

1. INTRODUCCION

La alimentación de los bovinos en el trópico depende casi exclusivamente de pastos, y estos muestran una irregular oferta durante cierta época del año. En la época de lluvias pueden resultar satisfactorios para una producción de carne de 500 a 750 g/d y de leche hasta 10 l/d, sin embargo, durante la estación seca su calidad y cantidad se ve seriamente comprometida, constituyendo un material altamente fibroso y pobre en nitrógeno, de tal forma que los animales en crecimiento pierden peso y las vacas lactantes reducen su producción a valores inferiores a 5 l/d (Minson 1990 y Shirley 1986).

Para poder desarrollar adecuadamente estos sistemas, se precisa establecer un orden de prioridades en base a las limitaciones existentes, especialmente cuando la oferta forrajera es de muy pobre calidad, destacándose la necesidad de una adecuada suplementación para una función ruminal en equilibrio armónico para la degradación de los alimentos fibrosos y la aportación de nutrientes y energía para el animal (Preston y Leng 1989).

En consecuencia, se impone la búsqueda de alternativas de alimentación que no compitan con los humanos, que sea económicamente factible, y que no compliquen el sistema de manejo en las explotaciones, ni signifique riesgos para los animales (Araujo *et al.* 1994)

Para lograr esta alternativa se ha propuesto la utilización de bloques multinutricionales, como una forma económica y segura para proporcionar nitrógeno no proteico (NNP), minerales y otros nutrientes, a rumiantes a pastoreo durante la época seca.

Diferentes autores han realizado estudios evaluando consumos con diferentes tipos de suplementación sólida (bloques blandos, bloques duros), encontrando variaciones en el consumo en rumiantes a pastoreo hasta de un 68% (Kendall, 1983). Sin embargo, se ha observado que el consumo de estos bloques tiende a ser muy variable y con valores considerados como relativamente bajos (50-400 g/d), relacionándose las causas de esta variabilidad a diversos factores, como las

características de los ingredientes utilizados, palatabilidad, dureza, calidad del alimento, entre otros (Becerra *et al.* 1990).

El presente estudio se llevó a cabo con el propósito de evaluar el efecto de un método de fabricación y compactación manual y mecánico en la dureza de los BMN, el efecto de la dureza en el consumo y de este en la producción de leche así como evaluar la factibilidad económica de la suplementación.

2. REVISION DE LITERATURA.

2.1. Dieta alimenticia en el trópico latinoamericano

La dieta de los rumiantes se basa fundamentalmente en el uso del recurso pastizal, el cual se encuentra sujeto a las variaciones climáticas que inciden directamente sobre la cantidad y la calidad de los pastos producidos. Durante la época seca los pastos cubren insuficientemente los requerimientos de los animales (Araujo-Febres y Lachmann, 1997).

Se afirma que los bloques multinutricionales constituyen una tecnología que ha sido lograda a fin de suministrar los nutrientes esenciales deficientes que se presentan en los rebaños criados bajo pastoreo o alimentados con residuos de cosechas. (Combellas, 1991).

Los bloques multinutricionales son considerados como una alternativa eficaz en la alimentación de rumiantes debido al aporte energético – proteico y mineral de alta calidad que mejora rápidamente los procesos reproductivos del organismo animal (Combellas, 1994), (Pirella *et al.* 1996).

La suplementación con bloques multinutricionales (BMN) es una de las estrategias que se utilizan con mayor frecuencia en suplementación de rumiantes que pastorean forrajes de baja calidad. La facilidad de su elaboración, la posibilidad de utilizar materias primas locales y la versatilidad de su manejo, ha incidido el uso de esta estrategia en ganadería extensiva y semi intensiva, en la búsqueda del mejoramiento de las respuestas productivas y reproductivas del rebaño. En los BMN se han utilizado recursos energéticos, proteicos y minerales, siendo desarrollado en la actualidad su uso como vehículo de productos desparasitantes, antibióticos y hongos hematófagos, para el control biológico de parásitos, cuyos efectos dependen fundamentalmente de la concentración de los componentes en el BMN y del consumo animal (Birbe *et al.*, 2006).

