, (NRC 2007)

Peso vivo en (Kg)								
Requerimientos	200		250		300		350	
	PM (g)	EM (Mcal/día)	PM (g)	EM (Mcal/día)	PM (g)	EM (Mcal/día)	PM (g)	EM (Mcal/día)
Mantenimiento	202	6,8	235	7,9	274	10,2	307	14,16
Para ganancia de peso 0,5 Kg/día	154	2,1	155	2,49	158	2,8	157	3,2
Para ganancia de peso 1.0 Kg/día	299	4,5	300	5,32	303	6,1	298	6,85
Requerimientos de calcio y fosforo en (g) para la ganancia de peso								
Requerimientos	Peso vivo en (Kg)							
	200		250		300		350	
	Ca	P	Ca	P	Ca	P	Ca	P
Para ganancia de peso 0,5 Kg/día	14	0	13	5	12	5	11	4
Para ganancia de peso 1.0 Kg/día	27	11	25	10	23	9	21	8

Fuente: Nutrient requirements of beef cattle. Seventh revised edition. Update, 2000

3.3 MARCO CONCEPTUAL

Alimento balanceado, dieta o ración. Es una mezcla de ingredientes calculada para satisfacer los requerimientos nutritivos diarios en una etapa productiva dada.

¹⁵UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO (UNAM). Requerimientos nutricionales ganado de carne en crecimiento y finalización según NRC 1996 [online]. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de medicina veterinaria, 1996, 30p. [Consultado marzo 2013]. Disponible en: http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/e_bovina/1AlimentaciondeBovinos.pdf

Alimentos energéticos: Son aquellos en los que predomina la energía disponible (Digestible, Metabolizable, Neta). Se emplean para aumentar el contenido energético o la densidad energética de la ración. Las fuentes principales de energía son los carbohidratos (azúcares, almidón), grasas y aceites. Dentro de estos alimentos energéticos se encuentran los cereales.

Consumo voluntario se refiere a la cantidad de alimento ingerido por el animal en un período de tiempo dado. Factor determinante en la producción animal, parte del hecho que a mayor consumo de materia seca habrá mayor ingestión de nutrimentos ya sea: energéticos, proteicos, vitamínicos y minerales.

Conversión alimenticia. Se describe como la cantidad de alimento requerido para obtener una unidad de producto.

Eficiencia alimenticia: es la cantidad de producto obtenido con una unidad de alimento.

4. METODOLOGÍA

4.1 LOCALIZACIÓN

El estudio se realizó en la finca “La Bolsa”, de propiedad de los Hermanos García Martínez, a cargo del señor Rodolfo García Martínez, en la vereda Petaquera del municipio de Carcasi (Santander), a una altura de 3000m.s.n.m. ubicada entre 6° 39´ 11.0” y 72° 33´ 12.5” con temperatura media de 10°C a 18°C, reportada por el IDEAM (1995)¹⁶ antes HIMAT y precipitación anual media de 1500mm. Comportamiento este último que difiere de las condiciones que se presentaron durante la época en que se realizó el estudio: agosto de 2010 a diciembre de 2011, ya que durante este periodo la precipitación estuvo por encima de los 3000mm como consecuencia del crudo invierno que afectó al país en general y particularmente la zona en donde se llevó a cabo el estudio.

La finca está ubicada a una distancia de 15 kilómetros del casco urbano y para llegar se toma la vía que de Carcasí conduce hacia el corregimiento de “El TobaI” y luego a la vereda Petaquera, llegando hasta el sector conocido como “el salado”, donde se desvía tomando la vía hacia el lado izquierdo, hasta encontrar el río, donde comienza la finca; para llegar a la casa de la finca, se toma el camino de herradura, en un trayecto cuyo recorrido dura alrededor de 25 minutos.

4.2 TIPO DE ESTUDIO

Se realizó una investigación de tipo paramétrico tendiente a evaluar el consumo de materia seca y el comportamiento del peso vivo en animales de raza normando, alimentados en una pradera constituida por una mezcla de gramíneas donde predomina el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y en menor proporción azul orchoro (*Dactylis glomerata*) y oloroso, conocido en la región como

¹⁶IDEAM., Información suministrada mes, año por estaciones. 1995.

“genova” (*Anthoxantum odoratum*) (T₁), más tres materiales forrajeros ensilados así: avena (*avena sativa*) asociada con Vicia (*Vicia atropurpurea*) (T₂), Cebada (*Hordeum vulgare*) (T₃) y el tercer silo correspondió al mismo material forrajero de la pradera mixta, cosechado en estado de prefloración) (T₄). Cada uno de estos tres materiales ensilados fue suplementado con un (1) kilogramo de materia seca de papa (*solanum tuberosum*) cruda, suministrado diariamente a cada uno de los animales que hacían parte de los tratamientos 2, 3 y 4.

4.3 METODOLOGÍA

4.3.1 Tratamientos. Se evaluaron cuatro dietas (tratamientos) elaboradas con materiales propios de la región buscando disponer de información apropiada para los productores locales. Las materias primas usadas en cada tratamiento fueron las siguientes:

T₁: Corresponde al tratamiento testigo y estaba constituida por una mezcla de gramíneas donde predomina el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y en menor proporción azul orchoro (*Dactylis glomerata*) y oloroso o Génova (*Anthoxantum odoratum*) suministrado para consumo voluntario en libre pastoreo.

T₂: Ensilaje de avena (*Avena sativa*) asociada con vicia (*Vicia Atropurpurea*) para consumo voluntario en confinamiento, más suplementación energética con 1.0 Kg de materia seca de papa cruda (*Solanum tuberosum*) distribuida proporcionalmente en las dos raciones del día.

T₃: Ensilaje de cebada (*Hordeum Vulgarem*) más la suplementación energética del tratamiento dos en la misma cantidad y distribución anunciada.

T₄: Ensilaje de la mezcla anunciada en la pradera natural de kikuyo, azul orchoro y oloroso más la misma suplementación de las dietas dos y tres.

4.3.2 Animales. Se utilizaron 12 bovinos, machos enteros de raza normando, de 12 a 15 meses de edad y peso vivo inicial que osciló entre 194 a 295 Kilogramos (Figura 1).

Figura 1. Animales del experimento.



Fuente: Autor proyecto

4.3.3 Instalaciones. Se utilizó un establo de 16m de largo por 10m de ancho, con capacidad para 16 animales, techo en teja de eternit, piso de cemento, comederos y bebederos lineales individuales que permiten el suministro y control del consumo de la dieta y del agua a cada animal.

Para la elaboración de lo ensilajes se utilizaron silos tipo bunker de aproximadamente 4.0m de largo por 3.5m de ancho y 2.5m de alto hechos con

materiales de la finca: tablas, orillos y palos; las paredes fueron cubiertas con plástico negro calibre, para mejorar las condiciones de anaerobiosis requeridas.

4.3.4 Diseño experimental. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones; la unidad experimental estaba representada por un animal para un total de 12 animales (4 x 3 x 1). Los bloques correspondieron al diferente peso vivo de los animales agrupados en tres grupos conforme a la condición individual de ellos.

4.3.5 Duración del experimento. La investigación se desarrolló entre el 5 de agosto de 2010 y el 17 de diciembre de 2011, período durante el cual se establecieron los cultivos de los materiales forrajeros a utilizar, se preparó el ensilaje de cada uno de ellos, se seleccionaron los animales, se efectuó la etapa pre experimental o de acostumbramiento para continuar con la fase propiamente experimental y finalizar con el análisis de resultados y presentación del trabajo escrito.

