

**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)**

**FABIO ANDRÉS CASTELLANOS MESA.
ANDRÉS CHAPARRO PINZÓN**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACIÓN A DISTANCIA
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
BUCARAMANGA
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)**

**FABIO ANDRÉS CASTELLANOS MESA.
ANDRÉS CHAPARRO PINZÓN**

Trabajo de grado para optar al título de Zootecnista.

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

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACION A DISTANCIA
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
BUCARAMANGA
2011**

*Dedico este triunfo de todo corazón a Dios y a mis padres
porque atreves de ellos me concedió la vida en este
mundo, así como a mis hermanos, esposa e hijos,
para que vean en mi un ejemplo de superación.
Fabio Andrés Castellanos Mesa*

*Dedico este trabajo a mis padres que desde el cielo
me han dado la fuerza para seguir adelante.
Andrés Chaparro Pinzón*

*Agradezco al Doctor Joaquín Moreno por guiarme
en este camino, al profesor Iván Darío Rojas
quien me motivo para iniciar con esta carrera
y a Rosita, por darme la fuerza para continuar.
Fabio Andrés Castellanos Mesa*

*Quiero agradecer a Dios por mostrarme la forma
de superar los obstáculos de mi vida, a mi familia
por creer en mí, al Doctor Joaquín e Iván Darío
por su amistad y a Juanita por ser mi gran apoyo.
Andrés Chaparro Pinzón*

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	16
1. PROBLEMA	18
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	18
2. OBJETIVOS	20
2.1 OBJETIVO GENERAL	20
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
3. MARCO REFERENCIAL	21
3.1 MARCO HISTORICO	21
3.2 MARCO TEÓRICO	28
3.3 MARCO CONCEPTUAL	28
3.3.1 Ensilaje	28
3.3.2 Sistemas de explotación.	29
3.3.3 Eficiencia alimenticia.	30
3.3.4 Conversión alimenticia.	30
4. METODOLOGÍA	31
4.1 TIPO DE ESTUDIO	31
4.1.1 Localización	31
4.1.2 Tratamientos	31
4.1.3 Animales	32
4.1.4 Instalaciones	32
4.1.5 Diseño experimental	33
4.1.6 Duración del experimento	33
4.1.7 Manejo del experimento	33
4.2 VARIABLES A EVALUAR	40
4.2.1 Contenido de nutrientes de la dietas.	41
4.2.2 Consumo de	41
4.2.3 Determinación del comportamiento del peso vivo.	41

4.2.4 Determinación de la eficiencia y la conversión.	42
4.2.5 Evaluación económica de los tratamientos	42
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	43
5.1 Valor nutricional de las dietas	43
5.2 El comportamiento del Consumo voluntario de nutrientes	45
5.3 Análisis de varianza para el consumo de materia seca	50
5.4 Análisis del comportamiento de la ganancia de peso vivo	52
5.5 Eficiencia y conversión alimenticia	55
5.6 Análisis Económico de los tratamientos	62
6. CONCLUSIONES	66
7. RECOMENDACIONES	67
BIBLIOGRAFÍA	68
ANEXOS	70

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Comparación de los contenidos nutricionales del silo de maíz y silo de cebada en dos condiciones del grano.	26
Cuadro 2. Comparación de los contenidos nutricionales del silo de maíz, silo de cebada (grano en 3 estados diferentes) y granos de lúpulo austral y avena Nehuen.	27
Cuadro 3. Contenido de nutrientes de los forrajes antes de ensilar.	44
Cuadro 4. Contenido de Nutrientes de los forrajes después de ensilados.	44
Cuadro 5. Consumo promedio de materia seca en Kg/animal/día por tratamiento y por bloque durante los primeros 97 días de observación.	46
Cuadro 6. Consumo promedio de nutrientes por Animal/Día/Tratamiento. (Día 1 al 97).	47
Cuadro 7. Comparación entre el consumo promedio diario de nutrientes por tratamiento (día 1 al 97) y las necesidades nutricionales para mantenimiento y ganancia de 0.5 Kg de peso vivo.	47
Cuadro 8. Consumo promedio de materia seca en Kg/animal/día a partir del día 98 hasta el día 133 de observación.	48
Cuadro 9. Consumo promedio de nutrientes (día 98 al 133) por Animal/Día/Tratamiento.	49
Cuadro 10. Comparación entre el consumo promedio diario de nutrientes por tratamiento (día 98 al 133) y los requerimientos nutricionales para mantenimiento y ganancia de 0.5 Kg en un animal de 400 Kg de peso vivo.	49
Cuadro 11. Análisis de varianza para el consumo promedio de materia seca en Kg/animal/día entre el día 1 a 97 (primera etapa).	50

Cuadro 12. Prueba de Duncan al 1% para Consumo promedio de materia seca en Kg/animal/día entre el día 1 a 97 (primera etapa).	50
Cuadro 13. Análisis de varianza para el consumo promedio de materia seca en Kg/animal/día entre el día 98 a 133 (segunda etapa).	51
Cuadro 14. Prueba de Duncan al 1% para consumo promedio de materia seca en Kg/animal/día entre el día 98 a 133 (segunda etapa).	51
Cuadro 15. Ganancia promedio de peso vivo en Kg/animal/día durante los días 1 a 97 (primera etapa).	52
Cuadro 16. Análisis de varianza para la ganancia promedio de peso vivo en Kg/animal/día durante los días 1 a 97 (primera etapa).	53
Cuadro 17. Prueba de Duncan al 1% para la ganancia promedio de peso vivo en Kg/animal/día por bloque durante para los días 1 a 97 (primera etapa).	53
Cuadro 18. Prueba de Duncan al 1% para la ganancia promedio de peso vivo en Kg/animal/día por tratamiento para los días 1 a 97 (primera etapa).	54
Cuadro 19. Ganancia promedio de peso vivo en Kg/animal/día durante los días 98 a 133 (segunda etapa).	54
Cuadro 20. Análisis de varianza para la ganancia promedio de peso vivo en Kg/animal/día durante los días 98 a 133 (segunda etapa).	55
Cuadro 21. Conversión alimenticia/animal desde el día 1 a 97 (primera etapa).	56
Cuadro 22. Análisis de varianza para la conversión alimenticia promedio por animal durante los días 1 a 97 (primera etapa).	57
Cuadro 23. Prueba de Duncan al 5% para la conversión alimenticia promedio por animal durante los días 1 a 97 (primera etapa).	57

Cuadro 24. Eficiencia alimenticia promedio por animal durante los días 1 a 97 (primera etapa).	58
Cuadro 25. Análisis de varianza para la eficiencia alimenticia promedio por animal durante los días 1 a 97 (primera etapa).	58
Cuadro 26. Prueba de Duncan al 1% para la eficiencia alimenticia promedio por animal por bloques durante los días 1 a 97 (primera etapa).	59
Cuadro 27. Prueba de Duncan al 5% para la eficiencia alimenticia promedio por animal por tratamientos durante los días 1 a 97 (primera etapa).	59
Cuadro 28. Conversión alimenticia/animal desde el día 98 a 133 (segunda etapa).	60
Cuadro 29. Análisis de varianza para la conversión alimenticia promedio por animal durante los días 98 a 133 (segunda etapa).	60
Cuadro 30. Eficiencia alimenticia promedio por animal durante los días 98 a 133 (segunda etapa).	61
Cuadro 31. Análisis de varianza para la eficiencia alimenticia promedio por animal durante los días 98 a 133 (segunda etapa).	61
Cuadro 32. Prueba de Duncan al 1% para la eficiencia alimenticia promedio por animal por bloques durante los días 98 a 133 (segunda etapa).	61
Cuadro 33. Costos de producción por tratamiento por hectárea.	62
Cuadro 34. Presupuesto Parcial en pesos (\$) para los diferentes forrajes evaluados.	63
Cuadro 35. Análisis de Dominancia entre los diferentes forrajes evaluados.	64
Cuadro 36. Análisis de Retorno Marginal para los tratamientos evaluados y no dominados.	64

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Animales del experimento.	32
Figura 2. Preparación del terreno con tractor.	35
Figura 3. Arado con bueyes.	35
Figura 4 Siembra del maíz.	36
Figura 5. Siembra de la cebada.	36
Figura 6. Pasto elefante para ensilar.	37
Figura 7. Elaboración de ensilaje de pasto elefante.	38
Figura 8. Elaboración del ensilaje de cebada por los estudiantes de zootecnia.	38
Figura 9. Control de peso.	40

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Determinación del consumo diario de alimento en términos de forraje verde.	70
Anexo B. Control de peso.	71
Anexo C. Consumo promedio de MS (Kg).	72
Anexo D. Control de peso de los animales.	73
Anexo E. Ganancia de peso (Kg).	74
Anexo F. Costos de elaboración de silo de maíz.	75
Anexo G. Costos de la elaboración de cebada.	76
Anexo H. Costos de elaboración de pasto Elefante.	77
Anexo I. Costos de alimentación con forraje de pradera.	78

RESUMEN

TITULO

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).*

AUTORES

CASTELLANOS MESA FABIO ANDRES**

CHAPARRO PINZON ANDRÉS**

PALABRAS CLAVES

Consumo materia seca, ganancia peso vivo, ensilaje, conversión, retorno marginal.

CONTENIDO

Se realizó un estudio para evaluar en confinamiento, el comportamiento productivo de machos enteros de raza normando en etapa de ceba, alimentados con ensilajes de maíz (*Zea maíz*), cebada (*Hordeum vulgare*) y pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) y una dieta testigo compuesta por una pradera mixta de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), brachiaria (*Brachiaria decumbens*) y trébol rojo (*Trifolium pratense*) para manejo en condiciones de libre pastoreo. Los animales con peso vivo entre 320 y 450 Kg y edades entre 16 y 24 meses, se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. El estudio se dividió en dos etapas: del día 1 a 97 donde solo se suministraron las dietas anunciadas y del día 98 a 133 en la cual las dietas con ensilaje fueron suplementadas con un Kg diario de maíz amarillo. Los resultados revelaron para la primera etapa diferencias ($p \leq 0.01$) para el consumo entre bloques a favor de los animales de mayor tamaño. La ganancia de peso vivo durante esta etapa que osciló entre 0.328 0.523 Kg/día entre tratamientos y entre 0.37 y 0.46 Kg/día entre bloques señaló diferencias ($p \leq 0.01$) para las dos condiciones, a favor del testigo, siendo similares las dietas con ensilaje. En la segunda etapa, el consumo fue similar a la primera pero el comportamiento del peso vivo mostró cambios que oscilaron entre 0.540 y 0.790 Kg/día para las dietas con ensilaje de pasto elefante y de maíz sin que al ANAVA se encontraran diferencias significativas entre ellas, relevando las bondades de la suplementación energética. El índice de conversión mejoró en 30% al suplementar y al análisis económico se encontró que la tasa de retorno marginal con 138% favoreció la dieta con maíz convirtiéndola en la mejor alternativa económica.

* Proyecto grado.

** Facultad IPRED. Programa de Zootecnia. Director Joaquin Moreno Moreno.

SUMMARY

FATTENING OF STEERS NORMAN RACE IN CONFINEMENT FED WITH CORN SILAGE (*Zea Maiz*), BARLEY (*Hordeum vulgare*) AND ELEPHANT GRASS (*Pennisetum Purpureum*) IN SAN JOSE DE MIRANDA (SANTANDER).*

AUTHORS

FABIO ANDRÉS CASTELLANOS MESA**

ANDRÉS CHAPARRO PINZÓN**

KEYWORDS

Dry matter intake, weight gain, silage, conversion, marginal return.

CONTENT

A study was made to evaluate in confinement, the productive behavior of the Norman race male in fattening stage, fed with corn silage (*Zea maize*), barley (*Hordeum vulgare*) and elephant grass (*Pennisetum purpureum*) and a control diet composed by a mixed pasture Kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*), *Brachiaria* (*Brachiaria decumbens*) and red clover (*Trifolium pratense*) for handling in free grazing conditions. The animals with body weight between 320 and 450 kg and aged between 16 and 24 months, were distributed in a complete block randomized design with four treatments and four repetitions. The study was divided into two stages: from 1 to 97 days where only provided the announced diets and day 98 to 133 in which silage diets were supplemented with a daily kilogram of yellow corn. The results showed for the first stage differences ($p < 0.01$) for consumption between blocks for larger animals. Weight gain during this period that ranged from 0.523 to 0.328 Kg / day between treatments and between 0.37 and 0.46 kg / day indicated differences between blocks ($p < 0.01$) for the two conditions, in favor of the witness, being similar the silage diets. In the second stage, the consumption was similar to the first but the behavior of live weight showed changes between 0.540 and ranging 0.790 kg / day for diets with elephant grass silage and corn without the ANOVA found significant differences between them, relieving the benefits of energy supplementation. The conversion rate improved by 30% to supplement and economic analysis found that the marginal rate of return of 138% favored at the corn diet making it the best economic alternative.

* Project of grade.

** Faulted IPRED. Program of Zootecnia. Director Joaquin Moreno Moreno.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas modernos de producción animal demandan métodos eficientes tanto en lo técnico como en lo económico, con productos de calidad, altamente competitivos y capaces de atender la demanda de mercados cada día más exigentes.

La anterior premisa se ha convertido en un verdadero reto para el país, las posibilidades de nuevos y exigentes mercados como los que probablemente se derivan de los Tratados de Libre Comercio que Colombia hoy asume con diferentes países del mundo en los procesos de globalización de la economía, demandan del país y de cada subsector económico una adecuación de su capacidad productiva para enfrentar con éxito su probable irrupción en tales mercados. Así lo ha entendido la entidad que a nivel nacional lidera el desarrollo del subsector ganadero y por ello la Federación Colombiana de Ganaderos (FEDEGAN) en su Plan Estratégico para el Desarrollo de la Ganadería (PEGA) 2010 – 2019 plantea el reto de una ganadería eficiente mediante la adecuación del aparato productivo del país, a través de innovaciones tecnológicas que incrementen la capacidad de sostenimiento por unidad de área, la modernización de sus pastizales con materiales eficientes adaptados a las exigencias del trópico y una genética también capaz de aprovechar las nuevas condiciones de producción y ofrecer en el mercado productos competitivos.

