BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

ANALIZADO

# SUBPRODUCTOS AGRICOLAS PARA NUTRICION DE RUMIANTES

## *Alternativas de Utilización Mecanizada*

Sergio Latorre R.
Jairo Alvarado G.
Gilberto Moreno R.
José Isaias Rojas G.

BOLETIN DE INVESTIGACION No. 1

## Personal Directivo

***Christian José Mora Padilla***
Director Regional Siete

***Isnardo Galvis Pinzón***
Director Regional de Planeación

***Gilma E. Salcedo Barrios***
Subdirectora Administrativa y Financiera

***Luis A. Mejía Flórez***
Coordinador Grupo Regional Agrícola

***Fabián Jiménez Arango***
Coordinador Grupo Regional Pecuario y Creced Guanentá Comunero

***Hernando Méndez Aldana***
Coordinador Grupo Regional Sistemas de Producción

***Nidia Ramírez G.***
Coordinadora Grupo Regional Transferencia de Tecnología

***Hernando Castro Ardila***
Coordinador Creced Frontera Nororiente

***Armando Saravia Ortíz***
Coordinador Creced Magdalena Medio Santandereano

***Libardo Vergel Manzano***
Coordinador Creced Provincia de Ocaña

***Cesar Villamizar Quiñonez***
Director C.I. Cimpa

***Joaquín Moreno Moreno***
Director C.I. El Arsenal

***Jairo Alvarado Gómez***
Director C.I. Salamagá

***Pilar del Rocío Ocampo Rojas***
Auditora Interna

**Publicación Corpoica :** 01-02-01-07-33-00

**Digitalización :** Luisa Esther García S.
Fabiola Monroy R.

**Edición :** Nidia Ramirez G.

**Traducción :** María Consuelo Perry R.
Relaciones Externas
C.I. Tibaitatá

**Fotografía :** Jairo Alvarado G.
Sergio Latorre R.

**Diseño :** Luis Fernando Rivero S.
Dpto. Creativo La Bastilla

**Impresión :** Litografía La Bastilla Ltda.

**Número de Ejemplares:** 500

Bucaramanga, 2000

# CONTENIDO


| | Pág. |
|---|---|
| **1. INTRODUCCION** | 5 |
| **2. JUSTIFICACION** | 7 |
| **3. RESUMEN** | 8 |
| **4. ABSTRACT** | 9 |
| **5. REVISION DE LITERATURA** | 10 |
| 5.1 *El sistema Digestivo del Rumiante* | 10 |
| 5.2 Química de los Alimentos | 10 |
| 5.3 Metabolismo Energético | 12 |
| 5.4 Proteína | 19 |
| 5.5 Pruebas Hepáticas Basadas en *Funciones Bioquímicas Específicas* | 21 |
| 5.5.1 Proteína | 21 |
| 5.5.2. Transaminasa glutámico - oxalacética del suero (SGOT) Transaminasa glutámico - pirúvica del suero (SGPT) | 22 |
| 5.6 Función Renal | 25 |
| 5.6.1. *Nitrógeno* Ureico (N.U) | 25 |
| 5.6.2. Creatinina | 26 |
| **6. MATERIALES Y METODOS** | 26 |
| **7. RESULTADOS Y DISCUSION** | 30 |
| **8. *CONCLUSIONES*** | 53 |
| **9. SOCIALIZACION DE LOS RESULTADOS** | 53 |
| **10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS** | 56 |
| **ANEXOS** | 59 |
| Anexo 1. | 60 |
| Anexo 2. | 62 |
| Anexo 3. | 66 |
| **AGRADECIMIENTOS** | 70 |

# SUBPRODUCTOS AGRICOLAS PARA NUTRICION DE RUMIANTES
## *Alternativas de Utilización Mecanizada*

Sergio Latorre R.[1]
Jairo Alvarado G.[2]
Gilberto Moreno R.[3]
José Isaias Rojas G.[4]

## 1. INTRODUCCION

La utilización de subproductos en la alimentación animal data desde hace cientos de años cuando se suministraban las hojas sobrantes de los cultivos a todos los animales y los desperdicios de las mesas a los caninos y a los cerdos. Los rumiantes tienen la capacidad de transformar materiales fibrosos en productos valiosos para utilidad del hombre, debido a que la conformación del tracto digestivo y el contenido de la flora ruminal permiten reducir muchos de estos desperdicios.

La ganadería ocupa la mayor parte de la frontera agropecuaria colombiana y ha participado en la mayoría de los procesos de civilización del territorio nacional; es la única alternativa económica en la crisis actual de la agricultura comercial, lo cual se refleja en su incremento en los últimos años. Las continuas equivocaciones en la política macro económica y el crecimiento permanente de la frontera agropecuaria con la deforestación e introducción de cultivos transitorios en áreas ecológicamente frágiles sembradas posteriormente en pastos, los han transformado, en muchas ocasiones, en zonas de erosión. La superficie actual dedicada a este subsector en Colombia, está cercana a los 35.5 millones de hectáreas, con una población bovina aproximada de 26 millones de cabezas, las cuales aportan el 44.6% del PIB pecuario y el 9.2% del PIB nacional; está distribuida en la mayoría de las áreas agroecológicas del país pero más concentrada en aquellas regiones que ofrecen mayores ventajas; se explotan bajo diferentes sistemas de producción y manejo con una amplia variación en los parámetros técnico - económicos y sociales de estos sistemas.

La tecnificación de la ganadería podría reducir la frontera en pastos, la cual se dedicaría a otras actividades y a la reforestación; con la tecnología disponible se puede incrementar su contribución alimentaria, económica y social. No se entiende cómo, a pesar de las extensas áreas dedicadas a la ganadería, al incremento del hato ganadero, a la presentación de excedentes en la producción de leche en determinadas épocas del año, se importa este producto con una lógica que no se compadece con el potencial de la ganadería colombiana; existiendo sin embargo, índices de desnutrición en los niños, llegando en Bucaramanga, según el Sisven, a un 36%. (Alvarado,1995). Colombia importa leche en polvo y pequeñas cantidades de carne afectando, en forma considerable, la rentabilidad de la empresa ganadera, en razón a que la leche importada tiene precios más bajos por estar subsidiada en los países productores.

Si se considera que los vegetales son, comparativamente, más eficientes que los animales, en la producción de energía y proteína por unidad de suelo, la implementación de sistemas de cultivos vegetales muy eficientes y de alto rendimiento, la búsqueda de variedades transgénicas resistentes a plagas, enfermedades e inclemencias climáticas puede ser una alternativa frente

[1] M.V. MSc., Investigador Corpoica.
[2] M. V. Z., E. P. Investigador Corpoica
[3] Tecnólogo Pecuario Corpoica
[4] Auxiliar de Investigación Corpoica

al problema del hambre. A la vez, sería necesario crear conciencia sobre la factibilidad de obtener una alimentación balanceada con vegetales. Esta alternativa, estrictamente teórica, desde el punto de vista nutricional no considera gustos, hábitos ni costumbres, por tanto es poco probable.

Las investigaciones adelantadas por el Instituto Benson han demostrado que, mediante una selección adecuada de animales y cultivos, se puede doblar el número de personas que pueden sostenerse por unidad de superficie en comparación con aquella que sólo se alimenta con productos vegetales. Si se toma un requerimiento diario de 2.300 Kcal y 56 g de proteína por persona con solo productos vegetales se cubriría los requerimientos de 4.1 personas día; con una combinación de plantas y animales se alimentarían siete personas día, cumpliendo requerimientos de energía; con respecto a la proteína, en el primer caso se alimentarían 8.4 personas día y en el segundo, 14.4 personas día.

También se puede mencionar el trabajo desarrollado en el municipio de Guaca en el departamento de Santander, sobre la utilización de cultivos asociados maíz - fríjol en alimentación bovina, donde se demuestra el aprovechamiento del suelo en explotaciones agropecuarias, vendiendo el fruto para consumo humano y la biomasa para alimentación bovina.
(Pedraza y Ríos ,1998).

Aunque en el nivel nacional las cifras de la producción agrícola registran una disminución por múltiples factores naturales, sociales y políticos, especialmente de los cultivos transitorios, en Santander el área sembrada en hectáreas para 1996 fue: cacao (47.122), guayaba (4.227), plátano (12.803), caña tradicional (7.566), caña tecnificada (8.134), palma africana (17.980), maíz anual (2.389) y yuca (26.422) (Consejo Departamental Secretaría de Fomento URPA).



La Provincia de Soto cuenta, aproximadamente, con 200.000 cabezas de ganado vacuno (el 11.8% del hato departamental) de las cuales el 56% del hato corresponde a hembras. La tasa de natalidad reportada por URPA es de 67.5% y la de mortalidad de las crías del 3.2%, de levante 2.2% y adultos 1.6%. Los cruces predominantes son: el ganado Cebú x Mestizo 36.5%, Pardo Suizo - Mestizo 13.2% y Criollo 11.7%. El total del área en pastos se estima en 169.584 hectáreas. (Alvarado, Bello y Morales,1996).

Los municipios con mayor área en pastos son: Rionegro, El Playón, Lebrija, Piedecuesta y Suratá. La alimentación del ganado se basa en el suministro de forrajes de gramíneas nativas e introducidas como brachiaria, estrella, puntero, gordura y guinea. Entre los naturales se destacan los paspalum o grama nativa y, el pasto elefante y el Taiwan, son los más utilizados para corte. Existen leguminosas nativas pero el asocio gramínea leguminosa no supera el 10% de las praderas. La suplementación mineral es una práctica relativamente extendida, se suministra sal de mar o mezcla de ésta con sales mineralizadas de 6 a 8% de fósforo, combinándolas en proporción 3.1 ó 2.1. La suplementación con concentrados es muy restringida, no supera el 2% de las explotaciones. Existen limitantes en la disponibilidad de agua para riego en Los Santos, Zapatoca, Piedecuesta y Lebrija. Los municipios de mayor importancia ganadera son: Rionegro, Lebrija, Charta, El Playón, Suratá, Piedecuesta y Girón .

Según el Atlas Ambiental de Santander, del 60 al 80% de los predios en la Provincia de Soto, tienen menos de cinco hectáreas y en la mayoría de las explotaciones se combina la actividad agrícola y ganadera. En las fincas pequeñas el número reducido de cabezas de ganado facilita

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE SOLOMEA

un control sobre los aspectos reproductivos y de manejo de los animales, por parte de toda la familia; en el manejo de terneros y ordeño generalmente intervienen las mujeres y los niños, no se llevan registros de producción y la selección de hembras y de machos se hace por conocimiento empírico.

La posibilidad de facilitar, a los agricultores, *métodos que permitan optimizar* la utilización de recursos de las fincas, incrementando la producción y los ingresos, es de gran importancia para las zonas de minifundio. Los parámetros de producción son los siguientes: edad al primer servicio: 24 meses; edad al primer parto: 36 a 42 meses; intervalo entre partos: 15 a 18 meses; relación vaca/toro: 20-25; producción leche/vaca día promedio: 3 litros; días en lactancia: 210; producción en lactancia: 630 litros; tasa de natalidad: 60%; tasa de mortalidad: 7%. (Alvarado, Bello y Morales , 1996).

Uno de los limitantes del sistema, es la baja cantidad y calidad de los forrajes, puesto que en épocas de sequía, la biomasa disminuye hasta en un 70%. Las épocas de verano son: diciembre - marzo y julio - septiembre. La posibilidad de utilizar sistemáticamente los residuos de cosecha en la alimentación, mejorará los índices productivos sin comprometer el ecosistema, pues éstos, *convertidos en bovinaza*, se incorporarán al suelo como materia prima para explotación de lombricultura, producción de humus, o como abono orgánico y compost.

## 2. JUSTIFICACION



Los escenarios de apertura económica en donde se desarrolla la agricultura actual, la competencia en la reducción de costos y la utilización de la totalidad de los recursos existentes en las fincas, en el desarrollo del negocio agrícola, hacen necesario que se aprovechen, en la alimentación de rumiantes, los subproductos y socas de cosechas, subutilizados actualmente en la Provincia de Soto. La habilidad de fermentación pregástrica que tienen los rumiantes para utilizar en su alimentación forrajes toscos y materiales ricos en celulosa, no aptos para la alimentación humana y de monogástricos, han motivado la investigación de métodos alimenticios que mediante la utilización de nitrógeno no proteico (urea, amoníaco, pollinaza) permitan obtener tasas normales de crecimiento corporal y producción de leche.

Los cultivos producen una gran cantidad de biomasa estimada en residuos agrícolas que normalmente se incorporan al suelo o permanecen después de los cultivos como socas; las socas de cosechas y la acumulación de la cáscara de cacao, en el suelo, generalmente son hospederos de plagas y de hongos (monilia y phithopthora), resultando costosos los sistemas de eliminación, en áreas no mecanizables o en suelos erodables.

Los residuos agrícolas tienen un alto potencial para la alimentación de rumiantes así por ejemplo la palma de caña se estima en 16.590 kg de biomasa por hectárea con un contenido de materia seca del 41.9%. La soca de maíz se estima en 4.405 kg/ha con un porcentaje del 73% de materia seca. La hoja de yuca 4.175 kg/ha con 32.2% de materia seca; *las vainas y tallo de fríjol* 1.216 kg/ha de biomasa con un 88% de materia seca; el vástago y la hoja de plátano producen 27.572 kg/ha con un 11.2% de materia seca, (Castañeda et al, 1991).

La cáscara de cacao produce un promedio de 15 t/ha de materia verde con un 6-9% proteína. En el Creced de Soto se cultivan más de 28.000 hectáreas de cacao, un rendimiento de materia seca por hectárea de 2.5 toneladas cercana a las 70.000 t/año. La cáscara de cacao es un

subproducto que se presenta como una alternativa para la suplementación de bovinos en verano especialmente. Nossa (1994) utilizó niveles entre 15 y 25% como suplemento de vacas en lactancia manteniendo una producción estable de leche y reduciendo los costos por concentrados entre 20 y 40%.

La elaboración de mezclas o bloques para suplementar animales en los cuales los subproductos de cosecha se emplean como materias primas, permiten mejorar las condiciones nutricionales de los animales, se mejoran los parámetros productivos como ganancias de peso, producción de leche y capacidad de carga. Se presentan algunas dificultades en la fabricación de mezclas nutricionales por la textura de muchos de estos subproductos, los cuales deben ser tratados físicamente para poderlos mezclar, en forma homogénea, en los procesos de elaboración de los suplementos o, de bloques, siendo necesario el diseño y la construcción de maquinaria para triturar, mezclar y prensar los materiales para elaborar las mezclas de acuerdo con las fórmulas preestablecidas, a los materiales disponibles, al tipo de animal, a la etapa de producción y a la época del año, (Latorre y Mateus, 1998).

## 3. RESUMEN

El presente trabajo se realizó en cuatro municipios de la Provincia de Soto (Kv, Mf, Fm) donde se desarrolló un modelo de maquinarias para procesar subproductos con destino a la alimentación de rumiantes y dar justificación económica al control sanitario en cacao. Se analizaron subproductos agrícolas y se elaboraron mezclas, se obtuvo su composición química y se evaluaron posteriormente en animales. El trabajo estuvo constituido por ocho experimentos: en el primero se identificaron 46 subproductos y se analizaron solos y en mezclas, para determinar su composición químico bromatológica (proteína, fibra, grasa, energía, cenizas); en el segundo se implantó un sistema de pastoreo rotacional con suplementación estratégica. Con un tiempo promedio de ceba de 238.8 días, 11 lotes, 204 animales, tuvieron ganancias promedio día de 725 g, capacidad de carga 19 UGG. En el tercero se evaluó el efecto de la suplementación bajo tres sistemas de manejo: pastoreo, estabulación y semiestabulación. En 312 días las ganancias de peso diario fueron: Tr. 1:718.5 g.; Tr. 2: 665.0 g. y Tr. 3 :673.0 g. C.C. 2.66 UGG ; no se encontraron diferencias significativas ($P<0.05$). En el experimento 4, se evaluaron tres tratamientos con diferentes niveles de melaza y caña picada. El pasto elefante picado en la ración se había usado como cama para pollos, ganancia diaria: T1:464 g/día, T2:518 g/día y T3: 533 g/día, no se encontró diferencia significativa ($P<0.05$). En el experimento 5, se evaluaron dos tratamientos en machos en semiestabulación: Tr. 1. Em 9.200 MJ/Kg MS 10.6% proteína. Tr. 2. Em 9.650 MJ/Kg, proteína 9.0% en base MS, (mezcla utilizada por ganaderos) matarratón 2 Kg/día, caña forrajera 8 Kg/día. Los dos grupos recibían pasto ad libitum, período experimental 254 días: Tr 1. ganancia promedio 422g/día; y Tr2. ganancia promedio 266 g/día. Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($P<0.01$). En el experimento 6, se evaluó la respuesta en términos de producción de leche, mejoramiento de la condición corporal y reproductiva entre el manejo corriente y la suplementación #1, producción promedio inicial de leche: 2.75 Kg/vaca/día producción promedio a través del experimento 3.66 Kg/vaca/día. #2 incremento promedio en producción de leche 17 Kg/día (48%). Incremento promedio vaca/día 1.88 Kg. Mejoramiento de condición corporal en ambos casos. En el experimento 7, se compararon dos sistemas de control semanal de monilia durante 18 semanas, T1 remoción de mazorcas infectadas para uso en alimentación de bovinos, T2 recolección y eliminación de las mismas mediante cubrimiento con hojas (método tradicional). Tr 1: promedio más bajo, mazorcas infectadas 1.8%, promedio más alto, mazorcas infectadas 92.9%, promedio general 30.2% Tr.2: promedio más bajo, mazorcas infectadas: 2.1% promedio más alto de mazorcas infectadas 100.00%, promedio

general 45. 5%, no existen diferencias significativas entre los tratamientos (P>0.05) CV 87.84. En el experimento 8, se realizaron pruebas bioquímicas para evaluar el funcionamiento hepático de los animales suplementados, ante la hipótesis de toxicidad de las mezclas, se tomaron muestras sanguíneas y se sometieron a pruebas de nitrógeno ureico sanguíneo, BUN, NNP (Urea), creatinina, transaminasas SGOT, SGPT y fosfatasa alcalina FAS. No se evidenciaron niveles que indicaran daño hepático.

**Palabras claves:** Nutrición animal, alimentación de rumiantes, fuentes alternativas de nutrición

## 4. ABSTRACT

This work was carried out in four municipalities located in Soto Province (Kv, Mf, Fm) in order to develop a type of machine for subproducts processing for cattle feeding, and also, to justify economically sanitary control in cacao plantations. For the effect, were analysed agricultural subproducts and were prepared mixtures, was obtained their chemical composition and evaluated in animals. The work was conformed by eight experiments, in the first one, 46 subproducts were identified, analysed alone and in mixtures in order to determine their bromatologic chemical composition (protein, fibre, fat, energy, ashes); in the second one, a rotational grazing system was used with strategic supplementation. In an average fattening time of 238.8 days, 11 lots , 204 bovine showed average gains per day of 725 g, and a cargo capacity of 19 UGG. Through the third experiment was evaluated the supplying effect through three management systems: grazing, stabling and semistabling. The daily weight gains in 312 days were: Tr.1: 727.9 g ; Tr. 2: 673.7g and Tr. 3: 618.9g C.C. 2.66 UGG. There were not found significant differences (P<0.05). By the fourth experiment were evaluated three treatments with different levels of weeds and minced cane. The chopped elephant grass in the supply had been used as beds in poultry exploitations; the daily gain was: T1 : 464g/day, T2 : 518/g/day and T3 : 533g /day, it wasn´t found a significant difference (P<0.05). In the fifth experiment were evaluated two treatments in males in semistabling: Tr. 1, Em 9.200MJ/Kg MS 10.6% protein . Tr. 2, Em 9650 MJ/Kg MS, ( mixture used by cattle raisers) the matarraton tree 2 Kg/day, forage cane 8 Kg/day. The two groups received graze *ad libitum* in an experimental period of 254 daysTr.1, average gain 422g/ day ; and Tr. 2, an average gain of 266g/day. There were significant differences between treatments (P<0.01). In the sixth experiment the answer was evaluated by milk production terms, corporal and reproductive conditions improvement between common management and supplement #1, initial average production of milk : 2.75 Kg/cow/day, average production through the experiment 3.66Kg/cow/day. #2 average increment in milk production 17 Kg/day (48%).The average increment cow/day 1.88Kg and corporal condition improvement in both cases. In the seventh experiment two monilia control systems were compared weekly during 18 weeks. T1. removal of infected cobs to be used in bovine feeding, T2. collection and elimination by leaves covering (traditional way). Tr. 1: lower average, infected cobs 1.8%, higher average, infected 92.9%, general average 30.2%. Tr. 2: lower average infected cobs 2.1% higher average of infected cobs 100.00%, general average 45.5% Didn´t exist significant differences between treatments (P>0.05) CV 87.84. To the eighth experiment were used biochemical tests to evaluate the hepatic functioning of supplemented animals, to the mixtures toxicity hypothesis, blood tests were achieved by ureic sanguineous nitrogen, BUN, NNP, (Urea), creatine, transaminases SGOT, SGPT and alkaline phosphatase FAS. There were no evidenced levels indicating hepatic damage.

**Key words:** Animal nutrition, ruminants feeding, alternative nutrition resources.

## 5. REVISION DE LITERATURA

### 5.1. El Sistema Digestivo del Rumiante

Los rumiantes, a diferencia de otras especies, realizan la transformación alimenticia mediante procesos de fermentación, producción de proteína unicelular y digestión enzimática. (Orskov, 1990). El estómago está dividido en cuatro partes altamente especializadas: el tracto anterior, el estómago, el intestino medio y el intestino posterior. El intestino, asociado a diversos órganos, aporta o recibe diferentes materiales o sustancias siendo, el más importante, el hígado, centro de la actividad bioquímica y metabolismo del animal. Los procesos digestivos pueden ser clasificados como mecánicos, bioquímicos y microbianos.

Las diversas partes del tubo digestivo se componen del tracto anterior del cual forman parte los labios y la boca, la lengua, los dientes, el esófago; el estómago compuesto del retículo - rumen, librillo y cuajar; el intestino medio compuesto por el duodeno, el yeyuno y el íleon (intestino delgado). El intestino posterior conformado por el colon (intestino grueso), ciego y recto. Los órganos asociados al tracto digestivo son las glándulas salivares, el hígado, el páncreas, la vesícula biliar y los riñones. (Osrkov, 1988).

Cerca del 70% de la materia orgánica digestible que penetra al rumen es degradada por los microorganismos antes de que pase al librillo, el flujo varía de acuerdo con el tipo de dieta consumida (aproximadamente cuatro litros por hora para vacas adultas). El retículo -rumen es un órgano muy musculoso dotado de movimientos frecuentes capaces de asegurar la mezcla adecuada de la masa de materia fermentable. El ciclo completo se repite a un ritmo aproximado de una vez por minuto manteniendo, en forma permanente, la suspensión de microbios con la materia orgánica.

Otra función importante del rumen consiste en modificar la composición química de las grasas y aceites de la dieta. La mayor parte de las grasas insaturadas que llegan al retículo - rumen son hidrogenadas y se saturan antes de pasar al librillo. Una pequeña cantidad de grasas insaturadas "protegidas" escapará a la hidrogenación y continuará inalterada. La fermentación ruminal funciona sobre la base de la producción continua y no sobre la de carga; el animal pastorea de 8 a 9 horas, por esta razón los sistemas de alimentación basados en períodos cortos de pastoreo, con mayor frecuencia, se comportan mejor que aquellos que lo hacen dos veces al día. (Orskov, 1988).

### 5.2 Química de los Alimentos

Los componentes de los alimentos están constituidos por la fracción húmeda, el agua, la fracción seca , materia orgánica e inorgánica, esta última, las cenizas compuestas por elementos esenciales, no esenciales y minerales. (Figura 1). (Ensminger y Olenline 1978)

**Figura 1.** Composición química de los alimentos

**Tabla 1.** Composición química de los animales.

| Animal | Agua % | Carbohidratos % | Grasas % | Proteinas % | Minerales % |
|---|---|---|---|---|---|
| Novillo | 54.0 | Menos de 1% | 26.0 | 15.0 | 4.6 |
| Cerdo | 58.0 | Menos de 1% | 24.0 | 15.0 | 2.8 |
| Gallina | 56.0 | Menos de 1% | 19.0 | 21.0 | 3.2 |
| Hombre | 59.0 | Menos de 1% | 18.0 | 18.0 | 4.3 |

C.W. DEYOE, Kansas State University, 1970

Como alimento primordial para los rumiantes el agua debe ser potable, es decir reunir todos los requisitos para ser consumida sin problemas. Los requerimientos en bovinos son satisfechos por el agua de los alimentos, el agua producida en los procesos metabólicos y el agua consumida voluntariamente. Los requerimientos dependen de las condiciones medio ambientales y de los niveles de producción :a temperaturas entre 15 y 21°C consumen 4.1 kg de agua por kilo de materia seca, entre 21 y 27°C, consumen 4.7 kg de agua por kg de MS y sobre 27°C, 5.5 kg/kilo de MS; para producción de leche se requiere un consumo adicional de 0.87 kg /kilo de leche producido. (Wilson y Brigstocke,1987).