4.3.6 Manejo del terreno y animales. Teniendo en cuenta que para la realización del estudio fue necesario cumplir varias etapas, es prudente hacer referencia a cada una de ellas en forma independiente y ordenada, así:

4.3.6.1 Etapa de establecimiento de los cultivos. El estudio inició con la preparación previa de los diferentes lotes de terreno que se utilizaron para el establecimiento de los cultivos de avena por vicia y cebada. La preparación del suelo se hizo con ayuda de bueyes (figura 2), periodo durante el cual hubo serios tropiezos ocasionados por el exceso de lluvias que generó encharcamientos y finalmente afectó el rendimiento de los cultivos establecidos. El área de siembra para el cultivo de cebada fue de 1.0Ha distribuida en dos lotes. Se utilizaron 200Kg de semilla nativa obtenida en la región, la siembra se realizó al voleo, tapada con bueyes conforme a la manera tradicional de la región (Figura 3), al

macollamiento se fertilizó con 120Kg de urea y se cosechó manualmente cuando el grano se encontraba en estado pastoso como lo sugiere Giménez et al, 2009¹⁷ El rendimiento de materia verde por hectárea fue en promedio de 30 toneladas, el cual hubiera podido ser superior si las condiciones medio ambientales hubieran sido mejores (hubo exceso de lluvia).

Figura 2. Preparación del terreno



Fuente: Autor proyecto

¹⁷GIMÉNEZ, F. J., BOLLETTA, A. I, LAGRANGE, S. Y TOMASO, J. C. Evaluación de silajes de cebada cervecera en diferentes estadios fenológicos [online]. Argentina, 2009. [Consultado marzo 2013]. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/127-cervecera.pdf

Figura 3. Siembra de cebada al voleo



Fuente: Autor proyecto

Para el establecimiento de la avena más vicia se utilizó también un lote de 1.0Ha y se empleó 170Kg de semilla de avena más 24Kg de vicia en proporción de 1Kg de semilla de vicia por cada 7,0 de semilla de avena. La mezcla fue sembrada al voleo y tapada solo con bueyes. Al macollamiento igual que la cebada, se fertilizó con 120Kg de urea. La cosecha se hizo de manera tradicional mediante la utilización de la hoz cuando el grano se encontraba en estado pastoso. El rendimiento por Ha fue de 32 toneladas de forraje verde, afectado también por el exceso de lluvia.

La pradera mixta que se utilizó para cosechar el forraje y ensilarlo (T₄), se seleccionó conforme a su composición de tal manera que correspondiera a las existentes en la región, se guadañó para homogeneizar su período vegetativo y se cosechó entre los 90 a 100 días de recuperación, época en la que usualmente se

utilizan las pasturas en la zona. La cosecha se realizó con guadañadora entre los 90 a 100 días, cuando la pastura tenía una altura promedio de 50 a 60cm y el rendimiento por hectárea fue de 25 toneladas de forraje verde.

La pradera mixta que se usó para el tratamiento testigo (T_1) estaba conformada por la mezcla de gramíneas anunciadas anteriormente sin que se les efectuara práctica alguna.

4.3.6.2 Elaboración de los ensilajes. La recolección de los forrajes se realizó de forma tradicional en época invernal, lo que aumentó la mano de obra requerida tanto para el corte como el transporte al lugar donde se realizó el ensilaje y el oreo que fue necesario darle por el exceso de humedad que contenía y así favorecer el proceso de ensilaje. En la medida que se picaba el forraje a ensilar, se depositaba en el lugar indicado distribuyéndolo en capas de aproximadamente 30cm de espesor las cuales se apisonaban con una caneca de de capacidad para 55 galones llena de arena. Entre una y otra capa se adicionaba melaza en proporción de 4% con relación al sustrato a ensilar más mogolla de trigo en proporción del 3%, en su orden 40 y 30Kg por cada tonelada de sustrato de silo. Esta misma condición fue tomada en cuenta para cada uno de los tres silos elaborados. Para facilitar las condiciones de anaerobiosis el silo se cubría adecuadamente con plástico negro y se apisonaba con los materiales disponibles: piedras, bultos de papa, palos entre otros; pasados 60 días de realizado este proceso se consideraba que el silo estaba en condiciones de comenzar a ser utilizado (Figuras 4, 5, 6 y 7).

Figura 4. Corte de avena más vicia



Fuente: Autor proyecto

Figura 5. Oreo del material vegetal para ensilar por exceso de humedad



Fuente: Autor proyecto

Figura 6. Corte y almacenamiento de material vegetal



Fuente: Autor proyecto

Figura 7. Compactación y sellado del silo.



Fuente: Autor proyecto

4.3.5.3 Distribución y manejo de los animales. Los animales se distribuyeron al azar, conforme al diseño experimental en cubículos individuales donde disponían de agua a voluntad y la dieta que le correspondía a cada animal según su distribución.

4.4 MANEJO DEL EXPERIMENTO

Dispuestas en su totalidad cada una de las condiciones para realizar el estudio, los animales se distribuyeron al azar de acuerdo con su peso vivo y dieta a recibir al igual que el manejo: en confinamiento y libre pastoreo. A estos últimos se les permitía el acceso al pasto mediante el uso de la cuerda eléctrica, la cual se corría varias veces al día, según la disponibilidad de forraje y el consumo del mismo. Para determinar el consumo diario de los animales en pastoreo, se aforaba la disponibilidad de forraje antes de su distribución diaria y al finalizar la jornada del día se aforaba de nuevo el excedente. La diferencia entre lo aforado para el suministro y el excedente sobrante, correspondía al consumo; periódicamente se determinaba el contenido de humedad y materia seca para estimar el consumo con base al último factor.

Al iniciar la etapa de acostumbramiento, para superar las dificultades ocasionadas por presencia de parásitos gastrointestinales, los animales fueron vermifugados con “albendazole” siguiendo las instrucciones del laboratorio productor.

Cumplida esta etapa de 15 días de duración, se realizó el primer pesaje requerido de cada uno de los 12 animales participantes y dicho resultado correspondió al peso inicial de cada animal. A partir de este momento, esta operación se repitió cada 14 días, siempre a las 7:00am antes del suministro de la primera ración del día, utilizando para ello una balanza electrónica previamente calibrada para evitar errores en la obtención de esta información.

Los animales en confinamiento ocupaban diariamente su correspondiente cubículo en el establo a las 7:00am de tal manera que a las 7:30am estuvieran dispuestos a recibir la primera ración de la dieta correspondiente y cada cuatro semanas someterse al pesaje requerido. En estas condiciones permanecían hasta las 5:00pm, hora en que se les permitía salir a una zona de descanso en donde disponían de agua a voluntad y pasaban la noche hasta la mañana del día siguiente, cuando se reiniciaban las labores de rutina.

4.4.1 Suministro de las dietas y determinación del consumo diario. Una vez cada animal ocupaba su lugar en el establo, se le proporcionaba el alimento de acuerdo a la dieta que le correspondiera y la cantidad diaria suministrada a cada uno de ellos se estimó con base en un consumo esperado del 2.5% de materia seca con relación a su peso vivo. A los animales del grupo testigo sometidos a consumo voluntario en libre pastoreo, se les permitía el acceso al forraje mediante el uso de una cerca eléctrica que se corría varias veces al día, según la disponibilidad del forraje y el consumo del mismo. Para determinar el consumo diario, en la mañana, antes de hacer el primer corrido de la cerca eléctrica, se realizaba un aforo cortando a ras de suelo el forraje disponible por m²; el segundo aforo también a ras de suelo y por m², se hacía a los excedentes que quedaban al finalizar el día y por diferencia entre las dos medidas se determinaba el consumo en Kg de forraje verde que posteriormente se llevaba a Kg de materia seca. Semanalmente se realizó esta operación de control con este grupo de animales testigo.

Para los tres grupos adicionales de animales que se encontraban en confinamiento y que recibían las dietas con ensilaje de avena por vicia, cebada y mezcla de gramíneas, la cantidad diaria a suministrar también se estimaba en 2.5Kg de materia seca por cada 100Kg de peso vivo del animal. De la cantidad a consumir estimada diariamente para cada animal, 1.0Kg de materia seca era papa cruda y el resto correspondía al ensilaje respectivo. Como la dieta se repartía en

dos raciones proporcionalmente iguales, la primera a las 7:30AM y la segunda a las 2.30PM, cada una de ellas llevaba 0.5Kg de materia seca de papa cruda y el resto lo aportaba el silo correspondiente, esta distribución tenía como propósito hacer en forma adecuada y oportuna el aporte de energía para facilitar la elaboración de la proteína microbiana a partir del nitrógeno amoniacal. Adicionalmente cada ración llevaba además 50g de sal (6%) para animales en ceba, para un total de 100g de sal/animal/día.