Las zonas denominadas de Economía Campesina como es el caso de la Provincia de García Rovira en Santander, en donde a la vez tiene asiento la UIS sede Málaga, no puede ser ajena a este reto y si bien es cierto que su economía es de subsistencia y que se deriva fundamentalmente del sector rural, esta condición la obliga aún más a utilizar con eficiencia el reducido espacio de su capacidad productiva, ya que el 75% de sus explotaciones rurales tienen un tamaño menor a 5.0 Has, lo cual le exige intensificar el uso del suelo, y diseñar estrategias que permitan el reemplazo de las ganaderías de tipo extensivo por otras más eficientes capaces de atender las demandas internas no solo locales sino también regionales y nacionales, mientras otras atienden las exigencias internacionales.

La ganadería bovina en la provincia de García Rovira fundamentalmente está representada por la raza Normando, con la cual atiende la demanda local y regional tanto de leche como de carne, sin embargo esta no se escapa a las contingencias nacionales: menos de una cabeza por Ha, producción de leche de

cuatro litros por vaca con lactancias de menos de 300 días y oferta de animales para sacrificio de 400 Kg de peso vivo con más de cuatro años de edad. Estas condiciones se deben superar y a ello apunta el objetivo de este estudio.

1. PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La producción animal en Colombia, particularmente la que se realiza con bovinos ya sea para la obtención de carne o de leche, o con cualquier otro rumiante, se fundamenta en una alimentación con base en forrajes que difieren entre regiones según las condiciones medio ambientales de cada zona. Los sistemas de manejo a que se someten son tradicionalmente de tipo extensivo, lo cual conduce en ocasiones a subpastoreo y en otras que son la mayoría a sobre carga, conllevando cualquiera de las dos, a un ineficiente uso del forraje. Este sistema es el más generalizado en el país y según FEDEGAN (2006)¹, solo permite obtener ganancias de peso diarias promedio inferiores 300 gramos, lo cual indica que un peso vivo de 500 Kg solo se alcanzaría, cuando el animal ha superado los cuatro años de edad, aspecto que por el solo concepto de edad del animal, afecta negativamente la calidad de la canal.

Esta condición también se observa en la Provincia de García Rovira, área de influencia de la Universidad Industrial de Santander, sede Málaga, y en donde por el sistema de tenencia de la tierra conocido como de microminifundio, el 75% de las explotaciones son inferiores a 5.0 Has, limitante que hace menos viable en lo económico este tipo de explotaciones, con capacidades de carga que apenas se acercan a una unidad gran ganado (UGG) por hectárea, y que difícilmente permitiría superar las condiciones de una economía de subsistencia como la que caracteriza a este tipo de explotaciones CORPOICA, (1995)².

Los factores que más inciden en las bajas ganancias de peso del animal son atribuidas entre otros, a los deficientes planes de alimentación, con utilización de gramas en estado vegetativo generalmente sobre maduras, con bajo contenido de nutrientes digestibles, acompañado con frecuencia de sub consumo, condición que hace más ineficiente el proceso productivo ICA, (1988)³.

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 Abril de 2010] Artículo disponible en Internet: http://portal.fedegan.org.co/Documentos/pega_2019.pdf

²LUNA GUELLER, Luz Alba. Caracterización Biofísica y Socioeconómica de la Provincia de García Rovira. Málaga: CORPOICA - Editorial Libertad, 1995. 136p.

³INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Recomendaciones para la asistencia técnica agropecuaria en el distrito de Málaga. Bucaramanga, Colombia: Publicación del ICA Regional 7. 1988. 80p.

Esta condición parece mantenerse en muchos casos y está repercutiendo de manera negativa en la adecuada expresión del potencial genético de los programas de mejoramiento animal que actualmente se adelantan en la región.

No obstante lo descrito, la producción de carne o leche en Colombia ante las perspectivas de la declaración de país libre de aftosa y las políticas de globalización que enmarcan el comercio mundial, abre un mercado potencial que permite ver con optimismo la comercialización de estos productos en cualquiera de los mercados, tanto a nivel interno como externo, sin embargo el éxito de éste, dependerá de la calidad del producto obtenido y de la eficiencia con que se produzca.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la influencia de los ensilajes de maíz (*Zea Maíz*), Cebada (*Hordeum Vulgare*) y de pasto elefante (*Pennisetum Purpureum*) sobre el comportamiento productivo de machos enteros de raza normando durante su etapa de ceba, bajo condiciones de San José de Miranda (Santander).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el contenido de nutrientes de cada una de las dietas objeto del estudio: mezcla de gramíneas y leguminosas (tratamiento testigo en pastoreo), ensilajes de Maíz, Cebada y pasto de corte (pasto Elefante) antes y después de ser sometidas al proceso de conservación.
- Evaluar la respuesta del animal a través de la aceptación y consumo en términos de Kg de materia seca consumida diariamente por cada animal con base en su peso vivo en Kg.
- Evaluar la respuesta productiva del animal con base en la ganancia de peso vivo en Kg/animal/día y total, a partir del consumo de nutrientes aportados por las diferentes dietas estudiadas.
- Evaluar la conversión y eficiencia de cada una de las dietas ofrecidas con base en el consumo de nutrientes y ganancia de peso vivo por parte del animal.
- Evaluar la eficiencia técnico económico de las dietas involucradas en el estudio.

3. MARCO REFERENCIAL

3.1 MARCO HISTÓRICO

Las dificultades encontradas por el ganadero en el manejo y alimentación de los animales, ocasionadas a veces por el inadecuado manejo de la capacidad de sostenimiento de la finca y en otras por la no disponibilidad del recurso forrajero cuando se trata de animales herbívoros como producto de la estacionalidad de las lluvias cuando no se dispone de riego artificial en el caso de las explotaciones en el trópico, ha conducido a la búsqueda de alternativas que conduzcan a superar tales falencias mediante procesos de transformación y conservación de dichos insumos, producidos en abundancia durante las temporadas de lluvias, para su utilización durante la escasez del verano. Esta condición ha permitido extender las estrategias al manejo intensivo de los animales, ya sea en confinamiento o simplemente en condiciones de elevada cantidad de kilogramos de peso vivo por unidad de área (capacidad de carga).

Se busca por tanto disponer de suficiente cantidad y calidad de biomasa para su conservación y posterior utilización en programas de alimentación y producción animal, condición que lleva a establecer cultivares de alto rendimiento en un corto período de tiempo con excelente calidad para su utilización en sistemas de alimentación animal. Estas condiciones se estudian permanentemente en el mundo entero, de acuerdo a las particularidades de cada situación: condiciones medio ambientales, tipos de cultivos y de animales, sistemas de producción, disponibilidad de recursos tanto biofísicos como humanos y económicos.

En esta misma dirección está encaminado el confinamiento, el cual no escapa del costeo para establecer la relación beneficio costo. El confinamiento requiere como mínimo de un corral que ofrezca el espacio indispensable para la comodidad mínima del animal, que esté protegido de las inclemencias del medio ambiente, que disponga de comedero y bebedero y permita una utilización larga en el tiempo para amortizar los costos de su construcción. Mateus y Quiceno (2007)⁴ agregan a lo anterior la necesidad de disponer de una base forrajera para la alimentación, advirtiendo que lo fundamental radica en la calidad de los nutrientes de tal manera que satisfagan las necesidades de consumo y el mayor porcentaje de requerimientos para mantenimiento y producción esperada, anticipando que los

⁴MATEUS, Henry y QUINCENO, Jaime. Ceba de novillos en confinamiento con base en forrajes de corte en zona fría de Antioquia, San Roque, Antioquia, Colombia: CORPOICA: estación experimental "El Nus", 2007.

forrajes de baja calidad nutricional y de alto contenido de fibra, conducen a un rápido llenado del rúmen, disminuyendo el consumo voluntario, impidiendo que se satisfagan los requerimientos para producción.

Para el caso del presente estudio es de interés el manejo y alimentación intensivo de animales de doble propósito en búsqueda del mejoramiento de la ganancia de peso vivo, en condiciones de la Montaña Santandereana en del trópico alto colombiano, más exactamente en una región donde la disponibilidad del recurso suelo es muy escasa, dado que el 75% de las explotaciones son menores a 5 Has y alternativas como la mencionada revisten especial interés.

Cualquier forraje es susceptible de conservación ya sean mediante procesos de henificación y /o ensilaje, siendo probablemente el último el de mayor utilización en buena parte por las menores exigencias en el procesamiento, particularmente desde el punto de vista del menor costo energético.

El pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) ha sido el forraje de más amplio uso dentro del trópico alto andino, luego de su introducción a Colombia en 1927. Está adaptado a altitudes que varían entre 1700 y 2800 msnm; con excelentes rendimientos en forraje de aceptable calidad, alguna exigencia en agua y fertilizantes. Sin embargo, ha visto limitada su persistencia y su alta producción de biomasa, debido a su susceptibilidad a heladas, las cuales se presentan comúnmente en ésta eco región durante los meses de enero y febrero y julio y agosto en menor proporción; como también una alta susceptibilidad a plagas como el chinche de los pastos (*Collaria scenica*) la cual se ha desbordado durante la última década.

En el área de la producción animal se han realizado diversas investigaciones en el trópico alto andino colombiano, destacándose estudios como el realizado por Chaverra *et al.* (1967)⁵, quienes bajo condiciones de la sabana de Bogotá evaluaron la ganancia de peso en novillos normando, alimentados con mezclas de *Pennisetum clandestinum* con *Trifolium repens*, *Dactylis glomerata* con *T. pratense* y *Festuca arundinacea* con *T. repens*, encontrando las mejores ganancias de peso (0.805 Kg/animal/día) en la última asociación (*Festuca arundinacea* con *Trifolium repens*).

⁵CHAVERRA. H., F. VILLAMIZAR y J. BERNAL. El cultivo de los pastos en la sabana de Bogotá en Sociedad de Agricultores de Colombia. Curso sobre manejo de praderas y cultivos de pastos de clima frío. Bogotá, Colombia. 1967. 64p.

Recientemente, y bajo condiciones del Centro de investigación “Marengo” ubicado en el municipio de Mosquera (Cundinamarca) y de propiedad de la Universidad Nacional de Colombia, Mojica y Col, (2009)⁶ evaluaron la producción de leche en el primer y segundo tercio de la lactancia, de 18 vacas de raza Holstein de 2 a 4 partos, alimentadas en pastoreo, con pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y la interacción de tres ofertas de silo de avena en proporción de: 0, 0.7 y 1.4% de materia seca con relación al peso vivo, hasta obtener un consumo total del 4% de materia seca con relación al peso vivo, que en promedio fue de 585 Kg por vaca. Adicionalmente las vacas fueron suplementadas con una ración de concentrado balanceada. La producción media de leche fue de 22 Kg/animal/día y estuvo afectada por la interacción de la oferta: kikuyo - ensilaje, el tercio de la lactancia y los días de medición. La adición de ensilaje al 0.7% aumentó en 0.2 unidades la concentración de proteína ($p < 0.05$) y en 0.35 unidades la de caseína ($p < 0.05$) mientras que cuando la adición del silo fue de 1.4%, disminuyó la concentración de proteína en 0.15 unidades y aumentó la de caseína en 0.05 unidades con relación a las vacas que consumían sólo pasto kikuyo ($p < 0.05$) condición que se observó solo en vacas durante el primer tercio de lactancia. La oferta de ensilaje de avena tiende a aumentar la concentración de grasa en la leche ($p \leq 0.1$). El consumo de kikuyo disminuyó para todas las vacas en el primer y segundo tercio de lactancia cuando se ofreció ensilaje.

Dentro de los diferentes tipos de suplementación con ensilaje, probablemente el de maíz es el de mayor utilización tanto para la producción de leche como la ganancia de peso vivo. Su merito se centra en la elevada cantidad de biomasa que se produce por unidad de área, sobre todo cuando se cultiva con este propósito para lo cual se utilizan altas densidades de población (más de 53000 plantas por Ha.) y la calidad del producto obtenido especialmente desde el punto de vista energético y la disponibilidad de fibra efectiva que lo hacen atractivo para los sistemas de producción de leche, dando lugar a un menor costo operacional por unidad de materia seca y de energía obtenida conforme lo expresan Garcés et al (2004)⁷ y Bolland y Cofre (2008)⁸.

⁶MOJICA, R. José E., CASTRO E. y otros. Efecto de la oferta de pasto kikuyo y ensilaje de avena sobre la producción y calidad composicional de la leche bovina. En: Revista CORPOICA, Ciencia y Tecnología Agropecuaria 10 (1) Bogotá, Colombia. 2009. 81-90p.

⁷GARCÉS, A.M., BERRIO, L., RUIZ, S., SERNA, J.G., BUILES, A.F. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. En: Revista Lasallista de investigación. Vol. 1 N. 1. 66 – 71. 2004

⁸BOLLAND Ernesto Jahn y COFRÉ BANDERAS, Pedro, Ensilaje de maíz. [online] 2008. [Citado 15 de Julio de 2010] Artículo disponible en Internet: <http://www.inia.cl/quilamapu/pubbycom/informativos/infoB20.htm>

Para obtener estos beneficios y lograr que el ensilaje cumpla con estos requisitos es imprescindible que la planta sea beneficiada en su mejor condición. Ramírez (2009)⁹ sugiere que la planta sea cosechada a una altura de aproximadamente 50 cm., arriba de la base, es decir por encima del segundo o tercer nudo de la caña, concediéndole a la planta un mayor contenido de energía y menor contenido de fibra. Igualmente sugiere que el corte se realice cuando la línea de leche del grano se encuentre entre la $\frac{1}{2}$ y las $\frac{2}{3}$ del mismo ya que por lo general cuando el grano alcanza esta condición tiene un contenido de materia seca de 30 a 35% y por tanto su humedad no es superior a 70%, condiciones ideales para ensilar cualquier forraje, además de garantizar gracias a los almidones disponibles de un interesante aporte energético que facilita la utilización del nitrógeno amoniacal para convertirlo en proteína microbiana. De igual manera advierte que el tamaño de la partícula entre 1.0 a 1.5 cm además de facilitar el apisonamiento y la anaerobiosis para su fermentación en el proceso de ensilado, facilita la degradación y utilización de la fibra en el rúmen.

