

MANUAL TÉCNICO

**PLAN DE MODERNIZACIÓN TECNOLÓGICA DE
LA GANADERÍA BOVINA COLOMBIANA**

**NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DE BOVINOS
EN EL TRÓPICO BAJO COLOMBIANO**

PUBLICACIÓN DE CORPOICA

Con el apoyo económico del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural,
FEDEGAN -Fondo Nacional del Ganado y Colciencias.



SEPTIEMBRE DE 2002

COMITÉ NACIONAL DEL PLAN DE MODERNIZACIÓN TECNOLÓGICA DE LA GANADERÍA BOVINA COLOMBIANA

Principal	Representante
CARLOS GUSTAVO CANO SANZ <i>Ministerio de Agricultura</i>	XIMENA RUEDA FAJARDO <i>Ministerio de Agricultura</i>
LUIS ARANGO NIETO <i>Corpoica</i>	TITO EFRAÍN DÍAZ MUÑOZ <i>Corpoica</i>
JORGE VISBAL MARTELO <i>Fedegan</i>	JAIME GIRALDO SAAVEDRA <i>Fedegan</i>
MARGARITA GARRIDO DE PAYAN <i>Colciencias</i>	ÓSCAR DUARTE TORRES <i>Colciencias</i>

DIRECTIVOS CORPOICA

LUIS ARANGO NIETO
Director Ejecutivo

Tito Efraín Díaz Muñoz
*Subdirector
Investigación Estratégica*

Juan Guillermo Jaramillo Vázquez
*Subdirector Investigación en
Sistemas de Producción*

COMITÉ CENTRAL DE GESTIÓN DEL PLAN

José Idelfonso Pulido Herrera
Gerente Técnico
(Desde julio/99 hasta mayo /2002)

Jorge Medrano Leal
Gerente Técnico
(Desde mayo/2002 hasta la fecha)

Gustavo García Gómez
Coordinador Trópico Alto

Jorge Eliécer Plaza Mora
Coordinador de Transferencia de Tecnología del Plan

PLAN DE MODERNIZACIÓN TECNOLÓGICA DE LA GANADERÍA BOVINA COLOMBIANA

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DE BOVINOS EN EL TRÓPICO BAJO COLOMBIANO

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

**Corporación Colombiana de
Investigación Agropecuaria, Corpoica.
Bogotá D.C. Agosto de 2002
Primera Edición**

**PUBLICACIÓN DE CORPOICA
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y
DESARROLLO RURAL, FEDEGAN - FNG
Y COLCIENCIAS**

La información aquí presentada es el resultado de las investigaciones y de las demás acciones desarrolladas en el marco del convenio 094 de 2000, celebrado entre el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y el Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT, con el apoyo ejecutor de CORPOICA.

**COMITE INTERVENTOR DEL MINISTERIO DE
AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL**

Plinio Arias Arias
Hugo Ramos Castro
Guillermo Iregui Rodríguez

COORDINACIÓN DEL DOCUMENTO
Jorge Eliécer Plaza Mora

DIAGRAMACIÓN Y DISEÑO
Elizabeth Martín Martínez

EDICIÓN: Alvaro Morales Aguilar

IMPRESIÓN
Litopapeles Ochoa
Tiraje: 500 ejemplares
Impreso en Colombia
Printed Colombia

Se permite la reproducción total o parcial de esta publicación solo con fines didácticos y siempre que se den los créditos correspondientes a los autores personales o institucionales.

*Dirección: C.I. Tibaitatá, km 14 vía Mosquera
A.A. 240142, Las Palmas, Bogotá, Colombia
WWW. corpoica.org.co.*

AUTORES

Luis Carlos Arreaza T
Zootecnista, MSc
arreaza@tutopia.com

Leonardo Sánchez M
Medico Veterinario Zootecnista, Ph.D,
lsanchez@corpoica.org.co

Regional 1

Jorge Medrano L.
Zootecnista MSc
jmedrano@corpoica.org.co
medranol@col1.telecom.com.co

Oscar Pardo B.
Zootecnista, MSc.
oscarpardob@msn.com

Regional 8

Henry Mateus
Agrólogo

Regional 7

Sony Reza G.
Medico Veterinario Zootecnista, MSc
sonyreza@yahoo.com

Juan Becerra
Medico Veterinario Zootecnista, MSc
regdos@turipana.org.co

Martha Oliva Santana
Zootecnista
regdos@turipana.org.co

Regional 2

CONTENIDO

PRESENTACIÓN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	4
CAPÍTULO I	
CONCEPTOS BÁSICOS DE MEJORAMIENTO GENÉTICO ANIMAL.....	20
CAPÍTULO II	
DATOS A REGISTRAR EN UNA EMPRESA GANADERA PARA ESTABLECER UN PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO.....	26
CAPÍTULO III	
APLICACIÓN DE LA EVALUACIÓN GENÉTICA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN BOVINA.....	28
Análisis de la información.....	29
Resultados y discusión.....	30
Aplicación práctica de los resultados.....	38
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	30
BIBLIOGRAFÍA	

FIGURAS

Capítulo I

Figura 1.1. Anatomía del sistema digestivo del bovino.....	5
--	---

Capítulo II

Figura 2.1. Semillas de algodón.....	16
--------------------------------------	----

Capítulo III

Figura 3.1. Frutos de algarrobillo o samán o campano (<i>Pithecellobium saman</i>), árbol leguminoso muy común en la Región Caribe y en El Valle del Cauca.....	21
Figura 3.2. Puntos anatómicos importantes para la evaluación de la condición corporal....	23
Figura 3.3. Calificación 1, o muy pobre.....	24
Figura 3.4. Calificación 2, o pobre.....	24
Figura 3.5. Calificación 3, o regular.....	25
Figura 3.6. Calificación 4, o buena.....	25
Figura 3.7. Calificación 5, o muy buena.....	25
Figura 3.8. Calificación 6 u obesa en ganado (ganado doble propósito.....	26
Figura 3.9. Calificación 7, o buena para ganado de carne.....	26
Figura 3.10. Calificación 8, u para ganado de carne.....	26
Figura 3.11. Calificación 9, u obesa para ganado de carne.....	26
Figura 14. Esquemmatización de los requerimientos nutricionales según estado fisiológico, en relación con los aportes del forraje de pastoreo.....	27

Capítulo IV

Figura 4.1. Bloques multinutricionales.....	30
Figura 4.2. Terneros tipo F2 de cruces Holstein x Cebú y Simmental x Cebú.....	35

Capítulo V

Figura 5.1. Transporte de forraje del lote de cultivo al silo.....	39
Figura 5.2. Comportamiento productivo de vacas Holstein bajo dos sistemas de Alimentación.....	48
Figura 5.3. Proceso de ensilar bagazo de caña amonificado.....	51

TABLAS

Capítulo I

Tabla 1.1. Tasa de pasaje del alimento en vacas secas y lactantes de raza lechera.....	6
--	---

Capítulo III

Tabla 3.1. Ejemplo de recursos alimenticios propios de la finca.....	20
--	----

Tabla 3.2. Algunas materias primas utilizadas en la alimentación de bovinos.....	21
--	----

Tabla 3.4. Interpretación rápida del análisis de N ureico en leche y orina.....	22
---	----

Tabla 3.5. Calificaciones deseables de condición corporal por estado de lactancia, utilizando la escala de 5 puntos.....	27
--	----

Capítulo IV

Tabla 4.1. Composición nutritiva de algunos suplementos energetico proteínicos utilizados para vacas DP en producción en El Valle del Sinú.....	29
---	----

Tabla 4.2. Fórmulas comunes para bloques multinutricionales.....	31
--	----

Tabla 4.3. Efecto de la suplementación con ensilaje-urea sobre el peso y la producción de leche de vacas doble propósito en la empresa ganadera Buenos Aires. La Unión, Sucre. 1999.....	32
--	----

Tabla 4.4. Costos de suplementación utilizada empresa Buenos Aires. La Unión Sucre 1999.....	33
--	----

Tabla 4.5. Balance económico de la suplementacion con ensilaje urea en la empresa ganadera Buenos Aires. La Unión, Sucre 1999.....	33
--	----

Tabla 4.6. Composición bromatológica de los alimentos utilizados y sus costos.....	34
--	----

Tabla 4.7. Sistema alimenticio por terneros del sistema doble propósito en estabulación en el C.I. Turipaná y sus costos.....	34
---	----

Tabla 4.8. Ganancia de peso de terneros del sistema doble propósito en estabulación en el C.I. Turipaná alimentados con ensilaje de maíz mas suplemento durante 56 días. (abril- junio/2000).....	34
--	----

Tabla 4.9. Promedios de alimentos ofrecidos y consumidos por terneros lactantes del sistema doble propósito durante 120 días.....	35
---	----

Tabla 4.10. Ganancias de Peso de terneros lactantes del sistema doble propósito alimentados con ensilaje de maíz y semilla de algodón M 123 durante 120 días.....	36
---	----

Tabla 4.11. Resumen destetes de hembras del sistema doble propósito manejados en rotación con pasto ángleton (<i>Dichantium aristatum</i>) y admirable (<i>Brachiaria mutica</i>) suplementadas con semilla de algodón. Enero 16/2001 a diciembre/2001.....	36
---	----

Tabla 4.12. Comportamiento de novillas estabuladas alimentadas con dieta básica de caña de azúcar y suplementadas con salvado de arroz más urea, más semilla de Algodón.....	37
Tabla 4.13. Comportamiento de terneros de levante en época seca alimentados con dieta básica (pastoreo) y suplementados con caña de azúcar, salvado de arroz más urea más semilla de algodón.....	37
Tabla 4.14. Resumen destetes de machos del sistema doble propósito manejados en rotación y suplementados con semilla de algodón. Enero 16/2001 a diciembre/2001.....	38
Tabla 4.15. Ganancias de peso de novillos alimentados en pastoreo rotacional y suplementados con semilla de algodón M 123 en época de lluvias. Finca La Loma.....	38
Tabla 4.16. Ganancias de peso de novillos alimentados en pastoreo rotacional y suplementados con semilla de algodón M 123 en época seca. Finca La Loma.....	38
Capítulo V	
Tabla 5.1. Composición química de algunos materiales forrajeros del Trópico Alto.....	40
Tabla 5.2. Efecto del periodo vegetativo y fertilización sobre el valor nutritivo de algunas gramíneas de clima frío.....	41
Tabla 5.3. Características determinantes de la calidad de un ensilaje húmedo.....	42
Tabla 5.4. Efecto del tiempo de almacenamiento sobre la composición química del heno de raigrás tetrelite.....	47
Tabla 5.5. Comportamiento productivo de vacas Holstein en confinamiento bajo diferentes sistemas de alimentación.....	48
Tabla 5.6. Comportamiento de vacas Holstein en confinamiento durante la lactancia Inicial (140 Días).....	49
Tabla 5.7. Comportamiento productivo de vacas Holstein alimentadas con Heno y pastoreo de manawa solos y concentrado durante el verano.....	49
Tabla 5.8. Comportamiento productivo de novillas Holstein en confinamiento bajo Diferentes sistemas de alimentación.....	50
Tabla 5.9. Consumo y ganancias de peso en novillos Cebú pringados alimentados con Ensilaje de sorgo solo y en mezcla con soya.....	50
Tabla 5.10. Comportamiento productivo de machos lecheros y cruzados en confinamiento alimentados con ensilaje de avena vicia.....	50
Tabla 5.11. Desempeño de las novillas alimentadas con soca de sorgo ensilada y bajo confinamiento durante la época de sequía.....	51
Tabla 5.12. Evaluación del ensilaje de afrecho de cervecería sobre el consumo y la productividad de novillas Holstein.....	52
Tabla 5.13. Comportamiento de machos en confinamiento alimentados con ensilajes de caña y cogollo de caña.....	52

PRESENTACIÓN

La ganadería colombiana toma cada vez mayor importancia para el desarrollo social y económico del país, importancia que se refleja en su alta contribución a la generación de empleo y en su aporte al PIB nacional.

El Plan de Modernización Tecnológica de la Ganadería Bovina Colombiana es el resultado de la concertación entre el sector público y el sector privado, con la activa participación de gremios, ganaderos de diferentes regiones del país y de investigadores de Corpoica de los niveles nacional, regional y local; con el soporte económico del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Fedegán-Fondo Nacional del Ganado y Colciencias.

En el marco de este Plan, se desarrollaron y evaluaron productos y procesos tecnológicos en las áreas de recursos forrajeros, nutrición y alimentación, silvopastoreo, reproducción, recursos genéticos, salud animal y gestión empresarial. En su conjunto, la tecnología generada ha contribuido a mejorar la competitividad y sostenibilidad de la ganadería colombiana.

De acuerdo con datos del DANE (1997), aproximadamente 44 millones de hectáreas están dedicadas a la ganadería, con una población bovina de unos 23.2 millones de cabezas, cuya alimentación es básicamente en pastoreo, bien sea libre como en el caso de los sistemas extensivos (70%) o controlado en las explotaciones de tipo intensivo (30%).

La condición nutricional y por ende, la productividad de los animales en estos sistemas, tanto en los especializados de leche y carne como en los sistemas de cría y doble propósito, depende de tres factores principales: a) la disponibilidad y valor nutritivo de los forrajes en las praderas; b) el balance de nutrientes para los microorganismos del rumen, que permita optimizar el proceso de fermentación ruminal de la pared celular de los forrajes (70% de la MS), principal fuente de energía para el bovino y, c) de estrategias de suplementación que mejoren el balance proteína-energía de los nutrientes producidos en el rumen y absorbidos por el animal.

Como la alimentación de los bovinos en las regiones del trópico bajo colombiano se basa principalmente en pastos y forrajes de baja calidad entendida como baja digestibilidad y bajo contenido proteico, donde solo es aprovechable en 50% de lo consumido, el enfoque nutricional estratégico desarrollado en el Plan de Modernización Tecnológica de la Ganadería Colombiana, se basa principalmente en mejorar la eficiencia de conversión alimenticia del ganado a través de la suplementación con nutrientes críticos (proteína, energía y minerales), obtenidos de recursos disponibles localmente (finca) y en la región. Suplementación que se aplica en fases fisiológicas y épocas específicas de producción.

Las diferentes regiones colombianas son ricas en recursos alimenticios, que son incrementados por el desarrollo de agroindustrias regionales. Este manual pretende dar indicaciones con ejemplos de que recursos utilizar, como mejorarlos y utilizarlos en la alimentación y suplementación de bovinos en el trópico bajo colombiano, para mejorar su eficiencia productiva y su competitividad en los mercados de carne y leche.

Tito Efraín Díaz Muñoz
Subdirector Investigación Estratégica
CORPOICA

INTRODUCCIÓN

Diferentes análisis de la producción animal, realizados en los países tropicales, en especial de la producción bovina, prevén que estos sistemas deben dirigirse hacia una integración en la cadena productiva de la leche y la carne, donde deben satisfacerse los parámetros de calidad y las necesidades de la agroindustria y los consumidores. Los elevados costos ambientales, al incrementar la frontera agrícola, presionan hacia una intensificación de la producción y al uso de los recursos disponibles dentro del sistema. Además, el productor debe evolucionar hacia un individuo capacitado gerencialmente para maximizar la eficiencia de su sistema de producción.

El campo de la nutrición y alimentación se visualiza como generadora de sistemas de alimentación para diferentes nichos agroecológicos, soportados por un conocimiento mecanístico de las relaciones entre las entradas (consumo de nutrientes) y las salidas (producto: carne, leche, lana, crías), mediante la manipulación de la fisiología digestiva, del crecimiento y de la producción de leche y la reproducción, a través del desarrollo de sistemas de alimentación.

Resumen de la Situación General de la Ganadería Colombiana en cada una de las Regiones Naturales. Los sistemas de producción bovina del Trópico Bajo colombiano basan la alimentación de su ganado en pastos y forrajes, los cuales presentan limitaciones nutricionales caracterizadas por altos contenidos de fibra, bajos niveles de nitrógeno y de carbohidratos solubles, baja digestibilidad y desequilibrios minerales, interactuando con las variables climáticas y biofísicas. Estos desequilibrios hacen necesario desarrollar e implementar alternativas de suplementación estratégica, tendientes a corregir las deficiencias de los forrajes tropicales y a mejorar los niveles de producción bovina (unidades de producto por unidad de recurso).

En algunos escenarios agroclimáticos los desequilibrios de nutrientes ocurren en todas las épocas del año y fases de producción del animal (crecimiento, gestación y lactancia), mientras que en la mayoría de los agroecosistemas, la crisis nutricional se acentúa durante la sequía, época en la cual disminuye la disponibilidad de forraje y la calidad de la biomasa, agravándose la situación con los problemas de estrés ocasionados por las altas temperaturas y la humedad relativa ambiental.

En condiciones tropicales, los desequilibrios pradera-animal son más críticos con la introducción de genes lecheros cuando no se mejora al mismo tiempo la disponibilidad y la calidad de las praderas. En muchos casos el productor ha tratado esta introducción de germoplasma en forma indiscriminada y su manejo genético no ha obedecido a esquemas de apareamiento definidos, organizados y ajustados a las condiciones del medio. Esta situación, ha aumentado los problemas de baja eficiencia reproductiva, bajos índices de producción de leche y carne, y baja rentabilidad de los sistemas de producción ganaderos (Rivas, 1992).

En razón de la alta relación de precios existente entre los insumos y el producto, el uso de concentrados comerciales es muy limitado en la mayoría de los sistemas de producción bovina del Trópico Bajo. Por lo tanto, la aplicación de alternativas de suplementación de bajo costo y fácil utilización a nivel de finca, incluyendo leguminosas herbáceas, arbóreas y arbustivas y núcleos nutricionales formulados con fuentes de energía, proteína y minerales disponibles, o potencialmente utilizables en las diferentes regiones, permitirá ofrecer al productor en el corto plazo estrategias nutricionales para mejorar la productividad de los diferentes sistemas ganaderos y reducir el impacto negativo de la estacionalidad de la producción de pastos y forrajes sobre el mercado y la comercialización de los productos.

En la Región Caribe de Colombia la alimentación de los bovinos se basa en especial en gramíneas y leguminosas introducidas o naturalizadas, que, debido a la estacionalidad en la distribución de las lluvias, limitan en forma drástica la disponibilidad de forraje. Por de otra parte, estas pasturas manifiestan diversos grados de degradación asociado con el avance acelerado de las deforestaciones, que debido a las prácticas tradicionales de los sistemas modales de manejo de praderas, causan un notable deterioro de los recursos naturales y pérdida de la biodiversidad.

Estas situaciones afectan la capacidad productiva de los suelos y conllevan a bajos rendimientos (menos de 600 kg. de MS/ha y de 60 gramos de proteína por kilogramo de materia seca), susceptibilidad a plagas y baja tolerancia a sequías.

A pesar de la introducción de razas exóticas en la ganadería, no se ha incrementado en forma notoria la producción de carne y leche, debido sobre todo a una deficiente nutrición que se traduce en bajos rendimientos de leche (2.8 litros en verano y 3.6 litros en invierno), pesos al destete inferiores a 140 kg, edad al sacrificio mayor de 36 meses, ganancias diarias por debajo de los 600 gramos, edad a la pubertad mayor de 3 años y 60% de natalidad.

La Orinoquía representa el 27% del territorio nacional y ha sido reconocida por la WWF como uno de los ocho ecosistemas estratégicos para la humanidad, rico en biodiversidad y recursos hídricos. Posee cerca de 4.5 millones de cabezas de ganado o el 21.2% del hato nacional en una superficie en pastos de algo más de 15 millones de hectáreas, lo que significa muy baja carga animal (0.3 cabezas por hectárea) (Misión Paz, 2001). Debido a esto, la capacidad de producción bovina es muy baja: 4-5 ha por cabeza en las sabanas nativas, menos de 150 kg de carne ha/año, edad al sacrificio mayor a 3 años y edad a la pubertad mayor a 3 años, con una tasa de natalidad cercana al 50%. La introducción de pastos "mejorados" como el braquiaria, ha aumentado la capacidad de carga y alguno de estas variables, pero no ha reducido los desequilibrios nutricionales en el ganado, causados por la baja fertilidad de los suelos.