Bajo la denominación de carbohidratos se encuentran los azúcares, almidones, celulosa, hemicelulosa y lignina; son fuentes de energía, aunque las grasas y proteínas también la suministran. Los rumiantes requieren grandes cantidades de energía, siendo la principal fuente, los carbohidratos de los pastos y las materias primas fibrosas, las cuales por la actividad de los microorganismos en el rumen, se transforman en ácidos grasos volátiles tales como ácido acético, butírico y propiónico. Cuando el contenido ruminal procede fundamentalmente de forraje con abundante celulosa y fibra, predominan las bacterias celulolíticas produciendo grandes cantidades de ácido acético. Si predominan los azúcares y almidones como acontece con los granos de cereales aparecen bacterias productoras de ácido propiónico. (Wilson y Brigstocke, 1987). El extracto no nitrogenado (ENN) incluye celulosa, hemicelulosa, lignina, azúcares, almidón, pectina, ácidos orgánicos, resinas, taninos, pigmentos y vitaminas hidrosolubles.

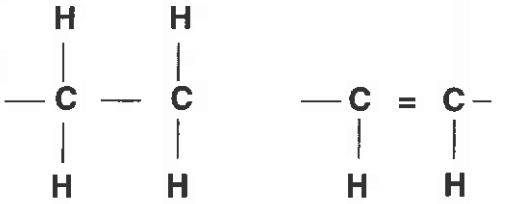
La fibra está constituida especialmente por celulosa, hemicelulosa y lignina formando las paredes celulares de los vegetales. Estas paredes pueden ser blandas en las especies efímeras y duras y leñosas en las plantas perennes. Los rumiantes pueden usar más eficientemente la fibra que los monogástricos. Cuando la fibra tiene un alto grado de lignificación tal como ocurre en la paja de cereales, oponen fuerte resistencia al ataque de las bacterias disminuyendo la digestibilidad y el valor energético. La presencia de fibra larga en las dietas destinadas a vacas puede resultar ventajosa porque tales alimentos proporcionan, a los microorganismos ruminales, un flujo más constante de carbohidratos fermentables mejorando el uso completo de la dieta total. La fibra larga es fermentada en el rumen hasta ácido acético , precursor de la grasa de la leche, haciendo esencial la presencia de cierta cantidad de fibra en la dieta, la cual no debe estar por debajo del 18% de la materia seca. La cantidad de fibra en la dieta de las vacas no debe ser inferior al <0.5% del peso vivo, por ejemplo una vaca de 500 kilos de peso debe recibir 2.5 kilos diarios de fibra larga. (Wilson, y Brigstocke, 1.987). La fibra bruta, (FB) está constituida por celulosa, hemicelulosa y lignina (Fenil propano).

Las grasas y los aceites, contienen carbono, hidrógeno y oxígeno, están constituidos por glicerina y ciertos ácidos grasos; contienen menos oxígeno que los carbohidratos, y liberan 2.5 veces más energía que éstos.

Los excesos de energía provenientes de la dieta, son acumulados por el organismo animal ; en los no rumiantes inicialmente en forma de glucosa y luego en forma de grasa. En el rumiante en cambio, no puede transformar la glucosa en grasa, debido a la ausencia de las enzimas ATP-citrotoliasas y NADP-malato deshidrogenasa, responsables de desdoblar el citrato en oxaloacetato y malato, además de convertir el malato en piruvato, por esta razón depende completamente del acetato y del butirato para la síntesis de grasas. El 90% de la lipogénesis en el rumiante se realiza en el tejido adiposo. (Hinestroza y Becerra, 1999).

De acuerdo con el grado de saturación por hidrógeno en las moléculas saturadas cada carbono de la cadena se une a dos átomos de hidrógeno y a dos de carbono, tienen un elevado punto de fusión que las hace sólidas. Los ácidos grasos insaturados poseen un doble

enlace o más. Cada átomo de carbono se une a un solo hidrógeno y los carbonos se unen por un enlace; por su naturaleza blanda, su punto de fusión es mucho más bajo.



*Enlace Saturado* *Enlace Insaturado*

En el retículo – rumen, la mayoría de los ácidos grasos son hidrolizados y saturados. Las vacas lecheras de alta producción disponen de un proceso cíclico de acumulación y oxidación de la grasa corporal durante las 4-10 semanas pos-parto cuando demandan alta cantidad de energía, reponiéndola nuevamente en la última fase de la lactancia y en la fase seca. La cantidad y calidad de grasa excretada en la leche de los rumiantes puede ser regulada alterando la nutrición animal para inducir a la glándula mamaria a sintetizar la grasa de la leche.

Si se administra demasiada grasa las partículas de fibra quedarían recubiertas dificultando que su superficie pueda ser atacada por las bacterias reduciéndose la digestiblidad de la fibra, aceptándose entre 3 y 5% de la materia seca de la ración. Para que esta situación no se presente y se puedan utilizar mayores niveles de grasas se han diseñado las grasas protegidas, las cuales pasan directamente al cuajar donde son metabolizadas en forma normal. (Orskov, 1.990).

Las grasas de origen animal son básicamente saturadas, lo cual les permite permanecer en estado sólido a temperatura ambiente y las de origen vegetal son principalmente insaturadas y se mantienen en estado líquido (aceites). (Orskov, 1990). El denominado extracto etéreo (E.E.) incluye grasas, aceites, ceras, ácidos orgánicos, pigmentos, esteroles y vitaminas A, D, E y K.

### 5.3. Metabolismo Energético

El valor de un forraje está íntimamente relacionado con la cantidad de energía que aporta ; todos los métodos de expresión de energía deberán indicar el valor energético con base en materia seca ya que sin duda el valor de humedad es variable. (Gough, 1975). La diferencia existente entre la energía bruta y la pérdida fecal se define como energía digestible. No toda la energía digestible es utilizada por el animal, se presentan dos pérdidas, la energía evacuada por la orina procedente de los nutrientes absorbidos y la de gas metano generado durante los procesos de fermentación en el retículo - rumen.

La energía metabolizable puede ser destinada al mantenimiento y a la producción de secreción láctea, gestación y ganancia de peso corporal. La energía de la orina y gas metano representan un 19% de la energía digestible. Para convertir energía digestible en energía metabolizable hay que realizar la operación: EM = ED x 0.81. (Gough, 1975, Blaxler, 1967). La energía neta es la contenida en la leche y en el incremento de peso siendo idéntica a la energía bruta contenida en el producto formado. La energía metabolizable que no acaba como energía neta se transforma en calor. (Blaxler, 1967).

### Ciclos Metabólicos

Existen tres ciclos básicos a través de los cuales pasan los compuestos precursores de energía: el ciclo glicolítico, el del ácido tricarboxílico o ciclo de Krebs y la fosforilación oxidativa. El primero es anaeróbico y se efectúa en el citosol, mientras que los otros dos son aeróbicos y tienen lugar en la mitocondria. Los puntos de entrada de las moléculas provenientes de los alimentos, son diferentes y las proporciones relativas de estos nutrientes, que están en cada punto, dependen del tipo de animal, de su estado fisiológico y de la dieta recibida. (Hinestroza y Becerra, 1999).

## Metabolismo de los Lípidos

La mayoría de los lípidos ingeridos son triglicéridos; en el intestino son degradados en glicerol y ácidos grasos, con la ayuda de las sales biliares ; una vez absorbidos en la mucosa intestinal se reesterifican para volver a formar triglicéridos y junto con el colesterol se dirigen al hígado conformando los quilomicrones, que por acción de la lipoproteinlipasa van deshaciéndose de sus triglicéridos y de las lipoproteínas remanentes hasta llegar finalmente al hígado.

El hígado y el tejido adiposo son los principales centros de síntesis de triglicéridos utilizando los ácidos grasos provenientes de la dieta y el pool de acetil-coenzima A , proveniente de los ácidos grasos almacenados o de la lipogénesis a partir de los carbohidratos. (Aschner, 1998). El catabolismo de los lípidos culmina con la producción de ATP, $CO_2$ y agua, con la consiguiente liberación de calor. A partir de la hidrólisis de triglicéridos en el tejido adiposo se libera glicerol y ácidos grasos libres (no esterificados). (Orskov, 1988). El glicerol es metabolizado por conversión a alfa-glicerol fosfato el cual, a su vez, es oxidado a hidroxiacetona fosfato y luego a glucosa, la cual al ser catabolizada totalmente pasa a $CO_2$ y agua, dando una producción neta de 38 ATP.

La actual tendencia del mercado tiende a primar los ejemplares que presentan una razonable pero no excesiva cubierta de grasa subcutánea, el mínimo de abdominal y una relativa cantidad depositada entre y dentro de las fibras musculares conocida como grasa intramuscular o de infiltración, siendo parcialmente responsable de la tipificación de la calidad de la carne comestible; la calidad de grasa es juzgada por su dureza y color, las duras son preferidas a las blandas y las blancas o claras a las amarillas u oscuras. Estas características están influenciadas por la dieta y, en menor grado, por la raza. (Orskov, 1990).

## Ácidos Grasos Volátiles

En los no rumiantes la fuente principal de energía son los monosacáridos: glucosa, galactosa y fructuosa, los cuales son absorbidos a través de la mucosa intestinal. En los rumiantes, la celulosa proveniente de los alimentos fibrosos y otras formas de carbohidratos como azúcares y almidones, así como algunas proteínas son, en gran parte, digeridas por los microorganismos ruminales y transformados en ácidos grasos volátiles, como ácido acético, propiónico y butírico. Por tal razón, en estos animales y, en menor grado, en otros herbívoros, el metabolismo tisular se ha adaptado a utilizar ácidos grasos de cadena corta como su fuente principal de energía.

Los AGV son absorbidos, en forma libre, por el epitelio ruminal, en diferentes proporciones. Así en una dieta a base de heno, los porcentajes serán: ácido acético 65%, propiónico 12% y otros como: valérico, isovalérico e isobutírico 1%; en tanto que al suministrar una dieta que contenga un 70% de grano, las proporciones de acetato y propionato variarán entre 40 y 37%, respectivamente. Una vez en el epitelio ruminal, parte de ellos se transforma en diferentes compuestos y el resto pasa a la sangre portal circulando como aniones neutralizados al pH sanguíneo. (Wilson y Brigstoke, 1987).

## Butirato

El butirato ($C_4$) es metabolizado a cuerpos cetónicos, principalmente aceto-acetato y b-hidroxibutirato, entre un 80 y 90%, por lo cual sus niveles sanguíneos son muy bajos. Sin embargo, en condiciones de movilización de energía a partir de las reserva corporal como ocurre en la hiponutrición o cuando hay altas demandas de energía, los ácidos grasos movilizados del tejido adiposo son metabolizados por el hígado a (L + b- hidroxibutirato), el cual entra en la circulación periférica en cantidades apreciables, pasando a la mitocondria en forma de oxaloacetato y en seguida al ciclo de Krebs como acetil-coenzima A, por acción de la beta-hidroxibutirato deshidrogenasa. Bajo condiciones de estrés o cuando se ha disminuido la capacidad metabólica del organismo, se presentan niveles elevados de cuerpos cetónicos, dando lugar a la entidad patológica conocida como cetosis. (Hinestrosa y Becerra,1999).

## Acetato

El acetato ($C_2$) es el AGV del retículo - rumen que se absorbe en mayor cantidad y sólo es usado por la pared ruminal como fuente de energía, pasando casi en su totalidad al hígado y de éste, al torrente circulatorio sin ser metabolizado. Por tal razón, presenta niveles sanguíneos elevados, sin embargo, no todo el acetato presente en la sangre proviene de fuentes ruminales, también se produce acetato de origen endógeno a partir del metabolismo de otras sustancias, particularmente de proteínas. El acetato puede participar en la síntesis de ácidos grasos, en especial de la grasa láctea, por carboxilación a malonil coenzima A, o bien entra al ciclo de Krebs como acetil coenzima a través de la condensación con oxaloacetato. (Blaxter, 1967).

## Sistemas de Expresión de Energía

Los sistemas de expresión de energía son:

- **Nutrientes digestibles totales** TDN= Proteína digestible + Extracto libre de nitrógeno digestible + Fibra digestible + Extracto etéreo digestible x 2.25. (Ensminger y Olentine, 1978).

- **Energía neta** de Lofgreen y Gamett estimado en Mcal o Kcal por kilogramo de materia seca. (Ensminger y Olentine, 1978).

- **Energía metabolizable** propuesto por Blaxter estimado en Mega-julios por kilogramo de materia seca. (Blaxter, 1967).

- **Combinado de energía neta** definido por el Agricultural Research Council, el Ministry of Agriculture Fisheries and Food expresado en Megajulios por kilogramo de materia seca. (Gough, 1975).

La energía de los forrajes puede ser estimada por fórmulas con diferentes grados de precisión, así para estimar el total de nutrientes digestibles (TND).

TND= 54.572 + 6.792 FC - 51.083 EE + 1.851 ELN - 0.334 Pr + 3.384$EE^2$ - 0.049 $FC^2$ + 0.942 EE.Pr - 0.886 Fc. ELN + 0.689 ENN - 0.112 $EE^2$.Pr. (Harris et al ,1974)

Donde :

FC= Fibra cruda .EE= Extracto Etéreo .Pr =Proteína . ELN= Extracto Libre de N.

A partir del total de nutrientes digestibles se pueden calcular los valores energéticos utilizando las siguientes fórmulas.

ED (Mcal/Kg) = TDN%

EM (Mcal/Kg) = ED(Mcal/kg) x 0.82 (Harris et al, 1974)

Donde:

ED = Energía digestible .
EM = Energía Metabolizable
MegaCalorías x 4.184=Megajulios (Ministry Agriculture, 1975) (Gough, )

La Universidad de Pennsylvania a través del servicio de extensión de pastos y forrajes citado por el Manual de la Compañía Hach propone las siguientes fórmulas:

| Muestra | $E_{NET}$ (Kcal) | TDN % |
|---|---|---|
| Leguminosas | 1.04 – (0.0119 x FDA) | 490 + ($E_{NET}$ x 89.9) |
| Mezcla de forrajes | 1.09 – (0.0127 x FDA) | 490 + ($E_{NET}$ x 89.9) |
| Pastos | 1.09 – (0.0124 x FDA) | 490 + ($E_{NET}$ x 89.9) |

FC= (FDA x 0.75) + 3.56 (Servicio de pruebas en forrajes U. de Pennsylvania)

Donde:

FC= Fibra cruda.
FDA= Fibra detergente ácida

Otra fórmula para estimar la Energía Digestible de un forraje es:

ED =(0.123 x PC) + (0.17 x DIMSV – 12.9 + 0.285) (Terry y Osbourn 1.977).

Donde:

ED = Energía Digestible .PC = Proteína Cruda .DIVMS = Digestibilidad in vitro de la materia seca.

Para predecir la energía de granos o mezcla de granos se pueden utilizar las siguientes fórmulas:

Mezcla de granos: TDN= 81.4 – (0.48 x FDA) (Universidad de Pennsylvania)

Cereales (Harris, 1974)

TDN= - 302.686 – 1.357 FC + 2.638 EE + 3.003 ELN + 2.247 Pr + 0.046 $FC^2$ + 0.647 $EE^2$ + 0.041 (FC) (ELN) – 0.081 (EE) (ELN) + 0.553 (EE) (Pr) – 0.046 $(EE)^2$ (Pr).

FC= FDA x 0.8 en granos donde:

FC = Fibra Cruda
FDA = Fibra detergente ácido

Otra fórmula usada si la materia seca es superior al 40% es la siguiente:

TDN= 31.4 + (53.1 – $E_{NET}$) – 6.0
$E_{NET}$= 1.044 – (0.0124) FDA (U. Pennsylvania)

Donde:

TDN= Total de nutrientes digestibles
$E_{NET}$= Energía Neta

## Energía Metabolizable para Mantenimiento

Los requerimientos de energía metabolizable para mantenimiento en animales de tipo leche y carne pueden ser estimados de la siguiente forma:

$EM_m$= 8.3 + 0.091.W (Gough, H.C., 1.975)

Donde:

$EM_m$ = Energía Metabolizable de Mantenimiento
W = Peso vivo (kg)

**Tabla 2.** Energía metabolizable para mantenimiento

| Peso Vivo | MJ/animal |
|---|---|
| 100 | 17 |
| 150 | 22 |
| 200 | 27 |
| 250 | 31 |
| 300 | 36 |
| 350 | 40 |
| 400 | 45 |
| 450 | 49 |
| 500 | 54 |

## Energía Metabolizable para Producción de Leche

Viene dada por la energía de la leche excretada, depende de la cantidad de leche producida y de su valor energético ($EV_L$), el cual está determinado por el porcentaje de grasa y el de sólidos no grasos. Estos están influenciados por la dieta, la raza y la edad de producción del animal. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$EV_L$= 0.0386 G% + 0.0205 SNG – 0.236 (Gough, H.C., 1.975)

Donde:

$EV_L$ = Valor Energético de la leche.
G = Porcentaje de grasa.
SNG= Sólidos no grasos

**Tabla 3.** Niveles de energía metabolizable (MJ) para producir 1 kg de leche de composición variable. (Gough, 1.975).

| Contenido en SNG, g/kg | Contenido graso de la leche (g/kg) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 30 | 32 | 34 | 36 | 38 | 40 | 42 | 44 | 46 | 48 | 50 | 52 |
| 84 | 4,48 | 4,61 | 4,74 | 4,87 | 5,00 | 5,13 | 5,26 | 5,39 | 5,52 | 5,65 | 5,79 | 5,92 |
| 85 | 4,51 | 4,64 | 4,77 | 4,90 | 5,04 | 5,17 | 5,30 | 5,43 | 5,56 | 5,69 | 5,82 | 5,95 |
| 86 | 4,55 | 4,68 | 4,81 | 4,94 | 5,07 | 5,20 | 5,33 | 5,46 | 5,59 | 5,72 | 5,85 | 5,99 |
| 87 | 4,58 | 4,71 | 4,84 | 4,98 | 5,10 | 5,24 | 5,37 | 5,50 | 5,63 | 5,76 | 5,89 | 6,02 |
| 88 | 4,62 | 4,75 | 4,88 | 5,01 | 5,14 | 5,27 | 5,40 | 5,53 | 5,66 | 5,79 | 5,92 | 6,05 |
| 89 | 4,65 | 4,78 | 4,91 | 5,04 | 5,17 | 5,31 | 5,44 | 5,57 | 5,70 | 5,83 | 5,96 | 6,09 |
| 90 | 4,69 | 4,82 | 4,95 | 5,08 | 5,21 | 5,34 | 5,47 | 5,60 | 5,73 | 5,86 | 5,99 | 6,12 |
| 91 | 4,72 | 4,85 | 4,98 | 5,11 | 5,24 | 5,37 | 5,51 | 5,64 | 5,77 | 5,90 | 6,03 | 6,16 |
| 92 | 4,76 | 4,89 | 5,02 | 5,15 | 5,28 | 5,41 | 5,54 | 5,67 | 5,80 | 5,93 | 6,06 | 6,19 |
| 93 | 4,79 | 4,92 | 5,05 | 5,18 | 5,31 | 5,44 | 5,57 | 5,71 | 5,84 | 5,97 | 6,10 | 6,23 |
| 94 | 4,82 | 4,96 | 5,09 | 5,22 | 5,35 | 5,48 | 5,61 | 5,74 | 5,87 | 6,00 | 6,13 | 6,26 |
| 95 | 4,86 | 4,99 | 5,12 | 5,25 | 5,38 | 5,51 | 5,64 | 5,77 | 5,91 | 6,04 | 6,17 | 6,30 |

**Ejemplo**: Una vaca cebú de 400 kilos que produce 4 litros de leche diariamente con 42% de grasa y 89 gramos de sólidos no grasos.

Los requerimientos de $EM_m$ 45.00 MJ
$EM_p$ 21.76 MJ
$EM_T$ 66.76 MJ

Donde:
$EM_m$:Energía Metabolizable de mantenimiento
$EM_p$ :Energía Metabolizable de producción
$EM_l$ :Energía Metabolizable total

Si la ración de la vaca es deficiente en energía, el animal moviliza sus reservas corporales para producción láctea con las respectivas pérdidas de peso; cada kilogramo de peso perdido equivale a 28 MJ de energía metabolizable de la dieta, pero para recuperar el kilogramo de peso perdido el animal necesita 34 MJ de energía metabolizable.

### Energía Metabolizable Durante la Preñez

Los requerimientos de energía metabolizable en los primeros cinco meses de preñez son los cinco megajulios más que la energía metabolizable de mantenimiento, requerimientos que empiezan a variar a partir del sexto mes de preñez, pudiéndose estimar con la siguiente ecuación: $Em_{mp} : EM_m + 1.13_e^{0.01061t} +$ MJ/día (Gough, 1.975).

Donde:
$EM_{mp}$: Energía metabolizable para mantenimiento y gestación
t: días de gestación
$_e$: 2.718 base de logaritmos neperianos

**Tabla 4.** Niveles de energía metabolizable para gestación MJ/animal. (Gough, 1975).

| Peso Vivo (Kg) | Mes de Gestación | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 350 | 48 | 51 | 55 | 60 |
| 400 | 52 | 55 | 59 | 65 |
| 450 | 57 | 60 | 64 | 69 |
| 500 | 61 | 64 | 68 | 74 |
| 550 | 66 | 69 | 73 | 78 |
| 600 | 71 | 73 | 77 | 83 |
| 650 | 75 | 78 | 82 | 87 |
| 700 | 80 | 83 | 86 | 92 |

(Incluido margen de seguridad)

**Consumo de Materia Seca:** En la formulación de raciones para rumiantes es necesario estimar el consumo posible de materia seca, pudiéndose estimar en vacas lecheras mediante la siguiente fórmula: IMS = 0.025W + 0.1Y

Donde:

IMS: Consumo de materia seca Kg/día
W: Peso vivo Kg
Y: Producción leche Kg/día

Al principio de la lactancia, en las primeras seis semanas el consumo es menor aproximadamente 2-3 Kg/día por debajo de los valores estimados. En bovinos de tipo carne los consumos de materia seca están entre 0.027–0.025 del peso vivo.

**Tabla 5.** Probable ingesta de materia seca a la mitad y final de lactación (kg/día) (Gough, 1975).

| Peso Vivo W(kg) | Producción leche Y (kg/dia) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
| 350 | 9,3 | 9,8 | 10,3 | 10,8 | 11,3 | 11,8 | | |
| 400 | 10,5 | 11,0 | 11,5 | 12,0 | 12,5 | 13,0 | | |
| 450 | 11,8 | 12,3 | 12,8 | 13,3 | 13,8 | 14,3 | 14,8 | |
| 500 | 13,8 | 13,5 | 14,0 | 14,5 | 15,0 | 15,5 | 16,0 | |
| 550 | 14,3 | 14,8 | 15,3 | 15,8 | 16,3 | 16,8 | 17,3 | 17,8 |
| 600 | 15,5 | 16,0 | 16,5 | 17,0 | 17,5 | 18,0 | 18,5 | 19,0 |
| 650 | 16,8 | 17,3 | 17,8 | 18,3 | 18,8 | 19,3 | 19,8 | 20,3 |
| 700 | 18,0 | 18,5 | 19,0 | 19,5 | 20,0 | 20,5 | 21,0 | 21,5 |

Basado en IMS (kg./día)= 0.025 W + 0.1 Y

**Consumo de materia seca para ganado vacuno de carne.** (Gough, 1975).

| Peso vivo | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mat. seca (kg) | 2.94 | 4.26 | 5.48 | 6.60 | 7.62 | 8.54 | 9.36 | 10.08 | 10.70 |

*En ganado de carne disponibilidad de energía metabolizable para producción*

La energía metabolizable para la ganancia de peso vivo se puede calcular restando del valor de energía metabolizable total de la ración $EM_t$ el valor correspondiente a la Energía Metabolizable de mantenimiento $EM_m$.

$$EM_t - EM_m = EM_p$$

Ejemplo: Un novillo de 250 kilos consume un forraje con 7.3 MJ de Energía Metabolizable por kilo de materia seca.