Couderc (2009)¹⁰ realizó en la Estación Experimental Agrícola de Balcarce adscrita al INTA de Argentina, interesantes estudios sobre las características que debe poseer un buen silo de maíz. En sus conclusiones advierte que en sistemas intensivos de manejo de vacas de leche, el ensilaje de maíz es el sostén básico de la alimentación, ya que aporta el 30% de la alimentación permanente, pero que puede ser el 100% de la misma en condiciones críticas, pero en raciones mezcladas es el componente mayoritario.

Las características físicas que el silo de maíz debe reunir, puede generar diferentes respuestas en el consumo y digestión ruminal. Se asume que alto consumo es sinónimo de alta producción, sin embargo una baja digestión de la fibra no permite que la anterior consideración se cumpla. En un silo de maíz su principal aporte es la FDN y particularmente cuando se cosecha en elevado estado de madurez, el contenido de tallo es alto, dando lugar a que los tejidos estructurales de la pared celular se encuentren altamente lignificados con una distribución uniforme de esta en todos sus tejidos, constituyendo barreras que impiden su degradación. Advierte sobre la importancia del almidón que aporta el

⁹RAMIREZ R., Hugo. Ensilado de maíz para ganado lechero. [online] 2009. [Citado 15 de Julio de 2010] Artículo disponible en Internet: www.engormix.com.

¹⁰COUDERC, Juan José. Racionales totalmente mezcladas de silo de maíz para vacas lecheras. Características del silo de maíz. [on line] 2009. [citado el 3 febrero de 2011] Artículo disponible en internet: www.engormix.com/s.articles_view.art=2314

grano, el cual da lugar a un pH ácido que a la vez crea condiciones adversas para disponer de un medio ambiente ruminal óptimo para la digestión de la fibra.

Para superar estas dificultades, el mismo autor Couderc (2009)¹¹ a en una nueva investigación sobre el mismo tema, recomienda que para aumentar la digestión de la fibra es necesario ajustar el tamaño de la partícula entre 1,0 a 1,5 cm de largo y adicionar heno largo, sustancias buffer y levaduras, las cuales además de facilitar la compactación y fermentación del silo, aumenta la velocidad de paso en el rúmen coincidiendo con las observaciones de Ramírez 2009 anteriormente anunciadas.

Adicionalmente agrega Couderc¹² que al cumplir tales sugerencias, hay un aumento en el consumo de materia seca, se reduce la rumia y la producción de saliva, aumentando la concentración de ácidos grasos volátiles (AGV) y baja el pH ruminal. Advierte además que cuando la dieta contiene menos del 27.0% de FDN y las partículas son de un tamaño < 0.5 cm, se afecta gravemente la digestión ruminal, el consumo y la presentación de acidosis.

García (2008)¹³ (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:

¹¹Ibid.

¹²Ibid.

¹³GARCIA N., Francisco. Silaje de planta entera de cebada, una alternativa para los tambos. [online] Buenos Aires, Argentina: Producir XXI. 16(197):58:65, 2008. [Citado 15 de Marzo de 2011] Artículo disponible en Internet: www.produccion-animal.com.ar

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.

Una evaluación comparativa del ensilaje de maíz y de cebada y su efecto sobre la alimentación de animales en proceso de ceba, fue adelantado por Rojas y Catrileo¹⁴ (2000) en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Carillanca (Chile), quienes utilizando 18 novillos de raza Hereford, de 20 meses de edad y con un peso vivo promedio de 342 Kg, evaluaron durante 84 días el consumo, la ganancia de peso vivo y el índice de conversión del ensilaje de maíz y el de cebada en tres estados de corte: grano lechoso, grano harinoso y grano harinoso duro.

El consumo de silo se hizo a voluntad y hubo una suplementación diaria con un concentrado equivalente al 0.9% de materia seca con relación al peso vivo del animal. Dicho concentrado se elaboró con un contenido proteico del 13%

¹⁴ROJAS, C., CATRILEO, A. y ROMERO, O. Ensilaje de cebada en la engorda invernal de novillos Hereford. En: Agric. Tec. V.60 N.4 Agro Sur 25:227-234, 2007.

utilizando grano de avena Nehuen, grano de Lupino Australiano y sal mineralizada.

El cuadro 2 muestra el contenido de nutrientes de los insumos utilizados:

Cuadro 2. Comparación de los contenidos nutricionales del silo de maíz, silo de cebada (grano en 3 estados diferentes) y granos de lúpulo austral y avena Nehuen.

Tipo de Insumo	Tipo de Nutriente				
	MS (%)	PC (%)	FC (%)	N.NH ₃ % del N total	E.M Mcal/Kg
Ensilaje de Maíz.	36.2	7.2	25.4	6.8	2.5
E. Cebada G. lechoso.	33.4	19.4	26.7	16.2	2.6
E. Cebada. G. Harinoso.	42.9	14.2	29.6	24.6	2.5
E.Cebada. G. H. Duro.	47.6	10.1	31.8	41.5	2.4
Lupino austral. (Grano).	83.0	28.0	16.5	--	3.0
Avena Nehuen (grano).	93.0	9.4	7.6	--	2.6

Fuente. Rojas y Catrileo (2000).

Los resultados obtenidos permiten destacar las ganancias diarias de peso vivo obtenidas con ensilaje de maíz (1.069 Kg/día) y de ensilaje de cebada con grano harinoso (1.024 Kg/día), las cuales no fueron diferentes entre sí, pero con relación a los otros dos tratamientos si lo fueron.

El análisis del índice de conversión de alimento, demostró que el mejor índice se obtuvo con el ensilaje de maíz (7.9 Kg de alimento por Kg de peso vivo ganado), seguido por el ensilaje de cebada con grano en estado harinoso con 9.0 Kg de alimento, 9.7 en estado lechoso y 11.8 en estado harinoso duro.

Esta condición permite concluir que el ensilaje de cebada cosechada con el grano en estado harinoso puede reemplazar el ensilaje de maíz en raciones para ceba de animales estabulados, logrando ganancias de peso similares, pero con una menor conversión de alimento en carne (requiere un mayor consumo de cebada).

3.2 MARCO TEÓRICO

El ensilaje es el resultado de un proceso de conservación de los forrajes que se fundamenta en la fermentación de los carbohidratos solubles de este, por medio de bacterias que producen ácido láctico en condiciones anaeróbicas. El producto final es la conservación del alimento porque la acidificación del medio inhibe el desarrollo de microorganismos. El oxígeno es perjudicial para el proceso porque habilita la acción de microorganismos aerobios que degradan el forraje ensilado hasta CO₂ y H₂O. Este proceso permite almacenar alimento en tiempos de cosecha y suministrarlo en tiempo de escasez, conservando calidad y palatabilidad a bajo costo, permitiendo aumentar el número de animales por hectárea o la sustitución o complementación de los concentrados. Este tipo de alimento se emplea para manejar ganado en forma intensiva y semi-intensiva.

El ensilaje es una excelente opción para la alimentación en las ganaderías del país por la gran variedad de forrajes, la intensidad solar y el nivel de lluvias que existen en el trópico. Por las condiciones anteriores se pueden producir varias cosechas en el año, mientras en los países con estaciones solo se cosecha una vez al año. También hay que destacar que en nuestro país más de la mitad del maíz y otros cereales que se utilizan para la elaboración de concentrados para animales, sobre todo para ganado bovino, son importados; por lo que es un sistema de alimentación costoso para el ganadero, convirtiéndose así el ensilaje en un modo de alimentación más económica que puede cumplir con los requerimientos nutricionales del animal. Casos como el de ensilaje de maíz en Colombia, se han convertido en una alternativa económica para los criaderos de ganado, dándole a los animales más volumen corporal sin acumulación de grasa y con mayor aumento de peso mensual (Garcés *et al*, 2004)¹⁵.

3.3 MARCO CONCEPTUAL.

3.3.1 Ensilaje. Es un proceso de conservación de pastos y forrajes, basado en una fermentación anaeróbica (sin aire) de la masa forrajera, que permite mantener durante periodos prolongados de tiempo, la calidad que tenía el forraje en el momento del corte.

- **Silo de torre.** Se construye con diferentes materiales como ladrillo, bloques de cemento, cemento armado, piedra, lámina metálica, entre otros.

¹⁵GARCÉS, A. M., BERRIO, L., RUIZ, S., SERNA, J. G., BUILES, A. F. Op. Cit.

Tiene techo que proporciona una buena protección contra lluvia. Con relación a otros silos, presenta una mejor compactación del forraje, menores pérdidas superficiales del ensilaje, pero produce mayores pérdidas por jugos exprimidos. Estos silos son más costosos y requieren maquinaria complicada para llenarlos y vaciarlos.

- **Silo tipo bunker.** Su construcción es más económica que los silos de torre. Se cargan y descargan fácilmente usando maquinaria más variada. Hay menores pérdidas por flujos exprimidos pero por la mayor superficie expuesta a las condiciones ambientales, puede aumentar las pérdidas. Se necesita de buena experiencia para llenarlo y lograr una buena expulsión del aire, la cual depende de la distribución del forraje, de la compactación y del tapado y sellado.

- **Silo de bolsa.** Consiste en colocar el material que se va a ensilar dentro de la bolsa plástica calibre 4 a 6 y capacidad de 30 a 40 Kg, y después de extraer, mediante una adecuada compactación, la mayor cantidad posible de aire, se deben cerrar herméticamente. Este proceso se puede mejorar utilizando una aspiradora de uso doméstico; al extraer el aire, el forraje se comprime y se evitan las fermentaciones indeseables. Con este sistema, se facilita el manejo del material, especialmente lo relacionado con el llenado, apisonamiento y sellado; no requiere maquinaria complicada ni costosa y es uno de los más recomendables para el pequeño ganadero.

- **Silo de montón.** Son hechos directamente sobre la tierra, no poseen paredes, el forraje se acumula en forma circular o trapezoidal; el piso puede ser la misma tierra, estar cementado o cubierto por un plástico. En la medida que el forraje se va acumulando se compacta mediante pisoteo o se utiliza un pisón, un rodillo u otro equipo. Una vez finalizado el proceso se cubre con plástico y se colocan materiales pesados encima para ayudar a la compactación.

3.3.2 Sistemas de explotación.

- **Explotación extensiva.** Consiste en llevar a los animales a pasturas con pocos gastos y cuidados por un periodo de tiempo largo. Mediante este sistema se logran animales aptos para sacrificio a los tres años aproximadamente; dependiendo de la raza y el manejo se pueden prolongar a los 5 años.

- **Explotación intensiva.** Es aquel que se utiliza en sitios cerrados (establos) y que están sometidos a condiciones fijas. Con este sistema, el tiempo de engorde es más corto (de 1 a 2 años). Se conoce como “feed lot” y es común en países desarrollados.
- **Explotación semi intensiva o mixta.** Es aquel que combina los anteriores sistemas de explotación (sistema extensivo e intensivo).
- **Consumo voluntario.** Es la cantidad de alimento que ingiere un animal por unidad de tiempo (generalmente 24 horas), cuando tiene libre acceso a dicho alimento.
- **Alimento balanceado, dieta o ración.** Es una mezcla de ingredientes calculada para satisfacer los requerimientos nutritivos en una etapa productiva dada.
- **Complemento.** Es el ingrediente o alimento mezclado que se ofrece para complementar las deficiencias que pudiera tener un alimento principal.

3.3.3 Eficiencia alimenticia. Consiste en expresar las unidades de producto obtenido (huevo, leche, etc.) que se obtienen por cada unidad de alimento consumido.

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

4. METODOLOGÍA

4.1 TIPO DE ESTUDIO

Se realizó una investigación de tipo paramétrico tendiente a evaluar el comportamiento del consumo de materia seca y del peso vivo en animales de raza normando alimentados en una pradera conformada por una mezcla de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), *Brachiaria Decumbens* (*Brachiaria decumbens*) y tréboles (*Trifolium sp*) (T1), ensilaje de maíz (*Zea maíz*) (T2), ensilaje de cebada (*Hordeum vulgare*) (T3) y ensilaje de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) (T4) durante un periodo de 133 días.

4.1.1 Localización. El estudio se llevó a cabo en la finca “El Diamante”, ubicada en la vereda Tequia, sector Tagamatá, en el municipio de San José de Miranda, Santander, a una altura de 1980 m.s.n.m., con una precipitación anual media de 1500 mm. y una temperatura media de 17.4°C. reportada por el IDEAM (1995)¹⁶ antes HIMAT, comportamiento que difiere de las condiciones que se presentaron durante la época en que se realizó el estudio: Abril de 2010 a Mayo de 2011, ya que durante este periodo la precipitación estuvo por encima de los 3000 mm como consecuencia del crudo invierno que afectó al país en general y particularmente la zona en donde se llevó a cabo la investigación.

4.1.2 Tratamientos. Se evaluaron cuatro tratamientos 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: Tratamiento testigo, se realizó con pastoreo extensivo, en un potrero constituido principalmente por una mezcla gramíneas como kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), *brachiaria* (*Brachiaria decumbens*) y tréboles (*Trifolium sp*) principalmente.

T2: Ensilaje de planta entera de maíz (*Zea maíz*).

T3: Ensilaje de cebada (*Hordeum vulgare*).

T4: Ensilaje de pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*).

¹⁶IDEAM., (antes HIMAT), Información suministrada mes, año por estaciones. 1995.

4.1.3 Animales. Se utilizaron 16 bovinos, machos enteros, de raza normanda, con 16 a 24 meses de edad y peso vivo que osciló entre 320 a 450 Kilogramos. (Figura 1).