Propósito General de la Nutrición y Alimentación de Animales. La nutrición animal, como parte de la zootecnia, es una

ciencia que se desarrolló a través del tiempo a medida que el hombre domesticaba animales para su beneficio (producción de alimentos como carne y leche, productos para su bienestar como lana, cuero y como herramienta de trabajo y transporte). La Nutrición está íntimamente ligada a otras ciencias como la fisiología animal y la genética, las ciencias del suelo y la fisiología de los cultivos, con el fin de entender, manejar y utilizar de manera correcta los recursos alimenticios disponibles.

Las metas finales de mejorar la nutrición del ganado bovino son mejorar también la productividad, reducir la utilización de recursos costosos y escasos y proteger el medio ambiente (Fox *et al*, 2000).

A medida que las ciencias de la nutrición se desarrollaron en el último siglo, y en un intento de formalizar el conocimiento tradicional, se elaboraron metodologías para caracterizar los alimentos del ganado, con el fin de predecir el desempeño de los animales. Hoy en día podemos describir las propiedades químicas, físicas y biológicas de los forrajes y alimentos, con la ayuda de un sofisticado conjunto de instrumentos y con un alto grado de precisión. Sin embargo, tales ciencias son inútiles a menos que esa caracterización tenga un valor práctico (Theodorou y France, 2000).

El primer objetivo de la nutrición del ganado es lograr un uso eficiente del forraje de la pradera. Por consiguiente, un buen manejo de éstas es condición obligatoria en cualquier programa de alimentación de ganado en pastoreo. Lo que quiere decir que la fertilización, la rotación y el descanso adecuado de los potreros, con una carga adecuada (No de animales o kg de peso vivo por ha) es la primera condición necesaria para alimentar los animales en forma correcta. En segundo lugar, el conocimiento de la calidad nutricional de los pastos en esos potreros y sus limitaciones de nutrientes es la segunda condición, para poder suministrar los nutrientes requeridos por los animales según su estado fisiológico.

Para algunos grupos de animales la suplementación es una estrategia común y necesaria en la empresa ganadera durante algunos periodos del año, dependiendo de su función y estado fisiológico. El productor debe proveer nutrientes suplementarios con un mínimo de gasto en alimentación para que sus animales mantengan una producción eficiente, constante y rentable durante todo el año.

FUNCIONES GENERALES DE LOS NUTRIENTES, PROTEÍNAS, CARBOHIDRATOS, GRASAS Y MINERALES

Generalidades de fisiología digestiva en los rumiantes

Consumo, Digestión Absorción y Transporte. Los rumiantes son únicos debido a su sistema digestivo compuesto de 4 compartimentos: el retículo, el rumen, el omaso o libro y el abomaso o estómago propiamente dicho. El retículo y el rumen se describen a menudo en conjunto, ya que son adyacentes y en ellos ocurre el proceso de fermentación de los alimentos por las bacterias ruminales.

El retículo, denominado a veces “bolsa ciega”, es el primer estómago. Si el animal ingiere metales u otros objetos no digeribles, la estructura reticular de las paredes del retículo

actúa impidiendo que estos objetos avancen hacia el tracto digestivo posterior.

El alimento o forraje que entra en el retículo-rumen es regurgitado y remasticado más tarde. El retículo puede contener hasta 10 litros de alimento no digerido y en proceso de digestión (digesta). El rumen es un órgano muscular grande y profundo que se desarrolla en tamaño, estructura y actividad microbial, a medida que la dieta del ternero cambia de leche líquida a alimento sólido como pasto fresco o ensilajes. En el animal adulto, el rumen ocupa por completo el lado izquierdo del abdomen.

Figura 1.1 Anatomía del sistema digestivo del bovino.



El rumen es un tanque de fermentación que puede contener entre 160 a 240 litros de material y es el sitio donde actúan los microorganismos. Se estima que una cucharada de contenido ruminal tiene hasta 150 millones de microorganismos presentes: bacterias, protozoarios y hongos. Las bacterias ruminales requieren un ambiente tibio, húmedo, neutro o cercano a la neutralidad (pH) y libre de oxígeno para poder crecer de manera adecuada. Este tipo de ambiente se conserva en forma natural en el rumen con un rango de temperatura entre 38 y 42 grados Celsius. Si el ganado se alimenta de modo apropiado con un buen balance de forraje y concentrado de grano, el pH debe variar entre 5.8 y 6.4, lo cual permite el crecimiento de muchas especies de bacterias.

El omaso se llama a menudo "libro" por los muchos pliegues de tejido muscular que lo conforman. En este compartimento se reduce el

tamaño de las partículas de alimento y los excesos de agua se remueven antes que la digesta pase al abomaso. El omaso puede contener hasta 16 litros de alimento en digestión.

El cuarto compartimento es el abomaso o "estómago verdadero", donde los ácidos y enzimas digieren aún más la digesta. Es el primer órgano glandular del tracto gastrointestinal, cuyas paredes secretan enzimas digestivas. Funciona de manera similar al estómago de otras especies de estómago simple como el cerdo y puede alojar hasta 20 litros de material. El tiempo que permanece la digesta en el abomaso es muy corto, comparado con el de la retención de la misma en el rumen. La tasa de recambio o de reemplazo de material en el tracto gastrointestinal y el tiempo total de retención en el tracto digestivo se muestran en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1. Tasa de pasaje del alimento en vacas secas y lactantes de raza lechera.

Variables	Vacas secas	Vacas lactando
Peso corporal (kg)	770	690
Consumo de materia seca kg	11.9	21.7
Tiempo de retención ruminal (forraje) (horas)	30	30.3
Tiempo de retención total (horas)	55.3	50.7

Adaptado de: Hartnell and Satter, 1979.

Efectos de la Alimentación y de la Suplementación sobre la Calidad del Producto (leche y carne)

La composición de la canal sugiere que en un animal joven que crece con rapidez, el nutriente limitante a nivel de absorción es tal vez la proteína (aminoácidos). Mientras tanto, en un animal maduro el nutriente limitante puede ser la energía. En condiciones de trópico, la relación proteína-energía, en animales en pastoreo, es menor aún en época de verano (sub. alimentación), cuando parte de la proteína absorbida debe usarse como fuente de energía. Además, al aumentar la temperatura y humedad

del ambiente también aumenta la tasa metabólica para disipar calor (Blaxter, 1989), y al incrementarse ésta última, es mayor la degradación de proteína tisular, por lo cual se incrementan los requerimientos de proteína del animal bajo condiciones de estrés por calor. Lo anterior indica entonces que el tipo de suplemento varía con la etapa de crecimiento del animal y con la época del año (seca o de lluvias).

Importancia de los Compuestos Nitrogenados

En el forraje se pueden encontrar compuestos nitrogenados como amidas, aminas, nitratos , nitritos y proteínas

A diferencia de las plantas, cuya estructura se basa en carbohidratos (celulosa y hemicelulosa) en los animales superiores, la estructura corporal se compone de proteínas y minerales (músculos y huesos). La planta utiliza CO_2 y energía del sol para crecer, los animales los aminoácidos del alimento o que se sintetizan en el organismo. Los aminoácidos al unirse en cadenas, forman las proteínas y estas los diferentes tejidos y órganos del animal.

Para obtener aminoácidos, el animal necesita que éstos estén presentes en el alimento en forma libre o como proteína ya formada. Sin embargo, los rumiantes, debido a su sistema digestivo ya descrito, no obtienen los aminoácidos en forma directa del forraje, sino a través de las bacterias del rumen, las cuales degradan o fermentan las proteínas de la planta (forraje) para obtener el nitrógeno necesario para multiplicarse y crecer.

El animal requiere, entonces, que haya muchas bacterias pasando al estómago a fin de conseguir la suficiente proteína para formar sus músculos y para otras funciones como la producción de leche y / o lana. Además, como en todo organismo vivo, los procesos de degradación son continuos, se precisa de la formación de nuevos tejidos para reemplazar los que se degradan. La mayoría de las enzimas y hormonas que el organismo produce son proteínas que deben sintetizarse de continuo.

Proteínas

Las proteínas son compuestos orgánicos nitrogenados de estructura compleja que provienen de la unión de muchos aminoácidos que son ácidos orgánicos que contienen uno o varios grupos amino (NH_2). Algo más de 25

aminoácidos se encuentran en las proteínas del alimento, de los cuales unos 20 entran a formar parte de los tejidos del organismo. De estos, 10 se clasifican como esenciales y siempre deben suministrarse en el alimento. Los otros se catalogan como no esenciales. En resumen, se puede decir que el aminoácido esencial es el que necesita el animal y no puede sintetizarse en su organismo, y que el aminoácido no esencial, si bien es requerido por el animal, puede, por el contrario, formarse o elaborarse en su organismo y puede hallarse o no en la proteína del alimento.

En los rumiantes este nutriente esencial se origina al digerir grandes cantidades de bacterias producidas en el rumen. Debido a la fermentación que sufre el forraje o alimento en el retículo rumen, la proteína presente en el forraje se convierte en amoníaco y éste es empleado, a su vez, por las bacterias para formar proteína microbial. Muy poca proteína del forraje se digiere en el tracto posterior, debido a lo cual los requerimientos de aminoácidos esenciales en los rumiantes no son críticos como en otras especies (cerdos y aves, por ejemplo). Así mismo, la calidad de la proteína del forraje que come el rumiante no es tan importante como en los animales monogástricos (cerdos , aves, humanos) pero la calidad nutricional de la proteína microbial que digiere el rumiante es excelente y de una alta digestibilidad (75-80%).

Proteína cruda

Este nombre es una convención para describir el total de los compuestos nitrogenados que contiene un alimento o forraje, sin hacer distinción entre la proteína formada por los aminoácidos de otros compuestos nitrogenados como amidas, aminas, nitratos y nitritos.

El análisis bromatológico tradicional indica el resultado del contenido nitrogenado total como "proteína cruda", y aunque éste se ha empleado por muchos años para esta valoración, el dato de la proteína cruda no nos dice mucho acerca del valor nutricional de un forraje o alimento, o sobre si esta proteína cruda es digestible o indigestible, soluble o insoluble y si posee o no aminoácidos esenciales. A pesar de esto, siempre se ha acudido al mencionado análisis para calificar la calidad de un forraje o alimento para animales.

Proteína verdadera

Es una cadena de aminoácidos sintetizados por la planta a partir del nitrógeno atmosférico o mineral en el suelo; puede ser soluble o insoluble y se descompone en la fermentación ruminal, primero en aminoácido y luego en amoníaco.

Fraciones. En la nutrición moderna los compuestos nitrogenados se dividen en fracciones, de acuerdo con la manera como se solubilizan y fermentan en el rumen. La proteína cruda se descompone en 4 fracciones:

Fracción A: integrada por nitrógeno no proteico, que se compone de nitratos, nitritos, amidas y aminas. Es totalmente soluble y fermentable en el rumen y la principal fuente de nitrógeno para los microorganismos ruminales

celulolíticos. Como ejemplo de fuente proteica compuesta totalmente por esta fracción, tenemos la urea que es la principal fuente de nitrógeno no proteico (NNP) disponible, de origen externo o dietario.

Fracción B1: es la proteína soluble verdadera, 100% fermentable en el rumen, fuente de aminoácidos para los microorganismos ruminales, cuya concentración es baja en las gramíneas pero alta en las leguminosas.

Fracción B2: proteína verdadera de fermentación lenta en el rumen, fuente directa de nitrógeno para las bacterias ruminales y para el animal, con bajo contenido en las gramíneas, alto en algunas leguminosas y muy alto en tortas oleaginosas y harinas de pescado y carne.

Fracción B3: esta proteína no es fermentable en el rumen, pero si digestible en el intestino, y fuente de proteína sobrepasante para el animal; es muy baja en las gramíneas y muy alta en tortas oleaginosas y harinas de carne y pescado. También puede hallarse en cantidades apreciables en semillas y frutos leguminosos.

Fracción C: proteína o nitrógeno no fermentable y no digestible. Es la proteína ligada a la pared celular de las plantas y es el nitrógeno no utilizable y excretado en las heces. Su concentración aumenta con la maduración del pasto y puede ser alto en tortas y harinas proteicas sobrecalentadas o mal procesadas.

Compuestos de hidrógeno, carbono y oxígeno que constituyen el sistema estructural de las plantas forrajeras y se dividen en estructurales y no estructurales

Carbohidratos

Los carbohidratos son los compuestos más importantes en las plantas forrajeras. Constituyen su sistema estructural y son la principal fuente de energía para los animales herbívoros. Las plantas los sintetizan o elaboran mediante la fotosíntesis a partir del gas carbónico atmosférico y de la energía solar.

Los carbohidratos se dividen en estructurales y solubles o no estructurales. Los estructurales forman la fibra o el esqueleto de la planta y son los más abundantes en ella (50-80%). Los solubles son azúcares, ácidos orgánicos, pectinas y almidones que se localizan en el interior de las células vegetales solubilizados en los fluidos de la planta.

Clasificación de los Carbohidratos

Los carbohidratos en las plantas son variados y cada tipo de ellos se comporta de diferente forma en la digestión, tanto ruminal como intestinal de los rumiantes. Por esta razón se han clasificado según su estructura y forma de fermentarse y absorberse en el tracto digestivo del animal, como sigue:

Fracción A: son azúcares y ácidos orgánicos digeribles en un 100% y la fuente inmediata de energía para los microorganismos del rumen, quienes los convierten en ácidos grasos volátiles y compuestos microbiales.

Fracción B1: a esta fracción pertenecen los almidones y las pectinas solubles. Su digestibilidad está entre 80 y 100% y los animales los fermentan casi en su totalidad en el rumen dando origen a más AGV y energía para los microbios ruminales.

Fracción B2: corresponde a los carbohidratos estructurales: celulosa y hemicelulosa, que conforman el esqueleto de la planta. No son solubles y su digestibilidad oscila entre 20 y 60%. La mayoría de los pastos tienen entre 50 y 80 % de fracción B2, porcentaje que es mayor a medida que la planta madura. Esta fracción se identifica en el laboratorio como

FDN. Las bacterias celulolíticas y los hongos ruminales degradan esta fracción lentamente generando AGV y células microbiales. Esta es la principal fuente de energía para el animal.

Fracción C: integrada por carbohidratos no digeribles que forman las ligninas, compuestos que actúan como pegantes de la pared celular del tejido vegetal y cuya cantidad en él determina la digestibilidad de un forraje. Las ligninas aumentan a medida que madura la planta, lo que la hace más indigestible.

Utilización de los carbohidratos por los rumiantes

Casi el 100% de los carbohidratos que el animal ingiere en su dieta se fermenta en el rumen para generar ácidos grasos volátiles como el acético, el propiónico y el butírico, los cuales se absorben por las paredes del rumen y son transportados al hígado para su conversión en glucosa y tejido graso, según las necesidades del animal. Los carbohidratos de mayor importancia para el rumiante son los estructurales (celulosa y hemicelulosa) por ser su principal fuente de energía, pero estos solo se fermenta en el rumen hasta un 70%, en el mejor de los forrajes.

En las vacas lecheras por lo general se requiere en la dieta básica entre 2 y 3% de grasa de origen vegetal, animal o de ambos.

Grasas

La mayoría de los forrajes tropicales poseen un bajo contenido de grasas (entre 1 y 2% de la MS) que se reduce mucho más por la madurez. Por el contrario, las semillas oleaginosas (soya, algodón, ajonjolí) son una buena fuente de grasas (alrededor de 20%) que son digeribles en un 100% en el intestino. A este respecto conviene señalar

que aunque las grasas no se fermentan en el rumen, producen un efecto negativo en la fermentación de la fibra cuando es elevada su proporción en la dieta (mayor del 3% de la dieta total en base seca), en especial de aceites insaturados, lo cual resulta menos problemático si se trata de grasas saturadas (sólidas).

Para suplir las necesidades de ácidos grasos esenciales en las vacas lecheras, se requieren relativamente bajos niveles de grasa de origen vegetal, animal o de ambos, siendo adecuado, por lo general, entre 2 y 3% de la dieta básica.

El Metabolismo de las Grasas. Las grasas o los lípidos se absorben por el intestino delgado; el hígado los metaboliza y se

almacenan en el tejido graso subcutáneo y abdominal. Cuando el animal no obtiene la energía (carbohidratos) necesaria para el mantenimiento de sus funciones, acude a sus reservas de grasa para convertirlas en glucosa y así proveerse de la energía que necesita para efectuar los procesos de mantenimiento y producción (control de temperatura, leche, reproducción, etc).

Los minerales confieren la estructura a los huesos y a otras células y son necesarios en procesos enzimáticos y químicos en el organismo.

Los Minerales

Los minerales pueden expresarse en la dieta como cenizas totales o como elementos individuales. Estos le confieren la estructura a los huesos y a otras células y son necesarios en muchos procesos enzimáticos y químicos en el organismo. Un animal puede obtener cantidades limitadas de calcio y fósforo de sus huesos

Importancia de los minerales en la producción animal

Algunos minerales como el calcio y el fósforo son básicos para los procesos de síntesis de tejidos y las funciones metabólicas. Otros son suficientes en pequeña cantidad como cofactores en las reacciones enzimáticas. La producción de leche depende de la disponibilidad de calcio, fósforo y magnesio y las funciones reproductivas de la de fósforo.

Macro y micro minerales esenciales

En nutrición animal, los minerales se dividen en dos grandes grupos, según el nivel de los requerimientos diarios de cada uno. Así tenemos el grupo de los macrominerales que comprenden: calcio, fósforo, magnesio,

potasio, azufre, sodio y cloro. Los microminerales o minerales traza, son aquéllos que se requieren en muy pequeña cantidad, por lo común en miligramos o en partes por millón o ppm diarias.

Deficiencias e intoxicaciones con minerales (síntomas y tratamientos)

Calcio (Ca). El calcio tiene una notable incidencia en el metabolismo del rumen, la producción, el crecimiento de los huesos y la reproducción. Es común su deficiencia en dietas exclusivas de pastos y en ensilajes de maíz. Las fallas en la suplementación de calcio, sobre todo para el ganado joven y las vacas lactantes, conducen a una baja producción e infertilidad. La fiebre de leche y las retenciones de placenta pueden incrementarse por esto, además de motivar un crecimiento óseo pobre y fracturas de miembros en el ganado joven.

Por otra parte, la excesiva cantidad de calcio en la ración de vacas secas y novillas de vientre puede deprimir la digestibilidad de la ración, el consumo voluntario y aumentar la fiebre de leche. Los problemas de infertilidad y en particular los de quistes ováricos se acentúan por el exceso de calcio.

Fosforo (P). El fósforo es importante para un buen metabolismo ruminal, la reproducción y el crecimiento óseo. El bajo consumo de los niveles de fósforo es corriente en todas las regiones de Colombia en el ganado joven y en vacas secas, debido a una pobre suplementación, fenómeno que se debe al bajo contenido de fósforo en los forrajes tropicales, en particular en los de suelos ácidos como los de los Llanos Orientales.

Es usual detectar un consumo excesivo de fósforo en raciones para vacas de alta producción de leche, lo cual resulta, por lo común de una sobre suplementación con altos niveles de subproductos agroindustriales (tortas y harinas de granos y oleaginosas). Una prolongada ingestión de altos niveles de fósforo desemboca en desórdenes metabólicos asociados con la absorción de calcio y su metabolismo, afectándose de modo serio la reproducción.

Magnesio (Mg). El magnesio es necesario para mantener una buena fermentación ruminal, el crecimiento óseo, la reproducción y la salud general de los animales. La depresión en la digestión de la fibra y la reproducción irregular provienen del desequilibrio en el contenido de magnesio en las raciones. El bajo consumo de magnesio puede originar "tetania de los pastos" y casos complicados de fiebre de leche, así como los altos niveles de este mineral pueden deprimir el consumo de forraje, la digestibilidad y la producción de leche, lo cual es capaz de generar casos de diarrea.