Consumo de Materia seca 6.60 kilogramos
Consumo de $EM_t$ 6.6 x 7.3 48.18 MJ
Requerimientos de $EM_m$ < 31.00 MJ
$EM_p$ 17.18 MJ

Para estimar la energía metabolizable para ganancia de peso se utiliza : (Gough, 1.975)

$$Eg = \frac{Emp \times 0.0435 \times M/S}{1.05}$$

Donde
Emp = Energía Metabolizable de producción.
M/S = Concentración Energética de la Ración.
Eg = Energía para ganancia de peso

**Ejemplo:** $Eg = \frac{17.18 \times 0.0435 \times 7.3}{1.05} = 5.19$

**Tabla 6.** Energía almacenada para ganancia de peso. (Gough, 1975).

| EMP (MJ) | Concentración energética M/S (MJ/kg MS) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 5 | 1,4 | 1,7 | 1,9 | 2,1 | 2,3 | 2,5 | 2,7 | 2.9 |
| 10 | 2,9 | 3,3 | 3,7 | 4,1 | 4,6 | 5,0 | 5,4 | 5.8 |
| 15 | 4,3 | 5,0 | 5,6 | 6,2 | 6,8 | 7,5 | 8,1 | 8.7 |
| 20 | 5,8 | 6,6 | 7,5 | 8,3 | 9,1 | 9,9 | 10,8 | 11.6 |
| 25 | 7,2 | 8,3 | 9,3 | 10,4 | 11,4 | 12,4 | 13,5 | 14.5 |
| 30 | 8,7 | 9,9 | 11,2 | 12,4 | 13,7 | 14,9 | 16,1 | 17.4 |
| 35 | 10,1 | 11,6 | 13,0 | 14,5 | 15,9 | 17,4 | 18,8 | 20.3 |
| 40 | 11,6 | 13,2 | 14,9 | 16,6 | 18,2 | 19,9 | 21,5 | 23.2 |
| 45 | 13,0 | 14,9 | 16,8 | 18,6 | 20,5 | 22,4 | 24,2 | 26.1 |
| 50 | 14,5 | 16,6 | 18,6 | 20,7 | 22,8 | 24,8 | 26,9 | 29.0 |
| 55 | 15,9 | 18,2 | 20,5 | 22,8 | 25,0 | 27,3 | 29,6 | 31.9 |
| 60 | 17,4 | 19,9 | 22,4 | 24,8 | 27,3 | 29,8 | 32,3 | 34.8 |
| 65 | 18,8 | 21,5 | 24,2 | 26,9 | 29,6 | 32,3 | 35,0 | 37.7 |
| 70 | 20,3 | 23,2 | 26,1 | 29,0 | 31,9 | 34,8 | 37,7 | 40.6 |
| 75 | 21,7 | 24,8 | 27,9 | 31,1 | 34,2 | 37,3 | 40,4 | 43.5 |
| 80 | 23,2 | 26,5 | 29,8 | 33,1 | 36,4 | 39,8 | 43,1 | 46.4 |

La ganancia de peso vivo se estima con la siguiente ecuación.

$$Gpv = \frac{Eg}{6.28 + 0.3\ Eg + 0.0188 \times W}$$

Donde:
Gpv = Ganancia de peso vivo
Eg = Energía para ganancia de peso
W = Peso vivo/kg

Ejemplo:

$$Gpv = \frac{5.19}{6.28 + 0.3 \times 5.19 + 0.0188 \times 250} = \frac{5.19}{12.53} = 414\ g$$

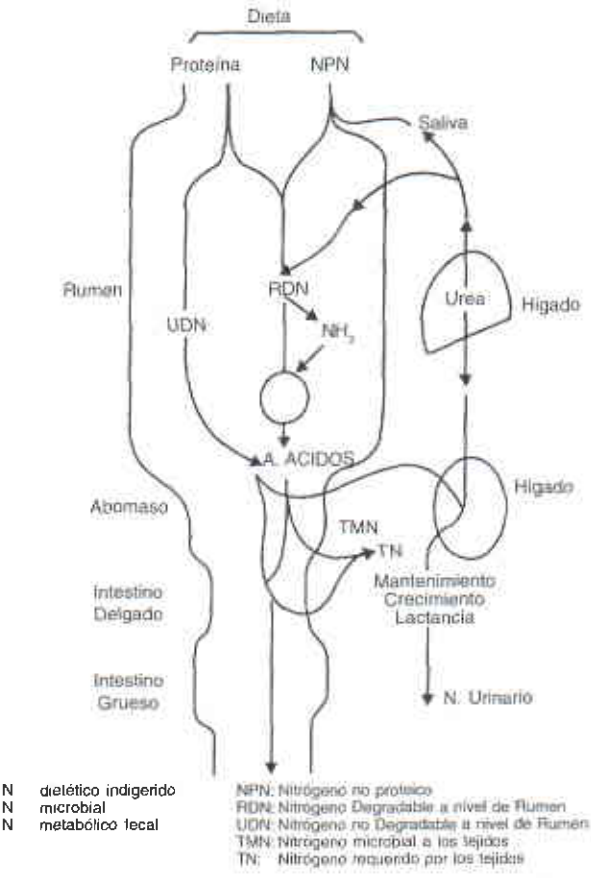



**Figura 2.** Pasos de la digestión del nitrógeno en el rumiante.

### 5.4. Proteína

Las proteínas son compuestos químicos de elevado peso molecular integrados por cinco elementos en promedio: 53% de carbonos, 22% de oxigeno, 7% de hidrógeno, 2% de azufre y 16% de nitrógeno (Obteniéndose los niveles de N y multiplicando por 6.25 se puede estimar la proteína). El rumiante no sintetiza todos los aminoácidos, pero los microorganismos del retículo rumen lo hace, cuando forman la proteína microbiana. Las proteínas en el rumiante no son absorbidas como tales sino que pasan a la circulación sanguínea en forma de aminoácidos, liberados en el proceso de digestión dentro del aparato digestivo.

Los rumiantes dependen de los aminoácidos esenciales proporcionados por el alimento, pero no necesitan que la dieta cubra los requerimientos completos de cada uno de ellos como en los monogástricos, debido a que los aminoácidos son suministrados por dos fuentes: una, la proteína que escapa a la fermentación ruminal y llega al intestino medio con los aminoácidos intactos, donde atraviesan la pared intestinal ingresando al torrente sanguíneo (proteína no degradada). Otra parte, la constituyen las proteínas de los microorganismos ruminales muertos (proteína microbiana).

Los microorganismos utilizan los alimentos en la construcción de sus propias proteínas; son removidos constantemente del aparato digestivo, con el resto de la digesta; mueren por los ácidos segregados en el cuajar y el animal absorbe los aminoácidos derivados de la proteína microbiana de la misma forma que la proteína no degradada contenida en los pastos. En el rumen hay bacterias y protozoos, la proteína bacteriana tiene una digestibilidad del 74% y más baja en lisina que la de los protozoos que tienen una digestibilidad del 91%. La proteína microbial tiene un valor biológico alto con un balance de aminoácidos mejor que la inmensa mayoría de los vegetales. (Orskov, 1988).

El suministro de proteína bruta al ganado se hace por diferentes fuentes de origen vegetal como tortas y harinas de oleaginosas y de origen animal como harina de carne, de pescado, de plumas, de vísceras; otras fuentes de proteína son los subproductos de cereales como salvado de trigo, repila de arroz y de maíz, afrecho de cebada. Las fuentes proteicas y de nitrógeno no proteico son también las deyecciones de aves y la urea.

El nuevo sistema de proteína se basa en los conocimientos acumulados durante muchos años respecto a la forma como los rumiantes aprovechan las proteínas. El uso de las mismas, por el rumiante, depende de la energía consumida por el animal ya que la microflora del retículo-rumen sintetiza la proteína microbiana en dependencia directa con la cantidad de energía aportada por la dieta, por esta razón la primera consideración al formular una dieta es el suministro de energía necesaria para alcanzar el nivel de producción deseado. (Orskov, 1988).

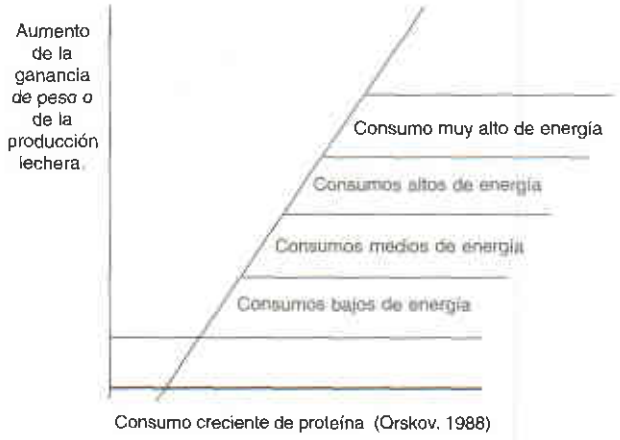



**Figura 3.** Respuesta de los rumiantes en crecimiento o producción lechera a los efectos combinados del consumo de energía y proteína.

La cantidad de proteína microbiana disponible se relaciona directamente con el consumo de energía, cuando no satisfaga los requerimientos totales, se debe establecer el balance, con aquella que procede de la dieta que ha pasado por el rumen sin sufrir modificación (proteína no degradada).

**Tabla 7.** Clasificación de la proteína dietética de acuerdo con su degradabilidad. (Webster, 1980).

| Clase | Degradabilidad | Producto |
|---|---|---|
| A | 0.71-0.90% | Heno de leguminosas, trigo, cebada, soya cruda, torta girasol. |
| B | 0.51-0.70% | Maíz ensilado, soya tostada, harina de algodón |
| C | 0.31-0.50% | Cebada, harina de carne y hueso harina de pescado |
| D | 0-30% | Sorgo laminado, harina de pescado de Perú. |

**Tabla 8.** Degradabilidad en el rumen de la proteína cruda de algunas materias primas.

| Ingrediente | Proteína cruda% | Degradabilidad % | UDP % |
|---|---|---|---|
| Vicia | 27 | 0.91 | 2.4 |
| Girasol | 37.2 | 0.82 | 6.7 |
| Harina carne y hueso | 47.4 | 0.52 | 22.8 |
| Cebada | 10 | 0.81 | 1.9 |
| Harina de pescado | 60 | 0.29 | 42.6 |
| Harina de pescado Perú | 62 | 0.31 | 42.7 |
| Afrecho de cebada | 18.4 | 0.78 | 4.0 |
| Soya cruda | 38 | 0.72 | 10.64 |
| Torta de soya Ext. Solvente | 46 | 0.64 | 16.56 |
| Soya tostada | 39 | 0.30 | 25.46 |

**Fuente:** (Miller y Pike, 1978) (Shaver, 1999).

Los compuestos de soya tienen un nivel de proteína favorable y una alta digestibilidad pero los niveles de degradación en el rumen son altos. Para reducir el impacto de los microbios de la proteína en el rumen, se emplean varios métodos entre ellos el de procesamiento por calor, el tostado y la extrusión que son los dos métodos comerciales comunes para incrementar el consumo de proteína no degradada.

Los términos básicos empleados para describir las necesidades de proteína son los siguientes:

| | |
|---|---|
| Proteína cruda | PC |
| Nitrógeno no proteico | NNP |
| Proteína degradable en el rumen | PDR |
| Proteína no degradable en el rumen | PNDR |
| Proteína microbial | PM |
| Proteína tisular | PT |

La proteína cruda es igual a la cantidad de nitrógeno multiplicado por 6.25. El nitrógeno no proteico es la cantidad de nitrógeno procedente de sustancias nitrogenadas no proteicas. La proteína degradable en el rumen equivale a la energía metabolizable (MJ) por 7.8. (Webster, 1980).

La proteína microbial es igual a la PDR por 0.42; este factor, está dado, en un 80%, por la capacidad de síntesis de aminoácidos procedentes del nitrógeno ruminal, un 75% por la capacidad de absorción de esta proteína a nivel intestinal y por un 70% de la eficiencia en la utilización de esta proteína.

Proteína tisular en vacas de leche se estima multiplicando el factor 2.09 por el peso metabólico de los animales más 30 gramos por kilogramo de leche producida. El peso metabólico equivale a $W^{.75}$ donde W es el peso vivo de los animales como se puede ver en la Tabla 9. (Webster, 1980).

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

**Tabla 9.** Peso metabólico.

| Peso Vivo (Kilogramos) | Peso metabólico (Kilogramos) |
|---|---|
| 200 | 150 |
| 250 | 187.5 |
| 300 | 225 |
| 350 | 262.5 |
| 400 | 300 |
| 450 | 337.5 |
| 500 | 375 |
| 500 | 54 |

**Fuente:** (McDowell, 1974).

En ganado de carne, las necesidades de proteína que tienen los tejidos para la ganancia de peso vivo fueron valoradas por el Agricultural Research Council (1980) en 150 g/kg de incremento. (Orskov, 1990). La proteína tisular está determinada por el peso de los animales y la cantidad de energía metabolizable disponible.

**Tabla 10.** Proteína Tisular.

| Peso Vivo (Kilogramos) | Proteína Tisular |
|---|---|
| 100 | EM X 8.125 g |
| 200 | EM X 6.25 g |
| 300 | EM X 5.68 g |
| 400 | EM X 5.25 g |
| 500 | EM X 5.06 g |

Proteína no degradable en el rumen. (Orskov, 1988).

$$PND_g = \frac{PT_g - PM_g}{0.525}$$

**5.5 Pruebas Hepáticas Basadas en Funciones Bioquímicas Específicas.** (Mussman, 1978, Kebler,1997).

Ante la hipótesis de reacciones antinutricionales en los rumiantes, ocasionadas por el consumo de algunos de los subroductos agroindustriales, fue necesario adelantar un experimento para comparar los niveles sanguíneos fisiológicos de los animales suplementados y no suplementados.

### 5.5.1. Proteína

Ninguna de las alteraciones en la proteína es específica para una lesión hepática, pero, la combinación de una disminución absoluta de albúmina y un nivel alto de gamma globulina, es un hallazgo usualmente típico de lesión .

**Proteína total:** Se presenta hipoproteinemia, asociada con una dieta baja en proteína, pérdida crónica de sangre por parásitos o tumores, pérdida de proteína a través del riñón (síndrome nefrótico), o enfermedades crónicas del hígado. La proteína total varía normalmente ente 5 y 8 gramos por 100 ml de sangre en los animales domésticos. Ha sido reportada hiperproteinemia en deshidratación (hemoconcentración), neoplasias de diferentes tipos y en infecciones crónicas.

**Albúmina y globulina sérica.** La habilidad para producir albúmina se pierde con mayor frecuencia en las enfermedades crónicas hepáticas, por lo cual la hipoalbuminemia se asocia con la fibrosis crónica o la hepatitis subaguda. Aparte de las lesiones hepáticas, se observa hipoalbuminemia en nefritis, nefrosis, mala nutrición, digestión deficiente de proteínas por desórdenes pancreáticos, entre otros. Se encuentra hiperalbuminemia en casos de hemoconcentración.

El nivel de globulina sérica se eleva en hepatitis y fibrosis hepática difusa. También hay aumento en el linfoma maligno, en infecciones bacteriales y de protozoarios, endocarditis bacterial crónica y en algunas enfermedades de la médula ósea y el sistema reticuloendotelial.

La proporción **albúmina-globulina (A/G):** Se determina dividiendo los gramos de albúmina por los de gammaglobulina; tiene el mismo significado que las determinaciones de albúmina y globulina.

**Protrombina:** Esta proteína se produce exclusivamente en el hígado y su determinación se usa como prueba hematológica, en el estu-

dio de problemas de coagulación; también se emplea de vez en cuando para probar la función hepática.

**Proteínas Séricas Totales:** (Maxime, 1991).

- Los valores normales de casi todos los animales varían entre 5 y 8 g/dl.
- Los animales jóvenes por lo general tienen valores menores que los adultos.
- La concentración de proteínas séricas totales por lo general tiene poco valor para el estudio de la función o enfermedad hepática.
- La fracción albúmina puede encontrarse disminuida y la globulínica aumentada; la suma de las dos fracciones puede conducir a una fluctuación muy amplia de los valores, desde baja hasta alta en presencia de enfermedad hepática.
- Es más confiable considerar la importancia de las anormalidades de la albúmina y de las globulinas por separado, aunque por lo general una hipoproteinemia significativa va a ser el resultado de una hipoalbuminemia.



### 5.5.2. Transaminasa glutámico - Oxalacética del suero (SGOT) Transaminasa glutámico - pirúvica del suero (SGPT)

La SGOT se encuentra normalmente en el hígado en el miocardio y en el músculo esquelético de todos los animales domésticos. La SGPT se encuentra en los mismos tejidos pero únicamente en el canino, felino y humano. Para que se presente un aumento sanguíneo de cualesquiera de estas enzimas, se requiere una lesión necrótica en uno de los tejidos mencionados.( Alvarado y Moreno 1968 ). En todos los animales domésticos, la ausencia de signos clínicos de una lesión cardíaca o muscular y un aumento de SGOT significa necrosis hepática.

En los bovinos y ovinos afectados por la enfermedad del músculo blanco (deficiencia de selenio o vitamina E), se presenta un aumento de SGOT.

**Transaminasa glutámica-oxaloacética sérica (SGOT).**

La SGOT cataliza la transferencia del grupo alfa-amino del ácido aspártico a ácido alfa-cetoglutárico, produciendo la formación de ácido oxaloacético y ácido glutámico respectivamente. Acido alfa-cetoglutárico + ácido aspártico (transaminasa) ácido oxaloacético + ácido glutámico. La SGOT se encuentra , en formas diferentes en las mitocondrias y en el citoplasma.

· **Principales fuentes de la SGOT**

Las concentraciones más elevadas se encuentran en las células musculares, con cantidades ligeramente menores en el hígado y en el músculo cardíaco. La SGOT no es específica de un órgano. En muchas otras células del cuerpo se encuentran pequeñas cantidades. En el riñón, páncreas, cerebro, eritrocitos, la concentración varía según la especie.

· **Interpretación del aumento de los valores de SGOT**

Bovinos y ovinos

Necrosis muscular

(a) Animales caídos: los valores mayores de 1000 UI sugieren un problema serio.
(b) Enfermedad del músculo blanco.
(c) Pierna negra (Carbón Sintomático).

Daño hepático

(a) Necrosis hepática: primaria o secundaria a riticulitis traumática, metritis.
(b) Cetosis
(c) Congestión pasiva
(d) Abscesos hepáticos

Fármacos causantes del aumento de la SGOT

(1) Salicilatos, costicosteroides, estrógenos, andrógenos, antibióticos: (eritromicina, lincomicina, gentamicina), Fenotiacinas, anestésicos capaces de producir daño hepático.

Recolección de la muestra

* Estabilidad bajo diferentes condiciones de almacenamiento.
* Temperatura ambiente (25°C): 3 días.
* Temperatura de refrigerador: 1 semana.
* Congelación (-25°C): 1 mes.
* Tanto la lipemia como la hemólisis darán lugar a resultados equivocados.

Factor de conversión (unidades x factor = UI). (1) Sigma - Frankel: 0.48 ,Reitman - Frankel: 0.48, Karmen: 0.48

**Niveles Séricos de Transaminasas (SGOT)**

| Unidades | Bovino | Ovino |
|---|---|---|
| UI/L | 20 – 34 | 79 + 11 |
| UI(Hycel) | 178.2 + 55.8 | |
| MU/ml (BMC) | 13 – 40 | |
| Unidades Sigma-Frankel | 42 – 70<br>36 – 95<br>43.8 +5.7 | 164 + 23 |

**Transaminasa glutámica pirúvica sérica (SGPT)**

En medicina veterinaria se utiliza la SGPT solamente en animales pequeños, sospechosos de necrosis hepática, cardíaca o muscular. Estas afecciones se distinguen clínicamente.

Las transaminasas catalizan la transferencia de un grupo amino ($NH_2$) de un ácido alfa amino a un ácido alfa-ceto formando un nuevo aminoácido y un nuevo cetoácido. La SGPT cataliza la transferencia del grupo alfa-amino de la alanina a ácido alfa-ceto-glutárico produciendo la formación de ácidos pirúvico y glutámico respectivamente.

Acido alfa-cetoglutárico + alanina (transaminasa) ácido pirúvico + ácido glutámico.

**Fuentes principales de la SGPT**

* Las cantidades más grandes se encuentran en los hepatocitos del hígado de perros, gatos y primates, proporcionándoles una enzima que es específica del daño hepatocelular en todas estas especies.

* Una pequeña cantidad de SGPT se encuentra en los tejidos hepáticos del caballo, ganado bovino, oveja y cerdo, por lo que no está indicado su uso en estas especies.

* En otros tejidos se encuentran concentraciones muy bajas de SGPT.

**Interpretación del aumento de los valores de SGPT**

La necrosis hepática no necesariamente muestra elevación de la SGPT, ya que una alteración en la permeabilidad de la membrana celular es suficiente para que esta enzima citoplásmica entre en la circulación.

La correlación entre la necrosis de células hepáticas y la elevación de la SGPT es insignificante.

(1) Se encuentran elevaciones de normales a moderadas de SGPT en: congestión pasiva del hígado. Metamorfosis grasa. La necrosis hepatocelular producirá elevaciones de moderadas a marcadas

**Hepatotoxinas**: elevación marcada debido al daño extenso de la célula hepática.

Los nódulos circunscritos individuales o los tumores pueden no afectar una gran cantidad de células en un momento dado y la SGPT se encontrará proporcionalmente más baja.

Algunas enfermedades específicas producen niveles elevados: Leptospirosis, hepatitis infecciosa canina, peritonitis infecciosa felina, cambios grasos del hígado, diabetes mellitus, hipotiroidismo, hipoxia, neoplasias hepáticas.

**Fármacos:** Corticosteroides, estrógenos, andrógenos, antibióticos: cloranfenicol, ampicilina, gentamicina, linconmicina, eritromicina, dilantin, primidona, salicilatos.

### Recolección de la muestra

Estabilidad bajo diferentes condiciones de almacenamiento.
Temperatura ambiente: 2 días temperatura de refrigerador: 1 semana congelación (-25°C): inestable. Tanto la hemólisis como la lipemia invalidarán los resultados.

Factor de conversión (unidad x factor = UI)
Sigma-Frankel: 0.48, Reitman-Frankel:048, Worblewski LaDue: 0.48.

### Niveles Séricos de Transaminasas (SGPT)

| Unidades | Bovino | Ovino |
|---|---|---|
| UI/L | 4 - 11 | 11 + 1 |
| UI(Hycel) | 75 + 9.7 | |
| Unidades Sigma-Frankel | 8 - 24<br>16 + 8 | 23 + 2 |

**Fosfatasa alcalina sérica (FAS)** (Maxime, 1991, Kebler, 1997 y Mussman, 1978).

Las fosfatasas alcalinas constituyen un grupo de enzimas que participan en la hidrólisis de los monoésteres del fosfato a un pH alcalino (aproximadamente 9); son importantes para el transporte del azúcar y los fosfatos en la mucosa intestinal, tubulos renales, huesos y placenta (todas las células del cuerpo que utilizan glucosa para obtener energía contienen fosfatasa). En consecuencia, como la fosfatasa alcalina se encuentra en casi todos los tejidos, es el grupo con menor especificidad.

### Principales fuentes

Los tejidos que demuestran la concentración más elevada de fosfatasa alcalina comprenden: osteoblastos y condroblastos, sistema hepatobiliar, mucosa gastrointestinal, tubulos renales, placenta y bazo; es una enzima microsomal, cuya principal actividad es intracelular, excepto en los osteoblastos, donde actúa principalmente a nivel extracelular.

### Interpretación del aumento de los valores

Aposición o resoción de los huesos: los osteoblastos secretan fosfatasa alcalina hacia la matriz osteoide en forma de hueso calcinoso.