Figura 1. Animales del experimento.



4.1.4 Instalaciones. Se utilizó un establo de 21.5 m de largo x 8.5 m de ancho, con capacidad para 26 animales, techo de zinc, piso de cemento, comederos y bebederos lineales individuales, lo cual permite el suministro y control a cada animal en forma individual de la dieta respectiva así como la del agua de bebida.

Para la elaboración de los ensilajes, se utilizaron silos tipo bunker. Para ello se acondicionó un galpón cubierto existente en la finca, con techo de zinc y piso de cemento. Para las paredes del silo se utilizaron tablas y orillos obtenidos en la finca y se forraron en su cara interna con plástico negro calibre 6 el cual contribuyó a mejorar las condiciones de anaerobiosis que se requerían.

4.1.5 Diseño experimental. Los animales: machos enteros, de raza normando, con edades de 16 a 24 meses de edad y peso entre 320 a 450 Kg, se distribuyeron en un diseño experimental de bloques al azar, con cuatro tratamientos y 4 repeticiones, para un total de 16 animales (4 x 4 x 1), en donde cada animal constituye una unidad experimental.

4.1.6 Duración del experimento. La investigación se desarrolló entre el 20 de abril de 2010 y el 17 de mayo de 2011. Durante este período se estableció el cultivo de los materiales forrajeros a utilizar, se hizo el ensilaje de cada uno de ellos, se efectuó la etapa pre experimental y finalizar con la experimental de campo y continuar con el análisis de resultados y presentación final del trabajo escrito.

4.1.7 Manejo del experimento. 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, así:

- **Etapas de establecimiento de los cultivos.** La investigación inició con la preparación previa de los diferentes lotes que se utilizaron para el establecimiento de los cultivos mediante la utilización de tractor y bueyes (figuras 2 y 3), periodo durante el cual hubo serios tropiezos ocasionados por el crudo invierno que afectó a la región y consecuentemente el comportamiento de los cultivos establecidos, comenzando desde la misma preparación del suelo. El área de siembra para el cultivo de maíz fue de 1.0 Ha, la cual estaba distribuida en tres pequeñas parcelas dentro de la misma finca. Se utilizó una semilla obtenida por el ICA en la región y conocida como "ICA V 304".

La siembra se realizó con la ayuda de barretón colocando un grano por sitio (Figura 4), a una distancia de 0,25 m entre plantas y 0,75 m entre surcos, para una población por Ha, estimada en 53.333 plantas aproximadamente.

Al aporque, se fertilizó con 125 Kg de urea, aplicada con barretón junto a la planta. El forraje fue cosechado manualmente, haciendo el corte del tallo por encima del tercer nudo y cuando el grano de maíz se encontraba como mínimo en la mitad de la línea de leche conforme lo recomienda Romero (2005)¹⁷.

¹⁷ROMERO, Luis. Maíz para silo, el momento de corte [on line]. Argentina: INTA, 2005. [Citado 10 de Febrero de 2011] Artículo disponible en internet: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/66-maiz_para_silo_momento_corte.htm

La heterogeneidad de los lotes y el invierno pronunciado se reflejó en el rendimiento de la biomasa obtenida, la cual mediante pesaje fue calculada en 40 toneladas de forraje verde, incluida la mazorca.

Para el establecimiento de la cebada se utilizó también un lote de 1.0 Ha. Se empleó una semilla de la región, la cual fue sembrada al voleo (Figura 5). Al macollamiento se fertilizó con 120 Kg de urea y fue cosechada manualmente cuando su grano se encontraba en estado pastoso como sugieren Giménez et al, 2009. El rendimiento por hectárea en estado verde, determinado mediante pesaje fue de 42 toneladas el cual al igual que el maíz fue afectado negativamente en su rendimiento por el invierno.

El pasto elefante correspondió a un cultivo establecido años atrás, a este se le hizo un corte para homogeneizar su rebrote y así poder obtener un forraje uniforme en su estado vegetativo que garantizara un adecuado contenido de nutrientes. Este pasto se fertilizó con bovinaza descompuesta y 107 Kg de úrea del 46% en su orden a los 15 y 35 días después del corte de homogeneización. La cosecha se realizó de manera manual a los 90 días, ya que la altura de corte a los 60 días como estaba previsto no aportaba la biomasa necesaria para llevar a cabo el experimento. El rendimiento por hectárea fue de 35 toneladas de forraje verde.

La pradera que se usó durante el experimento, estaba conformada por especies forrajeras introducidas a la región mucho tiempo atrás, sin que hubiesen recibido prácticas culturales como podas, riego o fertilizaciones que contribuyeran a su conservación y mantenimiento, razones por las cuales se les considera como nativas.

Ellas estaban conformadas por una mezcla de especies que no es frecuente observar como fue la de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) con *Brachiaria decumbens* (*Brachiaria Decumbens*) y tréboles (*Trifolium sp*), donde era predominante la brachiaria. A estos pastos no se les hizo ningún tipo de fertilización.

Figura 2. Preparación del terreno con tractor.



Figura 3. Arado con bueyes

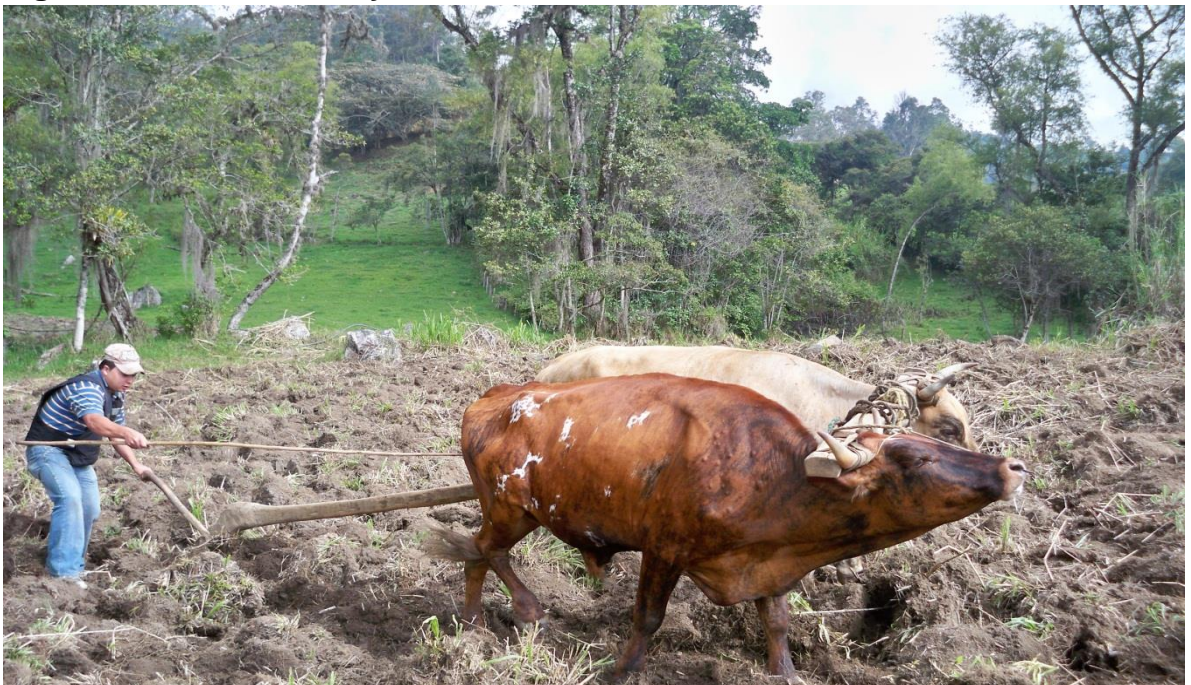


Figura 4. Siembra del maíz.



Figura 5. Siembra de la cebada.



- **Elaboración de los ensilajes.** La recolección de los forrajes se realizó en condiciones de pleno invierno, el cual junto con el contenido de humedad normal de ellos dificultó aún más el proceso de ensilaje, haciéndose necesario realizar un oreo y volteo del forraje cosechado para disminuir parcialmente el contenido de humedad. Para el picado del forraje se utilizó una pica pasto de 1 caballo de fuerza (Figura 6). Después de picado, el forraje, era depositado en su lugar correspondiente para iniciar el proceso de fermentación normal de cada uno de los ensilajes. Para mejorar las condiciones de anaerobiosis las paredes internas de cada silo, fueron recubiertas con plástico negro, calibre 6. El material vegetal se dispuso en capas de aproximadamente 30 cm de espesor, a las cuales se les agregó como aditivos melaza (diluida en $\frac{1}{4}$ parte de agua) y mogolla de trigo en una relación que variaba según la humedad del forraje. Fue así como para el silo de maíz se utilizó 0,1% de melaza y 0,3% de mogolla, para el silo de cebada 0,1% de melaza y 0,24% de mogolla y para el silo de pasto elefante 0,14% de melaza y 0,5% de mogolla. Para el proceso de compactación se empleó una caneca metálica de 55 galones (Figura 7) la cual fue llenada en sus tres cuartas partes con agua. Ya finalizado cada uno de los silos, eran sellados por encima con el mismo plástico que cubría las paredes y apisonados con los materiales disponibles en la finca para someterlos a un periodo de maduración o fermentación de 60 días para su posterior uso. En este proceso participaron activamente los estudiantes de las cátedras de nutrición tanto general como de monogástricos y de rumiantes del programa de Zootecnia de la UIS (Figura 8).

Figura 6. Pasto elefante para ensilar.



Figura 7. Elaboración de ensilaje con pasto elefante.



Figura 8. Elaboración del ensilaje de cebada.



- **Distribución y manejo de los animales.** Los animales se distribuyeron conforme al diseño experimental en cubículos individuales donde disponían de comida y agua a voluntad. Antes de iniciar la etapa de acostumbramiento los animales fueron tratados contra parásitos internos y externos.

Los animales entraban a sus cubículos todos los días a partir de las 6:30 a.m. y allí permanecían hasta las 5:00 p.m., 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 siguiente cuando ingresaban de nuevo a cada uno de sus cubículos.

- **Suministro de las dietas.** Una vez cada animal ocupaba su lugar se le proporcionaba el alimento de acuerdo a la dieta que le correspondiera. La cantidad 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, observando cuidadosamente este consumo para evitar restricciones en el consumo por un suministro insuficiente. La materia seca de los forrajes que hacía parte de cada una de las dietas se determinó previamente en los laboratorios de la Sede UIS Málaga, utilizando los hornos disponibles para tal fin. El suministro de la dieta se realizó en dos raciones (7:00 a.m. y 2:00 p.m.), correspondiendo cada suministro al 50% del total de alimento estimado para el consumo diario. Este suministro se ajustó en cada pesaje. El suministro de sal mineralizada al 6% se realizaba con la primera ración del día, en una proporción de 100 g/animal.

A partir del día 98 del experimento se inició una suplementación para todos los animales de la investigación excepto los del tratamiento testigo con 1.0 Kg de maíz partido /animal el cual se suministraba en la primera ración del día. Los animales del grupo testigo estaban en pastoreo en franjas para lo cual se utilizó una cuerda eléctrica como se hace de manera tradicional.

- **Determinación del consumo diario.** La determinación del consumo se realizaba diariamente para cada uno de los animales según la dieta que les correspondiera. Para ello se pesaba cada suministro y el rechazo total del suministro diario, correspondiendo la diferencia al consumo, el cual se llevaba posteriormente a materia seca. En el Anexo A, se detalla el tipo de registro utilizado para la toma de esta información.

Para la determinación del consumo del grupo testigo, se tuvo en cuenta el aforo que se realizaba una vez a la semana, en el cual antes del ingreso de los animales se pesaba el forraje disponible en la franja destinada para el consumo del día,

repetiendo la operación inicial cuando finalizaba el día, siendo la diferencia entre el forraje disponible y el remanente el forraje consumido. Tanto el disponible como el rechazado se estimaban en términos de materia seca para homogeneizar el manejo de esta información.

- **Control del peso vivo.** Durante el desarrollo del experimento se realizaron pesajes periódicos en una báscula electrónica para determinar el comportamiento del peso vivo de los animales y realizar los ajustes necesarios (Figura 9). El primer pesaje correspondió al peso inicial de cada animal según su dieta y distribución. Se había previsto realizar pesajes cada 28 días pero infortunadamente por dificultades insuperables el segundo pesaje no fue posible cuando estaba previsto y sólo se realizó el día 49 del experimento. De aquí en adelante cada pesaje se realizó estrictamente cada 28 días a las 7:00 a.m., antes del suministro de la primera ración del día. La información recogida se consignó en un registro diseñado e implementado para este propósito (Anexo B).

Figura 9. Control de peso.



4.2 VARIABLES A EVALUAR.

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:

4.2.1 Contenido de Nutrientes de la dietas. Para determinar el consumo de nutrientes fue necesario conocer el aporte de estos en cada una de las dietas ofrecidas. Para el caso del maíz, la cebada y el pasto elefante se tomaron muestras antes y después del ensilaje para comparar los cambios que sufrieron los nutrientes en el proceso de conservación. Al pasto de pradera se le hizo un solo análisis bromatológico, pues no fue sometido a ningún tipo de cambio.

Los nutrientes estudiados correspondieron a Materia Seca, Cenizas, Proteína Bruta, Pared Celular (FDN), FDA, LDA, Celulosa y Hemicelulosa. Los dos primeros se determinaron utilizando los equipos disponibles en la Universidad y los restantes fueron enviados al laboratorio de Nutrición Animal del Departamento de Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Colombia e Bogotá. Para algunos nutrientes como es el caso del Extracto Etéreo y todos los correspondientes al maíz dado la mínima variación entre ellos, se recurrió a la información disponible de ellos para muestras nacionales, particularmente a los reportes de Laredo e ICA (1985)¹⁸.