Azufre (S). En cuanto al azufre, éste es esencial para la síntesis de los aminoácidos esenciales por los microorganismos del rumen y en la suplementación con raciones que contienen altos niveles de nitrógeno no proteico (urea). Cuando los niveles de consumo de azufre son bajos en los animales, se manifiestan deficiencias de proteína, y daños hepáticos si el consumo es excesivo. Los pastos deben analizarse en forma periódica para establecer el nivel de contenido de este mineral y equilibrar los suplementos

minerales o proteicos con este elemento.

Potasio (K). Para mantener el balance ácido-básico, el potasio es fundamental, lo mismo que para permitir la transmisión de los impulsos nerviosos a las fibras musculares. El potasio es escaso cuando el ganado lechero se alimenta con afrechos de cervecería en grandes cantidades, razón por la cual en este se reducen el consumo voluntario y la producción. La inadecuada suplementación con potasio eleva el estrés por calor y humedad, provocando la parálisis de los miembros posteriores; por el contrario, su consumo excedentario aumenta la congestión de la ubre durante la fase inicial de la lactancia y es un factor relacionado con la fiebre de leche y el balance anión catión.

Microelementos o Trazas

La deficiencia de elementos trazas puede afectar de modo negativo la producción y sobre todo la salud de los animales casi al mismo grado que la deficiencia de proteína-energía. Es recomendable hacer el análisis periódico de los pastos para monitorear los niveles de cobre, zinc y selenio, usar en forma apropiada premezclas minerales que contengan otros elementos como manganeso, cobalto y yodo en proporciones adecuadas.

El selenio es un elemento que en los suelos de algunas regiones se encuentra en exceso (Magdalena Medio) y puede causar intoxicaciones. En otras, como en los Llanos Orientales, es deficiente. El bajo consumo de selenio incrementa la susceptibilidad a infecciones, incluyendo aquéllas del útero, de la ubre y de los cascos.

El cobalto y el yodo resultan deficientes en los pastos y en muchos subproductos. Esta circunstancia se traduce en una insuficiencia de vitamina B12, la cual es básica para la buena salud animal semañifesta en una disminución del apetito y en la posible presencia de anemia. La falta de yodo desequilibra la función tiroidea y las relaciones endocrinas y hormonales.

Metabolitos Secundarios

Descripción, Efectos y Contenido en las Plantas Forrajeras

Los metabolitos secundarios son sustancias no nutricionales que contienen todas las plantas, pero en especial las de hoja ancha, dentro de las cuales se encuentran las leguminosas, rastreras, arbustivas y arbóreas y producen diferentes efectos sobre la digestión de los alimentos. Algunos interfieren con los microorganismos del rumen (taninos, saponinas) y otros con el metabolismo del animal (alcaloides, ácidos orgánicos). En términos generales, este efecto va en perjuicio del desempeño animal y, en algunos casos, es altamente tóxico (cianuros, alcaloides).

Los metabolitos más importantes de las plantas forrajeras son los taninos, seguido de las saponinas, los cuales se detallan a continuación:

Los taninos

Son compuestos astringentes y muy comunes en muchas plantas y se usan en la industria del procesamiento del cuero. Las leguminosas contienen diferentes concentraciones de

taninos que perjudican la palatabilidad y la digestibilidad del forraje. El principal efecto de los taninos es que se unen con las proteínas del forraje haciéndolas insolubles e indigestibles y disminuyendo su calidad.

Las saponinas

Son sustancias similares a los carbohidratos, con propiedades de disolver membranas celulares. Cuando se diluyen en agua producen gran cantidad de espuma como el jabón. Están presentes en muchas plantas de hoja ancha y en algunas gramíneas y en árboles como el michú o jaboncillo, orejero u oreja de mico.

En el rumen defaunan o destruyen los protozoarios, microorganismos que existen normalmente en este compartimento del estómago de todos los rumiantes. Bajo ciertas circunstancias y formulación específica, las saponinas se pueden emplear como aditivos a la dieta para defaunar y aumentar la eficiencia de la población de otros microorganismos como las bacterias celulolíticas, ya que los protozoos son predadores de éstas, aumentando el reciclaje de nutrientes en el rumen y reduciendo el aporte de proteína y de otros nutrientes al animal.

CARACTERÍSTICAS Y DISPONIBILIDAD DE LOS RECURSOS ALIMENTICIOS (PRODUCTOS, SUBPRODUCTOS Y RESIDUOS)

El maíz, el sorgo, el arroz, la yuca, la caña de azúcar, el algodón

El presente capítulo contiene una relación de los principales productos que se encuentran disponibles en las diferentes regiones del país y que se constituyen en una importante fuente de alimento para los bovinos:

El maíz

El grano de maíz posee altos contenidos de energía (730 g de almidón/kg MS), pero es su valor proteico es bajo (90 a 140 g/kg. MS) y muy escasa su cantidad de fibra. La proteína del grano está formada por dos tipos: a) la zeína, que se encuentra en el endospermo y que desde el punto de vista cuantitativo es la más importante, aunque deficiente en los AA triptófano y lisina; b) la glutenina, que se halla en menor cantidad en el endospermo y en el germen, pero es rica en los AA referidos. En el grano amarillo hay criptoxantina, precursora de la vitamina A. El aceite de maíz contiene 40-60 g/kg de materia seca y gran cantidad de AG insaturados, con tendencia a producir grasas blandas en los animales que la consumen.

La paja de maíz o planta seca tiene mayor contenido en nutrientes y es más digestible que la mayoría de las demás pajas. De proteína bruta posee cerca de 60 g/kg MS y su

EM es de 9 Mj/kg MS. Los animales pueden entrar al campo de maíz una vez se haya cosechado el grano, pero la planta seca también puede picarse y ensilarse, o hacerse pacas en el campo, después de secarse. En la actualidad se desarrollan en el C.I. Turipaná materiales de maíz con alta calidad de proteína (QPM), en los cuales el mayor porcentaje de ésta es del tipo glutenina.

El sorgo

En Colombia se ha utilizado el grano de sorgo en la fabricación de alimentos balanceados, siendo la principal fuente energética, pero en la última década su decrecimiento fue ostensible porque los costos de su producción son muy parecidos a los del maíz y su rendimiento en grano es bajo, lo cual no permitirá en el corto plazo un aumento de producción para competir en la composición de alimentos para avicultura, que es el principal uso de estos granos en nuestro país. Sin embargo, a pesar de las ventajas nutricionales del maíz sobre el sorgo para alimentar aves (la energía metabolizable del maíz alcanza 3366 calorías /kg mientras la del sorgo es de 3256), la oferta de proteína digestible en rumiantes es mayor en el sorgo (6.3% vs 5.8%).

La soca de sorgo también registra un nivel aceptable de utilización por los rumiantes: novillas romosinunas alimentadas con soca de sorgo ensilada a voluntad y suplementadas con 0.75 kg. de torta de algodón más 1 kg. de salvado de arroz más 100 g de urea y 60 g de sal mineralizada, obtuvieron ganancias de 0.610 kg. Cuando se suplementó con 1 kg. de torta de algodón más 1 kg. de salvado de arroz, las ganancias fueron de 0.590 kg. y cuando se utilizaron 1.5 kg. de torta de algodón y 1 kg de salvado de arroz, las ganancias resultaron en 0.710 kg/día.

El arroz

El arroz como grano no se emplea en la alimentación animal, dada su alta demanda para la alimentación humana. Los dos subproductos que provienen de este cultivo y más utilizados para alimentar el ganado en la región caribe son el salvado de arroz y la paja. El primero incluye el pericardio, la capa de aleurona, el germen y parte del endospermo, siendo un producto muy valioso que contiene de 120 a 145 g de proteína bruta / kg ms y 110 a 180 g de grasa/kg ms. La grasa es insaturada, por lo cual se enrancia con facilidad y no debe comprarse en altos volúmenes para evitar este daño.

La paja tiene un contenido muy alto de cenizas, aproximadamente 170 g/kg ms, compuesto, en particular, por sílice; sin embargo, el contenido de lignina es bajo (de 60 a 70 g/kg ms), el cual es inferior al de otras pajas de cereales. El tamo o paja de arroz, subproducto de la cosecha, se puede enfardar y almacenar para ofrecerlo como dieta básica en rumiantes. También se puede tratar con ácidos o bases débiles para romper los enlaces celulosa-lignina y aumentar la digestibilidad del material, el cual alcanza 7.6% de proteína cruda, 67.33% de FDN y 15.5% de cenizas.

La yuca

La planta de yuca (*Manihot esculenta*) es originaria de Trópico Cálido de América, su valor se deriva de su tolerancia a la sequía y su resistencia relativa a las malezas, características que, aunadas al hecho que se puede dejar en la tierra sin cosechar durante un período largo de tiempo, hacen de la yuca un cultivo de gran utilidad en épocas de escasez de alimentos. Además, no es estacional y, por lo tanto, se puede sembrar y cosechar en cualquier época de año.

Bastante se conoce de la raíz de la yuca como alimento para humanos y animales, pero escasa o ninguna utilidad se le da al follaje, rico en proteína y algunos minerales y vitaminas, es decir, que no se han sabido aprovechar todos sus atributos. En el pasado esta limitación podría deberse a la existencia de variedades tóxicas, pero, en la actualidad, y gracias a los programas de fitomejoramiento, se dispone en la Costa Caribe de las variedades ICA-Costeña e ICA-Negríta, liberadas por el ICA. Por otra parte, la demanda presente de yuca para usos industriales exige la generación de variedades más productivas, estables a través del tiempo y que cumplan con los requerimientos de calidad de dicha demanda, por lo cual Corpoica lanzó 4 variedades seleccionadas por los agricultores para la Costa Caribe Colombiana, a saber: para uso industrial, Corpoica Colombiana y Corpoica Sucreña y para consumo en fresco e industrial Corpoica Caribeña y Corpoica Rojita.

En la alimentación animal, sobre todo de rumiantes, la planta de yuca se puede emplear en forma integral, ya que el follaje contiene entre 20 y 35% de proteína, además de minerales y Vitamina A, el tallo aporta fibra y también el 3-6% de proteínas, así como las raíces 2-4% de proteína y almidones, esto es, que esta planta posee una arquitectura equilibrada como alimento al brindar proteína, energía y fibra.

En cuanto a la cosecha de forraje, es preferible hacerla a los 5 meses de edad del cultivo, y a partir de ese momento se puede cosechar cada 2-3 meses, haciéndose como mínimo 3 cortes antes de cosechar la raíz. El forraje se puede suministrar verde a los bovinos, ensilado o henificado. En las dos primeras formas, el consumo es total y como heno se pierde parte del tallo lechoso que se endurece por la desecación. Para ensilar se combina 75% de follaje con 25% de raíz, y para administrarlo a las aves y cerdos es preferible la harina de las hojas. La raíz fresca o desecada es apropiada para bovinos en forma troceada; para equinos y cerdos en trozos desecados y para las aves en forma de harina.

En el caso de los bovinos, el cultivo de yuca funciona como complemento nutricional de pasturas y por la alta concentración de nutrientes (proteína en hojas y almidón en raíces) la cantidad a suministrar debe ser pequeña: 2-4 kg de forraje verde y 1-2 kg de raíces frescas. En verano es factible la desecación al sol y así se facilita proporcionar mayores cantidades y conservarla para el invierno.

En estudios realizados por el ICA, en fincas del Piedemonte del Meta se consiguieron 38 toneladas de forraje en una hectárea de 40.000 plantas, con las cuales se suplementaron entre 25 y 30 bovinos durante todo el año, ofreciéndoles 4 kg de forraje verde/animal /día además 66 toneladas de raíz, suplementándose 30 bovinos y 50 a 70 cerdos por día, en razón de 2 kg. de raíz /animal.

Las ganancias de peso de terneros posdestetos y de novillos de ceba en pastoreo con *Brachiaria decumbens*, suplementados con 2-4 kg de forraje verde de yuca, fueron de 0.449 kg./día vs. 0.333 kg/día cuando no se brindó forraje de yuca.

La caña azúcar

Esta gramínea perenne tropical y subtropical se destina a la producción de azúcar y deja como residuo la melaza y el bagazo. La melaza es rica en energía y baja en proteína y contiene

varios minerales, entre ellos azufre, como resultado de los procesos de extracción del azúcar. El bagazo tiene un alto nivel de fibra, y bajas la proteína y digestibilidad; suele mezclarse con melaza para alimentar rumiantes y las hojas y el cogollo son ricos en minerales.

En zonas como la Región Caribe, donde no hay explotación industrial del cultivo, la planta completa se destina a la alimentación de rumiantes como pasto de corte cuya disponibilidad es elevada durante la época seca, que es cuando más se necesita. El alto costo de los combustibles fósiles que se usan para los equipos agrícolas y la dificultad del corte diario, han hecho que muchos productores eliminen las áreas de caña y opten por ensilar productos como maíz, millo o pasto. El principal uso de la caña en El Caribe colombiano lo constituye la miel final, miel de purga o melaza, como fuente de energía y saborizante, mezclada con otros componentes de los suplementos que se ofrecen a los animales.

El algodón

El algodón provee subproductos de cosecha (soca) y subproductos de la agroindustria (semilla, cacota, torta, cascarilla,). La semilla entera se obtiene después retirar la fibra, quedando además la cacota, que es el cáliz seco de la mota. La torta es subproducto de la elaboración del aceite a partir de la semilla, está constituida por la almendra de la misma y por una baja proporción de cáscara. Su proteína es de buena calidad, aunque presenta, como otras semillas de leguminosas, poco contenido de cistina, metionina, lisina y también de calcio, y es fuente variable de tiamina y deficiente en caroteno

Además, la torta puede ser astringente y se recomienda cuando hay altos contenidos de sustancias laxantes en la dieta. La cascarilla es el subproducto de la trituración de las semillas en el proceso de extracción del aceite y contiene, además del cuezco, pedazos de semilla y residuos de fibra, por lo cual sirve como alimento de relleno y aporta bajos niveles de grasa y proteína.



Figura 2.1 Semillas de algodón.

La semilla entera ha estado disponible en los últimos tiempos debido a la escasa demanda del aceite de algodón por el comportamiento del mercado internacional, circunstancia que ha propiciado su empleo como suplemento en dietas para vacas en producción y para animales de ceba, con buenos resultados, dada la composición de la semilla que aporta energía (grasa 20%) y proteína (23%) de buena calidad para el rumiante. La cacota, que ofrece menos nutrientes, también sirve como relleno y es una fuente barata de energía (fibra) y proteína (8%).

Al suplementar novillos en la fase de ceba, que pastoreaban en praderas de *Brachiaria decumbens* y recibían 0.8 kg. semilla de algodón por animal y por día, las ganancias fueron de 0.953 kg y cuando se suministró 1 kg. de semilla de algodón, las ganancias llegaron a 0.874 kg/día y al suministrarse 1.5 kg. de semilla de algodón, las ganancias de peso vivo alcanzaron 1.09 kg/día.

Según observaciones realizadas en el C.I Turipaná con terneros mestizos de 4 semanas

de edad, del sistema doble propósito, manejados en confinamiento y alimentados con 1.5 kg promedio de ensilaje de maíz /anima/día, más 343 g. promedio/anima/día de un suplemento conformado por 80% de maíz + 10% de semilla de algodón + 5% de cacota de algodón + 4% de melaza + 1% de sal mineralizada, registraron ganancias de peso de 0.819 kg en los machos y de 0.760 kg en las hembras (Reza, S. 2000, datos sin publicar).

Así mismo, en el mencionado centro de investigación, terneros mestizos del sistema doble propósito, con 5 meses de edad, manejados bajo pastoreo rotacional, con pasto ángleton y admirable, más el suministro de sal mineralizada y agua a voluntad, se destetaron machos a los 278 días de edad y las hembras a los 272 días con 210 y 189 kg de peso vivo, en promedio, respectivamente (Reza, S y Col. 2001, datos sin publicar).

De la misma manera, terneros mestizos destetos de 10 meses de edad, con un peso vivo inicial de 200 kg. en promedio, sometidos a estabulación permanente, alimentados con dieta básica de ensilaje de maíz y suplementados con una mezcla de semilla de algodón, harina de carne y follaje fresco de matarratón, obtuvieron ganancias de 1.230 g./animal día en el C. I. Turipaná (Becerra, J. 2000, datos sin publicar).

Urea

El empleo de la urea resulta más eficiente al administrarla como suplemento en raciones de bajo contenido proteico, en especial cuando la proteína es sobrepasante, y la ración debe incluir, además, una fuente de carbohidratos solubles para favorecer la síntesis de proteína microbiana y reducir los riesgos de intoxicación. La urea se suministra a todos los rumiantes mezclada con el alimento; como constituyente de bloques multinutricionales, lamederos, o usando comederos especiales, mezclada con melaza. En terneros pre rumiantes no se deben usar raciones con urea.

Las explotaciones donde los animales reciben raciones ricas en fibra y de bajo contenido proteico son apropiadas para utilizar bloques lamaderos o suplementos líquidos con urea, lo cual mejora la digestibilidad de la fibra e incrementa el consumo voluntario de los

alimentos fibrosos. Se ha estimado que a un bovino adulto se le puede suministrar la urea necesaria para satisfacer el 30% de sus requerimientos de proteína sin riesgo aparente de toxicidad.

Procesamiento de los residuos para mejorar su calidad nutricional

Amonificación, Hidrólisis alcalina, Coccolón y Tostado

Amonificación

La amonificación consiste en utilizar amoníaco para romper los enlaces hemicelulosa-lignina y celulosa-lignina que caracterizan a los materiales fibrosos, convirtiendo así pastos de mala calidad y desechos fibrosos de la finca en forrajes blandos y enriquecidos, aprovechándose incluso los desechos de cosechas como la tusa de maíz, entre otros.

Cuando se trabaja con altos volúmenes de forraje, se utilizan equipos especializados que inyectan el amoníaco a grandes montones de material previamente cubierto con tela plástica, pero por lo general se disuelve la urea en agua para humedecer el material. La urea se descompone en dos moléculas de amoníaco por la acción enzimática (ureasa) de las bacterias presentes en el forraje, sin embargo, se recomienda agregar una fuente de ureasa, como el frijol canavalia u otra clase de frijol o de semilla de leguminosa (soya).

El material amonificado pueden consumirlo todos los rumiantes, previo oreo de 24 horas antes de ofrecerlo a los animales, con el fin de estimular la volatilización del amoníaco sobrante, pudiéndose almacenar en lugares secos por largos períodos.

Preparación: Para preparar materiales amonificados conviene seguir los siguientes pasos:

- A. Extienda en un patio seco y limpio una capa delgada de material fibroso (100 kg.)
- B. Riegue 3 kg de frijol canavalia molido sobre el material fibroso, de una manera homogénea y revuelva.
- C. Disuelva 3 kg de urea en 50 litros de agua
- D. Agite hasta cuando la urea esté bien disuelta.
- E. Con una regadera rocíe en forma bien pareja la mezcla sobre los residuos fibrosos
- F. Revuelva de nuevo.
- G. Recoja el material y empáquelo en bolsas plásticas grandes, o cúbralo con una tela plástica de la misma manera como se hace con los ensilajes.
- H. Déjelo reposar durante 15 días.

I. Para usarlo como alimento, sáquelo de la bolsa o destape el montón y expóngalo al aire por 24 horas.

J. Para que el ganado acepte con más facilidad el material amonificado, agréguele agua y melaza antes de suministrarlo.

Hidrólisis Alcalina

Algunos residuos agrícolas fibrosos son de baja digestibilidad y para aumentarla una de las técnicas más comunes es la hidrólisis con hidróxido de sodio o soda cáustica, procediendo como sigue: las pacas o bultos del residuo como bagazo de caña, paja de arroz, cascarilla de soya, se introducen en un tanque con una solución de soda al 10% durante un tiempo determinado, se sacan y secan al sol

para el consumo del ganado.