(1) En condiciones normales se eleva durante los períodos de crecimiento rápido del hueso en animales jóvenes.
(2) Fracturas en etapa de curación
(3) Durante la gestación, debido a la construcción de los huesos fetales y la placenta (el nivel no parece correlacionarse con el estadio de gestación de la vaca)
(4) Osteomalacia
(5) Sarcoma osteogénico: (poco constante)
(6) Hiperparatiroidismo: primario o secundario (nutricional o renal)

### Padecimiento hepatobiliares

- Se han sugerido dos mecanismos para explicar la elevación de la fosfatasa alcalina sérica
- La enzima no puede excretarse debido a la obstrucción intrahepática o extrahepática y por lo tanto se retiene. En la obstrucción biliar, la colestasis intrahepática y extrahepática producen una elevación marcada de fosfatasa alcalina sérica. En la obstrucción biliar secundaria al igual que la obstrucción intestinal causan una elevación marcada.

El aumento en la cantidad de la enzima en la enfermedad hepatobiliar es en respuesta al aumento de la presión en el sistema biliar. ( la sobreproducción por regurgitación parece favorecer esta hipótesis). No se sabe si el hepatocito o el epitelio del árbol biliar es el que produce la mayor parte de la fosfatasa alcalina, pero parece que los hepatocitos son los mayores contribuyentes.

- Necrosis hepática: Elevación moderada
- Metamorfosis grasa del hígado: De normal a moderadamente alta (diabetes mellitus, hipotiroidismo, hiperadrenocorticismo)

- Congestión pasiva: Elevación de normal a moderada
- Lesiones infiltrativas del hígado (tumores, amiloidosis, enfermedad granulomatosa) Enfermedad renal: No es constante
- Lesiones gastrointestinales
- Enfermedad del bazo
- Hemólisis

Administración de fármacos (corticosteroides, estrógenos, andrógenos, antibióticos como la eritromicina, vermífugos como la fenotiacina).

**Recolección de la muestra**

a. Estabilidad bajo diversas condiciones.
(1) Temperatura ambiente (25 °C); dos a tres días (la actividad puede aumentar).
(2) En refrigeración (0 a 4 °C); dos a tres días.
(3) Congelación (-25 °C); un mes.
a. Se inhibe con el EDTA.
b. La hemólisis interfiere con el color final en algunos métodos.
1. Factor de conversión (unidad X factor = UI).
a. Bondansky: 5.4
b. King-Armstrong: 7.1

**Niveles Séricos de Fosfatasa Alcalina (FAS)**

| Unidades | Res | Oveja |
|---|---|---|
| UI/L | 0 - 38 | 5 - 30 |
| mU/ml (SMA 12/60) | 28 - 227 | |
| UI(Hycel) | 25.4 + 15.8 | |

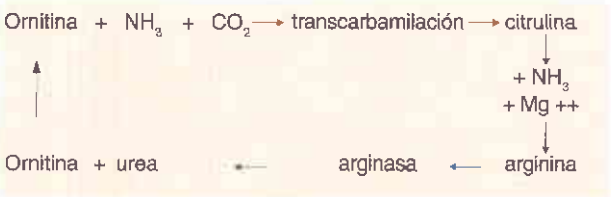
**5.6. Función Renal.** (Mussman,1978) (Maxime, 1991)

Los exámenes del funcionamiento renal generalmente se dividen en tres grupos: pruebas de filtración glomerular, pruebas de absorción tubular y pruebas de excreción tubular. En medicina humana se amplían todos estos exámenes rutinariamente. En medicina veterinaria el uso de estas pruebas se limita a aquellas de filtración glomerular, las otras, solo han sido usadas en trabajos de investigación.

Dentro de los exámenes de filtración glomerular se incluyen la filtración de urea, insulina y creatinina. Para realizar estas pruebas en animales se miden los niveles de sustancias químicas que normalmente se encuentran en la sangre y se excretan por el riñón. Cuando existe una lesión renal que afecta la capacidad de filtración se produce un aumento de estas sustancias en los niveles sanguíneos. Las determinaciones que más se usan son las de nitrógeno ureico (N.U. o B.U.N.), nitrógeno no proteico y creatinina.

**5.6.1. Nitrógeno Ureico (N.U)**

El nitrógeno ureico representa aproximadamente la mitad del nitrógeno no proteico de la sangre. Sin embargo, se prefiere la determinación de nitrógeno ureico, por su sencillez y porque los métodos utilizados para su determinación se basan en la reacción entre el suero o plasma y la enzima ureasa. En esta reacción se libera amoniaco de la urea que se puede medir. Siendo la urea el principal producto del catabolismo de las proteínas en el hígado; se produce por medio del ciclo ornitina-citrulina, el cual se reproduce a continuación en forma simplificada.




1. La ornitina se combina con el amoniaco y el bióxido de carbono para formar citrulina.
2. La citrulina se combina con el amoniaco para producir el aminoácido arginina.
3. La arginasa, una enzima hepática hidroliza la arginina a urea y ornitina, quedando esta última libre para participar nuevamente en el ciclo.

La urea filtrada por los glomérulos posteriormente es reabsorbida entre 25 y 40% en los tubulos renales. Los niveles normales de nitrógeno ureico en la sangre casi son iguales en todos los animales domésticos.

**5.6.2. Creatinina** (Mussman, 1978, Maxime, 1991).

La creatinina se forma del metabolismo de la creatina muscular y la fosfocreatina; no se afecta por las proteínas de la dieta, por el catabolismo proteico, la edad, el sexo o el ejercicio; después de haber sido filtrada por los glomérulos del riñón se elimina por la orina. La cantidad excretada depende del músculo esquelético y del funcionamiento renal. Esta se elimina con más facilidad que el nitrógeno ureico, por lo que su aumento no se ve tan fácilmente cuando hay trastornos renales. Un aumento del nivel de creatinina por encima del que se encuentra normalmente en la sangre no se ve hasta cuando se haya elevado el nitrógeno ureico y el no proteico a niveles dobles de lo normal. Por lo tanto, la creatinina no es un signo tan rápido de una lesión renal como el nitrógeno ureico. Esta determinación se usa más que todo en el pronóstico en que los valores de más de 5 mg/100 ml indican una condición grave, especialmente en nefritis crónica.

El nivel normal de creatinina en toda especie es de 1-2 mg/100 ml de sangre. La ventaja de esta prueba sobre el nitrógeno ureico es que no se afectan los niveles por la dieta, el ejercicio o el catabolismo protéico. La creatinina no se eleva a menos que esté elevado el nitrógeno ureico. Cuando ocurre un aumento hay una lesión renal grave y se cree que está funcionando menos del 25% del riñón. Se encuentran niveles bajos en casos avanzados de atrofia muscular.

## 6. MATERIALES Y METODOS

De acuerdo con los objetivos, el proyecto fue dividido en ocho experimentos para los cuales se describirá separadamente la metodología.

**Experimento 1. Evaluación del valor nutricional de los principales subproductos o materias primas disponibles en la región durante la mayor época del año.**

Para cada una de las muestras se determinó la proteína por el método de KJEIDAHL descrito por la AOCA (Asociation of Official Analitical Chemist). Del contenido de proteína cruda en los forrajes analizados se estimó una degradabilidad del 60% para determinar el nitrógeno degradable en el rumen como lo describe Webster y, por diferencia el no degradable. La fibra se estimó por el método 7061 de la AOAC (1980), las cenizas por el método 7009 AOAC (1980). La energía se estimó empleando las fórmulas citadas en la revisión de literatura anterior.

**Experimento 2. Pastoreo rotacional intensivo más suplementación estratégica.**

En el sistema de pastoreo rotacional intensivo hay necesidad de tener en cuenta 4 pasos: (Tomado de Pennsylvania State University forages on the wolrd Wide desarrollado por Marvin H. Hall, adaptado por los Doctores Gabriel Serrano, Henry Mateus y Elías Espínola).

1. Determinar el número de animales en la explotación
2. Estimar el número de hectáreas que se necesitan
3. Estimar el número y tamaño de las parcelas
4. Estimar el tamaño de las fajas y periodos de ocupación.

Un buen manejo de pastos es el sistema más económico para proveer de forraje a los rumiantes, aunque es el más barato, requiere un conocimiento del suelo, de las plantas y de los animales para responder a las necesidades:

- Evaluar las condiciones físico – químicas del suelo y formular los correctivos.
- Determinar la producción de biomasa y la frecuencia de pastoreo de acuerdo con la especie forrajera y al periodo de rotación por hectárea por corte.
- Estimar el consumo por animal de acuerdo con el peso corporal y el estado productivo 12% del peso vivo en base verde ó 0.025% del peso vivo en base seca.
- Nivel de suplementación que se puede es-

tablecer para reemplazar la materia y complementar los nutrientes deficitarios.

- Conociendo la producción de biomasa y el consumo de los animales se puede definir la cantidad de animales que se pueden sostener.
- Conociendo el periodo vegetativo de la especie forrajera se puede determinar la frecuencia de pastoreo y el número de animales por hectárea.

Se estima que los animales entran con 210 kilos y salen con 430 kilos en promedio.

**Tabla 11.** Area requerida por animal/día con relación al peso vivo.

| Número de rotaciones | Peso inicial | Peso Final | Peso promedio | Area $m^2$/día/animal |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 210 | 228 | 219 | 23.9 |
| 2 | 228 | 246 | 237 | 25.8 |
| 3 | 246 | 265 | 255 | 27.8 |
| 4 | 265 | 283 | 274 | 29.9 |
| 5 | 283 | 301 | 292 | 31.8 |
| 6 | 301 | 320 | 310 | 33.8 |
| 7 | 320 | 338 | 329 | 35.9 |
| 8 | 338 | 356 | 347 | 37.8 |
| 9 | 356 | 375 | 365 | 39.8 |
| 10 | 375 | 393 | 384 | 41.9 |
| 11 | 393 | 411 | 402 | 43.8 |
| 12 | 411 | 430 | 420 | 45.8 |

**Fuente:** (Serrano, G.; Mateus H.; S., Espinola, E).

Si en la primera rotación hay 16 animales necesitan un área diaria de 382.4 $mt^2$ y de 6.883.2 $mt^2$ en los 18 días que demora la rotación. Para estimar el tamaño de las franjas y el periodo de ocupación si se trabaja con un periodo de rotación de 18 días, 2 de ocupación y 16 de descanso, se tiene 18/2 = 9 fajas por parcela. Es decir, para la primera parcela cuyo tamaño es de 6883.2 $mt^2$ /9 = 764.8 $mt^2$ por franja; se define la frecuencia de fertilización y de riego. Para este ensayo en particular se trabajó con un área de 10.5 ha y se reemplazó el 40% de la materia seca que requiere el animal por un suplemento a base de pollinaza, yuca, palmiste, aceite de pollo, mogolla, melaza, premezcla mineral en praderas de estrella africana y dominicana (*Cynodon niemfuensis*).

**Experimento 3. Respuesta a la suplementación de bovinos para carne bajo diferentes sistemas de manejo en áreas cacaoteras de Rionegro, Santander.**

El ensayo se desarrolló en el C.I. Salamaga (La Suiza), ubicado en el municipio de Rionegro, Santander a una altura de 500 m.s.n.m., con una humedad relativa de 80%, una temperatura promedio de 26°C, en un área de 32 hectáreas, con una pendiente de más de 30 grados y con una precipitación de 1.900 mm/año. Se utilizaron praderas de *Brachiaria decumbens* 50%, *Cynodon nlemfuensis* 45% y además *Pennisetum purpureum* 80% y *Sacharum oficinarum* 20% como pasto de corte. Se utilizaron 12 terneros mestizos de pardo suizo por cebú, con un peso de 2.344 kilogramos, los cuales fueron repartidos en tres grupos (cada uno con 4 animales) y un tratamiento por grupo. Lote 1 - 237 Kilos promedio; Lote 2 - 232 Kilos promedio y Lote 3 -234 Kilos promedio. Recibieron tratamiento antiparasitario (Ivermectina) y vacunación antiaftosa.

***Tratamiento 1***. Los animales permanecían en pastoreo permanentemente y recibían, en el potrero, 0.5 kg de suplemento por cada 100 kg de peso vivo por día.

***Tratamiento 2***. Los animales permanecían en confinamiento y recibían pasto de corte o caña picada a voluntad más 0.5 kg de suplemento, por cada 100 kg de PV.

***Tratamiento 3***. Los animales recibían pasto de corte o caña picada, luego salían a pastoreo por 6 horas, en promedio, más 0.5 kg de suplemento por cada 100 kg de PV.

Se realizó un análisis de varianza para determinar la existencia de diferencias estadísticas del promedio del incremento de peso entre los distintos tratamientos; cada sistema de manejo se consideró como un tratamiento y cada tratamiento con cuatro repeticiones considerando un animal como una unidad experimental.

### Composición de la dieta

| Ingrediente | Cantidad | Proteína % | Proteína total | E. M. /kg | total E.M./kg |
|---|---|---|---|---|---|
| Pollinaza | 60.0 kg | 16.0 | 9.6 | 5.4 | 3.24 |
| Aceite de palma | 20.0 kg | 0 | | 29.0 | 5.80 |
| Melaza | 1.5 kg | 1.5 | 0.02 | 8.3 | 0.124 |
| Cáscara de cacao | 15.0 kg | 8.5 | 1.275 | 7.6 | 1.14 |
| Mogolla | 3.0 kg | 15.0 | 0.450 | 9.8 | 0.29 |
| Urea | 0.5 kg | N ( 46% ) | 0.2875 | | |
| Total | 100.0 kg | | 11.63 % | | 10.4 |

### Experimento 4. Evaluación de la suplementación con subproductos de cosecha bajo semiconfinamiento.

El ensayo se realizó en la granja del Instituto de estudios a Distancia "INSED" de la Universidad Industrial de Santander, ubicada en la vereda Guatiguará del municipio de Piedecuesta a una altura de 1.000 msnm, con una temperatura promedio de 22°C. Se disponen de 2,1 hectáreas en pastos *Cynodon niemfuensis*, *Brachiaria decumbens*, y *Brachiaria humídicola*.

La rotación de las praderas se realizó por medio de cerca eléctrica con fajas iguales para cada grupo, permaneciendo dos días por faja. Los animales se suplementaron con los tratamientos descritos en la Tabla 12.

La metodología empleada fue adaptada de la descrita por Emmick D.L. del Programa de Beef cattle extensión de la Universidad de Cornell, descrita en la Fact sheet 2202- 1.987. El trabajo se realizó con la colaboración de los doctores Isidoro Acevedo, Carlos Aníbal Vásquez y Gonzalo Calderón, administrador de la granja, tomando como referencia animales de 320 kilos de peso vivo en promedio. Los animales permanecían en pastoreo durante toda la mañana, después de medio día regresaban al establo donde recibían el suplemento y pernoctaban.

El pasto elefante de la dieta fue utilizado como cama para avicultura; los animales fueron tratados con Ivermectina y pesados cada 28 días en ayunas; la ceba demoró 509 días. Se diseñaron tres tratamientos.

**Tabla 12.** Composición de los tratamientos.

| Ingrediente | Tratamiento I | Tratamiento II | Tratamiento III |
|---|---|---|---|
| Pollinaza (Kg) | 600 | 600 | 600 |
| Aceite de Palma (Kg) | 200 | 200 | 200 |
| Melaza (Kg) | | 50 | 100 |
| Maíz con tuse o Mogolla (Kg) | 50 | 50 | 50 |
| Caña de azúcar (Kg) | 80 | 40 | 60 |
| Pasto Elefante (Kg) | 80 | 120 | 100 |
| EM/Kg (MJ) | 9.98 | 10.48 | 10.96 |
| Proteína (%) | 10.35 | 10.42 | 10.50 |
| EM consumida/cía (MJ) | 62.095 | 62.845 | 63.565 |
| Proteína digestible consumida (g) | 497 | 500 | 504 |
| Ganancia de peso estimada (g/día) | 540 | 559 | 578 |
| Ganancia real (g/día) | 464 | 518 | 533 |

### Experimento 5. Suplementación del ganado de carne.

En la finca Aguas Calientes de propiedad del SENA, municipio del Playón, 400 msnm, 27º C, se realizó un ensayo para evaluar las ganancias de peso del ganado de carne en dos grupos de 10 animales utilizando dos sistemas de suplementación con subproductos o productos disponibles en la región, uno de los mismos, el No 2, utilizado por los ganaderos. Este experimento se realizó con la colaboración del doctor Alvaro Espinel, Director del Centro.

| Dieta No 1 | | Dieta No 2 | |
|---|---|---|---|
| Pollinaza | 45% | Palmiste | 50%* E 9.65MJ |
| Aceite de palma | 10% | Melaza | 50%* Prot 8.1% |
| Cáscara cacao | 30% | Matarratón | 2 kg/animal E 9.44MJ |
| Melaza | 10% E 9.200MJ | Caña forrajera | 6 Kg/animal prot 10% |
| Palmiste | 5% Prot 10.6% | Pasto de corte | ad libitum |
| Pastoreo | 8 horas | Pastoreo | 8 horas |

De la dieta No 1, recibieron los animales del bloque 1 un kilo/día, durante los 254 días que duró el ensayo. La mezcla de melaza palmiste, recibió el bloque 2 un kilo día, más 10 kilos de matarratón / caña. Se complementaba con pastoreo en ambos casos.

### Ensayo 6. Suplementación de vacas doble propósito.

La producción de leche con ganados mestizos en áreas de terrenos de ladera es muy común como sistema de producción bovina en la zona de montaña Santandereana. Por tradición, estos animales son suplementados con pastos de corte durante las horas de ordeño, desafortunadamente en la mayoría de los casos estos son de inferior calidad a los existentes en las praderas que pastan los animales, pero continúan siendo una alternativa para suministrar a los animales una cantidad de biomasa y llenar sus requerimientos de materia seca principalmente en las épocas de escasez.

El objetivo general del presente ensayo fue mejorar la condición corporal y los parámetros productivos de las hembras bovinas de doble propósito mediante una suplementación racional empleando subproductos agroindustriales de la región. Como objetivos específicos se tienen: suplementar energética y proteicamente vacas doble propósito para evaluar su comportamiento productivo y reproductivo y utilizar una serie de subproductos disponibles en la región para suplementar animales permitiéndoles expresar su potencial genético. Esta experimentación se realizó suplementando animales de doble propósito dedicados a la producción de leche en dos localidades: Suratá, finca el Danubio de propiedad de Jorge García con 16 animales cruces de Normando por Holstein y Criollos. En Piedecuesta, finca La Virtud de propiedad de Odilia Díaz, con 12 animales cruzados de Pardo X Cebú , Holstein X Cebú.

En la finca El Danubio, del municipio de Suratá, se trabajó con 12 vacas y 4 novillas en diferentes etapas de producción con una producción diaria promedio de 30 kilos de leche, es importante mencionar cómo, mediante la suplementación se conservó el peso de las vacas las cuales, al comienzo de la suplementación, se encontraban en buenas condiciones corporales. En ambas fincas se utilizó el mismo suplemento compuesto por:

| | |
|---|---|
| Gallinaza | 60 % |
| Aceite de palma | 15 % |
| Melaza | 5 % |
| Mogolla | 20 % |
| | 100 % |

Con 13.8% de proteína, 10.2 MJ de energía metabolizable; de este suplemento los animales recibían 1 ½ kg /día.

**Experimento 7. Control de monilia en cacao.**

Entre las enfermedades que afectan los rendimientos del árbol de cacao (*Theobroma cacao*) la moniliasis es la que presenta la mayor incidencia en las plantaciones en Colombia, ocasionando grandes pérdidas económicas anualmente. La enfermedad presenta una elevada tasa de ataque afectando gran cantidad de frutos. (Barros, 1966).

El agente etiológico es la (*Moniliopthora roreri*) (cif & Par. Evans), la cual ataca en todos los estadios de su desarrollo y es específico del fruto, no se encuentra en otras partes de la planta. (Argüello, 1996). La intensidad del ataque varía de acuerdo con las condiciones medio ambientales de las diferentes zonas productoras las cuales pueden favorecer el desarrollo de la enfermedad especialmente, las épocas de lluvia, la humedad relativa y la temperatura. Estas condiciones aunadas con algunas prácticas de manejo inadecuadas, con el exceso de sombrío, la poca aireación y el frío, favorecen la intensidad y la frecuencia del ataque.

En Colombia, desde hace varios años la moniliasis reduce entre 30 y 40% (Barros, 1966) la producción total de cacao seco, y se constituye, en muchas zonas productoras del país, en limitante del cultivo, llegando a niveles de daño, hasta del 100% en la cosecha cuando los cultivos no son bien atendidos, siendo tan severos los ataques y tan grande el daño que no justifica la recolección; algunos investigadores han demostrado que la implementación de prácticas culturales pueden ser de gran utilidad en el control de esta enfermedad mejorando el rendimiento, en forma considerable.

Con este experimento se espera disminuir las pérdidas económicas ocasionadas por monilia a la mazorca, evaluar el efecto de la recolección de las mazorcas afectadas por el daño de la monilia sobre prevalencia de la presentación de la enfermedad a través del tiempo, cortar el ciclo de la enfermedad al retirar la fuente de contagio por las mazorcas enfermas y las cacotas como sustrato para reproducción de la monilia y aprovechar las cáscaras y las mazorcas enfermas para alimentar el ganado.

En este trabajo se diseñaron dos tratamientos:

- Recolección de mazorcas de cacao infectadas de monilia, desde los primeros síntomas y eliminación mediante recolección en bolsas de polietileno y remoción del lote experimental (utilizándola en alimentación de bovinos).

- Recolección de mazorca de cacao infectada de monilia, desde los primeros síntomas y eliminación mediante cubrimiento con hojas (método tradicional).

**Parámetros evaluados**

Número de mazorcas totales por árbol
Número de mazorcas eliminadas por monilia (peso)
Número de mazorcas sanas y su peso
Peso de granos de mazorcas sanas
Peso cáscara o cacota de mazorcas sanas

Los datos se recolectaron durante 18 semanas; para el análisis estadístico se utilizó un diseño de bloques al azar, utilizando dos tratamientos con tres repeticiones. La unidad experimental fue de 10 árboles.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSION



### Experimento 1

Los Santanderes dedican más de 430.000 ha, a la explotación agrícola donde se destacan cultivos como: café (86.200), caña (47.200), cacao (46.800), maíz (46.800), yuca (37.900), palma de aceite (23.200), fríjol (23.300), arroz (18.200) y más de 25.000 ha en diversos frutales (Mendez, Mantilla, Arguello, 1996-1997), que producen grandes cantidades de residuos de cosecha. Las trilladoras de café, trapiches paneleros, fábricas de cacao, extractoras de aceite y demás agroindustrias generan subproductos agroindustriales y como se observa en la Tabla 13 poseen contenidos de nutrientes que justifican su uso como materia prima en alimentación de rumiantes.

Por otra parte, la industria avícola de Santander produce 22.8 millones de pollos asadero en seis ciclos año. Posee 6.0 millones de ponedoras y 6.0 millones de reproductoras, generando más de 300.000 toneladas de excretas de aves, parte de las cuales puede servir de materia prima en la alimentación de rumiantes si se hace un tratamiento adecuado.