4.2.2 Consumo de alimento. La cantidad de alimento consumido diariamente por cada animal, tanto en condiciones de tal como ofrecido y en términos de materia seca es fundamental para conocer la cantidad de nutrientes ingeridos y evaluar el comportamiento biológico del animal a través de su repuesta en ganancia de peso vivo, así como la eficiencia y conversión en la utilización de la dieta. Se determina diariamente por diferencia entre la cantidad en Kg de materia seca ofrecida y la cantidad rechazada del mismo.

4.2.3 Determinación del comportamiento del peso vivo. El comportamiento de la ganancia de peso vivo del animal que se determinaba entre intervalos que para el caso fueron de cuatro semanas (28 días) permitió determinar su respuesta a la dieta suministrada y realizar los ajustes pertinentes tanto en la cantidad diaria a suministrar como en el probable balanceo de nutrientes en la dieta. Esta medición permitió al finalizar el estudio, evaluar la ganancia de peso vivo, tanto total como diaria.

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

4.2.4 Determinación de la eficiencia y la conversión. Su cálculo se realizó a través de las dos variables anteriores: consumo de alimento en Kg de materia seca y la ganancia de peso vivo también en kilogramos.

4.2.5 Evaluación económica de los tratamientos. Se halló teniendo en cuenta los costos de producción de cada una de las dietas suministradas y el valor de la ganancia de peso vivo de los animales que hacían parte de cada una de las evaluaciones en estudio.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Teniendo en cuenta que a partir del día 98 del experimento los animales que recibían ensilaje fueron suplementados con la adición de 1.0 Kg/animal/día de maíz amarillo partido, se hace necesario realizar en forma independiente el análisis de las variables consumo de nutrientes y ganancia de peso vivo en las dos etapas: día 1 a 97 y día 98 a 133. Los resultados obtenidos se presentan a continuación en orden secuencial de acuerdo a cada una de las variables a analizar con el ánimo de obtener la información necesaria para poder determinar si se cumplen o no y en qué grado los objetivos trazados.

5.1 VALOR NUTRICIONAL DE LAS DIETAS

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 el estudio de 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, la calidad de éste dependerá del uso que de él haga el animal la cual 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 pueden observar en los Cuadros 3 y 4, los cuales fueron complementados con la estimación de los valores de la digestibilidad verdadera in vitro de la materia seca (DVIVMS) y la Energía Digestible (ED) en Mcal/Kg de materia seca, conforme lo sugiere Laredo (1985)¹⁹, así:

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

¹⁹Ibid.

ED (Mcal/Kg de MS)= 2,851 + 0,077(%PC) – 0,0313(%FDA) – 0,0219(%LDA).

El contenido de nutrientes de maíz amarillo utilizado en el trabajo se tomó de la misma publicación de Laredo (1985)²⁰ dada la escasa variación que de ellos se presenta para este insumo.

Cuadro 3. Contenido de nutrientes de los forrajes antes de ensilar.

Tipo de Nutriente	Tipo de Forraje			
	Mezcla de gramíneas	Maíz	Cebada	Pasto Elefante
MS (%)	85,2	72,1	90,0	42,2
PB (%)	10,8	5,4	13,5	5,9
FDN (%)	71,1	55,3	66,0	76,5
FDA (%)	39,5	37,3	42,0	51,5
LDA (%)	4,5	3,0	9,7	8,0
CELULOSA (%)	32,9	23,4	29,2	39,8
HEMICELULOSA (%)	31,6	18,0	24,0	25,0
Extracto Etéreo (%)	3,5	4,5	4,5	3,5
Cenizas (Cz) (%)	2,1	3,0	2,2	3,1
DVIVMS (%)*	67,9	66,6	61,8	53,1
ED (Mcal/Kg) *	2,4	2,0	2,4	1,5

Fuente: Universidad Nacional de Colombia, laboratorio de nutrición animal, 2011.

*Estimadas mediante fórmula de regresión sugerida por Laredo. 1985.

Cuadro 4. Contenido de nutrientes de los forrajes después de ensilados.

Tipo de Nutriente	Tipo de Forraje			
	Mezcla de Gramíneas	Maíz	Cebada	Pasto Elefante
MS (%)	-	89,3	90,1	91,7
PB (%)	-	5,9	8,9	6,6
FDN (%)	-	62,1	67,8	75,5
FDA (%)	-	35,8	44,2	50,7
LDA (%)	-	3,2	8,0	8,1
CELULOSA (%)	-	32,6	34,0	39,5
HEMICELULOSA (%)	-	26,3	23,6	24,8
Extracto Etéreo (%)	-	4,5	4,5	3,5
Cenizas (Cz) (%)	-	3,0	2,2	3,1
DVIVMS (%)*	-	73,6	61,7	54,8
ED (Mcal/Kg)*	-	2,1	2,0	1,6

Fuente: Universidad Nacional de Colombia, laboratorio de nutrición animal, 2011.

*Estimadas mediante las fórmulas de regresión sugeridas por Laredo. 1985.

²⁰Ibid.

Es interesante observar como los contenidos de pared celular aumentan en los ensilajes de maíz y cebada con relación a los mismos materiales antes de su procesamiento, mientras disminuye en el de pasto de corte. Aun así, el ensilaje de maíz presenta una mayor degradabilidad de la fibra, factor aprovechable para su mejor utilización en el rumiante. Por su parte, la proteína sufrió una elevada disminución (4.6%) en la cebada ensilada, condición que necesariamente repercute en su comportamiento.

5.2 EL COMPORTAMIENTO DEL CONSUMO VOLUNTARIO DE NUTRIENTES.

Conforme se anunció la evaluación de este descriptor es necesario hacerlo por etapas: primeros 97 y últimos 35 días, en atención a la suplementación que se efectuó con maíz a partir del día 98.

El consumo total de materia seca por animal/día durante los 133 días de observación se consigna en el Anexo C y de allí se extrae la información para las dos etapas en que se hace la evaluación.

La aceptación de cada una de las dietas ofrecidas durante los primeros 97 días de evaluación, se refleja en el consumo de materia seca alcanzado por tratamiento, el cual oscila entre 8.9 y 10.0 Kg por animal/día, concordante con el consumo promedio por bloque el cual osciló entre 7.9 y 11.2 Kg de materia seca por animal/día (Cuadro 5). Este comportamiento, si se tiene en cuenta el peso vivo alcanzado por los animales al momento de hacer tal evaluación se encuentra que la ingesta oscila entre 2.20 a 2.40% de materia seca, concordando con lo esperado según los estándares del NRC (2000)²¹.

Si se analiza por tratamiento y por repetición el consumo diario de nutrientes, particularmente de proteína y energía con base en la materia seca ingerida (Cuadro 6) se encuentra que el consumo de proteína para ese período osciló entre 0.53 a 1.08 Kg/día, mientras que la energía digestible ingerida estuvo entre 14.2 y 24.0 Mcal/día. Si se compara esta situación con el peso vivo de los animales reportados para dicho período (Anexo 3) y adicionalmente se tiene en cuenta los requerimientos para mantenimiento y ganancia de peso de 0.5 Kg/día de un animal de 400 Kg de peso vivo, conforme a los requerimientos dados por el

²¹NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Requeriments of Beef Catle: Seventh Revised Edition: update 2000. 248p. [Citado 11 de Abril de 2011] Artículo disponible en internet: <http://www.nap.edu/catalog/9791.html>

NRC (2000)²², se encuentra (Cuadro 7), que las necesidades de proteína se satisfacen en todas las dietas, excepto en la del ensilaje de maíz con una mínima diferencia.

No obstante, esta situación difiere de la encontrada en la parte energética donde se observa que las tres dietas con ensilaje son marcadamente deficientes, siendo más crítica la situación en la dieta de ensilaje con pasto de corte, donde la relación de energía proteína fue de 28 calorías por gramo de proteína, en contraste con la de ensilaje de maíz que fue de 41:1.

El comportamiento de la ganancia diaria de peso vivo (ganancia diaria) hasta aquí observado como respuesta a la cantidad y tipo de nutrientes ingeridos, hizo necesario suplementar la parte energética de la dieta, para lo cual se recurrió a la utilización de maíz.

Cuadro 5. Consumo promedio de materia seca en Kg/animal/día por tratamiento y por bloque durante los primeros 97 días de observación.

Tratamiento	Bloque					
	1	2	3	4	Σ	\bar{x} ₃₉
T1: Pastoreo	7,9	9,0	9,8	13,4	40,1	10,0
T2: Ensilaje Maíz	7,7	8,5	8,7	11,2	36,1	9,0
T3: Ensilaje Cebada	7,9	8,1	9,0	10,9	35,9	9,0
T4: Ensilaje P. Elefante	8,0	9,1	9,1	9,2	35,4	8,9
Total Bloques	31,5	34,7	36,6	44,7	147,5	36,9
\bar{x} Bloque	7,9	8,7	9,2	11,2		

²²Ibid.

Cuadro 6. Consumo promedio de nutrientes por animal/día/tratamiento. (Día 1 al 97).

Tratamiento	Contenido y Consumo de Nutrientes(\bar{x} /día)				
	MS \bar{x} (Kg)	Contenido en la dieta		Consumo total/día	
		PB (%)	ED(Mcal/Kg)	PB (Kg)	ED(Mcal/día)
T1: Pastoreo	10,0	10,8	2,4	1,08	24,0
T2: Ensilaje Maíz	9,0	5,9	2,1	0,53	18,9
T3: Ensilaje Cebada	9,0	8,9	2,0	0,80	18,0
T4: Ensilaje P. Elefante	8,9	6,6	1,6	0,59	14,2

Cuadro 7. Comparación entre el consumo promedio diario de nutrientes por tratamiento (día 1 al 97) y las necesidades nutricionales para mantenimiento y ganancia de 0.5 Kg de peso vivo.

Tratamiento	Peso vivo \bar{x} (Kg)	Consumo de nutrientes			Requerimientos * para ganancia de Peso de 0.5 Kg/día		
		MS \bar{x} (Kg)	PD (Kg)	ED (Mcal)	MS (Kg)	PD (Kg)	ED (Mcal)
T1: Pastoreo	374	10,0	0,93	24,0	9,7	0,5	24.2
T2: Ensilaje Maíz	374,5	9,0	0,46	18,9	9,7	0,5	24.2
T3: Ensilaje Cebada	364,3	9,0	0,70	18,0	9,7	0,5	24.2
T4: Ensilaje P. Elefante	365,5	8,9	0,51	14,2	9,7	0,5	24.2

* Requerimientos de nutrientes para mantenimiento y ganancia de peso de 0.5 Kg por día de un animal de 400 Kg de peso vivo (NRC, 2000)²³.

A partir del día 98 del experimento comenzó la suplementación con 1.0 Kg/día de maíz amarillo partido, dado a los animales que recibían las dietas de ensilaje. Teniendo en cuenta que los contenidos nutricionales de dicho maíz son: MS: 90%,

²³Ibid.

PB: 9% y ED: 3 Mcal/Kg (Laredo 1985)²⁴ y que su adición no solo modificaba el consumo diario de materia seca de la ración, sino también el consumo de los diferentes nutrientes fue necesario hacer las evaluaciones respectivas, las cuales se registran en los cuadros 8 y 9. La información allí consignada permite visualizar como era de esperarse, un incremento en el consumo no solo de materia seca sino de todos los demás nutrientes de todas las dietas. Los consumos de materia seca con relación al peso vivo de los animales durante este período, fueron de 2,2 a 2,6% cuando se analizó por tratamiento, siendo menor para el ensilaje con pasto de corte y el mayor en el ensilaje con cebada; estos resultados guardan relación con los consumos obtenidos al analizar el peso de los animales y su distribución por repetición, oscilando entre 2,4% para el menor peso y 2,5% para las siguientes tres repeticiones.

Al hacer la evaluación de los nutrientes ingeridos versus los requeridos (Cuadro 10), siguiendo los mismos parámetros de la primera etapa, se aprecia como la relación energía proteína mejoró significativamente en todos los tratamientos oscilando por cada unidad de proteína entre 23 unidades de energía en la dieta testigo (pastoreo) y 41 en el tratamiento con maíz, igualmente se concluye que con el consumo tanto de materia seca como de los demás nutrientes, los animales están en condiciones de atender sus requerimientos para mantenimiento y adicionalmente ganar los 0.5 Kg diarios de peso esperados.

Cuadro 8. Consumo promedio de materia seca en Kg/animal/día a partir del día 98 hasta el día 133 de observación.

Tratamiento	Bloque					
	1	2	3	4	Σ	\bar{x}
T1: Pastoreo	8,6	11,0	11,2	14,8	43,0	10,8
T2: Ensilaje Maíz	9,4	10,3	10,3	13,0	44,0	11,0
T3: Ensilaje Cebada	9,4	9,6	10,5	12,7	42,2	10,6
T4: Ensilaje P. Elefante	9,4	10,5	10,6	10,7	41,2	10,3
Total Bloques	36,8	41,4	42,6	51,2	172,0	43,0
\bar{x} Bloque	9,2	10,4	10,7	12,8		

²⁴LAREDO C, Max Alberto. Op. Cit.

Cuadro 9. Consumo promedio de nutrientes (día 98 al 133) por animal/día/tratamiento.

Tratamiento	Contenido y consumo de nutrientes(\bar{x} /día)				
	MS \bar{x} (Kg)	Contenido en la Dieta		Consumo Total/Día	
		PB (%)	ED (Mcal/Kg)	PB (Kg)	ED (Mcal/Kg)
T1: Pastoreo	11,9	10,8	2,4	1,29	25,0
T2: Ensilaje Maíz + suplemento	10,8	5,9	2,1	0,73	25,7
T3: Ensilaje Cebada + suplemento	10,5	8,9	2,0	1,02	24,0
T4: Ensilaje P. Elefante	10,3	6,6	1,6	0,77	19,5

Cuadro 10. Comparación entre el consumo promedio diario de nutrientes por tratamiento (día 98 al 133) y los requerimientos nutricionales para mantenimiento y ganancia de 0.5 Kg en un animal de 400 Kg de peso vivo.