Todos los animales disponían de agua para consumo a voluntad. Al finalizar el día se recogían los excedentes de comida por animal y la diferencia entre los dos suministros y el sobrante representaba el consumo por animal/día el cual se llevaba a base en materia seca.

Se buscó siempre que de la cantidad de la dieta suministrada diariamente quedara un excedente, de tal manera que no existiera restricción en el consumo por un suministro deficiente. La materia seca de la dieta que se suministraba a cada animal y de los excedentes, se determinó en los laboratorios de la UIS sede Málaga.

En cada pesaje, se realizaban los ajustes pertinentes de la dieta a suministrar, buscando que dicho suministro no fuera inferior al 2.5% de materia seca.

En el Anexo A, se detalla el tipo de registro utilizado para la toma de esta información.

4.4.2 Control del peso vivo. Durante el desarrollo del estudio se realizaron pesajes periódicos en una báscula electrónica para determinar el comportamiento del peso vivo de los animales y realizar los ajustes pertinentes, particularmente en la cantidad de alimento a suministrar diariamente por animal.

El primer pesaje correspondió al peso inicial de cada animal según su dieta y distribución. Se había previsto realizar pesajes cada 4 semanas, pero infortunadamente por dificultades de acceso como consecuencia del invierno que se vivió durante dicho período, no fue posible disponer de la báscula para el pesaje después de las primeras cuatro semanas, debiendo realizarse este a las seis semanas (dos semanas más tarde), pero de aquí en adelante si se continuó haciendo cada cuatro como se había previsto. La diferencia entre el peso final menos el peso inicial corresponde a la ganancia de peso vivo durante los 112 días que duró el estudio.

La información recogida se consignó en un registro diseñado e implementado para este propósito y que se puede detallar en el Anexo B.

4.5 VARIABLES EVALUADAS.

Para dar cumplimiento a cada uno de los objetivos específicos previstos, se planteó la necesidad de identificar y evaluar los descriptores necesarios para poder cuantificar el alcance de cada uno de ellos y los posibles factores determinantes del cumplimiento o no de los mismos. Tales descriptores, fueron:

4.5.1 Contenido de nutrientes de la dietas. Para determinar el consumo de nutrientes era necesario conocer el aporte de estos en cada una de las dietas ofrecidas así como el consumo diario de la materia seca de dicha dieta. Al momento de utilizarlas se tomó muestras representativas de la papa que se empleó como suplemento energético y del forraje en su estado natural procedente de la pradera mixta y de igual manera se procedió para cada una de las tres dietas de ensilaje: pradera mixta (T_4), Avena x vicia (T_2) y cebada (T_3), las dos anteriores fueron cosechadas para ensilar cuando el grano de avena y de cebada se encontraba en estado pastoso (aproximadamente 120 días del período vegetativo).

Los nutrientes estudiados para cada muestra correspondieron a materia seca, cenizas, proteína bruta, extracto etéreo, pared celular (FDN), FDA, LDA, celulosa y hemicelulosa. Para la determinación de la materia seca se utilizó el equipo disponible para este fin en la UIS sede Málaga y los restantes fueron enviados al laboratorio de Nutrición Animal del Departamento de Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá y los resultados obtenidos se detallan para cada muestra en el cuadro 3, mereciendo resaltar los altos contenidos de pared celular de los forrajes utilizados pero también a la vez los bajos contenidos de LDA en una proporción de una unidad por algo más de tres unidades de celulosa, lo cual aparentemente permite presumir que no afecta ni el consumo ni la digestibilidad de los demás nutrientes, condición que se ratifica con la digestibilidad verdadera in vitro de la materia seca (DVIVMS) las cuales oscilan entre 56 a 71% según lo refleja el mencionado cuadro 3.

4.5.2 Consumo de materia seca. Determinado el contenido de nutrientes que ofrecía cada dieta, era necesario conocer la cantidad de materia seca de la dieta respectiva que consumía cada animal diariamente. Para ello se pesaba la cantidad que se suministraba en la ración de la mañana más la de la tarde e igualmente el residuo que dejaban al finalizar el día de estabulamiento a las 5:00pm. La diferencia correspondía a la cantidad de alimento consumido en estado de tal como se ofrecía, la cual se debía pasar a condiciones de materia seca y así estimar el consumo real de nutrientes con esta base por animal y por día. Las tablas de registro de consumo de alimento en su estado de “tal como se ofrecía” y de “materia seca” por animal/día y por tratamiento se visualizan en el anexo C.

4.5.3 Determinación del comportamiento del peso vivo. El comportamiento del peso vivo del animal que se tomaba con intervalos de cuatro semanas (28 días) permitía determinar su respuesta al consumo de la dieta suministrada y a la vez realizar los ajustes pertinentes tanto en la cantidad diaria a suministrar de

cada dieta así como del probable balanceo de nutrientes. Esta medición permitió al finalizar el estudio evaluar la ganancia de peso vivo, tanto total como diaria y la información obtenida en este proceso se puede verificar en el anexo D y un resumen de los mismos por animal por tratamiento durante los 112 días de observación en el anexo E.

4.5.4 Determinación de la eficiencia y la conversión. Al conocer ya el comportamiento de cada animal desde el punto de visto del consumo de materia seca y cada uno de sus nutrientes así como del comportamiento del peso vivo era fácil predecir tanto la conversión como la eficiencia de cada una de las dietas.

4.5.5 Evaluación económica de los tratamientos. Para dar validez y solidez a los resultados obtenidos era indispensable conocer los costos variables de producción de cada una de las dietas evaluadas, así como la cantidad de producto obtenido por cada una de ellas con su correspondiente valor; esta información se visualiza en el los anexos F, G, H, I.

El cumplimiento de los objetivos específicos como resultado del análisis de las cinco variables evaluadas son las que finalmente permiten determinar la respuesta técnico económico del animal a las condiciones ofrecidas.

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 VALOR NUTRICIONAL DE LAS DIETAS Y CONSUMO DE NUTRIENTES

Como es obvio para evaluar los posibles efectos de una dieta sobre la respuesta productiva del animal se debe partir del conocimiento de los factores básicos: el contenido de nutrientes de la dieta, la cantidad consumida de ella y por tanto el consumo total de nutrientes por animal con la consecuencial respuesta productiva del mismo, quien es en última instancia el que determina las bondades de la dieta ingerida.

Se asume que el contenido de nutrientes de un alimento o de una dieta juega un papel importante en los diferentes procesos de la alimentación integral de un animal. Por ello su conocimiento es de especial importancia cuando se inicia la evaluación de los posibles efectos de una dieta en la respuesta del animal tanto a su aceptación y consumo como a la de su comportamiento productivo. No obstante es conveniente aclarar que si bien es cierto, lo primero a conocer es el tipo y cantidad de nutriente ingerido, de la calidad de éste dependerá el uso que de él haga el animal y que se refleja en su producción. Para esto fue preciso identificar y cuantificar los diferentes nutrientes que ofrecía cada una de las dietas utilizadas, tanto al momento de su cosecha, antes de ser sometida al proceso del ensilaje, como también después de su procesamiento para observar los probables cambios que se podían presentar en los mismos materiales una vez ensilados.