Cocción

Muchas semillas y otros residuos vegetales se pueden cocer con agua en tanques para aumentar su digestibilidad.

Tostado

Semillas como la soya, la canavalia y la vitabosa o mucuna se tuestan para reducir los contenidos de metabolitos secundarios como alcaloides y taninos antes de suministrarlas al ganado con un mayor margen de seguridad, proceso que eleva, además, en estos granos el contenido de proteína B3 o sobrepasante.

MANEJO Y UTILIZACIÓN DE LOS NUTRIENTES DISPONIBLES EN LOS RECURSOS ALIMENTICIOS REGIONALES PARA LA ALIMENTACIÓN BOVINA

PC, NNP, FDN, FDA, EE, CEN, EB, ENN

Los nutrientes disponibles en los diferentes recursos deben manejarse de manera racional para que el animal los aproveche en forma eficiente. El costo de cada uno es diferente, independiente de su valor nutricional. Así, por ejemplo, el nutriente de mayor costo y más escaso en nuestro medio es la proteína; la cual se requiere en cantidades apreciables en animales de alta producción como vacas lecheras o terneros en crecimiento acelerado.

Análisis Requeridos para Valorar la Calidad de un Recurso

Los análisis de laboratorio son necesarios para saber como se deben utilizar los diferentes recursos alimenticios, incluyendo los pastos y forrajes, pues si se conoce su contenido de nutrientes, se facilita el ajuste de los faltantes o deficitarios, no se desperdician en los suplementos y las praderas se manejan en forma adecuada. Los principales análisis incluyen:

Proteína Cruda o Nitrógeno Total: es la determinación del contenido total de nitrógeno en un forraje o recurso alimenticio, del cual los pastos tropicales más comunes contienen entre 2% y 14% de PC.

Nitrógeno No Proteico (NNP): se establece precipitando el nitrógeno soluble en la muestra de forraje o alimento, y su valor se debe expresar como porcentaje de proteína cruda. Los valores normales oscilan entre 25 y 96% de todo el nitrógeno soluble.

Fibra en Detergente Neutro (FDN): se determina al solubilizar y filtrar todos los compuestos solubles en la muestra, mediante el hervido en una solución detergente, cuyo residuo es la pared celular o FDN. La mayoría de los pastos contienen entre 40 y 90% de FDN, dependiendo de su madurez.

Fibra en Detergente Ácido (FDA): es la fracción de fibra unida a la lignina que no es digerible y cuya determinación se logra hirviendo el FDN en una solución de detergente ácido. El contenido de FDA en los pastos varía entre 10 y 40% y está subordinado al grado de madurez de los mismos.

Lignina: su contenido en los pastos es del orden de 2 a 16% y aumenta a medida que el forraje madura.

Extracto Etéreo o Grasa (EE): para analizar este elemento se destilan las grasas contenidas en la muestra con un solvente orgánico. Los pastos tropicales poseen muy poca grasa (de 1 a 2% de la materia seca).

Cenizas Totales o Minerales (CEN): se establecen incinerando la muestra de forraje en horno a 550 °C. El residuo son las cenizas que en la mayoría de pastos fluctúan entre 4 y 12%.

Energía Bruta (EB): se determina quemando la muestra de forraje en una cámara cerrada con oxígeno puro. El gran número de los pastos posee entre 3.000 y 4.000 calorías por gramo, ó 3-4 kcal por kilogramo.

Extracto No Nitrogenado o Carbohidratos Solubles (ENN): se determinan por la diferencia entre la materia seca y los demás componentes, o por análisis colorimétrico de la muestra. En los pastos tropicales se encuentran muy pocos azúcares y almidones (1 a 2%) y el forraje que los contiene en mayor cantidad es la caña de azúcar(30%), seguida por la remolacha forrajera.

El análisis de los minerales se efectúa a partir de la digestión de la muestra de forraje para eliminar la materia orgánica. La ceniza residual se solubiliza y se pasa por un quemador de llama. El mineral se identifica de acuerdo con el

tipo de coloración que se produce en la llama del quemador. El método empleado se denomina espectrofotometría de absorción atómica, con el cual se detectan casi todos los minerales.

Para lograr un buen análisis de minerales en pastos, la muestra de forraje debe tomarse con mucho cuidado, evitando al máximo la contaminación por suelo, excretas u otros agentes, como el hierro de las herramientas o de los recipientes. Por esta razón, la muestra debe colectarse o cortarse, en lo posible, con la mano y a la altura a la cual el ganado cosecha el pasto y nunca a ras del suelo. Tampoco conviene almacenarla en vasijas metálicas y es necesario protegerla del polvo en su manejo y envío al laboratorio.

Los análisis de minerales más importantes en nutrición animal son los siguientes:

- a) de macro minerales (calcio, fósforo, magnesio, potasio y azufre).
- b) de minerales trazas o micro minerales (manganeso, cobre, cobalto, zinc y selenio).

Selección de Materias Primas para Suplementar

Los Recursos Propios de la Finca. En la finca y la región existen valiosos recursos alimenticios de muy bajo costo para suministrarlos al ganado, en especial recursos

con altos contenidos de proteínas y azúcares, como los residuos de las cosechas, tal como ocurre en aquellas explotaciones ganaderas donde se combina la agricultura con la ganadería (Tabla 3.1).

Tabla 3.1. Ejemplo de recursos alimenticios propios de la finca.

Materias primas	Nutrientes que aporta	Niveles de inclusión ración / día
Matarratón	Proteínas	15-30% del total
Leucaena	Proteínas protegidas	15-0 % del total
Algarrobilllo o samán	Proteínas/azúcares	15 %
Chachafruto	Proteínas	15 %
Papa, yuca (tubérculos)	Almidones, azúcares	10%

Los frutos de árboles como samán, trupillo, chachafruto y pízamo, proveen al ganado de proteína de alto valor biológico, lo mismo que los follajes de las cercas vivas hechas con matarratón (Figura 3.1).

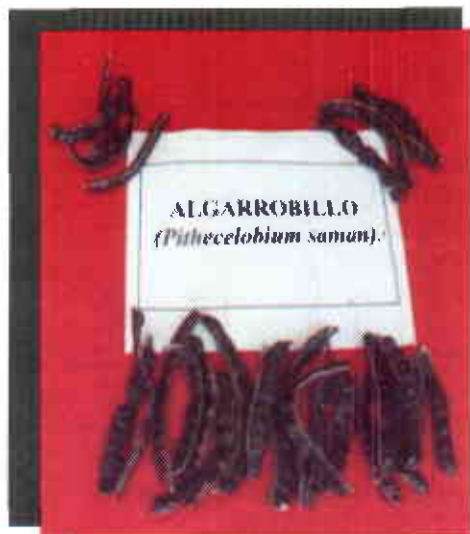


Figura 3.1. Frutos de algarrobilllo o samán o campano (*Pithecellobium saman*), árbol leguminoso muy común en la Región Caribe y en El Valle del Cauca

Recursos regionales. Entre los recursos regionales para suplementar al ganado se encuentran los subproductos de molinería, residuos de plantas de almidón, cachazas de plantas extractoras de aceite, y las gallinazas y pollinazas de las explotaciones avícolas (Tabla 3.2).

Tabla 3.2. Algunas materias primas utilizadas en la alimentación de Bovinos.

Materias primas	Nutrientes que aporta	Niveles de inclusión ración / día
Harina de arroz	Almidones y proteína	0.2 a 0.8 kg/día
Salvado de maíz	Almidones	0.5 a 0.8 kg/día
Torta de Palmaste	Fibra y proteína	1 a 2 kg/día
Aceites de palma	Grasas	2% de la dieta total
Cachazas	Grasas, azúcares	2 a 4 kg/día

Materias primas importadas. Por materias primas importadas se entiende las que no se producen localmente; las que el país importa y las de otras regiones. Por ejemplo, la melaza es una materia prima importada para la región de los Llanos. Este tipo de materias primas es de alto costo, por lo cual su uso debe ser reducido y alta su concentración de nutrientes. Las materias primas importadas de mayor importancia para la ganadería bovina en Colombia son los minerales, en particular el fosfato bicálcico y la urea (Tabla 3.3).

Tabla 3.3. Materias primas de importación para suplementos

Materias primas	Nutrientes que aporta	Niveles de inclusión ración / día
Urea	Nitrógeno No Proteico	60 a 200 g /día
Torta de soya	Proteínas	0.5 a 1.0 Kg. /día
Harina de pescado	Proteínas	0.3 a 0.5 Kg. /día
Torta de algodón	Proteínas	0.5 a 1.5 Kg. /día

Análisis y Pruebas para Determinar el Estado Nutricional del Animal (BUN, MUN, condición corporal). El buen manejo alimenticio de los bovinos implica que el productor o su asistente técnico deben hacer evaluaciones periódicas del estado nutricional de los animales en el hato. Existen varias técnicas para determinar el estado nutricional de un grupo de animales, las cuales combinan pruebas de laboratorio y evaluaciones visuales.

La urea constituye el principal producto del catabolismo de los aminoácidos y por ello es un producto que se obtiene a partir de la oxidación de éstos. Se ha descrito que tanto la albúmina como la urea son buenos indicadores del consumo de proteína en la dieta: los niveles de urea reflejan cambios inmediatos en el consumo de proteína y la disminución de la albúmina indica deficiencia de proteína a largo plazo (Herdt, 1988).

Concentración de Nitrógeno en Sangre y Leche. Urea Sanguínea. Este es un análisis de bajo costo y resultados rápidos. Se puede efectuar a partir de la sangre de una muestra de animales o de la leche de un grupo determinado de vacas. Para el caso de vacas en producción, es fácil y cómodo hacerlo tomando muestras de leche del balde de cada vaca o de las cantinas de recolección. Si se trata de novillas, novillos y terneros, debe realizarse en la sangre, enviando las muestras refrigeradas a un laboratorio clínico inmediatamente después de tomadas, donde se solicita un análisis de urea. Para el de leche, deben remitirse al laboratorio de Corpoica, en la Universidad Nacional, o a un laboratorio veterinario que haga esta prueba.

En la Tabla 3.4 se establece una interpretación general de los resultados del análisis de urea en sangre o leche, que puede servir de guía para la toma de decisiones sobre el manejo alimenticio del ganado.

Cuándo y cómo se debe realizar un análisis de urea en sangre o leche. En un hato siempre hay animales en diferentes estados fisiológicos, y durante el año se producen diferencias en la calidad de los forrajes en las praderas, por lo cual el estado nutricional de un animal varía en relación con estos dos factores. Los animales de mayores requerimientos nutricionales podrían estar sub-alimentados en ciertos momentos, como al inicio de la

lactancia, en el período posdestete o durante los dos últimos meses de gestación, si la época es una sequía prolongada o un fuerte invierno. En estas situaciones es preciso establecer una estrategia de manejo diferencial para los grupos de animales con mayores necesidades nutricionales.

En los dos primeros meses posparto, las vacas constituyen un grupo prioritario en cuanto a alimentación, motivo por el cual los mejores pastos tienen que ser para este grupo, o se les debe conceder prioridad para entrar al pastoreo. Si el análisis bromatológico del forraje arroja una deficiencia en proteína cruda y baja digestibilidad (PC menor que 10 y 50% de digestibilidad), es probable que también haya una deficiencia de nitrógeno, lo cual impedirá el buen funcionamiento ruminal de los animales.

El análisis de la urea en la leche establece si el nivel de nitrógeno es adecuado o no en el grupo seleccionado de los animales; al respecto, hay que señalar que se puede efectuar un sólo análisis si el grupo es pequeño (10-20 vacas), o dos o más si el grupo es grande.

Si los niveles de urea en la leche son bajos, entonces es inevitable una suplementación energético-proteínica para que la ración total (pasto más concentrado) contenga, como mínimo, 16% de proteína y un 65-70% de nutrientes digestibles totales (NDT).

Tabla 3.4. Interpretación rápida del análisis de N ureico en leche y orina.

Niveles mg/dl	Consecuencias	Soluciones
> 19	Exceso de proteína cruda en la dieta, carbohidratos solubles bajos	Ajustar la proporción de proteína/carbohidratos solubles
12 -19	Balance apropiado entre proteína y carbohidratos	Dieta adecuada en la relación P/E
8 -12	Baja proteína cruda fermentable en la dieta	Aumentar la proteína degradable en rumen, reducir la proporción de carbohidratos solubles
< 8	Muy bajo contenido de proteína en el forraje y/o en la dieta total, o alto contenido de carbohidratos solubles	Incrementar la proteína degradable en rumen y ajustarla a los carbohidratos solubles

Evaluación de la Condición Corporal

La condición corporal es una medida de calificación para estimar la cantidad de tejido graso subcutáneo en ciertos puntos anatómicos del animal. También muestra el grado de pérdida muscular en el caso de vacas flacas con muy poca grasa. Lo anterior significa que es un indicador del estado nutricional de un animal.

La variación de la condición corporal de un animal en forma individual, o de la totalidad del hato, tiene varias implicaciones que pueden ser útiles para tomar decisiones de manejo. En lo que respecta a la mencionada condición, podemos decir que una baja calificación en este sentido indica lo siguiente:

- * Incremento en el número de días abiertos, en el de los servicios por concepción y en el del intervalo entre partos.
- * Disminución en la tasa de preñez, en la producción de leche, en el peso de los terneros al destete, en los ingresos y en la rentabilidad.

La condición corporal sirve, además, para definir la cantidad y el tipo de suplemento que precisa la vaca durante la lactancia. Las vacas en buen estado corporal pueden movilizar sus reservas sin que sufran problemas metabólicos y sin que se afecte su desempeño reproductivo. Por el contrario, vacas flacas con pocas reservas corporales, demandan una mayor suplementación para evitar pérdidas excesivas de peso y la consecuente reducción en la producción de leche y en la tasa de preñez.

Manera de Realizar la Evaluación. Cualquier persona involucrada en el manejo del ganado o en la toma de decisiones en la finca (vaquero, ordeñador, propietario, veterinario) puede llevar a cabo la calificación de la condición corporal de los animales. Sin embargo, es recomendable que haya cierta constancia en la persona que la realice. En lo concerniente a la frecuencia de la evaluación, ésta depende del desempeño reproductivo de las vacas, pues los momentos clave para efectuarla son el parto, la monta o el servicio y el destete.

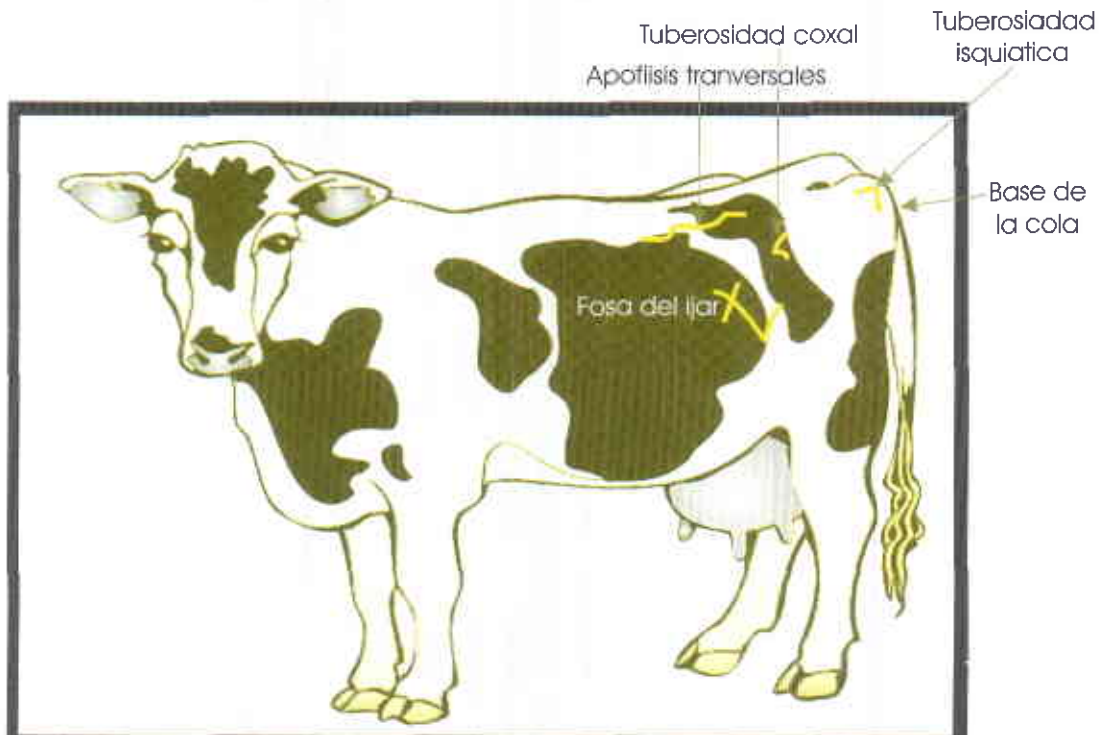


Figura 3.2. Puntos anatómicos importantes para la evaluación de la condición corporal.

Para proceder a la evaluación de la condición corporal hay que tener en cuenta la cantidad de tejido graso subcutáneo de los animales y observar el grado de empostamiento de ciertas áreas del cuerpo o el grado de pérdida de masa

muscular, en el caso de vacas flacas con poca grasa. Los puntos anatómicos escogidos para la apreciación visual son los que se observan en la Figura 3.2.

Calificaciones de la Condición Corporal para el Ganado Doble Propósito en Colombia (Figuras de la 3.3 a la 3.11)



Figura 3.3. Calificación 1: muy pobre.



Figura 3.4. Calificación 2: pobre.

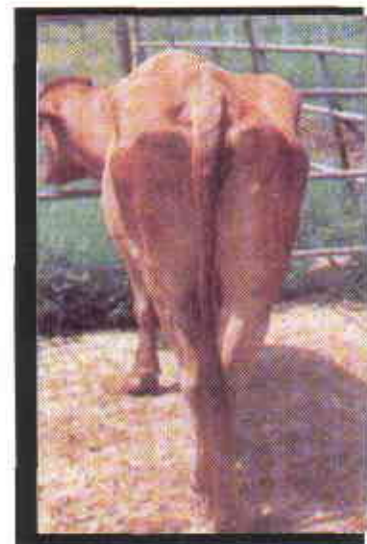




Figura 3.5. Calificación 3: regular.



Figura 3.6. Calificación 4: buena.



Figura 3.7. Calificación 5: muy buena.

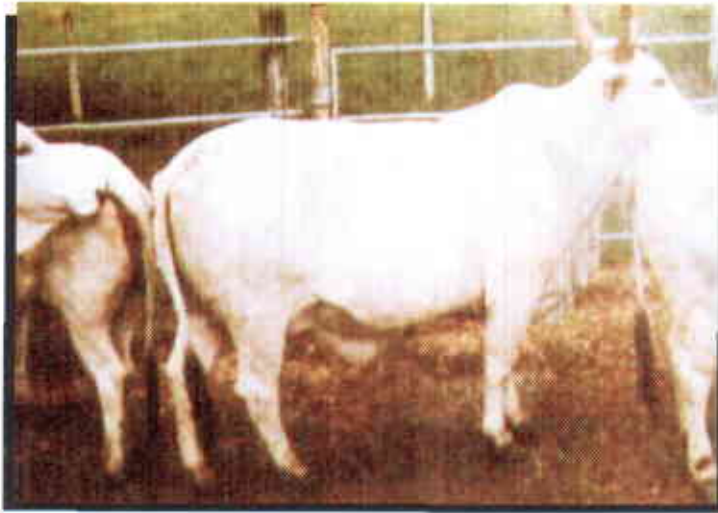


Figura 3.8. Calificación 6: Obesa (para ganado doble propósito)

En ganado para carne o ganado de cría, la escala de calificaciones va hasta 9 según lo establecido por las universidades de la Florida y Texas A&M.



Figura 3.10. Calificación 8: obesa (para ganado de carne).



Figura 3.9. Calificación 7: buena (para ganado de carne).



Figura 3.11. Calificación 9: obesa (para ganado de carne).