Tratamiento	Peso Vivo \bar{x} (Kg)	Consumo de nutrientes			Requerimientos * para ganancia de peso de 0.5 Kg/día		
		MS \bar{x} (Kg)	PD (Kg)	ED (Mcal)	MS (Kg)	PD (Kg)	ED (Mcal)
T1: Pastoreo	412	11,9	1.11	25,0	9,7	0,5	24.2
T2: Ensilaje Maíz	400	10,8	0,63	25,7	9,7	0,5	24.2
T3: Ensilaje Cebada	390	10,5	0,88	24,0	9,7	0,5	24.2
T4: Ensilaje P. Elefante	388	10,3	0,66	19.5	9,7	0,5	24.2

* Requerimientos de nutrientes para mantenimiento de un animal de 400 Kg de peso vivo y ganancia diaria de 0.5 Kg (NRC, 2000)²⁵.

²⁵Ibid.

5.3 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL CONSUMO DE MATERIA SECA.

Teniendo en cuenta que el estudio se realizó en dos etapas con condiciones diferentes en cada una de ellas, el análisis de varianza para las diferentes variables que se evalúan, debe hacerse en forma independiente para cada una de ellas.

El consumo de materia seca durante primeros 97 días y que fue consignado en el cuadro 5, al ANAVA señaló una diferencia altamente significativa ($p \leq 0.01$) entre bloques, diferencia que al ser sometida al análisis de Duncan reveló que el grupo de animales del bloque 4, es diferente de los tres restantes, mientras que estos son similares entre sí (Cuadros 11 y 12), situación esperada, demostrando que el mayor tamaño y peso animal posibilita un mayor consumo de materia seca diaria.

Cuadro 11. Análisis de varianza para el consumo promedio de materia seca en Kg/animal/día entre el día 1 a 97 (Primera etapa).

Fuente de variación	GL	SC	CM	F Observada	F Requerida	
					0,05	0,01
Total	15	30,4	2,26			
Bloques	3	23,7	7,90	10,49**	3,86	6,99
Tratamiento	3	3,5	1,17	0,52	3,86	6,99
Error	9	6,8	0,75			

** Altamente significativo ($P \leq 0.01$).

Cuadro 12. Prueba de Duncan al 1% para consumo promedio de materia seca en Kg/animal/día entre el día 1 a 97 (Primera etapa).

Bloque	1	2	3	4
Consumo m.s. Kg	7,9	8,7	9,2	11,2
Diferenciación entre medias	bd	bc	b	a
DMS: 1,99 Kg				

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí.

Las condiciones presentadas en la segunda etapa (días 98 a 133), al ser sometidas al mismo análisis revela un comportamiento similar al obtenido en la primera etapa para el consumo de materia seca, dado que también se encontró una diferencia altamente significativa entre bloques al análisis de varianza, diferencias que al ser analizadas mediante la Diferencia Mínima Significativa (DMS) sugerida por Duncan (al 1%), señaló que los bloques 4 y 3 son significativamente diferentes ($P \leq 0.01$) con relación a los bloques conformados por los animales de menor tamaño corporal (Cuadros 13 y 14).

Cuadro 13. Análisis de varianza para el consumo promedio de materia seca en Kg/animal/día entre el día 98 a 133 (Segunda etapa).

Fuente de variación	GL	SC	CM	F Observada	F Requerida	
					0,05	0,01
Total	15	130,9	8,73			
Bloques	3	120,5	40,17	36,81**	3,86	6,99
Tratamiento	3	0,6	0,19	0,06	3,86	6,99
Error	9	9,8	1,09			

** Altamente significativo ($P \leq 0.01$).

Cuadro 14. Prueba de Duncan al 1% para consumo promedio de materia seca en Kg/animal/día entre el día 98 a 133 (Segunda etapa).

Bloque	1	2	3	4
Consumo m.s. Kg	9,2	10,4	10,7	12,8
Diferenciación entre medias	b	ab	a	a
DMS: 2,4				

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí.

5.4 ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA GANANCIA DE PESO VIVO.

Se asume que a mayor consumo de alimento, mayor es la respuesta productiva del animal, siempre y cuando dicho consumo vaya acompañado de un buen contenido de nutrientes y que la calidad de estos, permita el aprovechamiento total que de ellos pueda hacer el animal.

De manera similar al análisis efectuado para el consumo de materia seca, se hizo para el comportamiento del peso vivo de los animales, teniendo en cuenta las dos etapas del estudio.

Durante la primera fase y como era de esperarse con los consumos de materia seca y demás nutrientes obtenidos y que se mostraron en el cuadro 7, las ganancias diarias de peso observadas oscilaron entre 0.33 Kg para los animales alimentados con ensilaje de pasto de corte y 0.52 Kg para los animales del grupo testigo en pastoreo (Cuadro 15), ganancias que son similares a las reportadas por FEDEGAN (2006)²⁶ para la ganadería bovina manejada tradicionalmente en Colombia.

Cuadro 15. Ganancia promedio de peso vivo en Kg/animal/día durante los días 1 a 97 (Primera etapa).

Tratamiento	Bloque					
	1	2	3	4	Σ	\bar{x}
T1: Pastoreo	0,48	0,51	0,52	0,58	2,08	0,52
T2: Ensilaje Maíz	0,43	0,33	0,40	0,43	1,64	0,41
T3: Ensilaje Cebada	0,41	0,29	0,37	0,47	1,55	0,39
T4: Ensilaje P. Elefante	0,36	0,31	0,30	0,34	1,31	0,33
Total Bloques	1,68	1,48	1,59	1,82	6,57	1,64
\bar{x} Bloque	0,42	0,37	0,4	0,46		

Las ganancias diarias de peso vivo obtenidas al ser sometidas al correspondiente ANAVA, revelan diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) tanto entre bloques como entre tratamientos. Al someter estos resultados al análisis de Duncan y

²⁶FEDEGAN. Op. Cit.

determinar la DMS al 1.0% (Cuadros 16, 17 y 18) se encontró que la ganancia de peso obtenida con los animales del tratamiento testigo (0.523 Kg/día) fue superior ($p \leq 0,01$) a los demás tratamientos, mientras que los tres ensilajes evaluados no difieren entre sí. Este resultado corrobora de alguna manera la respuesta que se podría esperar de los aportes de proteína y energía aportados por las dietas estudiadas, dado que los aportes energéticos fueron definitivamente deficientes en los tres ensilajes, condición que no se observó en la dieta testigo en pastoreo, permitiendo advertir además que si esta última dieta (T1) hubiese sido balanceada en su relación energía proteína, la respuesta probablemente habría sido mejor.

Cuadro 16. Análisis de varianza para la ganancia promedio de peso vivo en kg/animal/día durante los días 1 a 97 (primera etapa).

Fuente de variación	GL	SC	CM	F observada	F requerida	
					0,05	0,01
Total	15	0,115300	0,007687			
Bloques	3	0,023325	0,007775	18,414474**	3,86	6,99
Tratamiento	3	0,088175	0,029392	23,203947**	3,86	6,99
Error	9	0,003800	0,000422			

** Altamente significativo ($P \leq 0.01$).

Cuadro 17. Prueba de Duncan al 1% para la ganancia promedio de peso vivo en kg/animal/día por bloque durante para los días 1 a 97 (Primera etapa).

Bloque	2	3	1	4
Ganancia promedio de peso vivo en Kg/animal/día	0,37	0,40	0,42	0,46
Diferenciación entre medias	bc	ab	A	a
DMS: 0,047 Kg				

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí.

Cuadro 18. Prueba de Duncan al 1% para la ganancia promedio de peso vivo en kg/animal/día por tratamiento para los días 1 a 97 (Primera etapa).

Tratamiento	T4	T3	T2	T1
Ganancia promedio de peso vivo en Kg/animal/día	0,328	0,385	0,408	0,523
Diferenciación entre medias	bcd	bc	B	a
DMS: 0,047 Kg				

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí.

El comportamiento del peso vivo observado en la segunda etapa del estudio, muestra cambios significativos y las ganancias diarias de peso vivo pasan a ser de 0.54 a 0.79 Kg por animal día para los tratamientos con ensilaje de pasto elefante y ensilaje de maíz en su correspondiente orden, ver el Cuadro 19.

Cuadro 19. Ganancia promedio de peso vivo en kg/animal/día durante los días 98 a 133 (Segunda etapa).

Tratamiento	Bloque					
	1	2	3	4	Σ	\bar{x}
T1: Pastoreo	0,72	0,83	0,77	0,69	3,0	0,75
T2: Ensilaje Maíz	0,86	0,77	0,71	0,83	3,17	0,79
T3: Ensilaje Cebada	0,77	0,66	0,71	0,57	2,71	0,68
T4: Ensilaje P. Elefante	0,54	0,49	0,49	0,63	2,14	0,54
Total Bloques	2,89	2,75	2,68	2,72	11,04	2,76
\bar{x} Bloque	0,72	0,69	0,67	0,68		

El análisis de estos resultados a través del ANAVA (Cuadro 20) no muestra diferencias entre tratamientos ni entre bloques, señalando por tanto que desde el punto de vista de ganancia de peso, los diferentes tratamientos evaluados se encontraban en esta etapa en condiciones relativas de igualdad, la cual debe atribuirse a la suplementación energética. Esta afirmación la corrobora los resultados del cuadro 10, donde se aprecia que con excepción de la dieta con

ensilaje de pasto de corte, atienden el requerimiento calórico proteico de los animales objeto del estudio.

Si se revisa el comportamiento del peso vivo durante la primera etapa y se considerara para ella la posible suplementación energética que se hizo al final, el comportamiento del peso vivo probablemente hubiera sido diferente, dado que la respuesta general de los animales no se hubiera visto afectada por el estancamiento durante los primeros 97 días y probablemente el peso al final de los 133 días de evaluación hubiese sido diferente al que muestra el estudio.

Cuadro 20. Análisis de varianza para la ganancia promedio de peso vivo en Kg/animal/día durante los días 98 a 133 (Segunda etapa).

Fuente de variación	GL	SC	CM	F Observada	F Requerida	
					0,05	0,01
Total	15	0,20800	0,01387			
Bloques	3	0,00385	0,00128	0,20905	3,86	6,99
Tratamiento	3	0,14890	0,04963	2,69502	3,86	6,99
Error	9	0,05525	0,00614			

Como era de esperar, el bajo contenido de energía y proteína del pasto elefante incidió en su baja respuesta productiva: La cebada de la cual se esperaba una buena respuesta mostró pérdidas elevadas al someterla al proceso de ensilaje, aparte de la elevada cantidad de lixiviados que se perdieron durante este proceso, atribuibles a la abundante cantidad de agua que contenía al momento de procesarla. Es importante acotar que en los materiales ensilados un 50% del nitrógeno puede estar representado por nitrógeno amoniacal, cuya transformación en proteína microbiana estará sujeta a la disponibilidad de energía, condición que pudo haber favorecido el comportamiento del maíz y afectado los de la cebada por sus pérdidas de lixiviados.

5.5 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 nutrientes que hacen parte de la dieta

ingerida, y la respuesta biológica de quien la consume medida a través del producto obtenido. La aplicación de estos dos índices a los resultados obtenidos en cada una de las dos etapas analizadas se encontró la siguiente situación:

Para la primera etapa, días 1 a 97 se tomó la cantidad ingerida de materia seca promedio en Kg/día por tratamiento, según el cuadro 5 y se comparó en igualdad de condiciones con la ganancia de peso vivo promedio/día por animal y por tratamiento para la misma etapa (Cuadro 15) y aplicada la conversión a cada uno de los animales por tratamiento, se obtuvo los índices que se visualizan en el cuadro 21, de donde se concluye que para obtener 1.0 Kg de ganancia de peso vivo por día, el animal debe consumir entre 19.1 Kg de materia seca de forraje de pradera y 27.24 Kg de materia seca ensilaje de pasto elefante, condición imposible desde el punto de vista físico, por las limitaciones que impone la capacidad del espacio rumino reticular de un animal de las condiciones del experimento.

Al aplicar a estos resultados el ANAVA (Cuadros 22), se observa diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre bloques, coincidiendo con los respectivos análisis para consumo de materia seca. Al aplicar la correspondiente prueba de Duncan y obtener la DMS al 5%, se encuentra que el grupo de animales con mejor conversión corresponde a los de menor peso (Cuadro 23).

Cuadro 21. Conversión alimenticia/animal desde el día 1 a 97 (Primera etapa).

Tratamiento	Bloque					
	1	2	3	4	Σ	\bar{x}
T1: Pastoreo	16,46	17,65	18,85	23,10	76,05	19,01
T2: Ensilaje Maíz	17,91	22,97	21,75	26,05	88,68	22,17
T3: Ensilaje Cebada	19,27	27,93	24,32	23,19	94,72	23,68
T4: Ensilaje P. Elefante	22,22	29,35	30,33	27,06	108,97	27,24
Total Bloque	75,86	97,91	95,25	99,40	368,42	23,03
\bar{x} Bloque	18.97	24.48	23.81	24.85		

Cuadro 22. Análisis de varianza para la conversión alimenticia promedio por animal durante los días 1 a 97 (Primera etapa).

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Observada	F Requerida	
					5%	1%
Total	15	276,5953	18,4397			
Bloques	3	90,0438	30,0146	5,80052*	3,86	6,99
Tratamiento	3	139,9813	46,6604	3,00581	3,86	6,99
Error	9	46,5702	5,1745			

* Significativo ($P \leq 0.05$).

Cuadro 23. Prueba de Duncan al 5% para la conversión alimenticia promedio por animal durante los días 1 a 97 (Primera etapa).

Bloque	1	3	2	4
Consumo de Materia Seca Kg/animal/día	18.97	24.48	23.81	24.85
Diferenciación entre medias	b	a	a	a
DMS: 5,22				

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí.

Al aplicar a esta misma etapa (primeros 97 días) y con base en los mismos resultados extraídos de los cuadros 5 y 15 las exigencias para determinar la cantidad de producto obtenido cuando se consume 1.0 Kg de cualquiera de las dietas evaluadas, se encuentra (Cuadro 24), que las cantidades de producto oscilan entre 0.037 y 0.053 Kg/animal/día para la dieta con pasto elefante y el pastoreo en su correspondiente orden.