Estos últimos son los que se tienen en cuenta para evaluar la respuesta de cada uno de los animales a la dieta que recibía para su alimentación en el estudio. Los análisis bromatológicos fueron realizados en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá y sus resultados se observan en el Cuadro 3, los cuales fueron complementados con la estimación de los valores de la digestibilidad

verdadera in vitro de la materia seca (DVIVMS) y la Energía en forma de TDN, Energía Digestible (ED) y Metabolizable (EM) en Mcal/Kg de materia seca, conforme lo sugiere Laredo (1985)¹⁸, así:

$$\text{DVIVMS (\%)} = (106,88 + 1,187(\%PC) - 0,835(\%FDN) - 0,671(\%FDA) + 1,230(\%Cel) - 1,430(\%LDA))$$

$$\text{TDN (\%)} = 1,09 - 0,0124(\text{FDA}\%)* 89,9$$

$$\text{ED (Mcal/Kg Ms)} = \text{TDN}\%/100* 4,409$$

$$\text{EM (Mcal/Kg Ms)} = \text{TDN}\%/100* 3,61$$

Cuadro 3. Contenido de nutrientes de las dietas utilizadas: ensilajes más la pradera mixta y la papa cruda

Tipo de Nutriente	T ₁ . Pradera mixta	Papa cruda	Contenido de nutrientes de los ensilajes		
			T ₂ . Avena mas vicia	T ₃ . Cebada	T ₄ . Pradera mixta
MS (%)	83,7	90,5	88,8	90,0	90,3
PB (%)	12,5	9,34	11,4	10,2	8,2
E.E (%)	3,6	0,21	4,3	4,1	3,6
FDN (%)	70,7	20,8	68,4	66,3	71,2
FDA (%)	39,9	3,48	48,6	37,8	43,3
Hemicelulosa (%)	30,8	17,3	19,8	28,5	27,9
Celulosa (%)	32,9	3,2	35,5	31,1	31,1
LDA (%)	5,0	0,2	10,6	5,2	7,3
Cenizas (CZ) (%)	2,2	1,7	3	2,2	3,1
DVIVMS (%)*	69,0	95,0	59,0	69,0	56,0
TDN (%)	53,51	94,11	43,81	55,85	49,72
ED (MCAL/Kg/Ms)	2,36	4,15	1,93	2,46	2,19
EM (MCAL/Kg Ms)	1,93	3,39	1,58	2,02	1,79

Fuente: Universidad Nacional de Colombia, laboratorio de nutrición animal, 2011. *estimadas mediante las fórmulas de regresión sugeridas por Laredo. 1985.

¹⁸LAREDO C., Max Alberto. Cuadro de contenido nutricional de pastos y forrajes de Colombia. En: publicación del comité de educación y el departamento de asistencia técnica. Bogotá, Colombia: ICA – Colanta, 1985

5.2 COMPORTAMIENTO DEL CONSUMO VOLUNTARIO DE MATERIA SECA EN KG POR ANIMAL/DÍA.

Conforme a cada uno de los objetivos planteados se hizo la evaluación del consumo y rechazo de las dietas ofrecidas en cada uno de los tratamientos, con su respectivo suplemento energético, con la finalidad de evaluar el consumo total de materia seca y los aportes nutricionales de cada uno de ellos particularmente en lo referente a energía bajo la forma de TDN, ED y EM y proteína bajo la forma de proteína metabolizable, ya fuera de origen microbiano o la bypass durante los 112 días de observación. Estos consumos se consignan en el anexo C y se resumen en Kg de materia seca por animal y por tratamiento en el cuadro 4, donde se observa un consumo de materia seca promedio que oscila entre 6,3 y 8,04Kg de materia seca por animal/día (Cuadro 4), valores que al ser llevados a su equivalencia en Kg de materia seca por cada 100Kg de peso vivo (cuadro 5), oscilan entre 2.1 y 2.3 tal y conforme se esperaba, señalando además que los altos valores de pared celular registrados en el cuadro 3 no afectaron el consumo, posiblemente por los bajos contenidos de LDA. Al someter estos resultados al análisis estadístico (ANAVA) (cuadro 6) se encontró entre ellos diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre tratamientos, haciéndose necesario efectuar el análisis de Duncan para determinar las diferencias entre tratamientos (cuadro 7), observando que fue el tratamiento testigo el de menor consumo y que entre los tres ensilajes analizados no hubo diferencia alguna (Cuadro 5). Es importante aclarar que las diferencias de peso vivo entre los animales no influyó el consumo.

Cuadro 4. Consumo promedio de materia seca en kg/animal/día por tratamiento en los 112 días de experimento

Tratamientos	Replicaciones				
	1	2	3		
T ₁ P. Mixta.	5,235	6,053	7,554	18,841	6,280
T ₂ E. Av + vicia	6,565	7,338	8,571	22,474	7,491
T ₃ . Cebada	6,959	7,698	9,471	24,128	8,043
T ₄ . E. P. Mixta.	6,319	7,179	8,634	22,132	7,377
Total bloques	25,078	28,268	34,23	87,575	

Fuente: Autor proyecto

Cuadro 5. Consumo de materia seca por tratamiento en %, por cada 100Kg de peso vivo

Tratamientos	Replicaciones				
	1	2	3		
T ₁ P. Mixta.	2,1024	2,1164	2,1959	6,4147	2,1382**b
T ₂ E. Av + vicia	2,3873	2,3825	2,2675	7,0373	2,3458**a
T ₃ . Cebada	2,3914	2,3686	2,4099	7,1699	2,3900**a
T ₄ . E. P. Mixta	2,3232	2,3233	2,3210	6,9675	2,3225**a
Total	9,2043	9,1908	9,1943	27,5894	
Promedio	2,3011	2,2977	2,2986	6,8974	

Fuente: Autor proyecto

Cuadro 6. Análisis de varianza para el consumo promedio/día de materia por cada 100 Kg de peso vivo

Anava para consumo promedio de ms en % dia						
Fuente de variación	GL	SC	CM	F observada	F requerida	
					0,05	0,01
Total	11	0,12573	0,0114			
Bloques o repeticiones	2	0,000024	0,000012	0,0048 Ns	5,14	10,9
Tratamientos	3	0,1106	0,03687	14,63**	4,76	9,78
Error	6	0,015106	0,00252			

Fuente: Autor proyecto

** Diferencia Altamente significativa ($P \leq 0.01$).

Cuadro 7. Prueba de Duncan al 1% para consumo promedio de materia seca en Kg/animal/día, según tratamiento.

Fuente de variación	Tratamientos			
	3	2	4	1
Consumo de Materia Seca % x animal x día	2,3900	2,3458	2,3225	2,1382
Diferenciación entre medias	A	a	a	b
DMS: 0,152%				

Fuente: Autor proyecto

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí.

5.3 ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA GANANCIA DE PESO VIVO.

En producción animal generalmente se espera que a mayor consumo haya mayor producción y esta respuesta se visualiza en el cuadro 8, en el cual se consigna la ganancia de peso vivo por animal día, obtenida a partir de la determinación de la ganancia total de peso vivo durante los 112 días de duración del estudio. Las ganancias diarias oscilaron entre 827 g/día para los animales que se alimentaron con silo de cebada más papa y 491 g/día para los del tratamiento testigo (solo pradera mixta), los cuales al ser sometidos al análisis estadístico (ANAVA) (cuadro 9) revelaron diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p \geq 0.01$) que requirieron de la prueba de Duncan para determinar la dominancia de los tratamientos, encontrando (Cuadro 10) que todos los tratamientos fueron diferentes entre sí, y que la ganancia obtenida de 0.827 Kg/día con el tratamiento tres (T3) de ensilaje de cebada, señaló una diferencia altamente significativa ($p \leq 0.01$) con relación a todos los demás tratamientos, coincidiendo de alguna manera con los resultados alcanzados en Chile tanto por Elizalde y Gallardo (2003) como los de Rojas et al (1997), quienes coinciden en señalar las bondades del silo de cebada en estado lechoso, argumentando de su capacidad para en bovinos de ceba, reemplazar con éxito el silo de maíz por este.