En el ganado especializado para leche, la escala va de 1 a 5 y la condición corporal óptima está entre 3 y 4.

En la Tabla 3.5 se muestra la condición corporal deseable en vacas lecheras de acuerdo con su estado fisiológico

Tabla 3.5. Calificaciones de condición corporal deseables por estado de lactancia, utilizando la escala de 5 puntos.

Estados o fases de lactancia	Calificaciones de condición corporal deseable
Vacas al parto	3+ o 4
Lactancia temprana	3- o 4
Media lactancia	3
Final de lactancia	3 a 3+
Seca o escotera	3+ a 4-

Fuente: Body condition scoring a a tool for dairy herd management. Pennsylvania State Extension Circular 363.

Los Requerimientos del Animal

En cada etapa fisiológica los animales precisan diferentes cantidades de nutrientes diarios, los cuales se han definido, en primer lugar, para mantenimiento, esto es, para sostener las funciones vitales del animal, así sea improductivo. Estas exigencias nutricionales varían de conformidad con otras variables, como el tamaño, la raza y el ambiente climático. Los animales de gran tamaño es obvio que demandan más nutrientes para mantenerse que los medianos o pequeños. Por ejemplo, si se comparan una vaca Holstein y una Jersey adultas, o una Cebú con una Criolla, también adultas, se observa que las vacas de gran tamaño (la Holstein y la Cebú) necesitan cantidades más elevadas de

nutrientes para mantenerse que la Jersey y la Criolla.

Por otra parte, las exigencias nutricionales también cambian según la fase o el estado fisiológico de un animal. Los estados fisiológicos de mayores necesidades de nutrientes son la lactancia en sus tres primeros meses y el crecimiento, desde el nacimiento al destete, seguidos de los dos últimos meses de gestación. Estas etapas del animal son de alto requerimiento, debido a que el metabolismo es acelerado, se están formando tejidos nuevos (músculos, huesos, leche) y se activan las funciones de reproducción (maduración de folículos) (Figura 3.12).

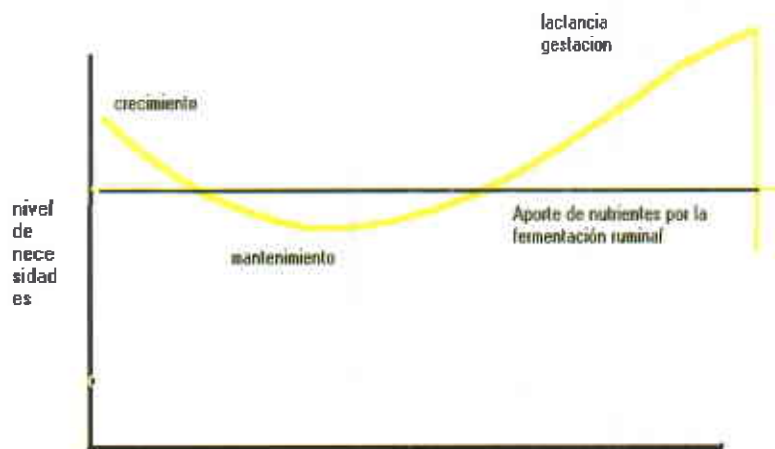


Figura 3.12. Esquemización de los requerimientos nutricionales según el estado fisiológico, en relación con los aportes del forraje en pastoreo

En los animales jóvenes, además de los requerimientos de mantenimiento, resultan imprescindibles los nutrientes que contribuyen a su crecimiento, los cuales se denominan a veces "requerimientos para ganancia de peso", que también se modifican según los factores ya mencionados, así como por la velocidad con que se desee que crezca el animal (ganancia de peso por día). Aquí hay que considerar un factor determinante de la velocidad de crecimiento: el consumo voluntario, el cual está determinado por la calidad de la dieta, aclarándose que los forrajes de mala calidad deprimen el consumo, circunstancia que obstaculiza el incremento de la tasa de crecimiento en los animales jóvenes.

Los Aportes del Forraje o Alimentación-Base.

Los forrajes tropicales aportan fibra en gran proporción. En promedio, el contenido de fibra en detergente neutro (FDN) en un forraje común como el braquiaria es de 62-70%. De esta cantidad sólo un 50% es digestible, o sea que la mitad de la fibra no aporta energía al animal. Considerando que un animal consume 8 kg de materia seca al día, de esa cantidad 5.6 kg son fibra (8×0.7) y de esta última 2.8 kg (5.6×0.5) son digestibles.

Asimismo, si el forraje tiene 1.4 Mcal de energía bruta, en promedio, la energía que le proporcionan los 8 kg de forraje es de 3.9 Mcal por día, lo que es, a todas luces, deficiente si las exigencias de energía del animal son de 20 Mcal/día. En cuanto a proteína, si el forraje consumido contiene 7% de proteína cruda, éste le brinda al animal 560 g (8×0.07), y si la demanda de proteína de una vaca de 450 kg. y 8 litros de leche suma los 1.200 gramos por día, la deficiencia es de 640 gramos que hay que suministrarle con otro recurso alimenticio.

Ajuste de Nutrientes Suplementarios.

Para establecer la formulación de un suplemento, es pertinente conocer, hasta cierto punto las necesidades del animal en relación con su función productiva, así:

1. Las vacas en lactancia, con o sin ternero, son los animales de mayor consumo y mayores necesidades de energía, proteína y minerales para producción reproducción y mantenimiento.
2. Los terneros y las terneras sin amamantamiento siguen en importancia con la exigencia de altos índices de nutrientes para su crecimiento.
3. Las novillas y los novillos destetos ocupan el tercer lugar con altas demandas de proteína y energía para el crecimiento.
4. En cuarto lugar se ubican las novillas para servicio, o de vientre, con requerimientos de mantenimiento y crecimiento para alcanzar el peso adulto antes del parto.
5. Es fundamental la energía en los novillos en finalización para terminar el crecimiento
6. Un grupo que sólo tiene necesidad de nutrientes para su mantenimiento es el de las vacas secas o escoterías y el de los toros en descanso.

Los suplementos de mayor concentración de proteína y energía digestibles deben ser para las vacas en producción de leche y para los terneros en crecimiento.

Para las novillas de vientre y los novillos de ceba, los suplementos deben contener mayor proporción de energía digerible y menos proteína que el suplemento de las vacas.

La energía de los suplementos destinados a los novillos finalizando, a las vacas secas y a los toros debe ser moderada.

SUPLEMENTACIÓN ENERGETICO PROTEÍNICAS PARA ANIMALES EN PASTOREO

Uso de Núcleos Proteicos-energéticos

En el Trópico Bajo, las condiciones ambientales propician un crecimiento acelerado de las pasturas, pero al mismo tiempo una maduración temprana, lo cual limita su potencial productivo. Así mismo, los animales son afectados en su metabolismo por estas condiciones climáticas, a lo cual se suma la baja calidad de los pastos. Si se pretende que la producción de leche en el Trópico Bajo sea una empresa competitiva, es fundamental combinar el uso de tecnologías que permitan mayor productividad por unidad de superficie y por animal. Una de estas tecnologías es la formulación y el manejo de suplementos de nutrientes, con base en los subproductos disponibles en la zona, que coadyuven a suplir las deficiencias de forrajes y estimulen al animal a convertir el forraje disponible en más leche y carne.

Como producto del Plan de Modernización Tecnológica de la Ganadería Bovina Colombiana, se realizó un experimento en una finca en El Valle del Sinú, en época de invierno, cuando las praderas se encontraban en excelentes condiciones de cobertura y calidad nutricional (por análisis de laboratorio), se seleccionaron 2 grupos de 13 vacas cada uno, en el primer y segundo tercio de la lactancia, con promedios de producción superiores a 4 litros/día, evaluándose 6 fórmulas diferentes de suplemento, cuya bases eran los subproductos agroindustriales torta de algodón, salvado de maíz y arroz y sal mineralizada. En la formulación se mantuvieron constantes las cantidades de torta de algodón y sal mineralizada, y variables las de los salvados. Las fórmulas tuvieron la siguiente composición nutricional porcentual en base seca (Tabla 4.1)

Tabla 4.1. Composición nutritiva de algunos suplementos energetico-proteínicos Utilizados para vacas doble propósito en producción en El Valle del Sinú.

Fórmulas	Proteína cruda %	FDN %	FDA %	MO %	Cenizas %
1	32.9	17.1	31.7	94.8	5.20
2	28.9	17.1	26.5	94.8	5.18
3	27.9	13.7	32.3	90.3	9.69
4	28.6	14.9	28.7	90.2	9.75
5	29.3	15.1	26.5	98.9	1.09
6	28.1	13.1	31.5	91.8	8.29

En la primera y segunda fórmulas se aplicó a la torta un tratamiento de formaldehído al 5% (7.5 l/tonelada), para aumentar la protección contra la fermentación ruminal, y las cantidades ofrecidas se establecieron empíricamente y distribuyeron así:

Vacas entre 4-7 l/día:	1.0 kg
Vacas entre 7.5-9 l/día:	1.5 kg
Vacas entre 9-5 l/día:	2.0 kg
Vacas de más de 15 l/día:	2.5 kg

Las vacas suplementadas respondieron en forma positiva a las raciones y aumentaron la producción de leche de un promedio de 4.9 a 6.85 kg/día, en el primer período y con la fórmula 1. Más tarde, el promedio se mantuvo en 6.9 kg/día y en el último período declinó a

6.6 kg/día. La producción total de las vacas suplementadas representó el 36% del total de leche producido en 119 días de experimentación. La producción total de 13 vacas suplementadas contra las 13 no suplementadas fue 8% más alta. Asimismo, la condición corporal de las vacas suplementadas pasó de una calificación de 3.0, en el mes de abril, a 3.8 en el de julio y se mantuvo constante hasta septiembre.

El balance de costos e ingresos fue positivo, lo que demuestra que con la aplicación de un suplemento apropiado se incrementan los ingresos de la finca, sin elevar los costos de producción por unidad de producto. Otro beneficio importante es el mejoramiento de la condición corporal, lo cual incide sobre la eficiencia reproductiva.

Los bloques han sido exitosos en la suplementación animal.

Bloque Multinutricionales

Los bloques nutricionales de urea-melaza se han utilizado con éxito para suplementar de manera eficiente a animales que reciben una dieta deficiente, en especial durante la época seca, cuando los forrajes son de baja calidad y poco disponibles (Figura 4.1).

La suplementación con bloques también contribuye a aumentar la digestibilidad de la fibra, permitiendo que en las épocas críticas el ganado no pierda peso, mientras que en períodos normales ayuda a la producción animal. Trabajos realizados en el C I Turipaná (Cereté, Córdoba), demostraron que el suministro de bloques multinutricionales a vacas en producción, pastoreando en praderas de ángleton y pará durante la época lluviosa, se reflejó en la reproducción con 25% más de animales preñados cuando recibieron bloque frente a los sólo que recibieron pastoreo.

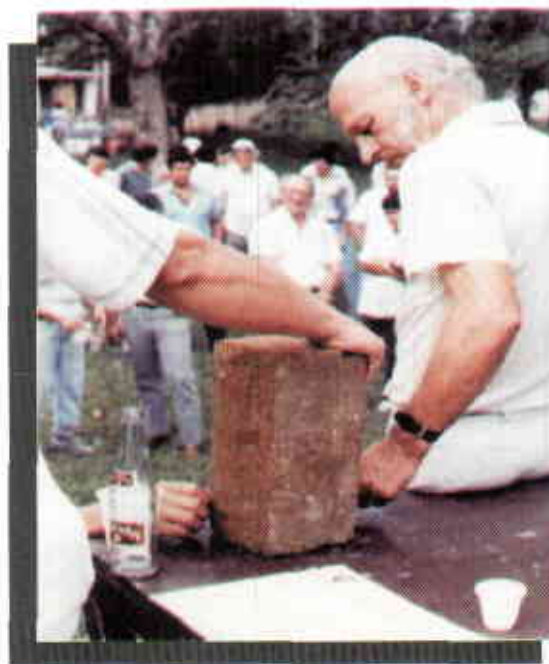


Figura 4.1. Bloques multinutricionales, fabricados con bagazo de caña de azúcar y compactados en máquina para la fabricación de ladrillos de arcilla prensada.

Los bloques se pueden adquirir en el comercio o producirse en la finca, caso este último en el cual se pueden utilizar todos los materiales disponibles, siempre que no sean tóxicos y que se mezclen de manera uniforme. Se debe tener en cuenta que la finalidad de los bloques es proporcionar nitrógeno no proteico (NNP) a las bacterias ruminales, por lo cual es imprescindible que contengan una fuente de NNP (urea es la de uso generalizado) y una fuente de carbohidratos solubles, representada, por lo general, por la melaza. También es necesario un pegante o cementante, que puede ser cemento o cal. Cuando se acude al cemento, hay que agregar

un poco de agua, hecho que dificulta el fraguado del material final y ha generalizado el empleo de cal apagada (hidróxido de calcio).

Cuando se va a utilizar gallinaza o pollinaza en la fabricación de bloques, es recomendable hacer un análisis de minerales a este ingrediente, ya que puede contener niveles inadecuados de algunos minerales como cobre y es preciso definir si se le adiciona sal mineralizada o sólo sal blanca. Los porcentajes de cal a utilizar pueden ir desde 8 a 10%, pero sin exceder este porcentaje, pues altos contenidos de cal reducen la palatabilidad del bloque.

Tabla 4.2. Fórmulas comunes para elaborar bloques multinutricionales.

Ingredientes	No.1	No.2	No.3	No.4
	%	%	%	%
Melaza	40	45	30	40
Cal	10	10	10	10
Urea	10	10	10	5
Sal mineralizada	5	5	13	5
Salvado de arroz	35	20	-	35
Tamo picado	-	10	-	-
Azufre	-	-	2	-
Hoja seca de matarratón	-	-	35	-
Gallinaza seca	-	-	-	5

Fuente: Becerra y David, 1991.

Mezclado de ingredientes y elaboración de bloques. Las siguientes son las indicaciones que deben observarse para elaborar los bloques multinutricionales, a saber:

* Mezcle los ingredientes, previamente molidos, con excepción de la melaza y la urea.

* Disuelva la urea en la melaza hasta homogenizar. Agregue lentamente esta mezcla a la parte sólida, accionando en forma continua la mezcladora.

* Una vez obtenga una mezcla homogénea de los ingredientes, proceda a la formación del

bloque en la compactadora. Se pueden utilizar baldes o canecas como moldes; en estos casos se deja en el fondo del balde un papel periódico para que la masa salga con facilidad.

* Deje los bloques en reposo durante 48 horas en un sitio seco y protegido, pudiendo permanecer así por mucho tiempo.

* El bloque debe tener tal dureza, que el ganado no lo muerda y sólo lo pueda lamer.

* Cada bovino adulto puede consumir entre 300 a 400 gramos, en promedio, de bloque multinutricional por día.

Suplementación Energético-Proteínica para Animales en Pastoreo

Suplementación con Ensilaje-Urea de Vacas Doble Propósito en Pastoreo de Colosuaña (*Bothriochloa Pertusa*) en las Sabanas de la Costa Caribe de Colombia

En la finca Buenos Aires, en el municipio La Unión, departamento de Sucre, situada a 65 m.s.n.m., con precipitación de 800 mm anuales, 28°C de temperatura promedio anual y 65% de humedad relativa, se estudió, bajo un diseño completamente al azar, el efecto de la suplementación con 20 kg de ensilaje de maíz, 100 g de urea, 100 g de melaza y 80 g de sal mineralizada, sobre las variables peso corporal y producción de leche de vacas doble propósito que pastoreaban en pasto colosuaña (*Bothriochloa pertusa*) durante la época de verano. El mencionado estudio se efectuó con 30 vacas de tipo racial Cebú x Pardo Suizo de mestizaje indefinido, de las cuales a 15 se les suplementó con ensilaje de maíz, urea, melaza y sal mineralizada, y el resto con ensilaje solo.

Los resultados mostraron que la suplementación con ensilaje, urea, melaza y sal mineralizada produjo efectos estadísticos

significativos (P0.01) sobre el peso corporal de las vacas, registrándose una pérdida de peso vivo de 12 kg (3.1%), en promedio, mientras que las vacas suplementadas con ensilaje solo perdieron 22 kg (5.6%), en promedio (Tabla 4.3).

La producción de leche de las vacas suplementadas con ensilaje de maíz, urea, melaza y sal mineralizada, se incrementó en un 30.3%, con relación a las suplementadas con ensilaje solo, con efectos estadísticos altamente significativos (P0.0001),

El costo total de la alimentación de las vacas suplementadas con ensilaje, urea, melaza y sal fue superior (20.5%) al de las suplementadas con ensilaje solo, pero el ingreso bruto y la utilidad neta por venta de leche de 30.3 y 35.6%, en su orden, y la tasa de retorno marginal de 3.21.

Tabla 4.3. Efecto de la suplementación con ensilaje-urea sobre el peso y la producción de leche de vacas doble propósito en la empresa ganadera Buenos Aires. La Unión, Sucre. 1999.

Variables	Vacas con ensilaje-urea	Vacas con ensilaje solo
Peso promedio inicial kg	386	390
Peso promedio final kg	374	368
Pérdida de peso kg	12	22
% Pérdida de peso	3.1	5.6
Producción total leche /litro	1986	1524
Producción. promedio vaca período /litro	132	101
Producción promedio. vaca /día/litro	3	2.29

Duración del experimento: 45 días.

El costo de la alimentación de las vacas suplementadas con ensilaje-urea-melaza fue mayor en un 20.5%, pero el ingreso bruto por venta de leche lo fue de 30.3% (\$843.120), frente al de las suplementadas con ensilaje solo (\$640.080). Asimismo, la utilidad neta obtenida de las vacas suplementadas con

ensilaje-urea-melaza fue mayor en un 35.6% a la de las vacas testigos. La tasa de retorno marginal del proceso tecnológico fue de 3.21, lo cual significa que por cada peso invertido en la suplementación se obtuvo una ganancia de 3.21 pesos (Tablas 4.3, 4.4 y 4.5).

Tabla 4.4. Costos de suplementación utilizada en la empresa ganadera Buenos Aires. La Unión Sucre. 1999.

Componentes	Costos unitarios/kg. \$	Costos animal/día \$	Costos grupo/día \$	Costos totales \$
Ensilaje 20 kg	17	340	5100	224.400
Urea 100 g	296	29.6	444	19.536
Melaza 100 g	217	21.7	325.5	14.322
Sal mineralizada 80 g	230	18.4	276	12.144
Total		409.7	6145.5	270.402

Tabla 4.5. Balance económico de la suplementación con ensilaje-urea en la empresa ganadera Buenos Aires. La Unión, Sucre. 1999.

Factores	Vacas con ensilaje-urea \$	Vacas con ensilaje solo \$	Diferencias %
Ingreso bruto por leche	834.120	640.080	30.3
Costo de la alimentación	270.402	224.400	17.0
Utilidad neta	563.718	415.680	35.6
Utilidad por vaca	37.581	27.712	35.6

Terneros y terneras lactantes de doble propósito.
Novillas de reemplazo

Alimentación de Bovinos en Confinamiento (Terneros Lactantes).

Este experimento se desarrolló en el C.I. Turipaná, en Cereté, Córdoba, con las siguientes características y bajo las condiciones descritas, y sus resultados se consignan en las Tablas 4.6, 4.7 y 4.8.

Manejo: estabulación.

Alimentación: ensilaje de maíz+suplemento (maíz, cacota de algodón, melaza y sal).

Tipo de animal: F2 (segunda generación).

Total de animales en observación: 30 (17 hembras y 13 machos)

Grupo racial: Holstein x Cebú. Simmental x Cebú.

Edad promedio de los animales al iniciar la observación: 72 Días

Tabla 4.6. Composición bromatológica de los alimentos utilizados y sus costos.

Alimentos	P.C.	FDN	FDA	Costos* \$ /kg
Ensilaje de maíz	8.2	64.03	39.8	25.0
Suplemento	13.1	30.15	11.55	276.0

*Precios semestre A/2000.