El ANAVA para estas condiciones, indica diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0.05$) y altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre bloques y al aplicar la correspondiente prueba de Duncan para las dos condiciones: bloques y tratamientos, se encuentra que la mayor eficiencia se obtiene en el grupo de los animales de menor peso, mientras que en tratamientos el pasto de corte (T4) es

diferente a los demás con la menor eficiencia, siendo los otros similares entre sí (Cuadros 25, 26 y 27).

Cuadro 24. Eficiencia alimenticia promedio por animal durante los días 1 a 97 (Primera etapa).

Tratamiento	Bloque					
	1	2	3	4	Σ	\bar{x}
T1: Pastoreo	0,061	0,057	0,053	0,043	0,214	0,053
T2: Ensilaje Maíz	0,056	0,044	0,046	0,038	0,184	0,046
T3: Ensilaje Cebada	0,052	0,036	0,041	0,043	0,172	0,043
T4: Ensilaje P. Elefante	0,045	0,034	0,033	0,037	0,149	0,037
Total Bloque	0,214	0,170	0,173	0,162	0,718	0,045
\bar{x} Bloque	0,053	0,043	0,043	0,040		

Cuadro 25. Análisis de varianza para la eficiencia alimenticia promedio por animal durante los días 1 a 97 (Primera etapa).

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Observada	F Requerida	
					5%	1%
Total	15	0,0011359	0,0000757			
Bloques	3	0,0004396	0,0001465	11,79669**	3,86	6,99
Tratamiento	3	0,0005845	0,0001948	5,22881*	3,86	6,99
Error	9	0,0001118	0,0000124			

*Significativo ($P \leq 0.05$).

** Altamente significativo ($P \leq 0.01$).

Cuadro 26. Prueba de Duncan al 1% para la eficiencia alimenticia promedio por animal por bloques durante los días 1 a 97 (Primera etapa).

Bloque	4	2	3	1
Consumo de materia seca Kg/animal/día	0,064701	0,068026	0,069247	0,085401
Diferenciación entre medias	bcd	bc	b	a
DMS: 0,008092				

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí.

Cuadro 27. Prueba de Duncan al 5% para la eficiencia alimenticia promedio por animal por tratamientos durante los días 1 a 97 (Primera etapa).

Tratamiento	T4	T3	T2	T1
Consumo de materia seca Kg/animal/día	0,03724737	0,0429829	0,0459359	0,053442742
Diferenciación entre medias	bc	ab	a	a
DMS:0,008092				

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí.

En contraste con los resultados analizados para conversión y eficiencia alimenticia encontrados durante el desarrollo de la primera etapa, en la segunda (día 98 a 133) el consumo de materia seca y ganancia de peso vivo (tomados de los cuadros 8 y 19) permitieron la obtención de la conversión y eficiencia correspondiente, cuyos resultados se visualizan en el cuadro 28, indicando que para alcanzar 1.0 Kg de ganancia de peso vivo, los animales deben consumir diariamente entre 13.62 Kg de materia seca de silo de maíz y 19.36 Kg de ensilaje de pasto elefante (Cuadro 28), sin que al ANAVA se encontraran diferencias.

Los resultados observados contrastan con los alcanzados en la primera etapa, ya que la suplementación hecha hacia el día 98, mejora la conversión alimenticia, al reducir las necesidades para ganar 1.0 Kg de peso vivo de 27.0 a 19.0 Kg reduciendo las cantidades de silo de pasto elefante (29%), maíz (38,6%) y cebada (32.4%).

Cuadro 28. Conversión alimenticia/animal desde el día 98 a 133 (Segunda etapa).

Tratamiento	Bloque					
	1	2	3	4	Σ	\bar{x}
T1: Pastoreo	11,94	13,25	14,55	21,45	61,19	15,30
T2: Ensilaje Maíz	10,93	13,38	14,51	15,66	54,48	13,62
T3: Ensilaje Cebada	12,21	14,55	14,79	22,28	63,82	15,96
T4: Ensilaje P. Elefante	17,41	21,43	21,63	16,98	77,45	19,36
Total Bloque	52,49	62,60	65,47	76,38	256,94	16,06
\bar{x} Bloque	21,00	25,04	26,19	30,55		

Cuadro 29. Análisis de varianza para la conversión alimenticia promedio por animal durante los días 98 a 133 (Segunda etapa).

Fuente de variación	GL	SC	CM	F Observada	F Requerida	
					5%	1%
Total	15	212,3711	14,1581			
Bloques	3	72,5309	24,1770	3,11471 (NS)	3,86	6,99
Tratamiento	3	69,9806	23,3269	1,00173 (NS)	3,86	6,99
Error	9	69,8597	7,7622			

De otra parte al determinar la eficiencia de las dietas (Cantidad de producto obtenido con un Kg de materia seca de cada una de las dietas, también tomadas de los mismos cuadros que se utilizaron para encontrar la conversión (8 y 19) se encontró que la mejor eficiencia se obtuvo con el ensilaje de maíz al obtener 0.075 Kg de peso por Kg de ms, seguido por el pastoreo con 0.069 Kg y 0.066 Kg con silo de cebada y la menor eficiencia con el silo de pasto elefante con 0.052 Kg (Cuadro 30), resultados estos que al ANAVA revelan diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre bloques (Cuadro 31) correspondiendo la más baja eficiencia al grupo de animales con mayor peso corporal.

Cuadro 30. Eficiencia alimenticia promedio por animal durante los días 98 a 133 (Segunda etapa).

Tratamiento	Bloque					
	1	2	3	4	Σ	\bar{x}
T1: Pastoreo	0,084	0,075	0,069	0,047	0,275	0,069
T2: Ensilaje Maíz	0,091	0,075	0,069	0,064	0,299	0,075
T3: Ensilaje Cebada	0,082	0,069	0,068	0,045	0,263	0,066
T4: Ensilaje P. Elefante	0,057	0,047	0,046	0,059	0,209	0,052
Total Bloque	0,315	0,266	0,252	0,214	1,046	0,065
\bar{x} Bloque	0,126	0,106	0,101	0,086		

Cuadro 31. Análisis de varianza para la eficiencia alimenticia promedio por animal durante los días 98 a 133 (Segunda etapa).

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Observada	F Requerida	
					5%	1%
Total	15	0,0000585	0,0000039			
Bloques	3	0,0000287	0,0000096	11,94012**	3,86	6,99
Tratamiento	3	0,0000227	0,0000076	3,15094 (NS)	3,86	6,99
Error	9	0,0000072	0,0000008			

** Altamente significativo ($P \leq 0.01$).

Cuadro 32. Prueba de Duncan al 1% para la eficiencia alimenticia promedio por animal por bloques durante los días 98 a 133 (Segunda etapa).

Bloque	1	3	2	4
Consumo de materia seca Kg/animal/día	0,004692	0,006475	0,007275	0,010156
Diferenciación entre medias	bcd	bc	b	a
DMS: 0,002056				

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí.

5.6 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS.

Para el análisis económico de los resultados del proyecto y selección de la recomendación, se parte del Análisis de Rentabilidad Marginal (%), en el cual se tiene en cuenta solamente los costos de producción que cambian con relación al uso de cada tratamiento evaluado, es decir los costos parciales asociados a los diferentes forrajes evaluados en novillos de la raza Normando, y se consideró constantes los demás costos de producción, tal como lo sugieren los Economistas Agrícolas Lopera J. y Lopera H. (1986)²⁷ en el documento “Manual de Análisis Socio-económico de Resultados de Ajuste de Tecnología”.

Siguiendo las sugerencias indicadas en el documento de la referencia, el análisis inició con la determinación de los costos de obtención de las dietas suministradas, en términos de Kg de materia seca o de cantidad daría de cada dieta (Cuadro 33) cuyos costos permitió la elaboración del Presupuesto Parcial para cada uno de los forrajes evaluados (Cuadro 34), el cual indica que el Costo Variable expresado en pesos (\$) para la dieta consumida diariamente en términos de materia seca, osciló entre \$1.333=/día para el forraje en pastoreo y \$1.017= para el ensilaje pasto de corte y el valor de la ganancia de peso por animal/día varió entre \$1.596= y \$1.064= para las mismas dietas en su orden, con ingresos netos parciales que fluctuaron entre \$263= y \$47= por animal diariamente.

Cuadro 33. Costos de producción por tratamiento por hectárea.

Tratamiento	Costo de Producción	Producción de Biomasa			Valor Kg Biomasa	
		Forraje Verde	m.s. (%)	m.s. Kg	Forraje Verde	Materia Seca
T ₁	\$700.935	23430	23.7	5553	\$32,0	\$128,20
T ₂	\$1.500.000	40000	29.8	11920	\$42,2	\$125,85
T ₃	\$1.200.000	42000	22	9240	\$34,2	\$130,00
T ₄	\$950.000	35000	28	9800	\$32,6	\$116,30

²⁷LOPERA, 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 34. Presupuesto parcial en pesos (\$) para los diferentes forrajes evaluados

Composición del Presupuesto	Tratamientos			
	(T1) Pastoreo	(T2) Silo de Maíz	(T3) Silo de Cebada	(T4) Silo de Pasto de corte
Costo variable de la m.s./día	1.333	1.170	1.196	1.017
Consumo de m.s en Kg/día	10.4	9.3	9.2	9.0
Ganancia de peso vivo en Kg/día	0.57	0.51	0.46	0.38
Valor de la ganancia del peso vivo/día	1.596	1.428	1.288	1.064
Ingreso neto parcial /día	263	258	92	47

Cuando a estos resultados se les aplicó el Análisis de Dominancia entre los diferentes forrajes estudiados (Cuadro 35), se puede concluir que desde el punto de vista de Ingreso Neto Parcial, el forraje suministrado mediante pastoreo es la opción que supera al resto de forrajes evaluados, y que el forraje producido mediante el cultivo de cebada y posterior ensilaje, para las condiciones del estudio (suelos con pérdida de capacidad productiva y presencia de invierno) debe ser sustituido por la alternativa de forraje con base en maíz, ya que con un costo menor de producción (\$1.170) frente al de la cebada (\$1.196), presentó también el Ingreso Neto Parcial mayor (\$258/día), resultado este que desde el punto de vista económico presentó dominancia sobre el de la cebada, convirtiéndose el forraje de maíz en una opción de sustitución al uso de la cebada, tratamiento este último que es castigado económicamente por el de maíz.

Cuadro 35. Análisis de dominancia entre los diferentes forrajes evaluados.

Tratamientos	Ingreso Neto Parcial (\$)	Costo Variable (\$)
T1: Pastoreo	263	1.333
T2: Ensilaje Maíz	258	1.170
T3: Ensilaje Cebada	92	1.196*
T4: Ensilaje P. Elefante	47	1.017

*Tratamiento dominado.

De otra parte, si se toma como base el T4 con dieta de ensilaje a partir de pasto de corte (no dominado económicamente) que presentó la menor inversión en costo variable (\$1.017=/día) y el menor beneficio Neto Parcial (\$47=/día), y si se sugiere al ganadero incrementar el Costo Variable en \$153, podría utilizar como forraje el maíz y el Ingreso Neto pasaría de \$47= a \$258= o sea un aumento de \$211= en Ingreso Neto día y una Tasa de Retorno Marginal de 137.9%, superior a la del sistema de pastoreo que solo alcanzó a 3.07% de Tasa de Retorno Marginal (Cuadro 36).

Cuadro 36. Análisis de retorno marginal para los tratamientos evaluados y no dominados.

Tratamientos	Ingreso neto parcial \$/día	Costo variable \$/día	Cambio con respecto al tratamiento próximo inferior		
			Incremento marginal		Tasa de retorno marginal
			Ingreso neto	Costo variable	
Pastoreo (T1)	263	1.333	5	163	3.07
Maíz (T2)	258	1.170	211	153	137.9
Pasto de corte (T4)	47	1.017			

Los anteriores resultados permiten concluir que no obstante de ser el sistema de pastoreo (T1) el que aportó el mayor Ingreso Neto Parcial (\$263=/día), no se puede considerar como la mejor respuesta económica desde el punto de vista de retorno a la inversión en costo variable, ya que presentó una Tasa de Retorno

Marginal muy baja (3.07%), mientras que el T2: dieta de ensilaje de maíz, alcanzó la mayor Tasa de Retorno Marginal con 137.9% convirtiéndose en la mejor alternativa económica para las condiciones estudiadas (Cuadro 36).

Para la elaboración del análisis económico, se tuvo en cuenta el Cuadro de retorno marginal, la cual es de vital importancia en el desarrollo de proyectos ya que muestra la rentabilidad del mismo. Para el caso de los costos del experimento se tuvo en cuenta la maquinaria utilizada, mano de obra, insumos agrícolas y los animales utilizados. Los costos de elaboración de cada uno de los tratamientos de especifican en los anexos 7, 8, 9 y 10.

6. CONCLUSIONES

Las respuestas biológicas son dinámicas, integradas, no lineales ni matemáticas y cambian en el espacio y en el tiempo, esto lo corrobora el comportamiento de la respuesta productiva de los animales observada en la segunda etapa del estudio, donde la suplementación energética de la dieta con maíz repercutió significativamente en la ganancia de peso de los animales en los tratamientos donde se utilizó, sin que se reflejaran diferencias entre ellos.

De los materiales utilizados, sorprende los cambios observados en la cebada ya que la elevada pérdida de proteína de 4.6 unidades en su paso del estado natural al de material ensilado, hace pensar en deficiencias en el manejo del procesamiento, atribuibles al exceso de humedad que contenía el material básico al momento de su recolección.

El comportamiento productivo de los animales en las dos etapas del estudio corrobora la necesidad de suplementar la energía de la dieta de los animales herbívoros y particularmente cuando son rumiantes, no solo para satisfacer las necesidades del animal como tal, sino también las de los microorganismos ruminales para el cumplimiento cabal de sus funciones y en especial la de formación de proteína microbiana.