La variable consumo del BMN es determinante en la respuesta animal, este está influenciado por factores que lo modifican, reportándose los propios del BMN (porcentaje de humedad, tipo y nivel de aglomerante, granulometría, ingredientes, nivel de compactación, técnicas de elaboración, tiempo y tipo de almacenamiento,

sabor y olor); los ambientales (temperatura, humedad relativa, viento, época del año); calidad de las dietas bases (forrajes); los factores relacionados con el animal (especie, conducta, acostumbramiento, raza, etapa fisiológica y condición corporal) y los de manejo (tamaño de los potreros, tamaño y distribución de los comederos) y oferta del bloque durante el día (Birbe *et al.*, 2006).

Las ganancias de peso de animales alimentados con bloques de sal/urea/melaza fueron iguales a las obtenidas con urea/melaza ofrecidas en forma líquida. (Beames, 1963). A igual conclusión llegaron Alexander *et al.* (1970).

En borregos se observa una variabilidad considerable en el consumo que puede incidir en rendimientos limitados, por lo cual se recomienda un período de adaptación (Lobato y Pearce 1980b).

Un ensayo realizado en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CNIA) Turipaná, consistió en la realización de observaciones sobre el tiempo de solidificación, dureza de los bloques con diferentes ingredientes y porcentajes, notándose que los dos primeros factores dependen de los niveles de melaza y cal utilizados. (Becerra e Hinestroza, 1990).

En otro ensayo se hicieron observaciones sobre el consumo de bloques en cuatro vacas adultas. Tuvieron acceso a los BMN tres horas diarias después del ordeño durante 15 días. El objetivo de éste ensayo fue explorar la posibilidad de inducir el consumo de bloques de urea-melaza a vacas que pastaban en praderas de buena calidad en época de lluvia. Se considera que, a mejor calidad de la pastura, el consumo de bloques disminuye (Sansoucy 1987b; CIPAV 1987).

Durante 94 días se midió el efecto de la suplementación con bloques de urea-melaza en la variación de peso vivo y la producción láctea de cuatro vacas mestizas frente a un grupo control de iguales características. El grupo suplementado tuvo acceso al bloque durante tres horas diarias después del ordeño. El resto del día todos los animales pastaron juntos en potreros. Los resultados indican que aún en el período lluvioso, hay una potencial influencia

positiva del bloque de urea-melaza en el comportamiento productivo de vacas lactantes durante esta época. (Becerra *et al.*, 1991).

Hay que tomar en cuenta que el ensayo se realizó durante la época lluviosa, período cuando normalmente no se espera respuesta marcada a la suplementación. (Sansoucy 1987; Becerra 1989).

Por otra parte se ha encontrado que, durante el período lluvioso, bovinos adultos no consumieron bloques que se les ofrecieron a voluntad, ya que cuando la calidad del pasto es alta los animales responderán a la suplementación solo si la presión de pastoreo es alta; esto, a su vez, altera el consumo así como la composición y la digestibilidad del material consumido por el animal (Ruiz, 1984).

2.2. Situación actual de los sistemas de doble propósito en El Salvador

En El Salvador en el año 2007, el valor agregado de la producción láctea fue de USD \$27,196 millones notándose una leve disminución con respecto a años anteriores, mientras que el valor de importación de producto lácteo fue USD \$39,792 millones y el de productos cárnicos de bovinos USD \$67,017 millones, lo cual refleja un déficit en la producción interna, (PNUD, 2008). El incremento en los costos de materias primas para alimentación y los escasos forrajeros son algunas de las determinantes de esta situación.