Tabla 4.7. Sistema alimenticio de terneros del sistema doble propósito en estabulación en el C.I. Turipaná y sus costos

Alimentos	Consumos promedios kg/animal/día	Consumos totales kg/56 día	Costos \$/animal/día	Costos totales \$ *
Ensilaje de maíz	1.5	2.520	37.5	63.000
Suplemento	0.343	576.24	94.7	159.042

*Precios semestre A/2000.

Costo/kg de dieta/animal/día: \$ 132

Costos kilogramos dieta/30 animales/56 días: \$ 222.042

Tabla 4.8. Ganancia de peso de terneros del sistema doble propósito en estabulación en el C.I. Turipaná alimentados con ensilaje de maíz más Suplemento durante 56 días. (abril-junio/2000).

Grupo de animales	Pesos iniciales kg	Pesos finales kg	Ganancias diarias de peso kg	Ganancias totales de peso kg
6 machos	88	139.42	0.918	51.42
7 machos	58.71	96.79	0.680	38.09
5 hembras	86.70	134.80	0.859	48.10
6 hembras	72.08	117.25	0.806	45.17
6 hembras	59.5	99.42	0.713	39.92

Los animales consumían la leche residual después del ordeño, además de la dieta ofrecida.

Suplementación de Terneros Lactantes del Sistema Doble Propósito en Confinamiento con Ensilaje de Maíz más semilla de Algodón.

En las instalaciones del Programa doble propósito del C.I. Turipaná, se realizó un experimento con 15 terneros tipo F2, de los cruces raciales Holstein x Cebú y Simmental x Cebú, los cuales se escogieron al azar y distribuyeron en 3 grupos: grupo 1, formado por 5 hembras con edad promedio de 169 días; grupo 2,

constituido por 5 machos, con edad promedio de 155 días y grupo 3, integrado por 5 machos con edad promedio de 159 días (Figura 4.2) Cada grupo se alojó en corrales de 3 m. de ancho x 5 m. de largo, con piso de cemento y techo de eternit, provistos de comederos y bebederos. Los animales salían diariamente de estos corrales para reunirse con sus madres en la sala de ordeño, donde, después que la vaca era ordeñada, los terneros consumían la leche residual.



Figura 4.2. Terneros tipo F2. de cruces Holstein x Cebú y Simmental x Cebú.

Una vez finalizada esta actividad, los terneros eran separados de sus madres y regresaban de nuevo a los corrales para suministrarles también, día a día, la dieta de ensilaje de maíz y semilla de algodón M 123. Las cantidades de alimentos ofrecidas y sobrantes se registraban día por día en formatos especiales, para luego

efectuar consolidados.

Los animales se vacunaron contra fiebre aftosa y monitorearon para identificar endoparásitos y hemoparásitos; asimismo, se pesaban mes a mes, anotando sus pesos en formatos especiales (Tablas 4.9 y 4.10).

Tabla 4.9. Promedios de alimentos ofrecidos y consumidos por terneros.

	Ensilaje de maíz ofrecido (kg/animal /día)	Semilla de algodón M 123 ofrecida (kg/animal/día)	Total alimento consumido (kg/animal/día)
	9.95	0.640	9.2
5 machos	9.93	0.570	9.1
5 machos	9.53	0.646	8.7

Tabla 4.10. Ganancias de peso de terneros lactantes del sistema doble propósito alimentados con ensilaje de maíz y semilla de algodón M 123 durante 120 días.

Grupos de Animales	Edades iniciales (Días)	Pesos iniciales (kg)	Pesos finales (kg)	Edades finales (días)	Ganancias peso/animal día (kg)	Ganancias totales (kg)
5 Hembras	169	121.5	180.9	294	0.500	59.4
5 Machos	155	131.5	203.5	280	0.600	72.0
5 Machos	159	109.4	175.5	284	0.550	66.1

En el sistema de producción doble propósito, el levante de hembras es, por lo general, deficiente desde el destete hasta la edad del primer servicio. Manejando estos animales bajo un sistema de pastoreo en rotación y brindándoles suplementos proteicos, se logran ganancias de peso considerables durante las épocas de sequía, impidiendo que los animales

se retrasen en su crecimiento. El peso al destete de hembras manejadas en rotación y con suplementación es entre 35 y 40% más alto que el promedio (130 kg) en este tipo de animales (Tabla 4.11). Las consecuencias a largo plazo de este manejo son una menor edad al servicio y un mayor peso al primer parto.

Tabla 4.11. Resumen destetes de hembras del sistema doble propósito manejados en rotación con pasto ángleton (*Dichanthium aristatum*) y admirable (*Brachiaria mutica*) y suplementadas con semilla de algodón. Enero 16/2001 a diciembre/2001.

No. Animales	Grupos raciales	Promedio desviaciones	Días destete	Pesos al nacimiento	Peso al destete	Ganancias animal/días
20	H x C	0.099	273	30	175	0,534

Suplementación de Novillos de Engorde o Ceba. El uso de cultivos forrajeros como la caña de azúcar es ideal para el engorde de machos, siempre y cuando este forraje se suplemente con fuentes proteicas como la urea, la semilla de algodón y los salvados, con las cuales se consiguen ganancias de peso iguales o superiores a las que se obtienen con el uso de concentrados comerciales de mayor costo.

En la Tabla 4.12, el tratamiento 2, que combinó semilla de algodón y salvado de arroz, produjo una mayor ganancia en razón de su mejor balance de nutrientes, pues la semilla proporciona proteína degradable y grasa 100% digerible, y el salvado de arroz proteína no degradable y almidones de baja degradación en el rumen.

Tabla 4.12. Comportamiento de novillas estabuladas alimentadas con dieta básica de caña de azúcar y suplementadas con salvado de arroz más urea, más semilla de algodón

Tipo de animales	Tratamientos	Ganancia de peso (kg /día)	Fuentes
Novillas 18 meses	Caña + salvado de arroz	0.490	Torregrosa y otros (1997)
	Caña + salvado arroz + semilla de algodón	0.570	
	Caña + concentrado comercial	0.555	

Dieta básica (DB): Caña fresca picada más 1% de mezcla urea-sulfato de amonio 9:1.

T1: DB más 1 kg salvado de arroz/animal/día.

T2: DB más 700 g salvado de arroz, más 300 g semilla de algodón.

3: DB más 1 kg concentrado comercial.

Los resultados del trabajo, descritos en la Tabla 4.13, señalan la necesidad de suplementar al ganado en épocas de sequía tanto con forraje básico (caña de azúcar) como con suplementos proteico-energéticos. Y

como uno de los problemas críticos durante la sequía es la falta de materia seca para llenar los requerimientos de los animales, esto se soluciona mediante los cultivos forrajeros como la caña, el maíz, el sorgo y el millo.

Tabla 4.13. Comportamiento de terneros de levante en época seca, alimentados con dieta básica (pastoreo) y suplementados con caña de azúcar, salvado de arroz más urea, más semilla de algodón

Tipo animales	Tratamientos	Variación PV (kg)	Fuente
Terneros de 15 meses	T1 Pastoreo solo	0.058	Torregrosa y otros (1997)
	T2 pastoreo+ urea-sulfato de amonio+salvado arroz+semilla algodón	0.525	
	T3 Solo caña + urea-sulfato de amonio+salvado arroz+semilla algodón	0.616	

T1 : Dieta básica (DB) pastoreo.

T2: DB más caña fresca picada, más 1% de mezcla urea-sulfato de amonio 9:1, más 1 kg de la mezcla compuesta por 50% salvado de arroz y 50% semilla de algodón /animal /día.

T3: Caña fresca picada más 1% de mezcla urea-sulfato de amonio 9:1, más 1 kg de la mezcla compuesta por 50% salvado de arroz y 50% semilla de algodón /animal /día.

Durante la época seca, Pérez y col. evaluaron la alimentación de vacas en producción del sistema doble propósito en pastoreo, suplementadas con caña de azúcar fresca picada más 1% de mezcla urea-sulfato de amonio 9,1, más 1 kg de la mezcla compuesta

por 700 g. de salvado de arroz y 300 g. /vaca/día de semilla de algodón, manteniéndose las producciones de leche similares a las obtenidas en época de lluvias, lo cual es económicamente rentable.

Tabla 4.14 . Resumen destetes de machos del sistema doble propósito manejados en rotación y suplementados con semilla de algodón. Enero-diciembre 16/2001 a diciembre/2001.

No. animales	Grupos raciales	Desviaciones promedio	Días destete	Pesos nacimiento	Pesos destete	Ganancias animal/día
			283	30	197	0,586
16	H x C		19	5	38	0,105

En la Tabla 20, se relacionan las variables días al destete, peso al nacimiento, peso al destete y ganancias diarias de peso, para las hembras y los machos del sistema de doble propósito en el C.I Turipaná, manejados en rotación de praderas y suplementados con semilla de algodón con un consumo invierno- verano de 100 gramos /animal /día.

En la Finca La Loma, ubicada en la vereda La Poza, en el municipio de Montería, se realizó el experimento de suplementar la alimentación de novillos de carne, manejados en pastoreo rotacional con pastos *Brachiaria decumbens* y *Brachiaria dictyoneura* y semilla de algodón, en cantidades de 1 kg/animal. En la Tabla 4.15 se observan las ganancias de peso durante las época de lluvias y en la Tabla 4.16 las logradas durante la sequía.

Tabla 4.15. Ganancias de peso de novillos alimentados en pastoreo rotacional y suplementados con semilla de algodón M 123 en época de lluvias. Finca La Loma.

Potreros	No. animales	Pesos iniciales (kg)	Pesos finales (kg)	Ganancias Totales (kg)	Ganan/an /día (kg)	Totales Días
La Mina*	59	320.5	338.9	18.4	0.557	33
Casa Nueva*	42	263.5	296.1	32.6	0.466	70
La Poza**	48	350.7	387.5	36.8	0.575	64
Machado**	53	348.9	385.5	36.5	0.554	66

*B. decumbens ** B. dictyoneura

Tabla 4.16. Ganancias de peso de novillos alimentados en pastoreo rotacional y suplementados con semilla de algodón M 123 en época seca. Finca La Loma.

Potreros	No. animales	Pesos Iniciales (kg)	Pesos finales (kg)	Ganancia totales (kg)	Ganan/ani/día (kg)	Totales días
La Mina	41	354.2	378.4	24.2	0.550	44
Casa Nueva	42	296.1	328.9	32.8	0.782	42
La Poza	48	387.5	417.9	30.4	0.706	43
Machado	53	385.5	415.7	30.3	0.704	43

PREPARACIÓN Y UTILIZACIÓN DE FORRAJES CONSERVADOS DURANTE ÉPOCAS CRÍTICAS DE PRODUCCIÓN

Conservación de Forrajes

El déficit hídrico que se registra durante las épocas de sequía y el efecto de fenómenos meteorológicos de ciertas áreas del Trópico de Altura originan una disminución drástica de la disponibilidad y calidad de la biomasa para la alimentación animal, conocida como “estacionalidad forrajera”, lo cual repercute de manera negativa en las tasas de crecimiento y en los niveles productivos de los animales en diferentes tipos de explotación.

Por las razones anteriores, se hace necesario, entonces, neutralizar la estacionalidad

forrajera y sus consecuencias negativas con estrategias de conservación forrajera que aumenten la disponibilidad de biomasa y permitan mantener la carga animal y los niveles productivos de las explotaciones.

La conservación de forrajes involucra el aprovechamiento de los excedentes forrajeros durante la época de lluvias, los subproductos de cosecha y la siembra de cultivos forrajeros establecidos de manera exclusiva para este objetivo, a través de diferentes procesos como el ensilaje, el henolaje y la henificación.

Figura 5.1. Transporte de forraje cosechado del lote de cultivo al silo.



Ensilaje

Método de conservación de pastos y forrajes, basado en una fermentación anaeróbica

El ensilaje es un método de conservación de pastos y forrajes, basado en una fermentación anaeróbica (sin aire) de la masa forrajera, que permite mantener durante un tiempo prolongado la calidad que tenía el forraje en el momento del corte.

Se diferencian dos tipos de ensilaje: directo o húmedo, en el cual el forraje se corta (con 68 o 72% de humedad), se pica de inmediato y se lleva al silo. Con presecado, el forraje cortado se deja en el campo y después de cierta deshidratación se traslada al silo.

Aun cuando se puede ensilar cualquier gramínea, leguminosa o subproducto, se prefiere, sin embargo, ensilar cultivos verdes con altos rendimientos forrajeros por unidad de superficie, alta proporción de hojas, alto contenido de azúcares o carbohidratos solubles y de fácil cosecha mediante métodos manuales o mecánicos.

La Tabla 5.1 contiene los niveles de proteína cruda y fibra en detergente neutro (FDN) de los principales materiales forrajeros del Trópico de Altura empleados en procesos de ensilaje.

Tabla 5.1. Composición química de algunos materiales forrajeros del Trópico Alto.

Tipos de forraje	PC (% MS)	FDN (% MS)	Referencias
Kikuyo	10.5 – 15.7	48.9 – 61.5	Sánchez, 2000
Raigrás tetrelite	16.4 – 21.5	39.6 – 56.3	Sánchez, 2000
Maíz	6.4 – 8.9	43.3 – 55.5	Sánchez, 2000
Avena cayuse+vicia	8.6 – 11.8	49.8 – 60.7	Sánchez, 2000
Avena cayuse	5.7	60.0	Báez, 1997
Avena Línea 15	6.1	58.5	Báez, 1997
Triticale	6.2	55.2	Báez, 1997

La fermentación anaeróbica (sin aire) del forraje la realizan bacterias específicas (bacterias acidolácticas), las cuales transforman los azúcares existentes en la masa forrajera en ácido láctico, elevando, al mismo tiempo, la acidez de la masa forrajera. Sin embargo, estas bacterias requieren ciertas condiciones de temperatura, humedad, acidez, ausencia de oxígeno y de ciertos nutrientes específicos (azúcares ó carbohidratos solubles) para proliferar y competir con otros tipos de bacterias existentes que producen el calentamiento y la putrefacción del forraje.

En general, la microflora superficial de las plantas está conformada por especies de pseudomonas, flavobacterium, micrococcus, bacterias coliformes y lácticas. Dentro de estas últimas son importantes los géneros *Lactobacillus*, *Leuconostoc* y *Streptococcus* (Argüelles, 1990). El tipo y número de bacterias varía en forma considerable de acuerdo con las condiciones ambientales (grado de contaminación, temperatura, humedad relativa, tensión de oxígeno) y con factores inherentes a la planta, como especie, morfología y estado de desarrollo.

La calidad del ensilaje depende de las decisiones de manejo y de algunas prácticas que deben implementarse antes, durante y después del proceso. Dentro de los factores básicos de manejo que se originan de modo directo en el productor, relacionados con la calidad obtenida, pueden mencionarse los siguientes: madurez y humedad del forraje en el momento de la cosecha, método de cosecha y conservación, tipo de infraestructura utilizada para el almacenamiento (silo), uso de aditivos y métodos de vaciado del silo.

Madurez y Humedad. Una madurez apropiada asegura los niveles óptimos de azúcares fermentables para los microorganismos responsables de la fermentación en los ensilajes y para maximizar el valor nutricional en los animales. A medida que avanza la madurez, se concentran los constituyentes de la fibra y se reducen los correspondientes al contenido celular; de esta manera, disminuye el valor nutritivo del forraje y el consumo voluntario (Tabla 5.2).

Tabla 5.2. Efecto del periodo vegetativo y de la fertilización sobre el valor nutritivo de algunas gramíneas de clima frío.

Especies	Cortes (días)	Valores nutritivos		
		PC %	FC %	ED Mcal/kg
Kikuyo sin fertilizar	39	11.89	19.67	2.1
Kikuyo sin fertilizar	50	14.63	22.45	2.66
Kikuyo sin fertilizar	90	9.33	27.62	1.8
Kikuyo (50 kg N)	39	16.43	18.98	2.48
Kikuyo (50 kg N)	50	16.62	19.99	2.82
Kikuyo (50 kg N)	90	10.65	24.67	1.99
Raigrás tetrelite	25	21.21	18.76	2.76
Raigrás tetrelite	35	19.13	20.12	2.81
Raigrás tetrelite	55	13.98	22.45	2.87

Adaptado de: Méndez, L. 1997.

De manera similar, la humedad del forraje en el momento del corte determina el tipo de fermentación en el silo, y, en consecuencia, la calidad del producto final, ya que un exceso diluye el contenido de azúcares solubles e incrementa su pérdida por lixiviación o lavado durante los procesos de compactación, generando prolongados procesos de fermentaciones indeseables; por otra parte, su deficiencia causa dificultades de picado y compactación, favoreciendo el desarrollo de levaduras y hongos y el calentamiento del material almacenado.

Tipos de Silo. El silo es un depósito o

construcción donde se almacena forraje picado, con el fin de producir una fermentación anaeróbica de la masa forrajera, necesaria para el ensilaje. Debe ubicarse a una distancia media o proporcional entre el establo y el cultivo o la pradera destinados para el ensilaje, con el propósito de economizar mano de obra y tiempo en el llenado del silo y en la alimentación de los animales.

Existen tres tipos básicos de silos: verticales o aéreos, horizontales y de bolsa o vacío, que se diferencian entre sí por los costos de construcción, la velocidad de llenado y las pérdidas de material forrajero durante el proceso.

Fases Durante el Proceso de Ensilaje

Fases aeróbica, anaeróbica y de alimentación de del Vaciado del silo

Fase Aeróbica. El forraje ensilado se debe someter a diferentes procesos químicos y microbiológicos desde el momento de la cosecha hasta cuando se ofrece a los animales. Si bien una vez realizada la cosecha o corte, se suspende la fotosíntesis, las células vegetales continúan la respiración hasta cuando se agotan el oxígeno o las reservas de carbohidratos. Durante la respiración, los carbohidratos solubles, sobre todo los azúcares, son oxidados hasta producir agua, dióxido de carbono y calor, por la acción de las células vegetales y de microorganismos aeróbicos. Por esta razón es conveniente que la respiración celular sea lo más corta posible, para asegurar el máximo contenido de azúcares que faciliten una óptima fermentación.

Bajo condiciones ideales de humedad, picado y compactación, la fase de respiración celular debe completarse en unas pocas horas. Una fase aeróbica prolongada origina pérdida excesiva de materia seca y producción excesiva de calor y se incrementa la cantidad de proteína dañada por este efecto.

Fase Anaeróbica. Una vez agotado el oxígeno atrapado en la masa forrajera, comienza el proceso de fermentación anaeróbica, caracterizado por el crecimiento de microorganismos anaeróbicos, tales como enterobacterias o coliformes, las cuales producen ácido acético, alcohol y gas carbónico. Como el pH de la masa ensilada cae por debajo de 5, las bacterias disminuyen su crecimiento, finalizando de esta manera la primera parte de esta fase, la cual no excede las 24 o 72 horas. El descenso del pH coadyuva al aumento de microorganismos más eficientes y de las bacterias lácticas que producen una rápida y eficiente reducción del pH de la masa forrajera.

El láctico es el más fuerte y efectivo ácido para reducir con rapidez el pH de la masa ensilada y mantener la estabilidad aeróbica en el silo después de su apertura. Su concentración en ensilajes bien realizados alcanza niveles superiores al 6 u 8% de la materia seca del ensilaje (Tabla 5.3).

Tabla 5.3. Características determinantes de la calidad de un ensilaje húmedo

Elementos	Buena calidad	Mala calidad
QUIMICAS		
PH	<4.2	>5.2
Ácido láctico (%MS)	>6.0	<5.2
Ácido acético (%MS)	<2.0	>3.5
Ácido butírico (%MS)	<0.5	>0.8
Nitrógeno amoniacal (%MS)	<1.0	>4.0
FISICAS		
Color	Amarillo verdoso	Negro
Olor	Agradable	Pútrido
Apariencia	Ausencia de hongos	Presencia de hongos
Humedad (%)	68 – 72	>78 <65

Adaptado de: Argüelles, 1982.