El análisis económico de los resultados alcanzados permite inferir que si bien es cierto el sistema de pastoreo ofreció el mayor ingreso neto parcial, su tasa de retorno marginal (3.07%) fue muy baja, comparada con la obtenida con el ensilaje de maíz (138%), condición que permite ofrecer esta dieta como la mejor alternativa económica del estudio.

Desde el punto de vista de las dietas ofrecidas en la segunda etapa y la respuesta en ganancia de peso de los animales no mostró diferencias entre las dietas de ensilaje de maíz y cebada, lo cual permite confirmar las afirmaciones de Rojas y Catrileo (2000) y García (2008), en el sentido que el ensilaje de cebada cuando su grano se encuentra en estado harinoso puede sustituir el ensilaje de maíz.

7. RECOMENDACIONES

Las condiciones en que se desenvuelve la ganadería nacional y particularmente aquella que se realiza en regiones de economía campesina con acentuado minifundio, como es el caso del área de influencia de la UIS sede Málaga conlleva la necesidad de introducir sistemas de manejo de tipo intensivo que permita el máximo aprovechamiento del recurso más limitante en la región, como es el suelo. La anterior consideración conlleva la implementación de sistemas de producción de especies forrajeras con alta producción de biomasa de calidad, que permita atender mínimo las necesidades nutricionales básicas o de mantenimiento para que con una baja suplementación se satisfagan las necesidades de producción. Especies como el maíz y la cebada, cuya utilización en la alimentación del animal aún no es muy bien aceptada en la región por sus costumbres tradicionales, junto con la avena, la quinua, el girasol y otras, se deben continuar evaluando.

El pasto de corte tradicionalmente utilizado en la región como es el caso del Elefante o Taiwan requieren cambios sustanciales en su manejo y utilización para corregir al menos parcialmente su acentuada deficiencia calórica proteica que afecta negativamente el comportamiento productivo del animal.

BIBLIOGRAFÍA

BOLLAND Ernesto Jahn y COFRÉ BANDERAS, Pedro. Ensilaje de maíz. [online] 2008. [Citado 15 de Julio de 2010] Artículo disponible en Internet: <http://www.inia.cl/quilamapu/pubbycom/informativos/infoB20.htm>

COUDERC, Juan José. Racionales totalmente mezcladas de silo de maíz para vacas lecheras. Características del silo de maíz. [on line] 2009. [citado el 3 febrero de 2011] Artículo disponible en internet: www.engormix.com/s.articles_view.art=2314

CHAVERRA. H., F. VILLAMIZAR y J. BERNAL. El cultivo de los pastos en la sabana de Bogotá en Sociedad de Agricultores de Colombia. Curso sobre manejo de praderas y cultivos de pastos de clima frío. Bogotá, Colombia. 1967. 64p.

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 Abril de 2010] Artículo disponible en Internet: http://portal.fedegan.org.co/Documentos/pega_2019.pdf

GARCÉS, A.M., BERRIO, L., RUIZ, S., SERNA, J.G., BUILES, A.F. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. En: Revista Lasallista de investigación. Vol. 1 N. 1. 66 – 71. 2004

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. [Citado 15 de Marzo de 2011] Artículo disponible en Internet: www.produccion-animal.com.ar

IDEAM., (antes HIMAT), Información suministrada mes, año por estaciones. 1995.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Recomendaciones para la asistencia técnica agropecuaria en el distrito de Málaga. Bucaramanga, Colombia: Publicación del ICA Regional 7. 1988. 80p.

LAREDO C, Max Alberto. Cuadro de contenido nutricional de pastos y forrajes de Colombia. In 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 GUELLER, Luz Alba. Caracterización Biofísica y Socioeconómica de la Provincia de García Rovira. Málaga: CORPOICA - Editorial Libertad, 1995. 136p.

MATEUS, Henry y QUINCENO, Jaime. Ceba de novillos en confinamiento con base en forrajes de corte en zona fría de Antioquia, San Roque, Antioquia, Colombia: CORPOICA: estación experimental "El Nus", 2007.

MOJICA, R. José E., CASTRO E. y otros. Efecto de la oferta de pasto kikuyo y ensilaje de avena sobre la producción y calidad composicional de la leche bovina. En: Revista CORPOICA, Ciencia y Tecnología Agropecuaria 10 (1) Bogotá, Colombia. 2009. 81-90p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Requeriments of Beef Cattle: Seventh Revised Edition: update 2000. 248p. [Citado 11 de Abril de 2011] Artículo disponible en internet: <http://www.nap.edu/catalog/9791.html>

RAMIREZ R., Hugo. Ensilado de maíz para ganado lechero. [online] 2009. [Citado 15 de Julio de 2010] Artículo disponible en Internet: www.engormix.com.

ROJAS, C., CATRILEO, A. y ROMERO, O. Ensilaje de cebada en la engorda invernal de novillos Hereford. En: Agric. Tec. V.60 N.4 Agro Sur 25:227-234, 2007.

ROMERO, Luis. Maíz para silo, el momento de corte [on line]. Argentina: INTA, 2005. [Citado 10 de Febrero de 2011] Artículo disponible en internet: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/66-maiz_para_silo_momento_corte.htm

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

CONTROL DE CONSUMO DIARIO DE ALIMENTO ETAPA EXPERIMENTAL																												
semana 1: 3 al 9 de enero de 2011																												
TRATAMIENTO	IDENTIFICACIÓN	DIA 1			DIA 2			DIA 3			DIA 4			DIA 5			DIA 6			DIA 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
T2	065																											
	063																											
	058																											
	49																											
	Σ																											
T3	060																											
	57																											
	52																											
	50																											
	Σ																											
T4	66																											
	059																											
	53																											
	46																											
	Σ																											

Anexo B. Control de peso.

Control de peso	Tratamientos															
	T1: Pastoreo				T2: Ensilaje Maíz				T3: Ensilaje Cebada				T4: Ensilaje P. Elefante			
	Identificación del Animal															
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
03/01/2011																
22/02/2011																
22/03/2011																
19/04/2011																
17/05/2011																

Anexo C. Consumo promedio de m.s. (Kg)

Tratamiento	Bloque						
	1	2	3	4	Σ	\bar{x} Animal	\bar{x} 133 Días.
T1. Pastoreo Testigo	1037,4	1396,5	1436,4	1649,2	5519,5	1379,9	10,4
T2. Ensilaje de Maíz	1077,7	1185,5	1203,0	1546,0	5012,2	1253,1	9,4
T3. Ensilaje de Cebada	1102,1	1111,2	1245,0	1499,2	4957,5	1239,4	9,3
T4. Ensilaje de Pasto de Corte	1099,5	1252,5	1261,2	1273,2	4886,4	1221,6	9,2

Anexo D. Control de peso de los animales.

Tratamiento	Identificación	Pesaje (Kg Peso Vivo)				
		Fecha				
		03/01/2011	22/02/2011	22/03/2011	19/04/2011	17/05/2011
T1: Pradera	65	366	384	402	421	444
	60	477	499	520	539	557
	38	366	384	403	422	443
	57	287	309	323	339	359
Σ		1496	1576	1648	1721	1803
\bar{x}		374	394	412	430,3	450,8
T2: Ensilaje de Maíz	49	363	368	390	408	427
	58	460	467	489	508	531
	63	357	360	378	399	420
	65	318	327	342	367	390
Σ		1498	1522	1599	1682	1768
\bar{x}		374,5	380,5	399,8	420,5	442
T3: Ensilaje de Cebada	57	367	372	390	409	428
	52	324	330	353	369	391
	50	329	332	347	362	380
	60	437	447	468	489	503
Σ		1457	1481	1558	1629	1702
\bar{x}		364,3	370,3	389,5	407,3	425,5
T4: Ensilaje de Pasto Elefante	66	383	389	405	421	438
	53	328	340	354	367	382
	46	371	379	393	405	418
	59	380	388	400	414	426
Σ		1462	1496	1552	1607	1664
\bar{x}		365,5	374	388	401,75	416

Anexo E. Ganancia de peso (Kg).

Tratamiento	Identificación	Ganancia de peso diario (GPD) (Kg)					GP (Kg)
		Días					
		49	28	28	28	133	133
		03-01 a 22-02- 2011	22-02 a 22-03- 2011	22-03 a 19-04- 2011	19-04 a 17-05- 2011		
T1: Pradera	65	0,37	0,64	0,68	0,82	0,56	74,00
	60	0,45	0,75	0,68	0,64	0,60	80,00
	38	0,37	0,68	0,68	0,75	0,58	77,00
	57	0,45	0,50	0,57	0,71	0,54	72,00
Σ		1,63	2,57	2,61	2,93	2,28	303,00
\bar{x}		0,41	0,64	0,65	0,73	0,57	75,75
T2: Ensilaje de Maíz	49	0,10	0,79	0,64	0,68	0,48	64,00
	58	0,14	0,79	0,68	0,82	0,53	71,00
	63	0,06	0,64	0,75	0,75	0,47	63,00
	65	0,18	0,54	0,89	0,82	0,54	72,00
Σ		0,49	2,75	2,96	3,07	2,03	270,00
\bar{x}		0,12	0,69	0,74	0,77	0,51	67,50
T3: Ensilaje de Cebada	57	0,10	0,64	0,68	0,68	0,46	61,00
	52	0,12	0,82	0,57	0,79	0,50	67,00
	50	0,06	0,54	0,54	0,64	0,38	51,00
	60	0,20	0,75	0,75	0,50	0,50	66,00
Σ		0,49	2,75	2,54	2,61	1,84	245,00
\bar{x}		0,12	0,69	0,63	0,65	0,46	245,00
T4: Ensilaje de Pasto Elefante	66	0,12	0,57	0,57	0,61	0,41	55,00
	53	0,24	0,50	0,46	0,54	0,41	54,00
	46	0,16	0,50	0,43	0,46	0,35	47,00
	59	0,16	0,43	0,50	0,43	0,35	46,00
Σ		0,69	2,00	1,96	2,04	1,52	202,00
\bar{x}		0,17	0,50	0,49	0,51	0,38	50,50

Anexo F. Costos de elaboración del silo de maíz.

Factor de Costo	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Insumo				
Semilla	Kg	19	\$4.500=	\$85.500=
Fertilizante	Kg	125	\$1.300=	\$162.500=
Sub total				\$248.000=
Preparación suelo				
Arado tractor	Hora	10	\$26.500=	\$265.000=
Arado bueyes	Yunta	2	\$50.000=	\$100.000=
Desterronado	Jornal	6	\$13.000=	\$78.000=
Sub total				\$443.000=
Siembra	Jornal	9	\$13.000=	\$117.000=
Fertilización	Jornal	4	\$13.000=	\$52.000=
Desyerbe	Jornal	11	\$13.000=	\$143.000=
Recolección y transporte	Jornal	13	\$13.000=	\$169.000=
Sub total				\$481.000=
Elaboración del Ensilaje				
Materiales				
Cuadro			\$400=	\$400=
Plástico			\$1.000=	\$1.000=
Melaza	Kg	40	\$1.040=	\$41.600=
Mogolla	Kg	120	\$750=	\$90.000=
Picado, transporte y apisonado	Jornal	15	\$13.000=	\$195.000=
Sub total				\$328.000=
Gran Total				\$1.500.000=

Anexo G. Costos de la elaboración del silo de cebada.

Factor de Costo	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Insumo				
Semilla	Kg	145	\$1.080=	\$156.600=
Fertilizante	Kg	120	\$1.300=	\$156.000=
Sub total				\$312.600=
Preparación Suelo				
Arado tractor	Hora	6	\$26.500=	\$159.000=
Arado bueyes	Yunta	1	\$50.000=	\$50.000=
Desterronado	Jornal	6	\$13.000=	\$78.000=
Sub total				\$287.000=
Siembra	Jornal	2	\$13.000=	\$26.000=
Fertilización	Jornal	2	\$13.000=	\$26.000=
Desyerbe	Jornal	0	\$0=	\$0=
Recolección y transporte	Jornal	21	\$13.000=	\$273.000=
Sub total				\$325.000=
Elaboración del Ensilaje				
Materiales				
Cuadro			\$1.400=	\$1.400=
Plástico			\$1.400=	\$1.400=
Melaza	Kg	40	\$1.040=	\$41.600=
Mogolla	Kg	100	\$750=	\$75.000=
Picado, transporte y apisonado	Jornal	12	\$13.000=	\$156.000=
Sub total				\$275.400=
Gran Total				\$1.200.000=

Anexo H. Costos de elaboración de pasto elefante.

Elaboración de silo de pasto de corte				
Factor de Costo	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Insumo				
Semilla	Kg	0	\$0=	\$0=
Fertilizante	Kg	107	\$1.300=	\$139.100=
Sub total				\$139.100=
Preparación Suelo				
Arado tractor	Hora	0	\$0=	\$0=
Arado bueyes	Yunta	0	\$0=	\$0=
Desterronado	Jornal	0	\$0=	\$0=
Sub total				\$0=
Siembra	Jornal	0	\$0=	\$0=
Fertilización	Jornal	8	\$13.000=	\$104.000=
Desyerbe	Jornal	0	\$0=	\$0=
Recolección y transporte	Jornal	27	\$13.000=	\$351.000=
Sub total				\$455.000=
Elaboración del Ensilaje				
Materiales				
Cuadro			\$5.500=	\$5.500=
Plástico			\$21.500=	\$21.500=
Melaza	Kg	50	\$1.040=	\$52.000=
Mogolla	Kg	180	\$750=	\$135.000=
Picado, transporte y apisonado	Jornal	11	\$13.000=	\$143.000=
Sub total				\$355.900=
Gran Total				\$950.000=

Anexo I. Costos de alimentación con forraje de pradera.

Factor de Costo	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Arriendo de potrero	Días	532	\$1.333,3	\$709.315=
Sub total				\$709.315=
Gran Total				\$709.315=