En este experimento, se sometieron al análisis químico, 46 muestras de subproductos agroindustriales o de cosecha, los cuales fueron analizados en base seca en los laboratorios de Cooprovez y PSL de la ciudad de Bucaramanga.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

**Tabla 13.** Composición de materias primas, subproductos o mezclas.

| Fuente | Proteína (%) | Grasa (%) | Fibra (%) | Ceniza (%) | EM/MJ |
|---|---|---|---|---|---|
| Soya extruder | 36.26 | 18.81 | - | 4.13 | 13.1 |
| Soya torta | 47.89 | 2.4 | - | 6.52 | 9.2 |
| Salvado trigo | 15.97 | 2.13 | 13.14 | 1.05 | 17.8 |
| Cabecita arroz | 7.89 | 0.9 | 0.57 | 0.5 | 12.3 |
| Harina arroz | 12.06 | 12.76 | - | 7.87 | 11.2 |
| Sorgo | 8.06 | 2.42 | - | 1.26 | 12.3 |
| Maíz | 7.78 | 4.33 | - | 1.25 | 12.5 |
| Harina de plumas | 81.04 | 7.89 | - | 2.27 | 11.8 |
| Grasa pollo | - | 98.2 | - | - | 32 |
| Palmiste | 14.7 | 7.12 | 18.53 | 3.64 | 11 |
| Vainas campano | 15.4 | - | 14.93 | - | - |
| Vainas orejo | 17.09 | - | 12 | - | - |
| Vainas guásimo | 9.61 | - | 22.9 | - | - |
| Maíz con tusa | 8.0 | 3 | 8.6 | - | 10.42 |
| Tusa | 2.6 | - | 33.9 | - | 6.74 |
| Maíz optimum | 7.94 | 3.4 | 1.95 | 1.14 | 12.5 |
| Picada arroz | 8.0 | 1.0 | 26 | 12 | 6.2 |
| Afrecho de cerveza | 24.7 | 5.3 | 20.5 | 3.9 | 10.8 |
| Mogolla | 15 | 3 | 12.0 | 6.0 | 8.2 |
| Trigo mixto | 14.5 | 3.0 | 15.5 | 5.5 | 8.7 |
| Cascarilla cacao | 17 | 8.5 | 25 | 10 | 10.58 |
| Pasilla cacao | 15.4 | 38.7 | 14 | - | 12.26 |
| Polvo cacao | 19.7 | 18.9 | 17 | - | 11.59 |
| Cacota cacao | 8.93 | 1.18 | 313 | - | 4.85 |
| Aceite | - | - | - | - | 30 |
| Sebo | - | - | - | - | 29 |
| Tortas algodón | 36 | 1 | 12 | 8 | 10.0 |
| Gallinaza | 21.02 | 1.78 | 9.67 | 32.8 | 6.6 |
| Bovinaza | 7.55 | 8.02 | 23.18 | 22.1 | 4.8 |
| Porquinaza | 22.5 | - | - | 15.8 | 4.1 |
| Conejasa | 16.5 | - | - | 22 | 8.7 |
| Yuca | 2.8 | 0.4 | 4.0 | 3.7 | 12.1 |
| Hoja Yuca | 20 | 5 | 18 | 10 | 7.3 |
| Pollinaza fresca | 14 | - | - | - | - |
| Pollinaza compost | 17.1 | - | - | - | - |
| Almendra palma | 7.7 | 46.5 | 32 | - | - |
| Caña azúcar | 3.5 | 1 | 31 | 1.5 | 9.11 |
| Cogollo de caña | 6.4 | 2.4 | 31.7 | 9.0 | - |
| Melaza | 2.4 | 0.3 | 0.3 | 85 | 8.3 |
| Cachaza | 4.2 | 0.2 | 7.7 | 80 | - |
| Plátano con cáscara | 4.18 | 1.38 | 29.3 | 3.96 | |
| Plátano hojas | 8.6 | 1.58 | 15.6 | 3.8 | |
| Plátano tallo | 0.4 | - | 4.0 | - | 1.48 |
| Piña pulpa | 4.6 | - | - | - | 10.8 |
| Bagazo de caña | 1.8 | - | - | - | 4.4 |
| Cascarilla de algodón | 4.5 | - | - | - | 5.6 |

Fuente: (Latorre, S.; Alvarado, J.)

## Experimento 2

Los resultados que se describen a continuación, pertenecen a la hacienda La Meseta del municipio de Floridablanca. De los 10 primeros lotes que cumplieron con el ciclo de ceba en el experimento con 204 animales, un tiempo de ceba de 238.8 días, una ganancia diaria de 725 gramos por animal cada uno puede ser analizado individualmente en cuanto a su comportamiento. En la actualidad, adicionando los 12 lotes presentes se han producido 42.436 kilos de carne durante el año 1999 con una ganancia promedio de 624 g/día, una producción de 11.6 Kg/ha día y una carga ganadera de 18.6 animales por hectárea.



Como conclusiones de este experimento se tienen:

- Mediante la utilización de las praderas, en forma racional se puede hacer un uso intensivo de suelo incrementando considerablemente la capacidad de carga.

- La suplementación permite incrementar la capacidad de carga y por consiguiente aumentar la producción de kilos de carne por hectárea.

- Si los niveles de energía del suplemento son iguales o ligeramente superiores a la energía del forraje, los incrementos en ganancia de peso estarán en la misma relación iguales o ligeramente superiores, razón por la cual se debe estimar con mucha precisión el costo de la suplementación y establecer si se justifica o no dependiendo de los incrementos en la producción por hectárea más que por animal día.

- Los programas de suplementación deben diseñarse en forma estratégica a largo plazo con metas definidas.

**Tabla 14.** Ganadería Manzanares - Hacienda La Meseta. Producción de Carne 1.999

| Número del lote | Número de animales | Sexo de animales | Kilogramos iniciales | Kilogramos finales | Tiempo de Ceba (M) | Ganancia acumulada (g/dia) | Total kilos producidos | Observac. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 20 | Machos | 4.974 | 8.355 | 7.8 | 710 | 3.381 | |
| 2 | 20 | Machos | 4.553 | 8.915 | 10.2 | 705 | 4.362 | |
| 3 | 20 | Machos | 5.055 | 9.0632 | 9.9 | 667 | 4.008 | |
| 4 | 20 | Hembras | 5.535 | 6.673 | 3.9 | 482 | 1.138 | |
| 4 | 22 | Machos | 6.501 | 9.480 | 6.4 | 690 | 2.979 | |
| 5 | 20 | Machos | 5.146 | 8.629 | 8.5 | 674 | 3.483 | |
| 6 | 20 | Machos | 5.084 | 8.901 | 8.9 | 704 | 3.817 | Beef Master |
| 7 | 20 | Hembras | 4.987 | 6.760 | 4.4 | 656 | 1.773 | |
| 8 | 20 | Hembras | 4.133 | 5.518 | 4.4 | 523 | 1.385 | |
| 9 | 12 | Machos | 2.936 | 4.949 | 8.4 | 657 | 2.013 | |
| 10 | 10 | Machos | 2.615 | 4.217 | 6.7 | 783 | 1.602 | |
| **Total** | 204 | | 51.819 | 81.460 | 7.96 | 725 | 29.941 | |

Fuente: (Serrano, G.; Mateus, H.; Latorre, S; Espínola, E.)

## Experimento 3

**Tabla 15.** Incrementos de peso y ganancia promedio diarias para los tres tratamientos.

| Tratamiento | Promedio peso inicial (Kg) | Promedio peso final (Kg) | Diferencia (Kg) | Ganancia promedio día (g) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 237 | 461.2 | 224.2 | 718.5 a |
| 2 | 232 | 439.5 | 207.5 | 665.0 a |
| 3 | 234.5 | 444.5 | 210 | 673.0 a |

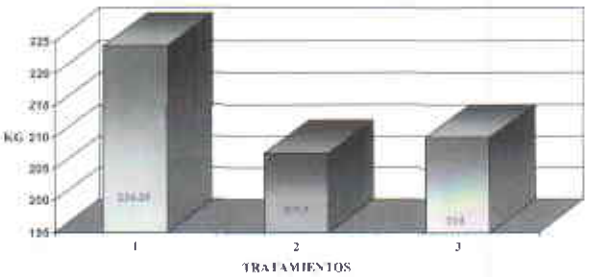



**Figura 4.** Incremento de peso por tratamiento, promedio por animal.

En la Tabla 15, se pueden apreciar los incrementos de peso promedio por tratamiento, el mejor incremento se obtuvo con el tratamiento 1, alcanzando 224.25 kilos seguido por el tratamiento 3, con un incremento de 210 kilogramos y por último el tratamiento 2, con 207.5 kilogramos. En la misma, se aprecian tanto los incrementos de peso como las ganancias diarias promedio por tratamiento. Las mejores ganancias diarias promedio se obtuvieron con el tratamiento 1, con 718.5 gramos, seguidos por el tratamiento 2, con 665.0 gramos, en este tratamiento estuvo el animal con las mejores ganancias, lo cual nos indica la importancia de la raza en el comportamiento de los animales y por último en el tratamiento 3 se obtuvo una ganancia promedio diaria de 673 gramos, en este tratamiento se encontraba el animal con las menores ganancias de peso. Al realizar el análisis de varianza para establecer si existen diferencias entre los incrementos de peso no se encontraron diferencias entre las medias de los distintos tratamientos al 5%, como se observa en la Figura 4.

## Análisis Económico

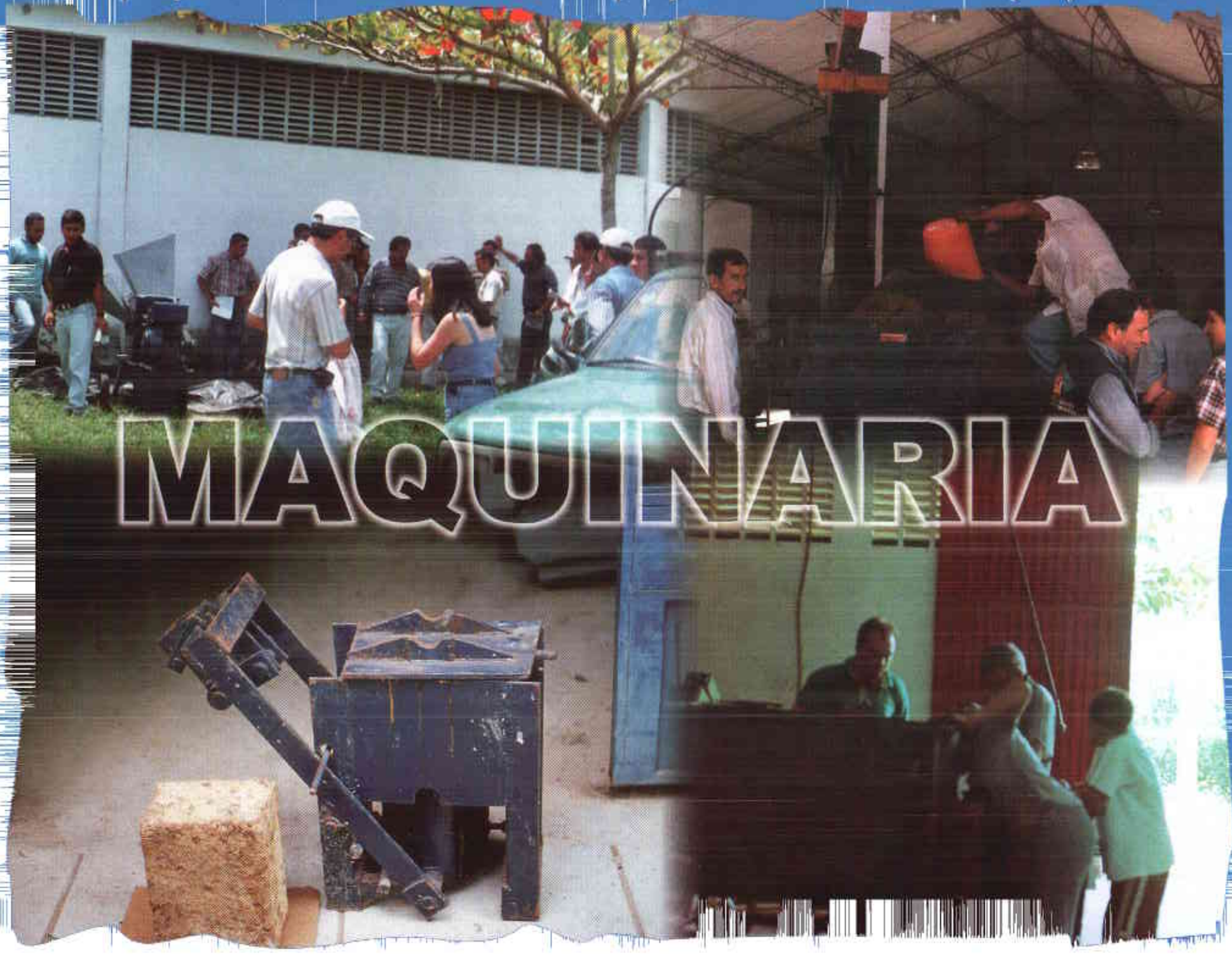
| Concepto | Tratamiento 1 | Tratamiento 2 | Tratamiento 3 | Total |
|---|---|---|---|---|
| No. Animales | 4 | 4 | 4 | 12 |
| Peso Prom. Inicial (kg) | 237 | 232 | 234.5 | 2.814 |
| Peso Prom Final (kg) | 461.2 | 439.5 | 444.5 | 5.380.8 |
| Diferencia Prom. (kg) | 224.2 | 207.5 | 210 | 2.566.8 |
| Ganancia diaria (g) | 718.5 | 665.0 | 673 | 312 días |
| Suplemento 0.5 Kg/100 Kg de peso vivo | | | | 5.748 Kg |

| Concepto | Total |
|---|---|
| Inversión animales | $ 2.758.846.0 |
| Costo M.O (10 meses 60% del tiempo) | $ 1.418.760.0 |
| Costo suplemento ($160.oo/Kg) | $ 919.680.0 |
| Intereses 1.5% mes | $ 795.176.6 |
| Administración 10% | $ 509.728.6 |
| Total egresos | $ 6.402.191.2 |
| Ingresos brutos venta | $ 7.288.400 |
| Egresos | $ 6.402.191 |
| Ingreso netos | $ 886.209 |
| Renta de inversión | 17.38% |

Los intereses solo sobre crédito (inversión animales, costo suplemento) permiten una rentabilidad del 20%; en el costo de mano de obra se incluye el tiempo para el corte de pasto para ocho animales y la picada y suministro, así como el mantenimiento de los potreros, una vez utilizados por los animales; no se incluyen costos de establecimiento, cuando se inició el experimento ya existían los cultivos de pastos.

**Tabla 16.** Incremento de peso por tratamiento, cada 28 días.

| | PESAJE | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TTO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | 237 | 251 | 269 | 280.25 | 305.5 | 323 | 345 | 366.25 | 391 | 424 | 436.5 | 461.25 |
| 2 | 232 | 248 | 262 | 272.25 | 297.25 | 313 | 334.75 | 358.75 | 373 | 401 | 443 | 439.5 |
| 3 | 234.25 | 247.88 | 258 | 276 | 303.75 | 320 | 337.25 | 362.5 | 388 | 414.75 | 430.25 | 444.5 |


MAQUINARIA

Como conclusiones de este experimento se tienen:

- Con el uso de suplementos se aprovechan subproductos de cosecha y agroindustriales que son desechos contaminantes para las plantaciones o las agroindustrias.

- La suplementación permite incrementar la capacidad de carga de las praderas.

- Mediante un uso racional de las praderas y la implementación de un sistema de suplementación se puede disminuir la frontera en pastos y dedicarlas a otras actividades más rentables o a la reforestación.

- La suplementación en praderas de buena calidad puede no mejorar las ganancias de peso de los animales pero si permite incrementar el número de animales por hectárea.

- Aunque estadísticamente no existieron diferencias significativas entre los tratamientos comparados, el tratamiento en pastoreo presentó los mejores incrementos por la capacidad que tiene el animal para seleccionar el alimento.

**Experimento 4**

En la Tabla 17 se puede apreciar el incremento de peso y la ganancia diaria de peso vivo donde se encuentra que el tratamiento 1, presenta el menor incremento de peso con 236.16 kilogramos, en promedio, durante el tiempo que demoró la ceba.

**Tabla 17.** Incremento y ganancia diaria para los tres tratamientos.

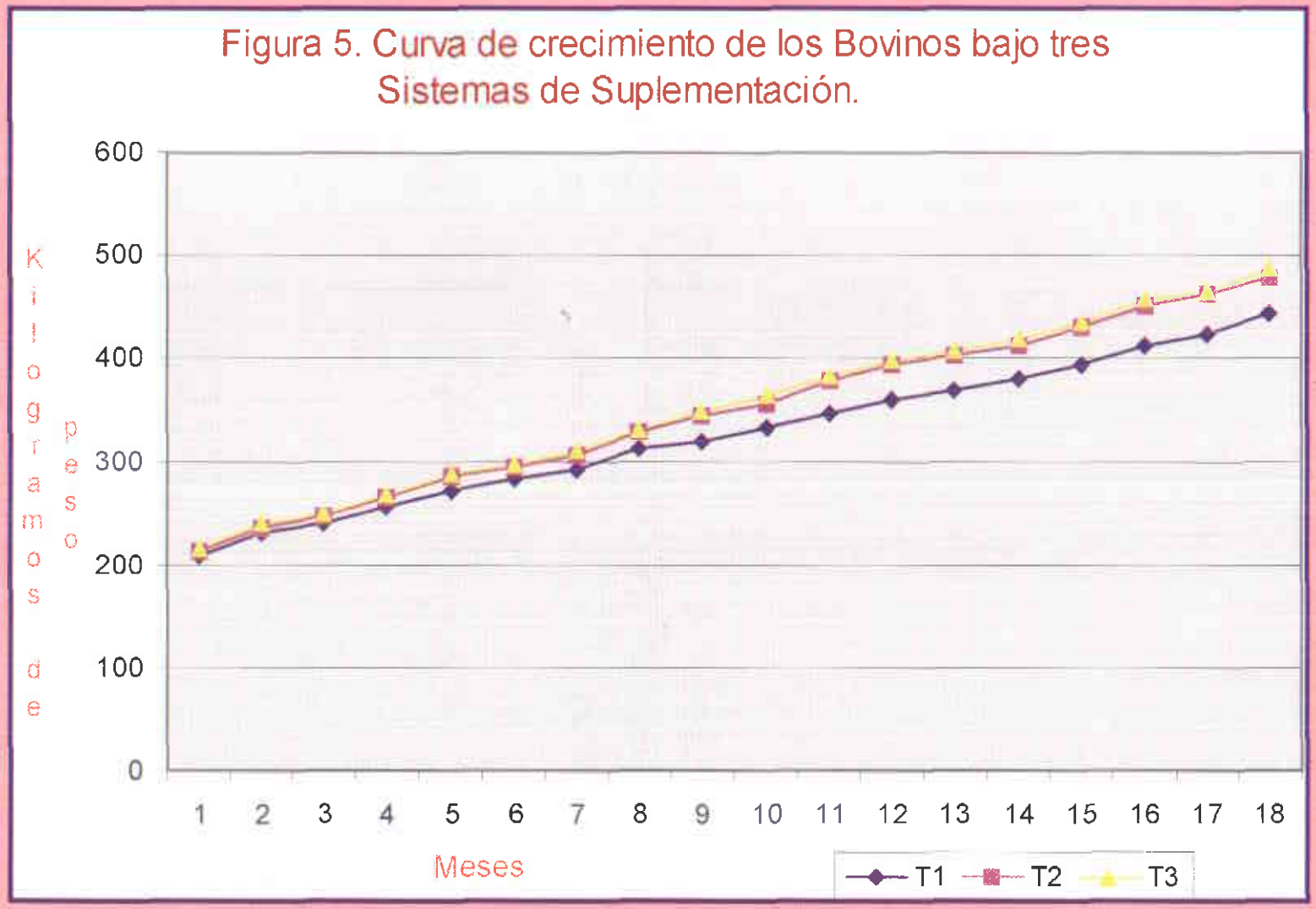
| Tratamiento | Promedio Peso Inicial (Kg) | Promedio Peso Final (Kg) | Diferencia (Kg) | Ganancia Promedio día (g) |
|---|---|---|---|---|
| I | 208.06 | 444.22 | 236.16 | 464 a |
| II | 213.56 | 477.13 | 263.5 | 518 a |
| III | 214.56 | 486.75 | 271.37 | 533 a |

Le sigue el tratamiento 2 con 263.5 kilogramos, en promedio, y el tratamiento 3 con el mejor incremento de peso, con 271.37 kilogramos, en los 509 días de duración del ensayo. Utilizando un análisis de varianza de bloques al azar encontramos que no se encuentran diferencias estadísticamente significativas al 5% entre los promedios de incremento de peso de los tres tratamientos. El tratamiento 1, recibía la mayor cantidad de caña, una cantidad media de pasto no recibía melaza ; el tratamiento 2 recibía una cantidad media de melaza la menor cantidad de caña de azúcar y la mayor cantidad de pasto; el tratamiento 3, recibía la cantidad más alta de melaza, una cantidad media de caña de azúcar y de pasto de corte presentado este último, la mayor ganancia de peso. En este experimento, igual al del No 5, el manejo de los animales se asignó a los estudiantes (suplementación y registros).

En la Figura 5, donde se muestran las curvas de crecimiento con base en el peso promedio de los animales, desde el comienzo de la prueba, a pesar de empezar con pesos muy similares 208.06, 213.56 y 214.56 kilogramos respectivamente; el comportamiento de los lotes siempre fue superior para el lote 3, como lo indica la pendiente 15.60 coincidiendo con la mayor ganancia de peso estimada de 578, siendo la real de 533 g, seguido por el tratamiento 2, con una pendiente de 15.32 una ganancia de peso estimada de 559 gramos y una ganancia de peso real de 518 gramos; por último el tratamiento 1, con una pendiente de 13.10, una ganancia de peso estimada de 540 gramos y real de 464, pudiendo estar afectada por el manejo dado a los animales. Con relación a las curvas de crecimiento para el tratamiento 1 se tiene que:

Y= 13.10 x +201.85 con coeficiente de regresión de 0.99 y con coeficiente de variación de 7.16 lo cual nos indica que el comportamiento de los animales fue muy similar para el tratamiento 2 con una curva de Y= 15.32X+203.37, un coeficiente de regresión de 0.99 y un coeficiente de variación de 8.37 lo cual nos indica que el comportamiento de los animales fue muy

Figura 5. Curva de crecimiento de los Bovinos bajo tres Sistemas de Suplementación.



similar y para el tratamiento 3 con una curva de crecimiento de Y=15.60 X + 204.9 con y un coeficiente de regresión de 0.99 y un coeficiente de variación de 8.53 lo cual nos indica que el comportamiento de los animales fue muy similar entre ellos.

Como conclusiones de este experimento se tienen:

- Se pueden utilizar diferentes camas en las explotaciones de pollos, que a la vez pueden ser consumidas por los rumiantes mejorando, de cierta manera, la calidad nutricional de las pollinazas.

- Las camas de pasto picado tienen la ventaja de no poseer tóxicos que puedan afectar tanto al pollo como al rumiante.

- Se requieren camas de pasto bien seco para prevenir problemas de compactación y daños en las patas de los pollos.

- Se pueden mezclar las camas de pastos con tamo de arroz, si el pasto no está completamente seco.

- En este trabajo se confirma las conclusiones mencionadas en los trabajos anteriores con relación a la capacidad de carga.

**Experimento 5**

Los diez animales del tratamiento 1, durante los 254 días ganaron 1.073 kilos con una ganancia diaria de 422 gramos en promedio; los diez animales del tratamiento 2 ganaron 675 kilos, con una ganancia diaria de 266 gramos en promedio. (El suministro de la dieta estuvo a cargo de los estudiantes). Como se puede apreciar, las ganancias de los animales del tratamiento 1, fueron muy superiores a las del tratamiento 2. Estadísticamente se encontraron diferencias significativas para P<0.01 de las ganancias promedio de peso a favor de los animales del tratamiento 1.

**Experimento 6**

En la Tabla 18, se aprecia el peso de los animales al inicio y al final de la suplementación. Es muy importante resaltar que todas las vacas entraron en celo y quedaron preñadas durante el tiempo que duró el ensayo.

**Tabla 18.** Composición y peso del hato. Finca El Danubio.

| Animal | Peso Inicial (Kg) | Peso Final (Kg) |
|---|---|---|
| Flor de Monte | 431 | 435 |
| Abejorra Parda | 272 | 310 |
| Morronga | 468 | 428 |
| Flor de Haba | 329 | 353 |
| Borona | 436 | 456 |
| Chavela | 435 | 462 |
| Cristalina | 466 | 465 |
| Mechas | 418 | 420 |
| La Lombriz | 532 | 536 |
| Pirinola | 402 | 406 |
| Lucia | 431 | 440 |
| Cachona | 418 | 434 |

El peso promedio inicial fue de 433.5 kg y el final de 439.5 kg ;en las novillas se pasó de 351.5 a 475 kg. Igualmente, la producción de leche pasó de 2.75 kg /vaca/día a 3.66 kg / vaca/día.

En la finca La Virtud de Piedecuesta el comportamiento fue similar; se trabajó con 12 vacas en diferentes estados de producción, con una suplementación diaria de 1.5 kg por animal sin tener en cuenta la etapa individual, puesto que inicialmente los animales estaban en mala condición corporal con una producción promedio diaria de leche entre 28 y 36 kilos, la cual se incrementó con la suplementación en un 48%, 17 kg, además de mejorar considerablemente la condición corporal permitiendo que los animales presentaran celo y sólo una, no hubiera quedado en gestación al finalizar el ensayo.

En esta finca, hay animales con muy buen potencial genético, razón que explica por qué se obtuvieron tan buenos resultados y una respuesta tan aceptable a la suplementación.