La fase anaeróbica es la más larga porque continúa hasta cuando el pH de la masa forrajera es lo suficientemente bajo para inhibir el crecimiento potencial de microorganismos.

Aunque el tiempo de fermentación natural (sin adición de aditivo alguno) depende en forma directa del tipo de cultivo, de la madurez, humedad y de la capacidad buffer del forrajel, en general se completa entre 10 días y 3 semanas.

A medida que el cultivo es más tierno y se practica un ensilaje húmedo, es mayor la capacidad buffer, la fermentación se hace más larga, se requieren más carbohidratos solubles para la fermentación y aumenta el pH terminal.

Fase de Alimentación o del Vaciado del Silo. Esta etapa es tan importante como las mencionadas antes, ya que pueden ocurrir pérdidas considerables del material (hasta 50% de las pérdidas totales) por un desarrollo aeróbico secundario de microorganismos presentes en la superficie del silo, cuando al destaparse éste el forraje es reexpuesto al

oxígeno, lo mismo que en el comedero.

Por otra parte, se observan problemas de estabilidad aeróbica por altas poblaciones de hongos, levaduras y bacterias aeróbicas, altos niveles de aplicación de estiércol y fallas durante el llenado del silo.

Es conveniente construir silos que permitan tasas rápidas de vaciado o remoción. Los ensilajes que tienen una compactación deficiente acusan mayores problemas de inestabilidad, excepto cuando tienen tasas altas de remoción, lo cual permite adelantarse al crecimiento microbial. También ayuda el vaciado completo o la limpieza de los transportadores y cargadores de ensilaje después de cada alimentación.

La inestabilidad de los ensilajes es consecuencia de la actividad microbial iniciada por la presencia del oxígeno. La penetración excesiva de aire por una pobre compactación y distribución, baja humedad e inapropiada longitud de picado, contribuyen a esa inestabilidad.

Procedimiento a Seguir para Realizar el Ensilaje con

Actividades Previas al Corte

Preparación y construcción del silo. La construcción de los silos debe responder a la disponibilidad de forraje en el cultivo, de los subproductos disponibles y de los excedentes de forraje de las praderas. En construcciones ya existentes, se requiere la limpieza y el mantenimiento de las estructuras y la revisión del piso para evitar la presencia de maderas, piedras y objetos punzantes.

Además, hay que preparar el plástico necesario (acorde con las dimensiones del silo) para cubrir el piso y la masa forrajera, efectuar mantenimiento a la maquinaria que se necesita para el corte y el transporte, haciendo énfasis en el filo de las cuchillas picadoras de forraje, preparar los aditivos necesarios y asignar el personal para el proceso.

Actividades de Ensilaje

Cosecha o corte del forraje. Se desarrolla de conformidad con el área existente en el cultivo o forraje, con el empleo de hoz, machete, guadaña a gasolina o cosechadora accionada por tractor. En áreas muy pequeñas, el transporte del material picado podrá ser manual, mediante animales de carga, remolques tirados por animales o accionados por tractor para áreas considerables.

Llenado del silo. Este proceso, también denominado "acondicionamiento del silo", se lleva a cabo constituyendo capas de forraje picado, cuya altura puede variar entre 20 y 30 centímetros, y vertiendo en cada una de ellas los aditivos preparados, de manera que se mezclen bien con el forraje y se evite el exceso de humedad.

Cuando se trabaja con gramíneas de pastoreo o de corte (pastos de clima cálido y clima frío), debe utilizarse una fuente de azúcares para garantizar el máximo crecimiento de bacterias lácticas; en este caso puede emplearse melaza, melote, mieles o azúcar morena, siendo la melaza el producto de más fácil adquisición. En general, se recomiendan niveles de 1 a 3% del forraje verde (10 a 30 kilogramos de melaza por tonelada de forraje verde). En gramíneas de clima cálido se recomienda añadir úrea para elevar la cantidad total de nitrógeno (deficiente en estas gramíneas) a niveles del 0.5% del forraje verde (5 kilogramos de urea por tonelada de forraje verde).

También se encuentran disponibles los aditivos biológicos (cultivos de bacterias lácticas que por lo común incluyen azúcares que benefician la actividad de estos microorganismos) que aseguran la fermentación láctica, y los conservadores (ácidos orgánicos solos o en mezclas que bajan con rapidez el pH de la masa forrajera y aseguran el crecimiento de los microorganismos lácticos). Estos aditivos se diluyen en agua, siguiendo las recomendaciones de las diferentes casas comerciales que los distribuyen, para luego aplicarlos a la masa forrajera durante el llenado del silo.

Como es preciso eliminar el aire de la masa forrajera, se compacta o apisona cada capa de forraje, con el objeto de dar fin a la respiración celular y acortar la fase aeróbica del proceso. En silos pequeños y medianos (4 a 20 toneladas) puede usarse para este menester un tubo de cemento de 24 pulgadas de diámetro, mientras que en los de gran capacidad (más de 20 toneladas) es preciso utilizar maquinaria (tractor o rodillo accionado por tractor). Cada capa debe recibir los pases suficientes de rodillo que garanticen un buen apisonamiento o compactación, y la bota de un operario debe realizar, por su parte, el apisonado de los bordes del silo (forraje localizado a lo largo de las paredes del silo) para contribuir a la eliminación total del aire.

Picado del forraje. La longitud de partícula que conviene obtener al picar los materiales

para ensilaje debe variar entre 0.6 y 2.5 centímetros, si se quiere que la compactación sea ideal para que permita la eliminación del aire de la masa forrajera. Por tal razón hay que disponer de una buena máquina picadora y controlar periódicamente el filo de las cuchillas. Las partículas muy largas de forraje (mayores de 2.5 centímetros de longitud) dificultan la compactación del material y, en consecuencia, no permiten la eliminación del aire, haciendo mayores las pérdidas durante el proceso; las partículas demasiado pequeñas (menores de 0.6 centímetros de longitud), aunque ayudan a la compactación, ocasionan trastornos en el funcionamiento de pre- estómagos y disminuyen la digestibilidad del material.

Velocidad de llenado del silo. Es fundamental para la calidad del producto obtenido: llenados rápidos restringen el tiempo de exposición del forraje al aire y las pérdidas por respiración y acortan la fase aeróbica del proceso, lo cual significa que a mayor velocidad de llenado, es mejor la calidad del producto final.

Tapado y destapado del silo. Para garantizar el aislamiento de la masa forrajera, es indispensable protegerla del aire y del agua. De allí que los silos bunker, con paredes de tabla y sin piso en concreto, requieren la utilización de plástico desde el inicio de su llenado, de tal manera que el piso, las paredes laterales y la cara superior queden cubiertos con este material para aislar por completo la masa forrajera. El plástico a utilizar debe tener un calibre 7 o superior, ojalá con protección antisolar para impedir la cristalización del mismo; de manera similar, se deben colocar pesos suficientes y necesarios para que no se levante. Antes de cerrar el silo (tapado con plástico) se debe exagerar el apisonado o la compactación con numerosos pases de rodillo o tractor.

Al respecto del destapado de silo, éste puede cumplirse, para alimentar a los animales, entre 23 y 30 días después de sellado. Sin embargo, el cierre hermético de un silo conserva la calidad del forraje durante muchos años.

Pérdidas de forraje. Las pérdidas de forraje pueden suceder en el campo o en el silo. Las primeras son poco importantes cuando se utiliza maquinaria adecuada para la cosecha, y pueden variar entre 5 y 10% del forraje verde. El presecado, o deshidratación parcial, eleva las pérdidas en campo.

En el silo, las pérdidas tienen como causa la respiración, las fermentaciones indeseables, los efluentes, la putrefacción y el proceso de alimentación. Las pérdidas por respiración pueden alcanzar valores de 10 a 15%; aun

cuando son mínimas si se obtiene una adecuada longitud de partícula, rápido llenado del silo, adecuada compactación y tapado hermético. Las pérdidas por efluentes dependen de la humedad del forraje: en silos horizontales estas pérdidas son mínimas cuando la materia seca sobrepasa valores del 30%, mientras que en silos verticales es necesario sobrepasar valores de 35%. En general, las pérdidas por efluentes pueden variar entre 1 y 12%, siendo mayores en silos aéreos que en los horizontales, al contrario de lo que sucede con las pérdidas superficiales de forraje.

Henolaje

Proceso de conservación con relaciones idénticas al ensilaje tradicional

Desde el punto de vista técnico, el henolaje es un proceso de conservación con el mismo objetivo e idénticas reacciones que el ensilaje tradicional. Se presentan diferencias en la maquinaria utilizada, en algunos pasos del proceso y en el contenido de materia seca del producto resultante, razones por las cuales el henolaje se considera como un ensilaje con presecado.

Las diferencias más acentuadas con el ensilaje se localizan en las labores de siega y manejo del forraje segado, en el lugar y la velocidad de almacenamiento y en el contenido de materia seca del forraje almacenado.

Pasos durante el Proceso de Henolaje

Corte del forraje y aplicación de aditivos. A la siega se procede con una cortadora-acondicionadora (diferente a la cortadora-picadora para el ensilaje tradicional, o cortadora-rotativa), máquina que dispone de cuchillas para el corte más dos rodillos de caucho enfrentados, los cuales facilitan y aceleran el marchitamiento o la deshidratación del forraje o pasto, al producir una mayor superficie de evaporación o de contacto con el

ambiente, facilitando, además, la posterior compactación del material.

El material segado se deja en el campo para facilitar su deshidratación, debiendo voltearse a intervalos periódicos de dos a cuatro horas, con un rastrillo acondicionador provisto de ganchos para tal efecto. Cuando el forraje alcance una humedad entre 60 y 65%, lo cual debe ocurrir en un día soleado de Trópico Alto, o en dos días, como máximo, se le aplican los aditivos correspondientes (melaza y/o aditivos biológicos) con una fumigadora accionada por tractor, una vez extendido.

Hilerado. Cuando la humedad del forraje sea adecuada para su almacenamiento (50 a 65%) y contenga los aditivos necesarios, se forman hileras con el empleo de un rastrillo acondicionador, con el fin básico de aumentar la eficiencia del almacenamiento y rebajar las pérdidas de material en campo.

Enfardado. Es un proceso similar al acondicionamiento o llenado del silo, pero en este caso el forraje que no se ha picado, se almacena mediante el proceso de enfardado, utilizando enfardadoras de rollo, con las cuales se conforman fardos cilíndricos de 600 a 800

se conforman fardos cilíndricos de 600 a 800 kilogramos de peso. La máquina está integrada por un picorril con ganchos que recogen el forraje de las hileras y lo trasladan hacia un tornillo sin fin que empuja el material hasta la cámara principal de la máquina, lugar en donde se hallan cinco rodillos encargados de formar y compactar el rollo de forraje y un juego de agujas responsables de su amarrado. Una vez compactado y amarrado, la máquina expulsa el rollo sobre el campo o lote.

Empacado. Los rollos deben empacarse o sellarse en el menor tiempo posible, para disminuir los efectos negativos del aire y del agua sobre la masa forrajera. Esta actividad la desarrolla una máquina que consta de un gancho para elevar el rollo y de una plataforma con movimiento rotativo y giratorio para facilitar la cobertura del fardo con el plástico, del cual se emplea el Stretch, calibre 0.8, y por lo general el de color blanco, con el cual se envuelve o empaca el fardo con una doble capa, equivalente a 26 vueltas de la plataforma, asegurándose así el aislamiento y la reducción de las pérdidas por penetración de aire o agua.

Almacenamiento de los fardos. Una vez envuelto, ya hemos dicho que la máquina expulsado el fardo en el suelo. Por tanto, es necesario programar con anterioridad el sitio de almacenamiento de los fardos, procurando elegir un lugar libre de piedras y trozos de madera que puedan romper el plástico en el momento de la caída; y que no se encharque en época de lluvias.

Debe exagerarse el cuidado de los rollos, empezando por darles la posición correcta, prevenir y evitar la presencia de animales que puedan dañar el plástico (ratas, hormigas, aves, perros y rumiantes) y revisar de continuo el estado del plástico para sellar con cinta adhesiva cualquier agujero, evitando así el deterioro del material.

Una vez sellado el fardo, comienzan todas las fases del proceso de fermentación descritas para el ensilaje hasta cuando se obtiene la fermentación láctica y se asegura la conservación de la calidad del forraje. Por ello debe transcurrir un periodo de fermentación

Que tarda entre tres y cuatro semanas después de sellado, para luego suministrarlo a los animales.

Henificación. La esencia de este proceso de conservación del forraje es rebajar su contenido de humedad a un nivel suficientemente bajo que inhiba la actividad celular y la de microorganismos existentes, originándose, de esta manera, un producto estable, de valor nutritivo similar al que posee en el momento de la siega, con un mínimo de pérdidas y unos costos razonables. En general, estos objetivos se consiguen al reducir la humedad hasta niveles inferiores del 20%.

Después de la siega, y mientras las células continúen vivas, hay respiración a expensas de sus principios nutritivos, perdiéndose valor nutritivo. Una vez muertas las células, comienza la multiplicación de hongos y bacterias a costa del material vegetal, mientras el agua sea suficiente para los procesos enzimáticos. De allí que el fin básico de la henificación es la eliminación rápida del agua.

Tipos de Secado

Secado Natural. Es el método tradicional y el más económico, pues depende en forma exclusiva de la energía solar, motivo por el cual es necesario que la siega coincida con periodos secos, cortándose el pasto en las horas de la mañana con una cosechadora-acondicionadora (semejante a la que se utiliza para el henolaje) que lo extiende en el campo sin picarlo. Después de 2 o 4 horas se voltea con un rastrillo hilerador, repitiendo la operación unas tres veces diarias, hasta obtener la humedad óptima de almacenamiento, propósito que se cumple durante 1 ó 2 días de exposición al sol en climas cálidos y en 2 días, como mínimo, en zonas de clima frío.

Secado con Ventilación Forzada. Se recomienda en regiones de alta precipitación y pocas horas diarias de sol, en las cuales es difícil el secado en el campo. Para efectuar este

tipo de secado es preciso hacer pasar aire a través del forraje, cuya temperatura puede ser igual o superior a la del ambiente. Se requieren, entonces, maquinaria y construcciones especiales y en ocasiones combustibles que elevan los costos del secado: son necesarios, pues, un ventilador para impulsar el aire, una fuente de calor para aumentar la temperatura del aire y una construcción que incluye plataforma para depositar el forraje y túneles que comunican el ventilador con la plataforma por donde circula el aire, y si la humedad relativa es alta, hay que impulsar aire caliente.

El incremento de la temperatura del aire reduce el tiempo de secado, pero sube los costos del proceso y puede acarrear pérdidas en el valor nutritivo del producto.

Deshidratación Artificial. Su objetivo es el mismo que el de la henificación, pero aquí el forraje se somete a una temperatura elevada (120-150 °C) durante periodos cortos de tiempo, en instalaciones complejas (deshidratadoras). El forraje seco se muele y puede presentarse como harina, gránulos o pastillas. El costo de este procedimiento es muy elevado y sólo lo realizan las empresas dedicadas a este fin. Por lo común, estos productos se destinan a la elaboración de concentrados para alimentar animales.

Almacenamiento del Heno. Una vez obtenida la humedad deseada (inferior a 20%), se procede al almacenamiento del heno de acuerdo con la maquinaria y la infraestructura disponible. En ausencia de maquinaria, se almacenará en un cobertizo sin paredes laterales sobre tamo de cebada o trigo para salvaguardarlo de la humedad y de microorganismos del suelo, o en montones comprimidos sobre trípodes, seleccionando lugares secos y protegidos. En la actualidad se dispone de artefactos sencillos de madera que permiten la enfardada manual cuando no es muy elevada la cantidad de forraje.

La disponibilidad de maquinaria permite la confección de fardos o pacas con dimensiones convencionales (35 x 45 x 90 cm), cuyo peso puede variar entre 15 a 30 kg., dependiendo de la densidad del heno, o fardos cilíndricos de 0.6

a 1.8 metros de diámetro y 400 a 600 kilogramos de peso.

Valor Nutritivo Del Heno. El forraje debe segarse en el momento de máxima concentración de nutrientes o de máximo valor nutritivo, instante que varía en los diferentes forrajes, siendo importante utilizar plantas en un estado tierno, con abundantes hojas que garanticen un elevado contenido de nutrientes y buena digestibilidad (Tabla 5.4).

Tabla 5.4. Efecto del tiempo de almacenamiento sobre la composición química del heno de raigrás tetrelite

Días	Materia seca %	DIVMSV %	FDA %
15	87.2 a	89.9 a	24.3 a
45	85.3 b	89.2 b	25.1 b
90	84.3 c	88.6 c	26.7 c
120	83.9 d	85.1 d	30.1 d

DIVMSM - Digestibilidad verdadera *in vitro* de la materia seca. FDA - Fibra en detergente ácido.

Durante el secado ocurren diferentes procesos que propician pérdidas de nutrientes: uno de los principales factores lo constituye la transformación de azúcares en dióxido de carbono y agua durante la respiración celular posterior a la siega, la cual finaliza con un contenido de 38-40% de humedad y concentra los constituyentes de la pared celular. Es necesario, por ello, acelerar el secado cuanto sea posible.

Otro factor significativo en las pérdidas se relaciona con las fermentaciones a cargo de hongos y bacterias, que además de consumir principios nutritivos digestibles, alteran el color y el olor del producto y elevan su temperatura hasta el punto de afectar su digestibilidad y, por ende, su consumo. La acción de estos microorganismos proviene de la lentitud del secado.

La pérdida de hojas durante las diversas operaciones mecánicas afectan el valor nutritivo del forraje, ya que éstas (con mayor contenido en nutrientes) se secan con más

rapidez que los tallos (a menor relación hoja/tallo, menor digestibilidad). Estas pérdidas disminuyen cuando se emplea la cosechadora-acondicionadora, puesto que se acelera el secamiento de los tallos, o cuando se combina el

secamiento parcial en campo con el secado artificial. A esto se añade que el almacenamiento prolongado origina pérdidas de materia seca, la concentración de la pared celular y la reducción de la digestibilidad.

Producción Animal con Forrajes Conservados

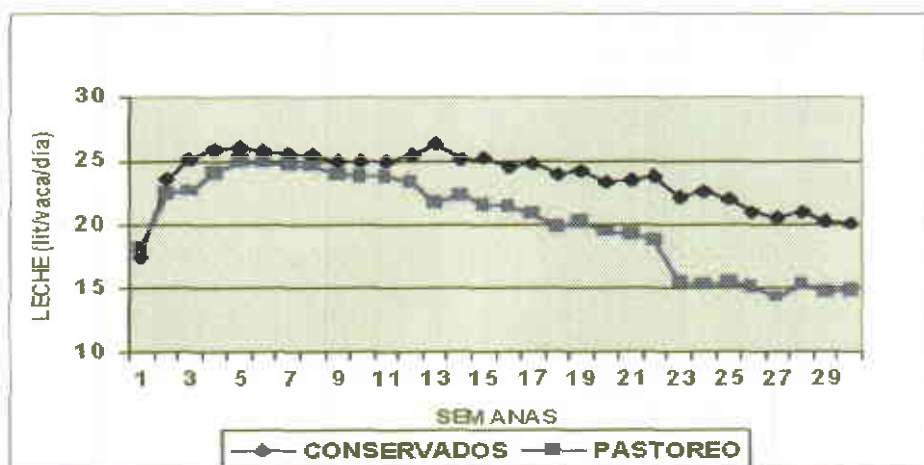
Los productos conservados que resultan de los cultivos forrajeros tradicionales (maíz y avena) poseen ciertas limitaciones nutricionales (deficiencia de proteína) para incluirlos como único alimento de vacas lecheras (Tabla 5.5); sin embargo, su mezcla con otros forrajes y su suplementación con alimentos concentrados, mejora de modo significativo los rendimientos de esos animales y la carga animal de la

explotación (Figura 5.2, Tabla 5.5). De manera similar, la inclusión de forrajes conservados en la dieta de novillas lecheras o de machos lecheros de doble propósito conduce a ganancias superiores de peso en estos animales, reduciendo la edad del primer parto en hembras lecheras y el periodo necesario para obtener el peso de sacrificio en animales en ceba.