Cuadro 8. Ganancia promedio de peso vivo en Kg/animal/día durante los 112 días de duración del estudio

Tratamiento	Bloque				
	1	2	3		\bar{x}
T ₁ : Pastoreo	0,491	0,500	0,482	1,473	0,491
T ₂ : Ensilaje avena mas vicia	0,714	0,696	0,732	2,142	0,714
T ₃ : Ensilaje cebada	0,830	0,812	0,839	2,481	0,827
T ₄ : Ensilaje pradera mixta	0,643	0,652	0,688	1,983	0,661
Total bloques	2,678	2,660	2,741	8,079	2,693
\bar{x} bloque	0,669	0,665	0,685		

Fuente: Autor proyecto

Cuadro 9. Análisis de varianza para la ganancia promedio de peso vivo

Fuente de variación	GL	SC	CM	F observada	F requerida	
					5%	1%
Total	11	0,1783				
Bloques	2	0,000891	0,0004455	1,8705 NS	5,14	10,9
Tratamiento	3	0,17598	0,05866	246,2947 **	4,76	9,78
Error	6	0,001429	0,00023817			

Fuente: Autor proyecto

**Diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$)

Cuadro 10. Prueba de Duncan al 1% para la ganancia promedio de peso vivo

Tratamientos	3	2	4	1
Consumo de materia seca en % x animal x día.	0,827	0,714	0,661	0,491
Diferenciación entre medias	a	b	c	d
DMS: 0,0467				

Fuente: Autor proyecto

Promedios con letras diferentes, demuestran diferencias significativas estadísticamente en tratamientos.

El hecho de encontrar diferencias importantes entre los tratamientos sobre el consumo de materia seca y la ganancia de peso vivo por animal/día conduce a revisar las ofertas y requerimientos de los nutrientes más importantes en cada una de las dietas ofrecidas, particularmente entre la energía y proteína en sus diferentes formas: digestible (ED) o metabolizable (EM).

Al revisar la oferta y consumo de proteína para determinar su probable influencia sobre los resultados obtenidos se hace necesario identificar los aportes que en proteína Metabolizable (PM) hace la proteína de origen microbiano y la que no se degrada en el rúmen (Pbp = proteína bypass).

La determinación de la proteína metabolizable de origen microbiano (Pm), se hizo con base en las recomendaciones del NRC sugerida por McDonald et al (apuntes en clase de Nutrición de Rumiantes), aplicando la fórmula:

$$\mathbf{Pm \text{ (g/Kg de ms)} = (PB \times D + PB \times 0.15) \times 0.9}$$

Donde:

Pm = Proteína microbiana.

PB = Proteína Bruta en gramos por cada Kg de ms.

D = Degradabilidad ruminal de la proteína de la dieta ingerida.

Los resultados encontrados se reflejan en el cuadro 11, en el cual se incluyen los consumos de proteína metabolizable (PM) tanto la de origen microbiano como la bypass y los requerimientos de la misma proteína (PM) para mantenimiento de un bovino para carne de 350Kg de peso vivo y una ganancia diaria de 0.5 y 1.0Kg de peso vivo por animal/día. De dicho resultado se deduce que todos los tratamientos podrían haber ofrecido la posibilidad de alcanzar ganancias diarias de 0.5Kg/día, mientras que para alcanzar una ganancia de 1.0Kg/día, solo se habrían podido alcanzar con los tratamientos de ensilaje de cebada y avena por vicia.

A pesar del anterior resultado, es conveniente tener en cuenta que un solo nutriente no puede ser el único responsable de la respuesta en producción animal y que la energía juega un papel importante, para lo cual se partió de la determinación de la oferta y consumo de energía metabolizable, estimada a partir del TDN con base en la digestibilidad in vitro verdadera de la dieta. Los resultados obtenidos y que se visualizan en el cuadro 12, muestran condiciones para obtener

ganancias de 1.0Kg de peso por animal/día para los animales del tratamiento tres (ensilaje de cebada), sin embargo este resultado no se obtuvo, atribuible en parte al inadecuado balance proteína – energía así como también a las diferencias en la aplicabilidad de requerimientos para animales obtenidos en condiciones muy diferentes a las del trópico.

Cuadro 11. Consumo y aportes diarios de proteína metabolizable en gramos de proteína microbiana y by pass por animal, versus requerimientos de proteína metabolizable (PM) para mantenimiento de un bovino de carne de 350Kg de peso vivo y una ganancia diaria de 0.5 y 1.0Kg de peso vivo (según NRC 2007)

Contenido y aportes de proteína (microbiana y by pass) por dieta evaluada									
Dieta	Composición de la dieta	Consumo Kg Ms/Kg por animal día	Origen de la Proteína Metabolizable (PM)						Gran total (g)
			Proteína microbiana (g)			Proteína By Pass (g)			
			g/Kg de Ms	Total		g/Kg de Ms	Total (g)		
T1	Pradera mixta pastoreo	6,3	54,0	340		40,0	252		592
T2	Silo avena x vicia mas	6,5	49,2	320,0	360,3	36,5	237,3	267	627
	Papa cruda	1,0	40,3	40,3		29,8	29,8		
T3	Silo de cebada mas	7,1	44,1	313,0	353,3	32,6	231,5	261	614
	Papa cruda	1,0	40,3	40,3		29,8	29,8		
T4	Silo de P. mixta mas	6,4	35,4	226,0	266,3	26,2	168,0	198	464
	Papa cruda	1,0	30,3	40,3		29,8	29,8		
Requerimientos para mantenimiento de proteína metabolizable en (g/día)									
PM para mantenimiento de un animal de 350 Kg de peso vivo									307
PM para la ganancia de peso de 0.5 Kg/Día									157
PM para la ganancia de peso de 1,0 Kg/Día									298
Total requerimientos de PM (mant + producción)									464 605

Fuente: Autor proyecto

Cuadro 12. Consumo diario de energía por animal en Kg de TDN y Mcal de EM versus los requerimientos para mantenimiento de un animal de 350Kg de peso vivo y ganancias diarias de 0,5 y 1,0Kg de peso vivo

Contenido y aporte de energía por dieta evaluada						
Dieta	Composición de la dieta	Consumo Kg Ms/Kg por animal día	Tipo de energía con base en:			
			TDN(Kg)		EM en Mcal/día	
			g/Kg de Ms	Total dieta		
T ₁	Pradera Mixta pastoreo	6,30	0,69	4,35	19,2	
T ₂	Silo avena x vicia mas	6,50	0,59	3,83	4,83	21,3
	Papa cruda	1,00	1,00	1,00		
T ₃	Silo de Cebada mas	7,10	0,69	4,9	5,9	26,0
	Papa cruda	1,00	1,00	1,00		
T ₄	Silo de P. Mixta mas	6,40	0,55	3,53	4,53	19,9
	Papa cruda	1,00	1,00	1,00		
Requerimientos para mantenimiento de EM Mcal/día						
EM (Mcal/día) para mant de un animal de 350Kg de PV				14,2	14,2	
EM Mcal/día para ganar 0.5Kg/Día de PV				3,2		
EM Mcal/día para la ganancia de PV de 1,0Kg/Día					6,85	
Total requerimientos (mant + producción) de EM (Mcal/día)				17,4	21,0	

Fuente: Autor proyecto

Finalmente y para terminar la evaluación de este capítulo es importante analizar el comportamiento entre las variables consumo diario en Kg de alimento con base en la materia seca consumida por cada 100Kg de peso vivo y la ganancia diaria también en Kg de peso vivo, condición que condujo a revisar la correlación (r) entre estas dos variables, considerando el concepto de ganancia de peso como una variable dependiente del consumo de alimento, ya sea simplemente de la materia seca o de los nutrientes, particularmente de la relación energía – proteína.

Para obtener esta información se utilizó la fórmula de correlación así:

$$r^2 = \frac{[\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}]^2}{(\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n})(\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n})}$$

Donde:

n = Número de tratamientos.

X= Variable independiente de consumo de alimento en Kg de Ms por cada 100 Kg de peso vivo.

Y= Variable dependiente (ganancia de peso en Kg/día/animal).

Correlación entre consumo de alimento (Ms%) y ganancia de peso vivo en kg).