**Tabla 19.** Composición y peso del hato. Finca La Virtud.

| Animal | Peso Inicial Kg | Peso Final Kg | Estado Reproductivo |
|---|---|---|---|
| Gaviota | 430 | 463 | Preñada |
| Nona | 405 | 478 | Preñada |
| Amapola | 335 | 357 | Preñada |
| Cachona | 436 | 455 | Vacía |
| Niña | 402 | 504 | Preñada |
| Alejandra | 506 | 538 | Preñada |
| Paquita | 423 | 411 | Preñada |
| Careta (Novilla) | 195 | 296 | Vacía |
| Flor (Novilla) | 259 | 360 | Preñada |
| Careta (Novilla) | 238 | 326 | Preñada |
| Lucero | 294 | 398 | Preñada |
| Fercha | 405 | 454 | Preñada |

## Experimento 7

En el tratamiento 1, se encontró que los porcentajes promedio más bajos de mazorcas de cacao infectadas por monilia fueron de 1,84 y los más altos de 92,85 con un promedio general de 30.19; en el tratamiento 2, se encontró que los valores promedio más bajos de mazorcas infectadas fueron de 2,11 mientras que los más altos de 100% con una media general de 45,47. Cuando se realizó el análisis estadístico aunque al comparar los valores promedio de medias se aprecia una diferencia a favor del tratamiento 1, por una menor infestación de las mazorcas; al realizar el T-student para establecer si existen diferencias estadísticamente significativas entre los valores promedio de los dos tratamientos se encontró que no existen diferencias para un valor de 5% entre dos tratamientos.

Esto indica que en el corto tiempo que se realizaron las observaciones los dos tratamientos mostraron una eficiencia similar requiriéndose hacer un seguimiento por un período de tiempo mucho más largo y poder establecer si existen diferencias reales entre los tratamientos. El coeficiente de variación fue de 87.54%, lo cual nos indica la gran disparidad en los datos de los muestreos, pues por tratarse de híbridos existe una amplia variabilidad genética a la susceptibilidad al hongo.

De todas maneras la utilización de las mazorcas afectadas en la alimentación de rumiantes da una justificación económica a los cacaocultores para remover los frutos enfermos antes de la esporulación del hongo, pudiéndose restituir la materia orgánica generada por los materiales que caen de las plantas con la utilización de pollinaza o lombrinazas, permitiéndose así un manejo orgánico de los cultivos. Con relación al promedio de peso de la mazorca sana versus la mazorca afectada, no existen diferencias significativas al 5%. Es importante anotar el corto tiempo en el cual se recolectó la información siendo recomendable hacer una evaluación por un período más largo donde se pueda determinar, en varias cosechas, el efecto de esta práctica de manejo en clones de cacao para reducir la variabilidad existente en los híbridos.

| Promedio | Tratamiento 1 | Tratamiento 2 |
|---|---|---|
| Promedio mínimo de mazorca afectada | 1.84 % | 2.11% |
| Promedio máximo de mazorca afectada | 92.85% | 100% |
| Promedio general | 30.19% | 45.47% |

## Experimento 8

### A. Pruebas Serológicas basadas en funciones bioquímicas específicas.

**Proteínas séricas totales.** En la Tabla 20, se consignan los valores promedio de proteínas séricas Totales en 396 vacas, 190 novillas y 65 terneros procedentes de 13 fincas donde los animales reciben suplemento y 3, donde no son suplementados. En ésta, se encuentran los valores promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación por finca y por grupo etáreo. Los valores promedio reportados en bovinos se encuentran entre los rangos de 6.74 – 7.46 g/dl (J. Kaneko, citado por Maxime 1991) aunque algunos autores reportan hasta 10 g/dl, para nuestro caso en particular la finca número 10 suplementada, tiene un promedio de 14.71, y 5 fincas tienen un promedio superior a 10 g/dl ; el grupo de vacas de cría doble propósito, se encuentra ubicado en zona de cultivos donde se fumiga con plaguicidas, se requiere hacer un estudio más detallado para

aclarar el origen de una posible afección hepática, siendo también importante determinar la fracción proteica que se encuentra aumentada, y ya individualmente la edad y el estado productivo de los animales.

Con relación al grupo de novillas y terneros, en términos generales, los valores se encuentran dentro de los niveles normales aunque existen algunos individuos, entre fincas con valores elevados. En una de las fincas, la N° 13, los valores en las vacas 5.69 g/dl fueron inferiores a los normales, sin embargo los animales, respondieron favorablemente en términos productivos y reproductivos, después de iniciarse la suplementación pero podría considerarse un ajuste en los contenidos proteicos de las dietas. Es conveniente relacionar también estos valores con los de nitrógeno ureico (BUN) y urea para tomar cualquier determinación. Este fue el único grupo de animales que presentó valores subnormales.



**Nitrógeno no proteico (N.N.P.)** Para determinarlo hay que tener en cuenta que esta prueba tiene el mismo significado que el nitrógeno ureico, y más fácil de llevar a cabo. Los valores normales de nitrógeno no proteico en los bovinos son de 20-40 mg/100ml de sangre. Como vimos en la revisión de literatura el N ureico representa aproximadamente la mitad del N no proteico de la sangre, sin embargo, la interpretación de los resultados es similar a la del nitrógeno ureico.

Si existe una estrecha relación entre el nitrógeno ureico y el no proteico, la interpretación de los valores de las Tablas 21 y 22 tienen mucho en común. Así, se consideran normales para bovinos los valores entre 20-40 g/ l00 ml de nitrógeno no proteico; se encontró que en seis fincas, el grupo de vacas supera los niveles normales; en cinco fincas el grupo de novillas supera los niveles normales y en cuatro, el grupo de terneros también los supera. Sólo en una de las fincas suplementadas el grupo de novillas presentó niveles ligeramente por debajo de los reportados como normales y, en una finca de las no suplementadas, las novillas también presentaron niveles ligeramente bajos. Esto nos permite concluir que el problema limitante primordial de nuestra ganadería bovina sigue siendo la energía y no la proteína.

**Nitrógeno ureico en la sangre BUN.** Esta es una de las pruebas de gran importancia ya que permite a través de ella, estimar el grado de aporte proteico que están recibiendo los animales proveniente de la dieta. En la Tabla 23 se encuentran consignados los valores promedio de las concentraciones de nitrógeno ureico, la desviación estandar y el coeficiente de variación de las muestras procedentes de 385 vacas, 190 novillas y 65 terneros, distribuidos en 15 fincas, 13 de ellas suplementadas y 12 sin suplementación. En el presente trabajo se encontró que la totalidad de los promedios de las fincas se encuentran dentro de los niveles normales (10 y 30 mg/dl) y algunos animales en las fincas suplementadas los superan. Desde el punto de vista de la ganancia de peso se encuentran reportes de varios autores, quienes consideran que niveles comprendidos entre 11-15 mg/dl se asocian con los niveles máximos para incrementos de peso. Sin embargo, durante la etapa de finalización, niveles de 7 y 8 mg/dl son considerados como muy buenos.

En ensayos realizados por (Ruffin 1999), reportan niveles de nitrógeno ureico de 11.9, 13.8, 12.8 y 10.1 mg/dl, en animales suplementados a base de materia fecal de pavos, los cuales se encontraban en las siguientes proporciones: 0, 33.3%, 66.7% y 100%, respectivamente. Al analizar los datos encontrados en nuestro trabajo y asociados con la disponibilidad proteica de la dieta nos permite concluir que los animales disponen de suficiente proteína alcanzando altos niveles de amoniaco en el rumen, lo cual se traduce en la presentación de elevados niveles de nitrógeno ureico (BUN), esto nos permite confirmar, una vez más, que nuestros problemas en el trópico de acuerdo con las principales limitantes obedecen más a las carencias de energía, a pesar de estar ubicados en la zona ecuatorial, que a las deficiencias de proteína.

GANADO DE CARNE

Con relación al efecto de los altos niveles de nitrógeno ureico sobre la eficiencia reproductiva de los hatos, por los cambios en el pH uterino que estos ocasionan, tendientes a la acidez cuando el (BUN) se encuentra elevado, afectando la nidación de los embriones, niveles superiores a 20 mg/dl se asocian con alteraciones en el medio ambiente uterino disminuyendo la fertilidad, al reducir la rata de concepción y preñez. Para este caso en particular, cuatro de las fincas presentan niveles superiores a los 20 mg/dl, pudiendo esta situación influir en la eficiencia reproductiva de estos hatos. En el grupo de novillas se encuentran cuatro fincas que presentan la misma situación, lo cual puede conducir a encontrar novillas que demoran o no quedan en gestación sino hasta una edad avanzada.



**Creatinina.** Se procesaron muestras procedentes de 15 fincas; 13 recibieron el suplemento con pollinaza y tres no recibieron ningún tipo de suplementación. Los valores para bovinos de más de 5 mg/100ml indican una condición grave, especialmente en nefritis crónica; en ninguna de las fincas se presentaron valores superiores al promedio normal. Se hallaron algunos animales con valores superiores, 4 terneros y una vaca en la finca 1; y una vaca en la finca 2; de 362 vacas, 153, novillas y 61 terneros muestreados y analizados, esto representa un 6.5% de los terneros con valores superiores a los normales y 0.55% de las vacas. Para que los niveles séricos de creatinina sean significativos clínicamente se requiere duplicar su valor normal, esta situación no se presentó en ninguna de las muestras analizadas. (Tabla 22).

**Tabla 20.** Proteínas totales.

| FINCA | VACAS | | | | NOVILLAS | | | | TERNEROS | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\bar{X}$ | SD | CV% | N | $\bar{X}$ | SD | CV% | N | $\bar{X}$ | SD | CV% | N |
| 1 (Suplementada) | 10.10 | 1.23 | 12.21 | 58 | 9.91 | 1.70 | 17.15 | 12 | 9.19 | 1.32 | 14.36 | 12 |
| 2 (Suplementada) | 10.20 | 1.95 | 19.20 | 14 | 9.10 | 1.42 | 15.60 | 17 | - | - | - | - |
| 3 (Suplementada) | 9.56 | 1.25 | 13.07 | 13 | - | - | - | - | 8.93 | 0.90 | 10.11 | 5 |
| 4 (Suplementada) | 9.03 | 1.29 | 14.30 | 18 | 11.29 | 1.47 | 13.05 | 10 | 9.38 | 1.43 | 15.28 | 16 |
| 5 (Suplementada) | 9.74 | 1.45 | 14.90 | 32 | 9.99 | 1.72 | 17.28 | 13 | - | - | - | - |
| 6 (Suplementada) | 9.96 | 1.13 | 11.41 | 7 | 11.84 | 4.4 | 37.22 | 7 | 9.06 | - | - | 1 |
| 7 (Suplementada) | 9.01 | 2.54 | 28.22 | 99 | 9.56 | 1.27 | 13.30 | 43 | 7.50 | 2.07 | 27.66 | 6 |
| 8 (Suplementada) | 10.52 | 3.35 | 31.92 | 39 | 9.71 | 2.87 | 29.56 | 29 | 10.62 | 2.90 | 27.33 | 12 |
| 9 (Suplementada) | 10.10 | 2.81 | 27.82 | 17 | 10.80 | 3.40 | 31.51 | 17 | 11.34 | 4.18 | 36.89 | 5 |
| 10 (Suplementada) | 14.71 | 2.94 | 19.98 | 24 | - | - | - | - | 11.56 | 0.88 | 7.61 | 3 |
| 11 (Suplementada) | - | - | - | - | 7.76 | 1.27 | 16.42 | 12 | - | - | - | - |
| 12 (Suplementada) | - | - | - | - | 5.84 | 0.79 | 0.14 | 14 | - | - | - | - |
| 13 (Suplementada) | 5.69 | 0.84 | 14.82 | 12 | 6.09 | 0.93 | 15.29 | 2 | 6.49 | 1.25 | 19.32 | 5 |
| 14 (No Suplementada) | 6.74 | 1.07 | 15.97 | 11 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 15 (No Suplementada) | 7.56 | 1.88 | 24.91 | 52 | 9.79 | 2.53 | 25.90 | 2 | - | - | - | - |
| 16 (No Suplementada) | - | - | - | - | 7.54 | 0.82 | 10.88 | 12 | - | - | - | - |
| TOTAL | | | | 396 | | | | 190 | | | | 65 |

- Los valores se expresan en gramos por decilitro (g/dl)

**Tabla 21.** NNP Urea sanguínea

| FINCA | VACAS | | | | NOVILLAS | | | | TERNEROS | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\bar{X}$ * | SD | CV% | N | $\bar{X}$ | SD | CV% | N | $\bar{X}$ | SD | CV% | N |
| 1 (Suplementada) | 53.32 | 12.07 | 0.23 | 58 | 41.30 | 10.57 | 0.26 | 13 | 33.38 | 8.20 | 0.25 | 12 |
| 2 (Suplementada) | 41.38 | 28.57 | 0.69 | 14 | 45.33 | 13.14 | 0.29 | 17 | - | - | - | - |
| 3 (Suplementada) | 30.38 | 11.18 | 0.37 | 13 | - | - | - | - | 35.02 | 20.29 | 0.58 | 6 |
| 4 (Suplementada) | 49.81 | 10.53 | 0.21 | 18 | 38.47 | 11.32 | 0.29 | 10 | 51.27 | 17.14 | 0.33 | 16 |
| 5 (Suplementada) | 48.68 | 17.40 | 0.36 | 32 | 61.71 | 8.31 | 0.13 | 13 | - | - | - | - |
| 6 (Suplementada) | 24.59 | 4.76 | 0.19 | 7 | 45.62 | 17.71 | 0.39 | 7 | 47.24 | - | - | 1 |
| 7 (Suplementada) | 32.24 | 7.81 | 0.24 | 99 | 27.90 | 9.60 | 0.34 | 43 | 28.23 | 16.21 | 0.57 | 6 |
| 8 (Suplementada) | 54.17 | 20.22 | 0.37 | 39 | 35.21 | 18.20 | 0.37 | 29 | 53.63 | 13.52 | 0.25 | 12 |
| 9 (Suplementada) | 41.79 | 8.94 | 0.21 | 18 | 44.12 | 12.86 | 0.29 | 17 | 44.86 | 4.87 | 0.11 | 5 |
| 10 (Suplementada) | 23.85 | 6.87 | 0.29 | 24 | - | - | - | - | 31.70 | 4.54 | 0.14 | 3 |
| 11 (Suplementada) | - | - | - | - | 28.71 | 10.45 | 0.36 | 12 | - | - | - | - |
| 12 (Suplementada) | - | - | - | - | 18.39 | 10.24 | 0.56 | 14 | - | - | - | - |
| 13 (Suplementada) | 20.70 | 16.65 | 0.80 | 11 | 29.24 | 2.96 | 0.10 | 2 | 30.62 | 1.91 | 0.06 | 5 |
| 14 (No Suplementada) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 15 (No Suplementada) | 36.42 | 13.77 | 0.38 | 52 | 35.30 | 20.11 | 0.57 | 2 | - | - | - | - |
| 16 (No Suplementada) | - | - | - | - | 18.53 | 17.33 | 0.94 | 12 | - | - | - | - |
| TOTAL | | | | 385 | | | | 190 | | | | 65 |

- Los valores se expresan en gramos por litro (g/l)

**Tabla 22.** Creatinina

| FINCA | VACAS | | | | NOVILLAS | | | | TERNEROS | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\bar{X}$ * | $\bar{SD}$ | CV% | N | $\bar{X}$ | $\bar{SD}$ | CV% | N | $\bar{X}$ | $\bar{SD}$ | CV% | N |
| 1 (Suplementada) | 1.88 | 1.35 | 71 | 58 | 1.48 | 0.44 | 30 | 13 | 3.5 | 3.35 | 95 | 12 |
| 2 (Suplementada) | 2.5 | 2.29 | 9.1 | 14 | 1.50 | 1.47 | 98 | 17 | | | | |
| 3 (Suplementada) | 1.39 | 0.30 | 21 | 13 | 1.23 | 0.62 | 46 | 6 | | | | |
| 4 (Suplementada) | 1.22 | 0.53 | 43 | 18 | 1.32 | 0.34 | 25 | 16 | 1.41 | 0.47 | 33 | 8 |
| 5 (Suplementada) | 1.74 | 0.62 | 35 | 33 | | | | | | | | |
| 6 (Suplementada) | 1.62 | 0.32 | 19 | 6 | | | | | | | | |
| 7 (Suplementada) | 1.57 | 0.92 | 58 | 56 | 1.81 | 0.42 | 23 | 8 | 1.58 | 0.99 | 62 | 6 |
| 8 (Suplementada) | 2.35 | 0.59 | 25 | 38 | 1.71 | 0.26 | 14 | 29 | 2.00 | 0.55 | 27 | 12 |
| 9 (Suplementada) | 1.47 | 0.43 | 29 | 41 | 1.28 | 0.23 | 18 | 18 | 1.32 | 0.33 | 25 | 7 |
| 10 (Suplementada) | 1.29 | 0.4 | 31 | 24 | - | - | - | - | 1.06 | 0.31 | 29 | 2 |
| 11 (Suplementada) | - | - | - | - | 1.10 | 0.31 | 28 | 12 | - | - | - | - |
| 12 (Suplementada) | - | - | - | - | 0.96 | 0.42 | 43 | 15 | - | - | - | - |
| 13 (Suplementada) | 0.86 | 0.33 | 38 | 12 | 0.77 | 0.09 | 11 | 5 | 1.04 | 0.06 | 5.7 | 2 |
| 14 (No Suplementada) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 15 (No Suplementada) | 1.27 | 0.41 | 32 | 49 | 0.77 | 0.64 | 83 | 2 | | | | |
| 16 (No Suplementada) | - | - | - | - | 1.04 | 0.50 | 48 | 12 | - | - | - | 12 |
| TOTALES | | | | 362 | | | | 153 | | | | 61 |

- Los valores se expresan en miligramos por decilitro (mg/dl)

**Tabla 23.** Nitrógeno Ureico en Sangre (BUN)

| FINCA | VACAS | | | | NOVILLAS | | | | TERNEROS | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\bar{X}$ | SD | CV% | N | $\bar{X}$ | SD | CV% | N | $\bar{X}$ | SD | CV% | N |
| 1 (Suplementada) | 24.88 | 5.63 | 0.23 | 58 | 19.28 | 4.93 | 0.26 | 13 | 15.58 | 3.83 | 0.25 | 12 |
| 2 (Suplementada) | 19.31 | 13.33 | 0.69 | 14 | 21.15 | 6.13 | 0.29 | 17 | - | - | - | - |
| 3 (Suplementada) | 14.18 | 5.22 | 0.37 | 13 | - | - | - | - | 16.34 | 9.47 | 0.58 | 6 |
| 4 (Suplementada) | 23.21 | 4.91 | 0.21 | 18 | 17.95 | 5.28 | 0.29 | 10 | 23.93 | 8.00 | 0.33 | 16 |
| 5 (Suplementada) | 22.72 | 8.12 | 0.36 | 32 | 28.80 | 3.88 | 0.13 | 13 | - | - | - | - |
| 6 (Suplementada) | 11.48 | 2.22 | 0.19 | 7 | 21.29 | 8.26 | 0.39 | 7 | 22.04 | - | - | 1 |
| 7 (Suplementada) | 15.05 | 3.64 | 0.24 | 99 | 13.02 | 4.48 | 0.34 | 43 | 14.49 | 7.52 | 0.52 | 6 |
| 8 (Suplementada) | 26.29 | 7.39 | 0.28 | 39 | 17.87 | 6.95 | 0.39 | 29 | 24.66 | 6.86 | 0.28 | 12 |
| 9 (Suplementada) | 19.50 | 4.17 | 0.21 | 18 | 20.59 | 6.00 | 0.29 | 17 | 20.94 | 2.27 | 0.11 | 5 |
| 10 (Suplementada) | 12.16 | 2.84 | 0.23 | 24 | - | - | - | - | 14.72 | 2.12 | 0.14 | 3 |
| 11 (Suplementada) | - | - | - | - | 11.34 | 5.77 | 0.51 | 12 | - | - | - | - |
| 12 (Suplementada) | - | - | - | - | 8.54 | 4.78 | 0.56 | 14 | - | - | - | - |
| 13 (Suplementada) | 11.73 | 7.76 | 0.66 | 11 | 14.46 | 0.23 | 0.01 | 2 | 14.29 | 0.89 | 0.06 | 6 |
| 14 (No Suplementada) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 15 (No Suplementada) | 17.16 | 6.47 | 0.38 | 52 | 17.76 | 3.07 | 0.17 | 2 | - | - | - | - |
| 16 (No Suplementada) | - | - | - | - | 12.70 | 6.62 | 0.52 | 14 | - | - | - | - |
| Total | | | | 385 | | | | 190 | | | | 65 |

**Los valores se expresan en miligramos por decilitro (mg/dl).**

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

**Nitrógeno ureico.** Los valores normales varían de 10 a 30 mg/dl. Un promedio aceptable para cada especie sería de 15 mg/100 ml de sangre. Se presenta un nivel bajo normal (menos de 10 mg/100 ml) en animales que estén sufriendo inanición o con una dieta muy baja en proteínas. Así los animales presentaran niveles bajos por malnutrición proteica, por insuficiencia hepática, dado que la capacidad de las células hepáticas para formar urea es una de las últimas funciones que fallan cuando hay un daño *hepatocelular extenso.*

Se encuentran niveles elevados sobre todo en enfermedades renales, específicamente nefritis. Algunas condiciones prerenales ocasionan niveles elevados de nitrógeno ureico, aunque rara vez son mayores de 100 mg/dl. Dentro de estas causas, se puede mencionar la disminución del flujo sanguíneo renal ocasionada por la deficiencia cardíaca congestiva o por la hipotensión, en la cual se presenta una desviación de la sangre de los riñones. Otra causa es la reducción de la presión de filtración en los glomérulos, ocasionada por la hipotensión, el choque, la insuficiencia suprarenal, la insuficiencia cardíaca, el aumento de la presión osmótica de las proteínas, la bilirrubinemia hemolítica, la obstructiva o regurgitativa, pérdida excesiva de sangre, la deshidratación por vómito y diarrea. La deshidratación tiene gran importancia porque un animal con fiebre alta, vómito o diarrea se deshidrata rápidamente. Si no se tiene en cuenta este factor, la interpretación de un nivel alto de nitrógeno ureico podría ser errónea. Es necesario rehidratar el animal antes de efectuar esta prueba.

GANADO DE LECHE

**Experimento 8**

**B. Pruebas basadas en actividad enzimática.** (Maxime, 1991, Coffin, 1966).

Para realizar las pruebas para (SGOT) se tomaron 8 fincas suplementadas y 2 no suplementadas; se trabajaron tres grupos etáreos, vacas, novillas y terneros. Los grupos de vacas y terneras pertenecían a siete y a una fincas con y sin suplementación respectivamente y los terneros, a cinco con suplementación y a una sin suplementación.

Si se consideran los reportes de (Rave 1975), sobre los niveles de transaminasas Glutamico-oxalacetica en pruebas realizadas a animales del nivel nacional, dieron valores promedio de 273 UI con un rango de variación entre 53 y 480 UI, otros autores citados reportan valores entre 50 y 110 UI. Para nuestro caso en particular en el grupo de vacas los valores se encontraron entre 89.38 UI y 177.98 UI, para las novillas entre 67.71 UI y 139.14 UI; para los terneros entre 116.87 y 164.42 UI. El grupo de vacas no suplementadas tuvo el valor promedio más bajo 89.38 UI. En todos los casos, el promedio fue inferior al reportado por (Rave 1975). (Tabla 24)



**SGPT.** Como se describió en la revisión de literatura, la SGPT sólo se realiza en animales pequeños, razón por la cual se efectuó en algunos grupos de terneros, 61 en total. Los valores normales en bovinos presentan amplias variaciones según lo reportan los laboratorios de referencia para las pruebas. El Laboratorio Wich-ham reporta valores de 0-40 UI, mientras que Hycel da valores que llegan hasta 75 UI. Los valores encontrados en el presente trabajo variaron entre 39.83 UI y 47 UI, perteneciendo el valor más alto al grupo de terneros no suplementados. Como se puede apreciar en la Tabla 25, todos los grupos se encuentran por debajo de los valores promedio reportados como normales por los distintos laboratorios.