Tabla 5.5. Comportamiento productivo de vacas Holstein en confinamiento bajo diferentes sistemas de alimentación.

Tratamientos	Días	Animales	Consumos forraje (kgMS/100kg/día)	Producción láctea (lit/animal/día)
Ensilaje de avena <i>nehuen</i>	63	6	2.37	11.25
Ensilaje de avena <i>cayuse</i>	63	6	2.09	10.07
Kikuyo	63	6	3.21	13.21

Fuente: Rey y Zuleta, 1988.



. Conservados: ensilaje de avena vicia y heno de kikuyo en confinamiento.
Fuente: Sánchez, L. 2000.

Figura 5.2. Comportamiento productivo de vacas Holstein bajo dos sistemas de alimentación

La curva de la figura 5.2 muestra el efecto de una alimentación con un forraje de calidad estable (ensilaje o heno) y en cantidad suficiente para los requerimientos de materia

seca (MS) de los animales, contra una alimentación de calidad variable (la pradera va madurándose y la disponibilidad de materia seca disminuye en el tiempo).

Tabla 5.6. Comportamiento de vacas Holstein en confinamiento durante la lactancia inicial (140 días).

Ensilajes	Consumos		Producción	
	Ensilaje (% peso)	Suplemento (kg/vac/día)	Leche (kg/vac/día)	Grasa (%)
E. maíz + t. algodón	2.46	2.0	22.57	3.29
E. maíz +semilla algodón	2.45	4.0	22.43	3.33
E. avena vicia + torta algodón	2.30	2.0	22.42	3.32
E. avena vicia + semilla algodón	2.16	4.0	21.51	3.44

E= ensilaje

Adaptado de: Ortiz, F., 1989

En la Tabla 5.6 se evidencian los cambios de calidad en la composición de la leche, dados por la composición de la dieta. Los ensilajes tanto de maíz como de avena vicia, cuando son suplementados con fuentes proteicas

(torta de algodón), de energía (grasa) y proteína (semilla de algodón), muestran cómo varía el porcentaje de grasa según el ingrediente suplementario (torta o semilla).

Tabla 5.7. Comportamiento productivo de vacas Holstein alimentadas con heno y pastoreo de manawa solos y concentrado durante el verano.

Alimentos	Producción láctea kg/día	Ganancias de peso kg /día
Heno	14.0	0.340
Heno + concentrado	15.1	0.375
Pastoreo	11.8	- 0.178
Pastoreo + concentrado	14.4	0.143

Fuente: Peña, F., 1978. Tesis de MSc. Bogotá

En este caso, un heno de buena calidad es capaz de soportar una producción de 14 litros/día, la cual se puede superar con un suplemento de concentrado comercial o con cualquier otro suplemento energético-proteínico. El solo pastoreo, aunque soporta una producción de leche aceptable, genera pérdidas de peso, que, de prolongarse por largo tiempo, van a afectar la producción de

leche y quizás el comportamiento reproductivo de las vacas (Tabla 5.8).

El heno, cosechado en la madurez adecuada de la planta, más un secado rápido, proporciona un alimento de excelente calidad que no se deteriora en el tiempo, a diferencia de la pradera que se madura y pierde calidad.

Tabla 5.8. Comportamiento productivo de novillas Holstein en confinamiento bajo diferentes sistemas de alimentación.

Tratamientos	Días	Animales	Consumos		Incrementos de peso (kg/animal/día)
			Forraje(kgM S/anim/día)	Suplementos (kg/anim/día)	
Ensilaje avena	112	8	8.74	1.5	0.820
Heno de avena	112	8	9.18	1.5	0.921
Heno de kikuyo	112	8	6.38	1.5	0.676

Fuente: Sánchez, Forero y Muñoz, 1993.

Tabla 5.9. Consumo y ganancias de peso en novillos Cebú pringados alimentados con ensilaje de sorgo solo y en mezcla con soya.

Ensilajes	Consumos ensilaje Kg	Consumos materia seca kg	Ganancias de peso kg/anim/día
Ensilaje de sorgo forrajero	22.7	5.8	0.490
Ensilaje de sorgo forrajero + soya (3:1)	25.3	6.3	0.730

Fuente: Moreno, A. 1978, CATIE, Turrealba.

Los follajes de sorgo y maíz, a pesar de ser los mejores cultivos para ensilar, son deficientes en proteínas de baja fermentación o degradabilidad, por lo cual se requiere de suplementación proteica con una torta o una leguminosa. Los resultados en la Tabla 5.5 registran un aumento de casi el doble en la ganancia de peso en novillos alimentados con

ensilaje de sorgo cuando éste se suplementa con grano de soya (Tabla 5.9).

Un buen ensilaje de avena asociada con la leguminosa Vicia es suficiente para lograr una significativa ganancia de peso en machos de ceba bajo condiciones de Trópico de Altura o clima frío (Tabla 5.10).

Tabla 5.10. Comportamiento productivo de machos lecheros y cruzados en confinamiento alimentados con ensilaje de avena vicia.

Lugares	Días de alimentación	No de animales	Consumos		Incrementos Peso (kg/anim al/día)
			Forrajes (kg/anim/día)	Suplementos (kg/anim/día) *	
C.I. Tibaitatá	120	8	8.74	1.0	1.023
La Unión (Usme)	94	4	9.18	1.0	1.010
San Juan de Sumapaz	54	4	6.38	1.0	1.014

* Mezcla de harina proteica y harina de arroz (20% y 80%, respectivamente)

Suplementación E-P y Mineral en Animales Alimentados con Ensilajes de Residuos Agrícolas



Figura 5.3. Proceso de ensilar bagazo de caña amonificado.

Los residuos agrícolas fibrosos son una fuente importante de energía para los rumiantes. En las zonas de agricultura intensiva, estos residuos pueden constituirse en un recurso alimenticio para bovinos bajo sistemas intensivos de producción (ceba, levante), utilizándose en unidades de confinamiento (corrales). En el centro de Investigaciones Turipaná (Cereté, Córdoba) se realizó un experimento para evaluar el potencial de la soca de sorgo cosechada inmediatamente después del grano y ensilada luego cerca del lote de cultivo. Se prepararon 12 suplementos proteico-energéticos a base de torta de algodón, salvado de arroz, urea y sal mineralizada, para suministrarlos a novillas destetas de la raza Romosinuana, mantenidas

en corral de confinamiento y en cubículos individuales, durante 70 días.

La respuesta en crecimiento (ganancia de peso) y consumo de ensilaje de las novillas fue creciente a medida que se incrementaron los niveles de proteína. La eficiencia de conversión alimenticia también se mejoró a pesar de la baja calidad de la soca ensilada (Tabla 5.11).

La ganancia diaria de peso alcanzó los 700 gramos con un suplemento de 1.5 kg de torta de algodón más 1.0 kg de salvado de arroz, más 100 gramos de urea y 60 g de minerales. El consumo total de alimento con este suplemento fue de 18 kg diarios.

Tabla 5.11. Desempeño de las novillas alimentadas con soca de sorgo ensilada y bajo confinamiento durante la época de sequía.

TA*	0.75				1.0				1.5			
	SA**	0	0.5	0.75	1.0	0	0.5	0.75	1.0	0	0.5	0.75
Peso vivo, kg												
Inicial kg	166	162	190	162	189	166	169	171	173	170	176	172
Final kg	175	181	212	196	204	196	200	205	196	203	215	212
Ganancia /día	0.17	0.33	0.38	0.61	0.26	0.52	0.54	0.59	0.42	0.57	0.68	0.71
Consumo # soca sorgo ensilada, kg /d	n.d	13.7	16.8	16.2	n.d	15.8	16.99	17.5	n.d	15.7	18.5	18.7

* Torta de algodón , ** Salvado de arroz, # Base fresca

El consumo de soca de sorgo ensilada se elevó hasta en 20 kg de forraje fresco en los tratamientos con mayores cantidades de suplementos, lo cual sugiere un efecto estimulador del consumo por parte de la combinación torta-salvado-urea, al mejorarse la relación proteína /energía (P/E) tanto en el rumen como en los nutrientes absorbidos (Leng 1990).

Las ganancias de peso logradas por las novillas consumiendo soca de sorgo ensilada más los suplementos de torta de algodón, salvado de arroz, urea y minerales, son superiores a las obtenidas por animales similares en pastoreo durante la época seca (Turipaná, datos no publicados), los cuales se sitúan en alrededor

de los 250 g/d. El nivel de conversión alimenticia (casi 9 kg de materia seca (MS) por kg de ganancia) lograda con la soca de sorgo, un residuo de una digestibilidad de la materia orgánica (MO) entre 50 y 60 % (Preston & Leng, 1987), indica un buen balance de nutrientes procedentes de la suplementación con torta de algodón y salvado de arroz.

Los ensilajes de subproductos y residuos agroindustriales, como el afrecho de cervecería, son recursos alimenticios de gran calidad, como lo muestran los resultados de levante de novillas Holstein en la Tabla 5.12 Estos recursos alimenticios cuestan menos que los concentrados comerciales, siempre y cuando la fuente (fábrica de cerveza) esté situada cerca a la finca y el costo de transporte sea competitivo.

Tabla 5.12. Evaluación del ensilaje de afrecho de cervecería sobre el consumo y la productividad de novillas Holstein

Ensilajes	Consumos (kg MS)		Aumentos peso (kg/an/d)	Eficiencia alimenticia (kg)	Costos raciones (\$/día)
	Forrajes	Suplementos			
Ensilaje de afrecho	5.20	0.89	0.751	7.4	961.75
Concentrado comercial	5.23	0.90	0.703	8.2	1234.75

Fuente: Forero y Jiménez, 2000.

Como en este ejemplo, se pueden realizar conservaciones de otros subproductos como la pulpa de café y el bagazo y el cogollo de caña. Estos dos residuos necesitan de un tratamiento

con urea o álcalis para incrementar su digestibilidad y el contenido de nitrógeno, que es muy bajo (Tabla 5.13).

Tabla 5.13. Comportamiento de machos en confinamiento alimentados con ensilajes de caña y cogollo de caña.

Municipios	Machos	Pesos iniciales (kg)	Pesos finales (kg)	Aumentos totales (kg)	Días	Aumentos diarios (kg/animal)
Nocaima/1	6	339.3	406.2	66.9	71	0.942
Tocaima/2	5	351.6	552.2	202.2	180	1.123
Arbeláez/3	10	310.2	390.2	80.0	92	0.870

1: Dieta: Cogollo de caña ensilado + torta de soya + harina de arroz.

2: Dieta: Cogollo de caña ensilado + torta de palmiste.

3: Dieta: Caña integral ensilada + torta de soya y torta de algodón + harina de arroz.

Consideraciones Finales

El manejo de la alimentación y nutrición del ganado bovino, ya sea de leche, carne o doble propósito, es complejo y exige un nivel mínimo de conocimientos sobre su metabolismo, y sobre todo acerca de la fermentación ruminal, ya que ésta es la principal de sus funciones digestivas. El hecho de que los bovinos y ovinos sean animales de pastoreo en nuestro medio, no quiere decir que su alimentación sea sencilla y deba descuidarse o dejarse al azar. El manejo adecuado de los pastos es el eje o centro de una buena alimentación. La rotación de potreros, su fertilización y las prácticas de conservación son la base de un sistema de producción de carne o leche eficiente y competitivo.

Los retos actuales en una época de disolución de fronteras por el comercio globalizado, obliga a los productores de leche y carne a considerar sus fincas como una empresa organizada que debe competir en el mercado *con productos de buena calidad*. Esa competencia debe hacerse en un marco de alta eficiencia en producción, manteniendo los costos estables o reduciéndolos a niveles competitivos. Los precios de los insumos y de los servicios no son, por lo general, del control del productor, pero este sí puede minimizar sus incrementos mediante la combinación de diferentes opciones tecnológicas en el manejo

de sus animales, cultivos y praderas.

El manejo de la calidad de los forrajes para que su contenido de nutrientes sea suficiente y digestible o aprovechable por los animales es fundamental para hacer buen uso de las praderas y demás recursos alimenticios disponibles. El conocimiento de los diferentes estados fisiológicos de los animales a través de su vida productiva contribuirá a un mejor y más razonable uso de los recursos tanto alimenticios (pastos) como animales (razas).

En Colombia existe una gran diversidad de recursos alimenticios para el ganado bovino que son capaces de aumentar la eficiencia de la producción en las fincas de cada región. La habilidad del productor y de su asistente técnico para identificar, manejar, procesar y combinar los diferentes recursos, determinará la eficiencia de su producción y su competitividad en el mercado de la carne o de la leche.

La tecnología disponible para el manejo alimenticio de los hatos ganaderos es abundante y efectiva, pero se requiere de visión y capacidad para entender, en lo posible, los procesos biológicos inherentes a la interacción animal-ambiente, con el fin de aplicar la tecnología de manera correcta.

Bibliografía

- ALVARADO, S. 1998.** Estrategias de alimentación en confinamiento para novillas de levante doble propósito, durante la época seca, utilizando ensilaje de maíz más suplemento energético proteico. Montería. Universidad de Córdoba, 1988. (Tesis de grado para optar al título de Médico Veterinario Zootecnista).
- ARREAZA, L. C.; MONTOYA, A. J. 1996.** Alimentación de novillas con soca de sorgo ensilada y suplementos proteicos. *Livestock research for Rural Development*, Vol. 8, No 2:1-9
- BECERRA, J.; DAVID, A. 1990.** Observaciones sobre la elaboración y consumo de bloques de urea-melaza, *Livestock Research for Rural Development*, vol 2 no. 2, Cali, Cipav, p: 8-14
- CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA. (BOGOTÁ, COLOMBIA). 1998.** Segundo Taller regional. Avances y Experiencias en las Empresas Ganaderas del Caribe Dos. Memorias. Plan de Modernización Tecnológica de la Ganadería Bovina Colombiana. Corpoica Regional 2, Cartagena, abril 23 de 1998.
- CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA. (BOGOTÁ, COLOMBIA). 1999.** Plan para la Modernización Tecnológica de la Ganadería Colombiana., Informe final, Proyecto estrategias nutricionales para mejorar la producción de carne y leche de bovinos alimentados con pastos y forrajes tropicales. *Colciencias y Fedegán*, Junio de 2000.
- CORNELL UNIVERSITY DEPARTMENT OF ANIMAL SCIENCE, 130 MORRISON HALL.** The Net Carbohydrate and Protein System for Evaluating Herd Nutrition and Nutrient Excretion CNCPS V.4.031.2001,
- _____. 2000. Nuevas variedades de yuca para la Región Caribe, Plegables divulgativos. Nos 1, 2, 3, 4. Día de Campo.
- CORREDOR, G. 1989.** Boletín Producción de Vacas en Fincas Campesinas Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.
- FEEDING SYSTEMS AND FEED EVALUATION MODELS.** M. K. Theodorou and J. France (Eds.). Cabi Publishing, UK. 2000
- FORERO, A M.; JIMÉNEZ, C. 2000.** Evaluación del afrecho de cervecería enriquecido sobre la ganancia de peso de novillas Holstein en la Sabana de Bogotá. Bogotá. Universidad de la Salle, Facultad de Zootecnia. (Tesis Pregrado).
- FORERO, O.; MUÑOZ, R. 1993.** Evaluación del heno y el ensilaje de avena vicia determinando degradación ruminal y digestibilidad intestinal, en levante de novillas Holstein. Bogotá, Universidad de la Salle, Facultad de Zootecnia. (Tesis de Pregrado).
- HESS, H. D.; DÍAZ, T. E.; FLÓREZ, H. 1999.** Guía para la evaluación de la condición corporal de vacas en sistemas doble propósito. Bogotá, Corpoica -Programa Nacional de Nutrición Animal.
- HUERTAS, H. B.; GONZÁLEZ; F.; MARTÍNEZ, G. 1989.** Consideraciones socioeconómicas sobre la utilización integral de la planta de yuca. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Colveza (Colombia).* p. 91-93.
- LATIN AMERICAN AND CARIBBEAN LIVESTOCK RESEARCH PRIORITIES.** IICA/ RISPAL. San José, Costa Rica. 1995
- MCDONALD, R.; EDWARDS, R. Y GREENHALGH, 1993.** Nutrición Animal. 4ª Edición. Editorial Acribia, Zaragoza, España.

PÉREZ, J.; TORREGROSA, L.; OSSA, G. 1996. Suplementación de vacas con caña-urea, salvado de arroz, semilla de algodón en época seca. *Revista Temas Agrarios (Colombia)*. vol 1, no 2. p 46-54 Julio-Diciembre 1996.

SÁNCHEZ, L. Bloques multinutricionales, elementos para su fabricación. Bogotá, ICA.

TORREGROSA, L.; MANZUR, J.; GARCÍA, I. 2000. Suplementación con semilla de algodón a novillos de ceba. *Revista Carta Ganadera (Colombia)* p 15-21.

TORREGROSA, L.; VEGA, A.; CUSTODE, A. 1997. Caña de azúcar, urea, salvado de arroz y semilla de algodón para la alimentación de terneros de levante en época seca. *Revista Temas Agrarios (Colombia)* vol. 2, no 2. p 3-7. Julio-Diciembre 1997.

TORREGROSA, L.; VEGA, A.; ORTEGA, C. 1997. Caña de azúcar, urea, salvado de arroz y semilla de algodón en la alimentación de novillas durante la época seca. *Revista Temas Agrarios (Colombia)* vol. 2, no 1. p. 9-16. enero 1997

Misión Paz, Desarrollo Agropecuario y Rural: La estrategia. Universidad ICESI, Junio de 2001.

Harvesting and utilizing silage. Special Circular. Pennsylvania State University. State College. 1996. 32 p.

REY, M.; ZULETA, R. 1998. Evaluación de la capacidad productora de leche del ensilaje de avena forrajera en la Sabana de Bogotá. U. de la Salle, Facultad de Zootecnia. (Tesis de Pregrado).

SÁNCHEZ, L. 2000. Evaluación de forrajes conservados en lactancia de vacas Holstein en confinamiento. Bogotá, Corpoica Programa Regional Pecuario Regional Uno (sin publicar).

SÁNCHEZ, L.; GARCÍA, G.; DE LA TORRE, L. F 1999. Ensilaje como alternativa sostenible para la producción bovina en las áreas rurales del Distrito Capital. Bogotá, Corpoica. Cartilla Técnica. Convenio Dama.

SÁNCHEZ, L.; DÍAZ, T. 1986. Ensilaje como método de conservación forrajera. *En: Seminario Nacional sobre Producción de Ganado Lechero en Zonas Frías.* Pasto, ICA.

SÁNCHEZ, L.; LONDOÑO, C. E. 1992. Ensilaje en la alimentación de rumiantes. *En: Especies Forrajeras para Colombia.* Bogotá, ICA-Regional 1.

Anexo 1.

Glosario De Terminos Usados

EB	=	Energía Bruta
ED	=	Energía Digestible
EM	=	Energía Metabolizable
NDT	=	Nutrientes Digestibles Totales
PC	=	Proteína Cruda
PS	=	Proteína Soluble
PM	=	Proteína Metabolizable
NNP	=	Nitrógeno No Proteico
DIVMS	=	Digestibilidad In Vitro de la Materia Seca
MS	=	Materia Seca
MO	=	Materia Orgánica
BUN	=	Blood Urea Nitrogen (nitrógeno ureico en sangre)
MUN	=	Milk Urea Nitrogen (nitrógeno ureico en leche)
FDN	=	Fibra en Detergente Neutro
FDA	=	Fibra en Detergente Acido
EE	=	Extracto Etéreo o grasa
ENN	=	Extracto No Nitrogenado o carbohidratos solubles