X	X ²	Y	Y ²	X Y
2,138	4,571	0,491	0,241	1,050
2,346	5,504	0,714	0,510	1,675
2,39	5,712	0,827	0,684	1,976
2,322	5,392	0,661	0,437	1,535
9,196	21,179	2,693	1,872	6,236

$$r^2 = \frac{[\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}]^2}{(\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n})(\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n})}$$

$$r^2 = \frac{[6,236 - \frac{(9,196)(2,693)}{4}]^2}{(21,179 - \frac{(9,196)^2}{4})(1,872 - \frac{(2,693)^2}{4})}$$

$$r^2 = \frac{[6,236 - 6,191]^2}{(21,179 - 21,12)(1,872 - 1,813)}$$

$$r^2 = \frac{[0,045]^2}{(0,37)(0,059)}$$

$$r^2 = \frac{0,002025}{0,002183} = 0,93$$

$$r^2 = 0.93 \qquad r = 0.96$$

El resultado obtenido: $r = 0.96$ debe ser utilizado para buscar su probabilidad para lo cual se recurre a la tabla de valores del coeficiente de correlación (r) para ciertos niveles de significancia, encontrando que cuando este fue de 0.05 y los grados de libertad del error de 9 (total – 2 y no: total – 1), como ocurrió en el estudio, la probabilidad fue de 0.6021, indicando que en un 60% de la casuística, los resultados obtenidos son reales, por tanto son consecuencia de los tratamientos evaluados y que el 40% restante se atribuyen a otros factores.

5.4 ANÁLISIS DE LOS ÍNDICES DE CONVERSIÓN Y EFICIENCIA ALIMENTICIA.

Los índices de conversión (IC) y de eficiencia (IE) están directamente relacionados con la relación insumo producto, los cuales son determinantes cuando se trata de conocer el comportamiento de un alimento cualquiera, medido a través de la cantidad de la materia seca y demás nutrimentos que hacen parte de la dieta ingerida, y de la respuesta biológica de quien la consume medida a través del producto obtenido. Para el caso del estudio en cuestión se relacionó la cantidad de materia seca ingerida por día sobre la ganancia de peso vivo también por animal/día y los resultados se reflejan en el cuadro 13. Si bien es cierto que la dieta tres de ensilaje de cebada más papa como complemento generó las mayores ganancias de peso pero a la vez fue la dieta que se consumió en mayor cantidad, sin embargo es la que se requiere en menor cantidad (9.79Kg de materia seca) para ganar 1Kg de peso vivo (IC), mientras que en la determinación del índice de eficiencia (IE), fue esta a la vez la que produjo la mayor ganancia de peso vivo diario de 102 gramos por cada Kg de materia seca ingerida. Le sigue en importancia por respuesta similar la dieta dos (ensilaje de avena por vicia más

papa) con un IC de 10.5 y un IE de 95 gramos de ganancia de peso vivo por Kg de materia seca consumida.

Cuadro 13. Determinación de los Índices de Conversión (IC) y de Eficiencia (IE) para cada uno de los tratamientos evaluados

Tratamiento	Conversión: (consumo/ganancia de peso)	Eficiencia
T ₁	12,8	0,078
T ₂	10,5	0,075
T ₃	9,79	0,102
T ₄	11,2	0,089

Fuente: Autor proyecto

5.5 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS

Es indudable que en cualquier actividad productiva, la decisión final se toma siempre dependiendo de la respuesta económica y que ningún productor lo hará a pérdida. De ahí la importancia de realizar un análisis de rentabilidad marginal en donde solo se tiene en cuenta los costos variables de producción, los cuales cambian con relación al uso de cada tratamiento evaluado, es decir los costos parciales asociados a las diferentes dietas estudiadas, los demás costos de producción se consideran constante conforme lo sugieren Lopera y Lopera (1986)¹⁹.

Siguiendo las sugerencias indicadas por los autores de la referencia, el análisis se inició con la determinación de los costos variables de producción de las dietas suministradas, en términos de Kg de materia seca y la cantidad diariamente consumida de cada una de ellas (Cuadro 14).

¹⁹LOPERA, Jorge y LOPERA Héctor. Manual de análisis socio económico de resultados, de ajustes y tecnología in: Manual de asistencia técnica #37. ICA. TADT-Rural junta acuerdo de Cartagena. Medellín, Colombia: Editorial Sevi grafica limitada, 1986.

Cuadro 14. Costos de producción por hectárea y por Kg de cada una de las dietas utilizadas en el estudio

Tratamiento	Costo de Producción	Producción de Biomasa (Kg)			Valor Kg biomasa (\$)	
		Forraje Verde	m.s. (%)	m.s. Kg	Forraje Verde	Materia Seca
T₁, pradera	\$ 100.000	23000	28	6440	\$4,35	\$ 15,53
T₂ Avena + vicia	\$ 1.774.936	32000	30,5	9760	\$ 55,47	\$ 181,86
T₃ E. Cebada	\$ 1.335.000	30000	31	9300	\$ 44,50	\$ 143,55
T₄ E. Pradera mixta	\$ 780.000	25000	30	7500	\$ 31,2	\$ 104,00

Fuente: Autor proyecto

Determinada de esta manera el costo de producción de un Kg de cada dieta con base en su estado natural (estado fresco) y de su materia seca, así como la cantidad consumida de cada una de ellas e igualmente el producto obtenido (ganancia de peso vivo en Kg/animal/día) y su correspondiente valor fue fácil elaborar el presupuesto parcial definitivo (cuadro 15), el cual permitió la elaboración del presupuesto parcial para cada una de las dietas evaluadas (Cuadro 14), el cual indica que el costo variable expresado en pesos (\$) para la dieta consumida diariamente en términos de materia seca, osciló entre \$97.83/día para la dieta testigo de animales en pastoreo y de \$1.362,13 para el ensilaje de avena más vicia y el valor de la ganancia de peso por animal/día varió entre \$1.374,8 y \$1.999, para las mismas dietas en su orden, con ingresos netos parciales que fluctuaron entre \$1.277,27 y \$637,07 por animal diariamente, evidenciando que la dieta testigo domina plenamente todos los demás tratamientos.

Cuadro 15. Presupuesto parcial en pesos (\$) para los diferentes forrajes evaluados

Composición del presupuesto	Tratamientos			
	(T1) Pastoreo	(T2) E. Avena + vicia	(T3) E. cebada	(T4) E. Pradera mixta
Costo variable de la m.s./día	97,53	1.362,13	1.154,14	767,52
Consumo de m.s en Kg/día	6,28	7,49	8,04	7,38
Ganancia de peso vivo en Kg/día	0,491	0,714	0,827	0,661
Valor de la ganancia del peso vivo/día	1.374,8	1.999,2	2.315,6	1.850,8
Ingreso neto parcial /día	1277,27	637,07	1.161,46	1.083,28

Fuente: Autor proyecto

Con base en lo hasta aquí realizado, es fácil hacer un estimativo del costo invertido para la obtención del producto diario (peso vivo ganado diariamente por cada animal) por cada una de las dietas (cuadro 16), de donde se deduce que la dieta que domina a todas las demás es la del tratamiento testigo, donde con una inversión diaria de \$97.53 (costo del consumo día) se obtiene un producto por un valor de \$1277,27, mientras que la dieta que podría seguirle corresponde a la del ensilaje de la pradera mixta ya que con una inversión de \$767.52 se obtiene un producto por un valor de \$1083.28. Finalmente la dieta que ofreció la mejor respuesta en consumo, ganancia de peso vivo, eficiencia y conversión alimenticia, T₃: ensilaje de cebada más papa) fue la menos rentable, ya que para ganar \$1161,46 requiere una inversión en costos variables de \$1154.14, permitiendo concluir que no siempre la mejor respuesta técnica es la mejor desde el punto de vista económico.

Cuadro 16. Análisis de dominancia entre los diferentes forrajes evaluados.