**Fosfatasa Alcalina Sérica (FAS)** (Tabla 26). Las pruebas se realizaron en muestras frescas, es decir con poco tiempo de recolectadas; a las vacas procedentes de dos fincas, una con suplementación y otra no; a las novillas de tres y una fincas con y sin suplementación y a terneros de dos fincas, con y sin suplementación, para un total de 17 vacas, 46 novillas y 11 terneros. Los valores reportados como normales se encuentran entre 0 y 38 UI (Unidades internacionales). Los valores en todos los grupos de animales analizados se encuentran dentro del rango de normalidad. Cabe anotar que los valores en las vacas y en los terneros no suplementados fueron inferiores a los de los mismos lotes de los animales suplementados.

**Tabla 24.** Transaminasa glutamico-oxalacetica (SGOT).

| FINCA | VACAS | | | | NOVILLAS | | | | TERNEROS | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\bar{X}$ * | SD | CV | N | $\bar{X}$ | SD | CV | N | $\bar{X}$ | SD | CV | N |
| 1 (Suplem.) | 177.98 | 38.05 | 21.37 | 58 | 139.14 | 22.48 | 16.15 | 13 | 164.42 | 51.85 | 31.53 | 12 |
| 2 (Suplem.) | 113.51 | 24.16 | 21.28 | 14 | 110.87 | 19.32 | 17.42 | 17 | - | - | - | - |
| 3 (Suplem.) | 161.02 | 42.10 | 38.24 | 13 | - | - | - | - | 116.87 | 38.17 | 32.66 | 6 |
| 4 (Suplem.) | 170.67 | 21.75 | 12.74 | 18 | 86.95 | 35.10 | 40.36 | 10 | 133.93 | 32.50 | 24.26 | 16 |
| 5 (Suplem.) | 150.92 | 26.32 | 17.43 | 32 | 124.29 | 25.36 | 20.40 | 13 | - | - | - | - |
| 6 (Suplem.) | 129.15 | 28.34 | 21.94 | 7 | 127.75 | 38.10 | 29.82 | 7 | 149.40 | 34.20 | 22.89 | - |
| 11 (Suplem) | | | | | 116.02 | 40.98 | 35.32 | 12 | | | | |
| 13 (Suplem) | 125.43 | 34.16 | 27.23 | 12 | 66.71 | 28.14 | 42.18 | 2 | 138.01 | 44.16 | 31.99 | 5 |
| 14 (No Supl.) | 89.38 | 25.14 | 28.12 | 11 | - | - | - | - | 131.69 | 26.29 | 19.96 | 8 |
| 16 (No Supl.) | - | - | - | - | 114.12 | 22.38 | 0.196 | 12 | | | | |
| TOTALES | | | | 165 | | | | 86 | | | | 48 |

* Los valores se expresan en Unidades Internacionales (UI).

**Tabla 25.** Transaminasa glutamico-piruvica. (SGPT).

| FINCA | TERNEROS | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $\bar{X}$ * | SD | CV | N |
| **1 (Suplementada)** | **39.83** | **3.27** | **0.086** | **12** |
| **3 (Suplementada)** | **40.5** | **1.29** | **0.03** | **4** |
| **4 (Suplementada)** | **39.42** | **2.40** | **0.06** | **14** |
| **6 (Suplementada)** | **47** | **6.08** | **0.12** | **3** |
| **8 (Suplementada)** | **41.66** | **2.42** | **0.05** | **6** |
| **9 (Suplementada)** | **40.66** | **0.57** | **0.014** | **3** |
| **10 (Suplementada)** | **40** | **-** | **-** | **2** |
| **13 (Suplementada** | **40.25** | **6.43** | **0.15** | **8** |
| **14 (NoSuplementada)** | **47** | **6.28** | **0.13** | **9** |
| TOTAL | | | | 61 |

* *Los valores se expresan en Unidades Internacionales (UI).*

**Tabla 26.** Fosfatasa Alcalina Sérica (FAS).

| FINCA | VACAS | | | | NOVILLAS | | | | TERNEROS | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\bar{X}$* | $\bar{SD}$ | CV | N | $\bar{X}$ | $\bar{SD}$ | CV | N | $\bar{X}$ | $\bar{SD}$ | CV | N |
| 9 (Suplementada) | | | | | 13.54 | 2.10 | 15.50 | 17 | | | | |
| 11 (Suplementada) | | | | | 14.03 | 1.83 | 13.04 | 12 | | | | |
| 13 (Suplementada) | 13.24 | 1.36 | 10.30 | 11 | 7.19 | 6.29 | 83.48 | 5 | 13.71 | 1.28 | 9.34 | 2 |
| 14 (No Suplementada) | 7.95 | 1.46 | 18.36 | 6 | | | | | 6.54 | 5.34 | 81.65 | 9 |
| 16 (No Suplementada) | | | | | 11.45 | 5.19 | 45.32 | 12 | | | | |
| TOTALES | | | | 17 | | | | 46 | | | | 11 |

* Los valores se expresan en Unidades Internacionales (UI).

## 8. CONCLUSIONES

La suplementación se debe realizar en forma dirigida, de acuerdo con las condiciones particulares de cada región, finca y tipo de explotación.

Con los subproductos de cosecha y agroindustriales se pueden implementar algunos sistemas de suplementación que permitan llenar los requerimientos nutricionales de los animales, dependiendo de la época del año, el tipo de animal y la etapa de producción.

Es indispensable evaluar la rentabilidad de la suplementación de acuerdo con el precio de los subproductos, la disponibilidad que tenga cada ganadero en particular y los precios de venta del producto final. Dentro de los subproductos regionales, son importantes la pollinaza como fuente de minerales y de nitrógeno proteico y no proteico; los aceites de palma y de las procesadoras y asaderos de pollo, como fuente de energía; los subproductos fibrosos sirven como vehículos mejorando la palatabilidad de las mezclas, siendo importantes por el aporte de materia seca.

La producción bovina en el trópico está basada en forrajes, los suplementos como su nombre lo indica sólo les permite llenar ciertas deficiencias, y se debe tener muy presente los costos de producción.

Las pruebas serológicas, confirman que la mayor limitante de la producción bovina es la energía y algunos elementos minerales mayores y menores; por las facultades que tiene el bovino para metabolizar y reciclar el nitrógeno, la proteína no es tan limitante, en condiciones tropicales, para ganados de doble propósito.



Las explotaciones bovinas ubicadas en áreas de producción agrícola, son un complemento que, además de aprovechar muchos de los subproductos de cosecha, mejora los ingresos y el nivel de vida de los productores.

## 9. SOCIALIZACIÓN DE LOS RESULTADOS

Con respecto a la socialización del proyecto, se efectuaron durante 1998 y el año 2000, 14 eventos con la asistencia de 467 personas, los cuales incluyeron una reunión técnica con las Umata para detallar los objetivos y los alcances del proyecto; reuniones con ADEMUCIS, con personal técnico del Centro de Mecanización y, en general, giras y demostraciones sobre mezclas de subproductos, fabricación de bloques nutricionales y avances y resultados de los experimentos. El 20 de agosto de 1999 se efectuó en día de campo en el C.I. La Suiza para presentar los resultados del experimento sobre "Evaluación de Suplementos en Tres Sistemas de Manejo en Bovinos de Carne" y se efectuó un seminario para la entrega de resultados.

Se tiene previsto para que Corpoica – Ademucis continúen adelantando actividades encaminadas a promover el uso de suplementos y bloques en diversas localidades de Santander.

## Eventos de transferencia de tecnología

| Evento | Lugar | Asistentes | Número |
|---|---|---|---|
| Gira Técnica | C.I. Salamaga | Estudiantes UCC y UDES | 8 |
| Gira Técnica | C.I. Salamaga | Estudiantes SENA | 29 |
| Reunión Técnica | Bucaramanga | Umata | 15 |
| Gira Técnica | C.I. Salamaga | Estudiantes UCC | 18 |
| Demostración Método | Piedecuesta | Umata, Productores, Asistentes técnicos | 24 |
| Demostración Método | Piedecuesta | Umata, Productores, Ademucis, Técnicos | 60 |
| Jornada Tecnológica | C.I. Salamaga | Umata , Ademucis | 76 |
| Día de Campo | Bucaramanga | Asistentes Técnicos | 50 |
| Reunión | Suratá | Ademucis | 12 |
| Demostración Método | C.I. Salamaga | Ganaderos, Umata | 46 |
| Gira Tecnológica | | Estudiantes INEM | 59 |
| Gira Técnica | C.I. Salamaga | Umata, Ademucis | 24 |
| Gira Técnica | C.I. Salamaga | Umata , Ademucis, Productores | 16 |
| Seminario Técnico | Floridablanca | CMAB, Ademucis, Entidades, Productores | 50 |

SOCIALIZACION

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS


**ACEBEDO F. 1995.** Plan integral para el desarrollo ganadero del Departamento de Santander. ICA, Bucaramanga. 68 p.

**AGUDELO, G. 1974.** Manual de Nutrición. Universidad de Antioquia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 75 p.

**ALVARADO J., BELLO L., Y MORALES J. 1996**. Caracterización de los agrosistemas del Creced Provincia de Soto. Corpoica Regional 7. Bucaramanga. 220 p.

**ALVARADO, J. 1995.** La seguridad alimentaria, caso Santander. Primer Seminario Técnico. Perspectiva agropecuaria No 9. Corpoica Regional Siete. Bucaramanga. 3 p.

**ALVARADO J., MORENO J. 1968.** Determinaciones de valores normales y anormales de transaminasas en caninos Universidad Nacional . Bogotá .Tesis de grado. 85 p.

**ARGÜELLO, O. 1966.** Manejo integrado de moniliasis en cacao (*Theobroma cacao* L.) en Santander. Memorias Segundo Seminario Técnico. Corpoica Regional Siete. Bucaramanga. p 30-34.

**ASCHNER, P. 1998.** Dislipidemias y Arterioesclerosis Cardiología en Synthesis. Lab. Synthesis. 24 p.

**BARROS, N.O. 1966.** Valor de las prácticas culturales como método para disminuir la incidencia de monilia en plantaciones de cacao. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Agricultura Tropical. Vol. 22. No.12. Bogotá.

**BLAXTER, K.L. 1967.** Metabolismo energético de los rumiantes. Editorial Acribia. 304 p.

**BENSON INSTITUTE REVIEW.** Circular letter N° 12. Caribbean Network of Cooperation for small farmers Animal Development. sp.

**BUCKLIN, R.A., JACOB, J.P.** Nordstedt. Sloan DR. Tervola Rs. sp.

**CASTAÑEDA Y OTROS. 1991**. Residuos agrícolas potenciales en la alimentación animal. *En*: Resultados de investigación 8690 Creced Guanentá Comunero. ICA San Gil (S). 60 p.

**COFFIN, D. 1966.** Laboratorio clínico en medicina veterinaria. Impresiones Modernas. Sevilla. 335 p.

**CHANDLER, P. 1996.** Forestomach absorption of peptides doesn't destroy nitrogen use model. Foodstuffs August . 12 p.

**EMMICK, D.L. 1987.** Using short duration grazing to Improve pasture production Cornell University Beef production manual. Fact sheet. 202 p.

**ENSMINGER, M.E., OLENTINE, C.G. 1978.** Feeds and Nutrition complete first edition the Ensminger Publishing Company, 1417 p.

**FREIRE, E.S. et al. 1990.** Aproveitamento dos residuos e subprodutos da Pos-colheita de cacau Ceplac copec. Jtabuna, Bahía Brasil. 24 p.

**GARCIA, M.A. 1978.** Uso de la cáscara de cacao en la formulación de raciones alimenticias para animales. Universidad de Caldas. Manizales. (Mecanografiado).

**GOUGH, H.C. 1975.** Ministry of Agriculture. Fisheries and Food department of Agriculture & Fisheries for Scotland department of Agriculture for Northern Ireland Technical Bulletin 33 Energy Allowances and Feeding Systems for Ruminants. 79 p.

**HARRIS J. B. 1991.** By-Product Roughage Foodstuffs for dairy cattle fact sheet DS-37 of the dairy Production Guide Published August. Florida Cooperative Extension Service. sp.

**HARRIS, I., MCDOWELL, J., CONRAD, J., THOMAS, J. 1974.** Feed tables composition for Latinoamerica University of Florida. 70 p. USA.

**HARRIS, I.; MCDOWELL, J.; CONRAD, J. ; THOMAS, J. 1980.** Official Methods pf Analysis of the AOAC 13th Edition. Florida. USA.

**HINESTROZA, A.D.; BECERRA, M.J. 1999.** Metabolismo intermediario del rumiante. Programa Regional de Investigación Pecuaria, Corpoica. C.I. Obonuco. Pasto (Mecanografiado).

**KEBLER, S. 1997.** Análisis de laboratorio y pruebas diagnósticas Pev-Iatros. Ediciones Ltda. Barcelona España. 206 p.

**KUNKLE, W.E.; JACOB, J.P.; TERVOLA, R.S.; MILES, R.D.; MATHER, F.B. 1997.** Broiler litter, Feeding to ruminants University of Florida Cooperative Extension Service Factsheet 14 p.

**LAREDO, M.A., CUESTA A. 1990.** Tabla de contenido nutricional de productos y subproductos agroindustriales. Instituto Colombiano Agropecuario. 65 p.

**LATORRE, R. S., MATEUS, E. H. 1997.** Manejo integral de los subproductos de la palma africana en la alimentación animal en el municipio de Puerto Wilches. Memorias del Taller regional de avances y experiencias en las empresas ganaderas del Magdalena Medio Zona Norte, Corpoica. 5 p.

**LATORRE, R. S., MATEUS, E. H. 1998.** Uso de subproductos agroindustriales en alimentación de bovinos. Corpoica Regional 7. 76 p.

**LAZARIDES, T.O. 1974.** Clinical Laboratory Medico – Chemicol Investigation Methods lith Edition E. Merck, Darmstadt. USA.

**LITTLE, T.M.; JACKSON, H.F. 1976.** Métodos estadísticos para la investigación en la Agricultura. Editorial Trillas. México. 270 p.

**MARVIN, H. HALL. 1995.** 4 steps to rotational Grazing Pennsylvania State University Forage on the World. USA.

**MATHER, F.B. 1997.** Broiler litter storage Fact sheet. University of Florida Cooperative Extension Service. USA. 15 p.

**MAXIME, M.B. 1991.** Manual de Patología Clínica en Veterinaria. Editorial Limusa S.A. México. 413 p.

**MILLER, E.L.; PIKE, I.H. 1978.** Feeding for profitable beef production association of fish meal manufactures in conjunction with International Association y fish meal manufactures. USA. 77 p.

**MORONEY, M.J. 1976.** Facts From Figures. Penquin Books. USA. 470 p.

**MUSSMAN, H. RAVE, G. 1978.** Patología clínica veterinaria. Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá. 193 p.

**MCDONALD, P. EDWARDS, R.A. GREENHANG, F.D. 1976.** Animal Nutrition 2nd edition edted by longman Group limited. p 198-243.

**MCDONALD, P.; EDWARDS, R.A.; GREENHANG, F.D. 1976.** Forage Testing Service, Pennsylvania State University. USA.

**NOSSA, M.; PEDRAZA, C. 1995.** Utilización de cacota de cacao en vacas productoras de leche. Primer Seminario Técnico. Corpoica Regional Siete. Bucaramanga. 2 p.

**OJEDA, A.; ESCOBAR A. 1995.** Suplementación con aceite crudo de palma africana de bovinos para ceba en pastoreo. Livestock Research for Rural Development. Volme 7, Number 1. October.

**OSBOURN, D.F.; TERRY, R.A. 1977.** *In vitro* techniques for the evaluation of ruminants feed proceedings of nutritive society. USA. Vol. 32 p 219-225.

**ORSKOV, E.R.1988.** Nutrición proteica de los rumiantes. Editorial Acribia, Zaragoza. 178 p.

**ORSKOV, E.R. 1990.** Nutrición de los rumiantes, Principios y Práctica. Editorial Acribia, Zaragoza. 117 p.

**PEDRAZA, H. RÍOS, N. 1998.** Utilización de subproductos del asocio maíz fríjol en la alimentación de bovinos en la zona de Guaca, Santander. Tercer Simposio Latinoamericano sobre Investigación y Extensión en Sistemas Agropecuarios. IESA-AI III. Agosto 19-21. C.I. Tibaitatá. Santafé de Bogotá.

**PRESTON, T.R. 1980.** Limitantes nutricionales. Estrategias para el uso de residuos de cosecha en la alimentación animal. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. Marzo 19-21. p 25-36.

**RAMIREZ. V.J.A, SANABRIA, E.C. 1997.** Utilización de la sacharina rústica en la alimentación de animales domésticos. Universidad Francisco de Paula Santander. Escuela de Zooctenia Ocaña. Santander.

**RUFFIN, B.G.; MC CASKEY T.A. 1999.** Feeding Broiler Litter To Beef Cattle Extension Animal Scientist Alabama Cooperative, Extension Service Aubrun University Alabama. USA.

**RUIZ, M.E. 1980.** Estrategias para la intensificación de la producción de carne. Estrategias para el uso de residuos de cosecha en la alimentación animal. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. Marzo 19-21. p 39-79.

**SHAVER, R. 1999.** Proteínas de soya para vacas en lactancia. Alimentos balanceados para animales. p 14-17.

**TRUJILLO, R.; MONZOTE M. y MENCHUACA M. A. 1989.** Tecnologías para la ganadería vacuna. Principales resultados científicos técnicos. p 75-87.

**WEBSTER, A.J.F. 1980.** Degradability the new concept of protein quality for ruminants the Veterinary anual 20th Jssue. p 23.

**WERNLI, K. C. 1982.** Utilización de subproductos agrícolas e industriales en la alimentación del ganado. Sociedad Chilena de Producción Animal. Santiago de Chile. 83 p.

**WILSON, P.N.; BRIGSTOCKE T.D.A. 1987.** Avances en la alimentación de vacunos y ovinos. Editorial Acribia, Zaragoza. 267 p.

**ZAPATA, J.O. 1995.** Alternativas de alimentación con productos no convencionales para el ganado bovino. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Corpoica Palmira.20 p.

## Anexo 1.

Composición de Materias Primas, Subproductos o Mezclas.

### Composición de la Pollinaza

| Variable | Porcentaje (%) |
|---|---|
| Humedad | 25.0 + 0.2 |
| Proteína cruda | 31.3 |
| Proteína Digestible | 23.3 |
| Digestibilidad | 74.6 |
| Fibra cruda | 16.8 |
| Extracto Etéreo | 2.9-3.3 |
| Ceniza | 15 |
| Extracto no nitrogenado | 29.5 |

Si comparamos los valores normales de los minerales en los forrajes con el contenido de minerales en la pollinaza se tiene una buena fuente de minerales para el ganado.

### Composición de Minerales en Pollinaza

| Mineral | Valores en pollinaza | Valores normales de minerales en forraje |
|---|---|---|
| Calcio | 2.37% | 0.48% |
| Fósforo | 1.8% | 0.37% |
| Potasio | 1.78% | 0.93% |
| Magnesio | 0.44% | 0.29% |
| Cobre | 98 mg/Kg | 10 mg/Kg |
| Hierro | 451 mg/Kg | 100 mg/Kg |
| Manganeso | 225 mg/Kg | 60 mg/Kg |
| Zinc | 235 mg/Kg | 60 mg/Kg |

### Características del Cacao

| Parte del cacao | Peso (Kg) | Porcentaje (%) |
|---|---|---|
| Fruto | 0.500 | 100 |
| Cáscara | 0.400 | 80 |
| Mucílago (semente) | 0.100 | 20 |
| Grano | 0.050 | 10 |
| Almendra | 0.040 | 8 |
| Cascarilla | 0.0075 | 1.5 |
| Otros | 0.0025 | 0.5 |

**Fuente: (Freire et al. 1990).**

**La cascarilla** es un subproducto obtenido al descascarillar la nuez del cacao tostado, de color café oscuro y olor característico; se utiliza con frecuencia como palatabilizador de sales minerales y alimentos concentrados para ganado.

**La pasilla** son los granos vanos de la mazorca de cacao, aunque son utilizados para elaboración artesanal de chocolates, se dispone de pequeñas cantidades, las cuales pueden ser utilizadas para consumo animal en mezcla con otros productos.

**Polvo de cacao**. Como su nombre lo dice es un subproducto del procesamiento del cacao en las plantas tostadoras del grano, en dietas para cerdos en crecimiento alimentados a voluntad ha sido incluido hasta un 30%, sin presentar efectos indeseables en cuanto al crecimiento y a la calidad de la canal.

### Composición de Subproductos del Cacao

| Subproducto | Humedad (%) | Proteína (%) | Grasa (%) | Fibra (%) | ENN (%) | EM (Kcal/Kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Cáscara de cacao | 17.29 | 8.93 | 1.18 | 31.3 | 32 | 1.161 |
| Polvo cacao | 2 | 19.7 | 18.9 | 17.0 | 0 | 2.772 |
| Cascarilla cacao | 3.9 | 18.2 | 9.9 | 22.5 | 0 | 2.529 |
| Pasilla cacao | 6.4 | 15.4 | 38.7 | 14.0 | 0 | 2.932 |

**Fuente** Cooprovez.(Zapata, 1995).

**Harina de arroz,** subproducto obtenido de pulir el grano de arroz después de descascarillado, está constituido por el pericarpio, germen de arroz, fragmentos de cáscara y granos de arroz astillados o rotos.

**Pica de arroz,** subproducto de arroz obtenido al pulir el grano de arroz después de descascarillado, está constituido por la pinta de los granos, tegumentos y cascarillas, gérmenes y eventualmente granos partidos.

**Salvado de trigo,** subproducto de la molienda del trigo formado por las capas exteriores del grano de trigo exceptuando la cáscara.

**Mogolla de trigo,** constituida por pequeñas partículas de salvado, germen de trigo, harina y algunos residuos finos de cribado o zarandeo producido durante el proceso de fabricación de harina de trigo.

**Afrecho seco de cervecería,** es el residuo sólido de solo malta o la mezcla con otros cereales molidos resultante de la manufactura del mosto en las cervecerías.

**Salvado de maíz,** también llamado afrecho de maíz es la fracción gruesa obtenida del trillado del grano seco de maíz. Está formado por la capa exterior del grano (tegumento), mezclados, en menor proporción, con germen, harina y granos quebrados de maíz.

**Tusa,** es el residuo después de ser desgranada la mazorca, corresponde a un 20% del peso de la mazorca en suplemento con proteína, puede emplearse hasta un 56% del suplemento.

**Maíz de tusa,** puede ser molida la mazorca con el grano, la tusa y la envoltura, permite ser molida con mayor facilidad que la sola tusa.

**Melaza,** es un subproducto de la fabricación de azúcares, muy palatable para el ganado, de bajo contenido de proteína, con un 50-60% de azúcares totales, de alta digestibilidad, buen contenido de vitaminas del complejo B y minerales, permite reducir el polvo de los suplementos cuando se utilizan elementos polvosos por su alto contenido de potasio, tiene propiedades laxativas. Su humedad oscila entre 24-28%, los grados Brix 80-85, los azúcares invertidos 48% y el pH 5-5.5, densidad 1.43 Kg/litro.

**Aceites ácidos,** dentro de los subproductos de la palma de aceite, los aceites ácidos han sido ampliamente utilizados en la elaboración de suplementos aunque su contenido proteico es muy bajo, su valor está dado por el contenido de energía dado por los ácidos grasos, los contenidos de vitamina A y E. (Ojeda, Escobar, 1995).

**Torta de palmiste**, subproducto de la extracción del aceite del corozo de la fruta; dependiendo del sistema de extracción son las cantidades de aceite que quedan retenidas en el palmiste, determinando esto la concentración de energía por kilogramo de materia seca. Los niveles de proteína son relativamente altos, los contenidos de fibra son altos lo cual hace que solo sean utilizables por poligástricos. (Ojeda, Escobar, 1995).

## Anexo 2.

Formulación de Suplementos

Dentro de los objetivos específicos del proyecto se encuentra el manejo de los subproductos y la formulación de suplementos y bloques multinutricionales. A continuación se describe el procedimiento sobre ensilje de pollinazas para suplementar ganado bovino.

**Ensilaje de la pollinaza como alimento para rumiantes.** (Kunkle, 1997, Bucklin, 1997 y Ruffin, 1999).

Debido a las extraordinarias facultades del rumiante para utilizar diferentes fuentes de nitrógeno y transformarlos en proteína, la pollinaza por el alto contenido en compuestos nitrogenados y por la disponibilidad existente en la región se presenta como una gran alternativa de suplementación dado que la mayoría de nuestros pastos tropicales tienen bajos niveles de proteína; para una adecuada utilización de este recurso se debe dar un manejo sencillo pero importante para mejorar la calidad nutricional del producto.