Tratamientos	Ingreso Neto Parcial (\$)	Costo Variable (\$)
T1: Pastoreo*KN H	1277,27	97,53
T2: Ensilaje avena +vicia	637,07	1362.13
T3: Ensilaje Cebada	1161,46	1154,14
T4: Ensilaje P. Mixta	1083,28	767,52

Fuente: Autor proyecto

*Tratamiento dominado.

CONCLUSIONES

El estudio revela que la mayor ganancia de peso vivo obtenida correspondió a la dieta de ensilaje de cebada suplementada con 1Kg de papa con base en su materia seca (T_3) con ganancia de 827 gramos de peso por animal por día.

La anterior respuesta es el resultado de una dieta más equilibrada en los contenidos de nutrientes, particularmente en su contenido de proteína y energía metabolizable.

La papa como agente productor de energía se convierte en una alternativa importante para productores de ganado en clima frío, donde el valor comercial de este cultivo frecuentemente no garantiza la recuperación en la inversión realizada.

El análisis económico realizado señala que no obstante la baja ganancia de peso vivo obtenida con el sistema tradicional de manejo en pastoreo, sigue siendo el más rentable, dado su bajo costo de producción.

Las ganancias diarias de peso vivo obtenidas estuvieron altamente correlacionadas ($r = 0.96$ y una probabilidad de $r = 0.6021$) con el consumo de materia seca y este a su vez estuvo completamente influenciada por la calidad de la dieta (relación energía proteína) coincidiendo con los hallazgos de Elizalde y Gallardo (2003) y de Rojas 1997) ambos bajo condiciones de centros de investigación en Chile.

El consumo de materia seca por animal/día entre cada uno de los tratamientos ensilados no presentó diferencias, pero si las hubo y fueron altamente significativas entre el grupo testigo de “animales en pastoreo” con relación a los demás.

RECOMENDACIONES

Las pasturas del trópico alto colombiano ofrecen excelentes oportunidades para la ceba de bovinos, condición que la corroboran los estudios de Chaverra y Col. 1967 y los resultados de esta experiencia.

Para realizar una ceba de bovinos de manera eficiente es importante realizar una buena crianza a fin de no truncar el desarrollo que alcanza el ternero durante esta etapa, si ello se logra es factible disponer de animales para sacrificio antes de los 24 meses de edad con un peso vivo de 450 a 500Kg.

Las pasturas de clima frío son altamente ricas en compuestos nitrogenados (>15%), contenidos que fácilmente atienden las necesidades del bovino en etapa de ceba, se requiere solo de una buena fuente energética para producir en el rúmen la proteína microbiana complementaria a la proteína metabolizable bypass para atender satisfactoriamente los requerimientos del animal.

El uso de la papa, especialmente aquella poco comercializable (llamada “ballico” o “riche”) se convierte en una excelente fuente de energía para suplir las deficiencias de los forrajes y suplementar las pasturas de clima frío, sin incurrir en los costos adicionales del presente estudio y que condujeron a desechar la recomendación del tratamiento con el que se obtuvo la mayor ganancia de peso vivo.

Se recomienda al productor pecuario que realice una suplementación energética a su ganado de carne o leche, ya que las deficiencias nutricionales de las pasturas en clima frío son más energéticas que proteicas, para lo cual se cuenta con una alternativa viable en la zona como es la papa.

BIBLIOGRAFÍA

- BASTO, O. y FIERRO, G. Manejo sostenible de praderas. Programa transferencia de tecnología. Santafé de Bogotá, Colombia: Corpoica Regional Uno - SENA, 1999. 29 pág.
- CORREA, Jairo; CARULLA, Juan Evangelista y PABÓN, Martha Lucia. Valor nutricional del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechst Ex Chiov.) para la producción de leche en Colombia [online] (Una revisión): II. Contenido de energía, consumo, producción y eficiencia nutricional. Departamento de Producción Animal, Universidad Nacional de Colombia, 2008. En: Livestock research for rural development. volumen 20, artículo #59. [Consultado 6 de marzo de 2013]. Disponible en: <http://www.veterinaria.unal.edu.co/inv/nutricion/kikuyo%202.pdf>
- CHAPARRO, Andrés y CASTELLANOS, Fabio. Ceba de novillos de raza normando en condiciones de confinamiento, alimentados con ensilajes de maíz (Zea maíz), cebada (*Hordeum vulgare*) y pasto elefanten (*Pennisetum purpureum*) en San José de Miranda (Santander). Tesis de grado Zootecnista. Málaga: UIS, Programa de Zootecnia, 2011.
- CHAVERRA GIL, H.; DÁVILA SUÁREZ, V.; VILLAMIZAR ROSAS, F. y BERNAL EUSSE, J. El cultivo de los pastos en la sabana de Bogotá: Coursillo sobre manejo de praderas y cultivos de pastos de clima frío. Bogotá, Colombia: ICA, 1967. 64p.
- ELIZALDE V., Hernán Felipe y GALLARDO C., Marcelo. Evaluación de ensilajes de avena y cebada en la ganancia de peso de vaquillas en crecimiento. *Agríc. Téc.* [online]. 2003, vol. 63, n. 4 pp. 380-386. [Citado marzo 2013]. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072003000400006&lng=es&nrm=iso. ISSN 0365-2807.
- FEDEGAN. Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana 2019, Por una ganadería moderna y solidaria. [online] Bogotá D.C.: FEDEGAN, noviembre de 2006. [Citado 10 de marzo de 2013]. Disponible en: http://portal.fedegan.org.co/Documentos/pega_2019.pdf
- GARCIA N, Francisco. Silaje de planta entera de cebada, una alternativa para los tambos [online]. Buenos Aires, Argentina: Producir XXI. 16(197):58:65, 2008. [Consultado marzo 2013] Disponible en: www.produccion-animal.com.ar
- GAVILANES CAICEDO, Carlos. Ensilaje una alternativa para la ganadería colombiana [online]. En: El cerealista: julio - septiembre de 2011. [Consultado el

- 10 marzo de 2013]. Disponible en: http://www.fenalce.org/arch_public/ensilaje98.pdf
- GIMÉNEZ, F. J., BOLLETTA, A. I, LAGRANGE, S. Y TOMASO, J. C. Evaluación de silajes de cebada cervecera en diferentes estadios fenológicos [online]. Argentina, 2009. [Consultado marzo 2013]. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/127-cervecera.pdf
- LAREDO C., Max Alberto. Cuadro de contenido nutricional de pastos y forrajes de Colombia. En: publicación del comité de educación y el departamento de asistencia técnica. Bogotá, Colombia: ICA – Colanta, 1985
- LOPERA, Jorge y LOPERA Héctor. Manual de análisis socio económico de resultados, de ajustes y tecnología in: Manual de asistencia técnica #37. ICA. TADT-Rural junta acuerdo de Cartagena. Medellín, Colombia: Editorial Sevi grafica limitada, 1986.
- LUNA DE PINZÓN, Luz Alba et.al. Caracterización biofísica y socioeconómica de la provincia de García Rovira. Málaga (Colombia): CORPOICA, Editorial Libertad, 1995. 136 p.
- MOLINA BENAVIDES, Raúl Andrés. Sostenibilidad de los sistemas ganaderos localizados en el Parque Nacional Natural de las Hermosas y su zona de influencia [online]. Trabajo de grado Magister en Ciencias Agraria con énfasis en Producción Animal. Palmira: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de ciencias agropecuarias, Coordinación general de posgrados, 2011, 135p. [consultado Marzo 2013]. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/3701/1/7408508.2011.pdf>
- ROJAS G, Claudio; CATRILEO S, Adrián y ROMERO Y., Oriella. Ensilaje de cebada en la engorda invernal de novillos hereford [online]. Agro sur, dic. 1997, vol.25, no.2 p. 227 - 234. [Consultado Octubre 2013], Disponible en: http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-88021997000200011&lng=es&nrm=iso. ISSN 0304-8802
- TITTERTON, M. y BAREEBA, F. B. Ensilaje de gramíneas y leguminosas en los trópicos [online]. Estudio 4.0. África: University of Zimbabwe - Makerere University. [Consultado Marzo 2013]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/005/x8486s/x8486s06.htm>
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Departamento de Ciencias de la Producción Animal, Laboratorio de Nutrición, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia. 2011

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO (UNAM). Requerimientos nutricionales ganado de carne en crecimiento y finalización según NRC 1996 [online]. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de medicina veterinaria, 1996, 30p. [Consultado marzo 2013]. Disponible en: http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/e_bovina/1AlimentaciondeBovinos.pdf

W. H., Stefanie J. et. al. Los procesos de fermentación del ensilaje y su manipulación [online]. Holanda: Institute for Animal Science and Health (ID-DLO) Dept. Microbiology, Groningen State University, 1999. [Consultado marzo 2013]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/005/x8486s/x8486s04.htm>

Anexo A. Determinación del consumo diario del alimento en términos de forraje verde

Peso final experimento semana 17																												
TRATAMIENTO	IDENTIFICACIÓN	Día 1			Día 2			Día 3			Día 4			Día 5			Día 6			Día 7			Total			Promedio		
		Lunes			Martes			Miércoles			Jueves			Viernes			Sábado			Domingo								
		Suministrado	Rechazado	Consumido	Suministrado	Rechazado	Consumido	Suministrado	Rechazado	Consumido	Suministrado	Rechazado	Consumido	Suministrado	Rechazado	Consumido	Suministrado	Rechazado	Consumido	Suministrado	Rechazado	Consumido	Suministrado	Rechazado	Consumido	Suministrado	Rechazado	Consumido
T1 Testigo	1- 249																											
	2- 286																											
	3- 344																											
T2 avena mas vicia	4- 275																											
	5- 308																											
	6-378																											
T3 cebada	7-291																											
	8-325																											
	9-393																											
T4 pradera mixta	10-272																											
	11-309																											
	12- 372																											

Fuente: Autor proyecto

Anexo B. Control de peso vivo

Tratamiento	Identificación	Pesaje (Kg peso vivo)				
		Fecha de pesajes				
		15/8/2011	26/9/2011	24/9/2011	21/11/2011	05/12/2011
T1: Pradera mixta	1					
	2					
	3					
T2: Ensilaje Avena mas vicia	4					
	5					
	6					
T3: Ensilaje de Cebada	7					
	8					
	9					
T4: Ensilaje de pradera mixta	10					
	11					
	12					

Fuente: Autor proyecto

Anexo C. Consumo promedio de MS (Kg)

Tratamientos	Consumos de materia seca en kg/animal/día				
	1	2	3		
T1 testigo	5,235	6,053	7,554	18,841	6,280
T2 e. Av + vicia	6,565	7,338	8,571	22,474	7,491
T3. Cebada	6,959	7,698	9,471	24,128	8,047
T4. E. Pradera mixta	6,319	7,179	8,634	22,132	7,377
Total bloques	25,078	28,268	34,23	87,575	

Fuente: Autor proyecto

Anexo D. Control de peso de los animales.

Tratamiento	Identificación	Pesaje (Kg Peso Vivo)				
		Fecha				
		15/08/2011	26/09/2011	24/09/2011	21/11/2011	05/12/2011
T₁: Pradera mixta	1	194	217	232	245	249
	2	230	250,5	267,5	282	286
	3	290	312	326	340	344
		714	779,5	825,5	867	879
\bar{X}		238	259,83	275,16	289	293
T₂: Ensilaje Avena mas vicia	4	195	223	243	264	275
	5	230	257	277	297	308
	6	296	325	346	366	378
		721	805	866	927	961
\bar{X}		240,3	268,3	288,7	309,0	320,3
T₃:Ensilaje de Cebada	7	198	234	258	780	291
	8	234	267,5	291,5	314	325
	9	299	335	359	381	393
		731	836,5	908,5	1475	1009
\bar{X}		243,7	278,8	302,8	491,7	336,3
T₄: Ensilaje de pradera mixta	10	200	225	242	259	272
	11	236	262,5	279,5	297	309
	12	295	321,5	340	357	372
		731	809	861,5	913	953
\bar{X}		243,7	269,7	287,2	304,3	317,7

Fuente: Autor proyecto

Anexo E. Ganancia de peso en Kg animal/día

Ganancia de peso día 1 - al 112				
Tratamiento	Peso inicial	Peso final	GPT	GPD
Pastoreo	194	249	55	0,49
	230	286	56	0,50
	290	344	54	0,48
	714	879	165	1,47
	238	293	55	0,49
Avena + vicia	195	275	80	0,71
	230	308	78	0,70
	296	378	82	0,73
	721	961	240	2,14
	240	320	80	0,71
Cebada	198	291	93	0,83
	234	325	91	0,81
	299	393	94	0,84
	731	1009	278	2,48
	244	336	93	0,83
Kikuyo	200	272	72	0,64
	236	309	73	0,65
	295	372	77	0,69
	731	953	222	1,98
	244	318	74	0,66

Fuente: Autor proyecto

Anexo F. Costos de la elaboración del silo de avena mas vicia

Factor de Costo	Unidad	Cantidad	Valor Unitario \$	Valor Total \$
Insumo				
Semilla avena	Kg	170	2.000	340.000
Semilla vicia	Kg	24	10.000	240.000
Fertilizante	Kg	120	1377.8	165.336
Sub total				745.336
Preparación Suelo				
Arado bueyes	Yunta	4	50.000	200.000
Desterronado	Jornal	6	13.000	78.000
Sub total				278.000
Siembra	Jornal	12	13.000	156.000
Fertilización	Jornal	2	13.000	26.000
Desyerbe	Jornal	0		
Recolección y transporte	Jornal	16	13.000	208.000
Sub total				390.000
Elaboración del Ensilaje				
Materiales				
Plástico			1.400	50.000
Melaza	Kg	40	1.040	41.600
Mogolla	Kg	100	750	75.000
Picado, transporte y apisonado	Jornal	15	13.000	195.000
Sub total				361.600
Gran Total				1.774.936

Fuente: Autor proyecto

Anexo G. Costos de elaboración del silo de cebada

Factor de Costo	Unidad	Cantidad	Valor Unitario \$	Valor Total \$
Insumo				
Semilla cebada	Kg	200	1.200	240.000
Fertilizante	Kg	120	1300	156.000
Sub total				396.000
Preparación Suelo				
Arado bueyes	Yunta	4	50.000	200.000
Sub total				200.000
Siembra	Jornal	11	13.000	143.000
Fertilización	Jornal	2	13.000	26.000
Desyerbe	Jornal	0		
Recolección y transporte	Jornal	16	13.000	208.000
Sub total				377.000
Elaboración del Ensilaje				
Materiales				
Plástico			1.400	50.000
Melaza	Kg	40	1.040	42.000
Mogolla	Kg	100	750	75.000
Picado, transporte y apisonado	Jornal	15	13.000	195.000
Sub total				362.000
Gran Total				1.335.000

Fuente: Autor proyecto

Anexo H. Costos de la elaboración del silo de pradera mixta.

Factor de Costo	Unidad	Cantid.	Valor unitario \$	Valor Total \$
Insumo				
Semilla				
Fertilizante	Kg	100	1.300	130.000
Sub total				130.000
Preparación suelo				
Fertilización	Jornal	1	13.000	13.000
Recolección y transporte	Jornal	12	13.000	156.000
Fletes	Jornal	12	11.000	132.000
Sub total				301.000
Elaboración del Ensilaje				
Materiales				
Plástico			50.000	50.000
Melaza	Kg	40	1.000	40.000
Mogolla	Kg	120	750	90.000
Picado, transporte y apisonado	Jornal	13	13.000	169.000
Sub total				349.000
Gran Total				780.000

Fuente: Autor proyecto

Anexo I. Costos de mantenimiento de pradera mixta animales en pastoreo

Factor de Costo	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Cercas	jornal	3	13.000	39.000
Manejo de arvenses	jornal	1	22.000	22.000
Drenajes	jornal	3	13.000	39.000
Gran Total				100.000

Fuente: Autor proyecto