Es clave darle un almacenamiento adecuado; después de retirarla de los galpones, el almacenamiento cumple tres funciones: 1) Sirve para depositarla y poder limpiar y desinfectar rápidamente los galpones mientras la pollinaza puede ser utilizada como alimento para el animal. 2) Incrementa la aceptabilidad por los rumiantes. 3) Elimina la presencia de bacterias productoras de enfermedades y previene el crecimiento de hongos.

Es necesario el almacenamiento apropiado de la pollinaza para producir un ingrediente alimenticio y para prevenir el riesgo de toxicidad por altos niveles de amonio y suprimir las transmisión de patógenos que pueden estar presentes en pollinazas frescas cuando éstas son utilizadas como ingredientes alimenticios para rumiantes, requiriéndose algunas formas de procesamiento, siendo la más fácil y barata para tratar la pollinaza el amontonamiento por cuatro y seis semanas ; durante este tiempo sufre un proceso combinado entre compostaje y ensilaje; presentándose por la actividad bacteriana un calentamiento de la pollinaza en el montón alcanzando temperaturas entre 60 y 72°C. Este aumento de temperatura es suficiente para alcanzar a matar los patógenos que puedan encontrarse presentes en la pollinaza tales como: *Echerichia coli, Salmonella sp.* El producto final se torna seco, pero la proteína cruda y el contenido de otros nutrientes permanecen estables en la pollinaza.

Mediante el proceso de amontonamiento se ayuda a controlar el crecimiento de hongos, los cuales son productores de micotoxinas pero no crecen bien en la pollinaza por ser ésta, un medio alcalino, además el amoniaco que es liberado por la pollinaza es tóxico para los hongos, en consecuencia su crecimiento queda limitado a las superficies que se encuentran en contacto con el aire. Para alcanzar un calentamiento adecuado, la pollinaza debe contener entre el 20 y 30% de humedad debiendo ser almacenada en pilas o montones de 2 a 2.7 metros de altura. La pollinaza seca puede necesitar adicionarle agua para alcanzar la humedad requerida antes de ser amontonada; de otra manera no se produce el calentamiento deseado.

Pollinazas con humedades entre 20 y 25% usualmente alcanzan buenos incrementos de calor. Pollinazas amontonadas a una altura entre 2 y 2.7 metros (en el pico del montón) aseguran que el material alcance un calentamiento aceptable para minimizar la posibilidad de que el material que entre en combustión no debe ser almacenado a una altura superior.

Los montones de pollinaza pueden ser compactados utilizando un cilindro o una rueda de vehículo pesada depositando y apisonando el material por capas. Si las instalaciones no permiten la compactación adecuada el proceso de calentamiento no se presenta de manera uniforme pudiéndose presentar un sobrecalentamiento. Si no es posible realizar una buena compactación se puede cubrir el montón de pollinaza con un plástico para dis-

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

minuir la disponibilidad de oxígeno y prevenir el sobrecalentamiento. En un silo vertical se ha demostrado que el almacenamiento es un excelente procedimiento, pero es un material muy abrasivo para los equipos de ensilaje.

La altura de los montones permiten regular la producción inicial de calor, de esta manera el material recibe el calentamiento adecuado y no necesita ser remezclado para producir un nuevo recalentamiento como se realiza para la producción de compost de pollinaza ; en el proceso de compostaje ésta, puede reducir la energía y la proteína contenida en el material. Es muy importante prevenir el sobrecalentamiento de la pollinaza durante el almacenamiento, (mayor de 72°C); puede ocurrir ocasionalmente y reducir el valor alimenticio por el deterioro de las proteínas y los carbohidratos. Este problema puede ser controlado apisonando bien los montones, cubriéndolos con plástico o utilizando ambas cosas.

La pollinaza para ser utilizada como ingrediente en la alimentación animal debe ser almacenada en montones por un mínimo de tres semanas, lo recomendable es un almacenamiento entre 4 y 6 semanas. Una vez ha tenido el proceso de calentamiento puede ser guardada; conserva su valor alimenticio por largo tiempo bajo condiciones ideales, se han logrado guardar hasta por cinco años.

El proceso de calentamiento mejora considerablemente la aceptabilidad de la pollinaza por los rumiantes. La calidad del almacenaje debe ser evaluada periódicamente. La pollinaza como resultado del proceso de calentamiento alcanza una textura fina de color caramelo achocolatado. El material no debe contener partes negras o quemadas ya que es un indicativo de sobre calentamiento. Un color grisáceo con olor a materia fecal es un indicativo de subcalentamiento.

Periódicamente, mediante la medición de temperaturas de las pilas de almacenamiento, en varias localidades, puede ayudar a determinar si la pollinaza en las pilas alcanza la temperatura adecuada, en forma simultánea pueden tomarse muestras para determinar la contaminación bacteriológica.



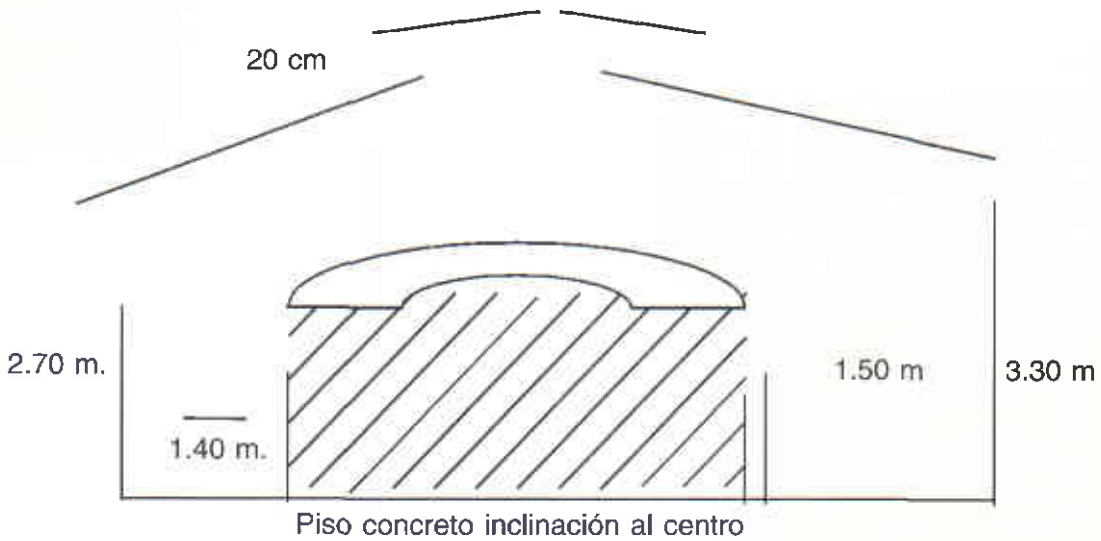



**Figura 6.** Ensilaje de pollinaza cubierta bajo techo.

## SUPLEMENTOS

La elaboración de mezclas y principalmente de bloque nutricionales, implica el secado y fraccionamiento de los subproductos que como cáscara de cacao, tusas, tamos etc, se usan como materia prima, siendo lo ideal que el tamaño de las partículas sea inferior a 5 cm . Para facilitar los procesos de elaboración se diseñaron y construyeron (CMAB) tres máquinas: picadora de martillos, mezcladora horizontal y bloquera tipo Cinva ram.

En términos generales , se recomienda que una vez secados y picados los materiales que lo requieran , se introduzcan en la mezcladora en movimiento, en el siguiente orden : pollinaza, aceite, cacota, salvado, melaza. Para la elaboración de los bloques se mezclan en el siguiente orden : pollinaza, (yuca, bagazo etc) salvado, sal,(melaza-urea) cal. La melaza y la cal deben agregarse en el último paso, para que, una vez mezclados, verter los materiales en la bloquera, donde se compacta en bloques de 10 o 20 kilos. posteriormente se dejan fraguar. Se espolvorean de cal en la parte externa, para prevenir la aparición de hongos ; deben almacenarse en sitios secos.

**Fórmula propuesta como suplemento y sal mineralizada.**

**Ingredientes**

| | |
|---|---|
| Pollinaza | 600 kilos |
| Aceite | 150 kilos |
| Sal | 27 kilos |
| Azufre | 2 kilos |
| Minerales Trazas | 1 kilo |
| Biofos | 20 kilos |
| Rumensin | 0.3 kilos |
| Salvado o Palmiste | 200 kilos |

**Composición**

| | |
|---|---|
| Proteína | 13.8% |
| Energía met | 2598 kcal 10.8 MJ |
| Ca | 1.83% |
| P | 1.37% |
| Mg | 0.45% |
| S | 0.38% |
| Cu | 349 ppm |
| Fe | 1.762 ppm |
| Mn | 215 ppm |
| Zn | 473 ppm |
| Co | 0004 ppm |
| Se | 0002 ppm |

Por cada kilogramo de este suplemento que consuma un animal está recibiendo 18.3 gramos de calcio y 13.7 gramos de fósforo en término de aporte de minerales se aprecia la importancia de la suplementación reemplazando una sal comercial con una relación 1:1,34 de fósforo calcio.

**Composición de minerales trazas:**

| | |
|---|---|
| Cobre | 60 g/kilo |
| Zinc | 240 g/kilo |
| Yodo | 6 g/kilo |
| Selenio | 0.4 g/kilo |
| Cobalto | 2 g/kilo |
| Magnesio | 120 g/kilo |

**Fórmulas de Sal Utilizando la Pollinaza como insumo**

| Ingrediente | % de fósforo | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 4% | 6% | 7% | 8% | 10% |
| Fosfato bicálcico | 197 kg | 308 kg | 364 kg | 419 kg | 530 kg |
| Azufre | 30 kg | 30 kg | 30 kg | 30 kg | 30 kg |
| Sal blanca | 500 kg | 389 kg | 333 kg | 279 kg | 167 kg |
| Minerales Trazas | 20 kg | 20 kg | 20 kg | 20 kg | 20 kg |
| Pollinaza ensilada | 250 kg | 250 kg | 250 kg | 250 kg | 250 kg |
| Bentonita | 3 kg | 3 kg | 3 kg | 3 kg | 3 kg |

**Fórmulas de Suplementos**

| Ingrediente | Kilogramos/t | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Pollinaza | 600 | 400 | 500 | 450 | 500 |
| Aceite | 150 | 250 | 150 | 150 | 100 |
| Palmiste | 100 | 150 | 100 | 150 | 150 |
| Salvado (Arroz-Trigo-Maíz) | 100 | 150 | 150 | 200 | 150 |
| Melaza | 50 | 50 | 50 | - | 50 |

Se pueden elaborar diferentes suplementos nutricionales con base en pollinaza como fuente proteica y aceite o sebo como fuente energética. Los subproductos fibrosos como los salvados y el palmiste se utilizan como rellenos y la melaza como palatabilizador.

**Diferentes fórmulas de Bloques Multinutricionales**

| Ingrediente | Kg | | |
|---|---|---|---|
| Melaza | 4,5 | 4,5 | 4,5 |
| Cal | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| Urea | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Harina de yuca, bagazo, salvado, palmiste o gallinaza | 1,8 | 1,7 | 2,3 |
| Aceite de palma | 0,5 | 0,5 | - |
| Azufre | 0,2 | 0,2 | 0,2 |

## Procesos con caña de azúcar

**Elaboración de Sacharina:** La caña de azúcar debe ser molida ; cañas con una edad entre 8 y 12 meses, se mezclan con 15 kilogramos de urea por tonelada, 2 kilos de sulfato de calcio, 5 kilos de magnesita y 5 kilos de sal mineralizada por tonelada. Después de mezclar se extiende, a la sombra, a una altura de cinco centímetros de espesor por 10-12 horas dejando fermentar bien expuesta al aire; recoger y administrar a los animales después de un período de acostumbramiento. (Ramírez, Sanabria, 1997).

**Ensilaje de Caña-Pollinaza:** La pollinaza es una buena fuente de proteína y minerales, su principal limitante es la baja concentración energética; la caña de azúcar tiene una buena concentración energética por la cantidad de azúcares que acumula; estas dos materias primas se complementan pudiéndose elaborar un suplemento que permita llenar los requerimientos nutricionales de los animales. A continuación, se presentan los resultados de cuatro ensilajes elaborados con diferentes proporciones de pollinaza y caña molida y picada en picapasto.



**Composición del ensilaje, Caña – Pollinaza.**

| Nivel de Ingredientes | Proteina | % FDA | Energia MJ/kg/MS |
|---|---|---|---|
| Caña molida 60% Pollinaza 40% | 11.73 | 32 | 9.28 |
| Caña picada 60% Pollinaza 40% | 12.10 | 42 | 7.62 |
| Caña molida 80% Pollinaza 20% | 11.55 | 33 | 9.11 |
| Caña picada 80% Pollinaza 20% | 10.5 | 39 | 8.12 |

Mediante la mezcla de caña-pollinaza se puede mejorar la calidad proteica de la caña y la concentración energética de la pollinaza. Esta mezcla puede ser utilizada fresca o puede ensilarse en tanques plásticos para administrarse en épocas de escasez o días festivos.

## Anexo 3.

**Nomenclatura empleada en el aprovechamiento de alimentos para animales domésticos: (Ensminger, Olentine, 1978).**

**Aceite:** Sustancia compuesta por triglicéridos y ácidos grasos líquidos.

**Acidificado:** Tratado con ácido para reducir el pH.

**Acidos grasos:** Acidos orgánicos alifáticos.

**Aditivo:** Un ingrediente o combinación de ingredientes que se agrega a un alimento mezclado o a sus partes integrantes para llenar una necesidad específica.

**Afrecho:** Pericarpio del grano.

**Afrecho de cerveza:** Residuo grueso insoluble de la fermentación de la malta.



**Albúmina de la leche:** Fracción proteica coagulada del suero de la leche.

**Alimentación a voluntad:** Sistema de alimentación mediante el cual los animales tienen libre acceso a la ración.

**Alimentos:** Materiales comestibles que consume el hombre y los animales aportantes de energía y otros nutrientes a la dieta.

**Alimento basto:** Material vegetal alto en fibra, bajo en proteína de baja digestibilidad.

**Alimento completo:** Alimento adecuado desde el punto de vista nutricional para un animal de determinado estado fisiológico.

**Alimento formulado:** Alimento elaborado de acuerdo a especificaciones previas.

**Alimento medicado:** Alimento que contiene un producto medicinal destinado a la cura o prevención de las enfermedades.

**Alimento para animales:** Alimento solo para consumo animal.

**Alimento pulverizado:** Mezcla de ingredientes en forma de harina.

**Antibiótico:** Sustancia que tiene el poder de inhibir el crecimiento de algunos microorganismos.

**Asado:** Cocinado con calor seco.

**Astillado:** Cortado o quebrado en fragmentos.

**Bagacillo:** Tejido parenquimatoso central del tallo de casi todas las plantas vasculares.

**Bagazo:** Pulpa de la caña de azúcar.

**Balanceado:** Ración o alimento que contiene todos los nutrientes necesarios para satisfacer las necesidades fisiológicas del animal.

**Barreduras:** Cataduras, semillas u otro material extraído de la limpieza de granos.

**Bellota:** Cápsula de algunas plantas.

**Brix:** Concentración de las soluciones de azúcar.

**Calcinado:** Sometido a altas temperaturas en presencia de aire.

**Caloría:** Cantidad de calor necesario para aumentar la temperatura de un gramo de agua de 14.5 grados centígrados a 15.5.

**Cama:** Material fibroso usado en el piso de los gallineros.

**Caña:** Tallo principal de las plantas herbáceas.

**Carnosidad:** Parte comestible de algunas nueces.

**Cáscara:** Envoltura externa de los granos.

**Cataduras:** Cáscaras o envolturas de semillas mezcladas con otras partes de las plantas.

**Ceniza:** Residuo mineral después de la incineración.

**Cocido:** Calentado en presencia de humedad para alterar las características físico químicas o para esterilización.

**Cogollo:** Parte superior tierna de un tallo.

**Concentrado:** Alimento usado en combinación con otros para mejorar el balance nutricional.

**Condensado:** Reducido en volumen por extracción de humedad.

**Contenido ruminal:** Contenido de los dos primeros compartimentos del sistema digestivo de rumiantes.

**Crudo:** Alimento en estado natural.

**Cultivado:** Material biológico cultivado o reproducido en un medio nutritivo.

**Defluorinado:** Flúor parcialmente extraído.

**Deshidratado:** Parte de la humedad eliminada por alta temperatura.

**Dieta:** Ingrediente alimenticio o mezcla de ellos.

**Digerido:** Sometido a calor o humedad prolongados resultando en un cambio de la naturaleza física ó química del producto.

**Diluyente:** Sustancia comestible empleada para reducir la concentración de nutrientes.

**Emulsivo:** Material capaz de mantener las grasas y aceites en suspensión líquida.

**Endosperma:** Contenido amiláceo de las semillas.

**Enmohecido:** Invadido por hongos.

**Estabilizado:** Resistente a los cambios químicos por el agregado de una sustancia específica.

**Eviscerado:** Todos los órganos de la cavidad abdominal han sido extirpados.

**Expandido:** Sometido a la acción de la humedad, presión y temperatura para gelatinizar la parte almidonosa.

**Extracción mecánica:** La grasa o el aceite han sido extraídos de un producto determinado por medio de calor y presión mecánica.

**Extracción por remojo:** Sumergido en el agua o cualquier otro líquido para separar los materiales solubles en ella.

**Extraído en alcohol:** Tratamiento con alcohol para separar todas las substancias solubles en un material determinado.

**Extraído por solvente:** La grasa o aceite han sido separados por medio de solventes orgánicos.

**Fermentado:** Resultado de la acción de las levaduras, hongos o bacterias bajo condiciones aeróbicas en la producción de alcoholes, ácidos, vitaminas del complejo B ó antibióticos.

**Forraje:** Material vegetal, compuesto principalmente por pastos y leguminosas con un contenido mayor del 18% de fibra cruda en base seca y destinado para la alimentación animal.

**Forzado:** Alimento comprimido a través de unos orificios bajo presión.

**Frijoles:** Las semillas de las plantas leguminosas especialmente aquellas del género Phaseolus, Dolichos y Vigna.

**Gelatinizado:** Gránulos amiláceos de un alimento que han sido completamente reventados por el efecto combinado de la humedad, calor y presión.

**Germen:** El embrión de las semillas. Generalmente se separa del afrecho y del endosperma por medio de la molienda.

**Gluten:** Substancia dura, viscosa, nitrogenada que se obtiene cuando la harina de trigo u otros cereales se lava para separar el almidón.

**Gosipol:** Pigmento fenólico en la semilla del algodón.

**Granos de destilería:** Residuos de granos que han sido empleados para la destilería de bebidas alcohólicas.

**Harina:** Material suave, finamente molido y cernido, obtenido de la molienda de los cereales, otras semillas o productos. Consiste principalmente del almidón y gluten contenidos en el endosperma.

**Homogenizado:** Las partículas se rompen en glóbulos uniformemente distribuídos y suficientemente pequeño para que permanezcan en una emulsión por períodos de tiempo prolongados.

**Ingrediente:** Componente o parte constituyente de cualquier combinación o mezcla que integre un alimento.



**Malta:** Grano entero germinado y calentado a vapor, al que se le ha eliminado la radícula.

**Materia seca:** El contenido de materia seca de los alimentos comunes y otros materiales comestibles.

**Miel de ingenio:** Sub-producto espeso, viscoso derivado de la industria del azúcar.

**Minerales trazas:** Nutrientes minerales indispensables para los animales en cantidades muy pequeñas. Se miden generalmente en miligramos por kilogramo, miligramo por libra, o aún en unidades más pequeñas.

**Molienda en seco:** Acondicionado con una pequeña cantidad de agua o vapor para facilitar la separación de las distintas partes del grano sin tener que usar cantidades significativas de agua.

**Molienda húmeda:** Remojado en agua con o sin bióxido de azufre para suavizar los granos a manera de facilitar la separación de los varios componentes.

**Prensado:** Compactado o moldeado por presión. También se refiere a la grasa, aceite o jugos extraídos por presión.

**Producto de fermentación:** Derivado de la transformación enzimática de substancias orgánicas.

**Pulidos de arroz:** Sub-producto del arroz que consiste de residuos finos que proceden del afinamiento del grano después de separada la cáscara y el afrecho.

**Puliduras:** Cualquier material que atraviese una zaranda cuya abertura sea más pequeña que lo especificado para el tamaño mínimo de los gránulos o el diámetro de los perdigones.

**Pulpa:** El residuo sólido que se obtiene de la extracción de los jugos de las frutas, raíces y tallos.

**Quebrado:** Reducción del tamaño de las partículas por acción combinada del rompimiento y la trituración.

**Ración:** El total de alimento ofrecido a un animal durante un período de 24 horas.

**Rastrojo de maíz o sorgo:** Tallos y hojas secas del maíz o sorgo, después de cosechado el grano.

**Relleno:** Material comestible al que se agregan algunos ingredientes para facilitar su incorporación uniforme a los alimentos. Este material comestible absorbe, impregna o recubre los ingredientes activos en forma tal, que les sirve de vehículo.

**Residuo:** Remanente después de eliminar una parte de los componentes originales.

**Residuo de canal, mamíferos:** Residuo de las canales exentos de pelo, pezuñas, cuernos y contenido del sistema digestivo. Si se incluyen huesos, se debe emplear el término "residuo de canal con huesos".

**Residuo de destilería:** Residuo amorfo resultante de la fermentación de los granos y su destilación para obtener el alcohol.

**Residuos de zarandas:** Comprende los granos pequeños, deformes, semillas de malezas u otro material extraño que tienen valor alimenticio, pero que han sido separados en la limpieza de los granos por las zarandas.

**Sebo:** Grasa animal con una titulación arriba de 40 grados centígrados.

**Secado con aire forzado:** La humedad extraída por medio de un dispositivo que produce una corriente artificial de aire.

**Seco:** El agua o cualquier otro líquido han sido eliminados.

**Sin germen:** El embrión de la semilla ha sido parcial o totalmente separado del endosperma.

**Sirope:** Jugo concentrado de una fruta o planta.

**Solubles:** Líquido que contiene substancias disueltas como resultado del tratamiento de materiales de origen animal y vegetal. Puede tener materiales sólidos muy pequeños en suspensión.

**Sub-producto:** Producto obtenido en forma derivada del producto principal.

**Suplemento:** Un alimento usado en combinación con otro para mejorar el balance nutritivo y efecto del producto resultante. Se destina para los siguientes usos:

1. Suministrarlo sin diluir como un complemento de otros alimentos.

2. Ofrecido a voluntad, conjuntamente con otras partes de la ración pero por separado.

**Tallos:** La estructura central aérea de las plantas que contiene las ramas, yemas y frutos.

**Torta:** La masa que resulta por la comprensión de semillas, carne o pescado para extraer aceites, grasas u otros líquidos.

**Torta, extraída por solvente:** La grasa o el aceite han sido eliminados del material original por medio de solventes orgánicos y luego comprimidos para formar una torta.

**Torta por extracción mecánica:** La grasa o el aceite han sido extraídos de un producto determinado por medio de calor y presión mecánica, quedando como residuo una torta.

**Tratado con calor:** Sometido a la acción del vapor con el objeto de alterar las propiedades físicas y/o químicas.

**Tubérculos:** Tallos cortos carnosos o secciones terminales de los tallos o rizomas que se forman generalmente bajo tierra; portan hojas escamosas muy pequeñas que a su vez contienen yemas y bajo condiciones adecuadas se desarrollan en plantas nueva.

**Urea:** Compuesto blanco cristalino, muy soluble que se encuentra en la orina de los animales. También se sintetiza por proceso industrial. Se utiliza como una fuente de nitrógeno no proteico para los rumiantes.(2 $NH_2C$ O).

## *AGRADECIMIENTOS*

*Los autores de este documento expresan los agradecimientos a las personas y entidades que hicieron posible su publicación que sin duda será de mucha utilidad para un mejor desarrollo de la ganadería colombiana.*

*A Pronatta por la financiación del proyecto.*

*A Ademucis por la participación permanente en todas las actividades del proyecto.*

*Al doctor Christian José Mora Padilla, director de la Regional por su apoyo en el desarrollo del proyecto.*

*A los señores ganaderos de la zona de Piedecuesta, Florida, Matanza, Suratá y el Playón por su valiosa colaboración y participación en el desarrollo de los experimentos.*

*A todas aquellas entidades y personas involucradas en el proyecto.*