Uno de los principales problemas de la ganadería de doble propósito es la falta de forraje para la alimentación del ganado durante la estación seca y de transición. Esta problemática junto a otros factores como los incrementos de precio en las materias primas para la fabricación de alimentos, mano de obra y otros hacen necesario establecer alternativas para la alimentación animal obtenidas localmente. Los pastos en las regiones centroamericanas crecen rápidamente durante los periodos de lluvia y altas temperaturas; por lo tanto, las plantas contienen niveles elevados de pared celular. El follaje es joven y verde (elevado contenido de nitrógeno, carbohidratos solubles y mayor digestibilidad) sólo durante periodos muy cortos. El valor nutritivo de los pastos disminuye con la madurez y durante las épocas secas, el limitado alimento disponible es bajo en digestibilidad y nitrógeno (Preston y Leng, 1990).

2.3. Alimentación básica de los rumiantes en el trópico

En las regiones tropicales, los sistemas de producción animal son extensivos y se sustentan en los forrajes nativos o cultivados, cuyo aprovechamiento basado en el pastoreo, nos indica que, son manejados inadecuadamente en cuanto a tamaño del potrero, rotación, fertilización, control de malezas, carga animal y otros, que afectan tanto la calidad del alimento seleccionado como la frecuencia y el consumo de los pastos. Además, el pasto a pesar de ser una fuente alimenticia abundante y barata, es muy limitativo su utilización por los rumiantes debido a su baja digestibilidad (Araque y Escalona, 1995; Leng, 1990; Preston y Leng, 1989), energía y proteína (Araque y Escalona, 1995; Mc Dowell *et al.*, 1983) y minerales (Mc Dowell *et al.*, 1983) repercutiendo negativamente en los niveles de producción.

Los recursos forrajeros naturales de los suelos tropicales, son inadecuados e insuficientes como única fuente de alimento para la sostenibilidad de los sistemas ganaderos, especialmente, durante ciertos periodos del año, como en la época de sequía, nortes e inundación, donde no solo la calidad, sino la cantidad de la oferta forrajera, afecta negativamente la producción y reproducción animal (Obispo y Chicco, 1993).

El bajo potencial alimenticio de los forrajes tropicales especialmente en sequía, determina la necesidad de ofrecer a los animales un suplemento nutricional de elementos energéticos, proteicos y minerales, con el propósito de que los mismos logren una mayor productividad. Igualmente, los pastos en la época de sequía muchas veces no son suficientes en calidad y cantidad para satisfacer los requerimientos de los microorganismos del rumen (Sánchez y García, 2001).

2.4. Estrategia de suplementación en ganado bovino

En nuestras condiciones tropicales el clima, el manejo de los pastos y el rendimiento forrajero afectan la composición mineral de la planta y con ello al animal bajo condiciones de pastoreo. Los animales en estas situaciones no son principalmente productores sino mas bien sirven a muchos propósitos:

ahorro, seguro, capital móvil, combustible, tracción, fertilizante, y estatus. Para poder desarrollar adecuadamente estos sistemas, se precisa efectuar grandes cambios en los mismos, con enormes desembolsos, los cuales en la práctica no siempre son implementados por los productores. Cuando todo lo que se tiene para alimentar a su ganado es pasto pobre o residuos agrícolas, se necesita suplementación estratégica, (Cobb, 2002).

El factor nutricional, obliga la adecuación de los sistemas de producción y el uso de técnicas de manejo con evaluación y aprovechamiento de otros recursos locales complementarios al pastoreo, (Araque, *et al.*, 2000).

Diversos tipos de suplementos son empleados en la alimentación de los rumiantes como heno, ensilaje, excretas de animales, sales minerales, alimentos balanceados comerciales y alimentos balanceados elaborados en las explotaciones agropecuarias, (Tobía, *et al.*, 2000).

La suplementación estratégica es una tecnología, que permite la eficiente utilización de recursos disponibles, tanto de la dieta base como del suplemento, contribuyendo sustancialmente al mejoramiento de los parámetros productivos y reproductivos de los rebaños en que es utilizada. En los últimos años se han creado técnicas mejoradas para la alimentación de las ganaderías bovinas, como la suplementación BMN. (Birbe *et al.* 1996)

2.5. Bloques multinutricionales (BMN)

Un BMN puede ser definido como un material alimenticio balanceado, sólido, que provee constante y lentamente al animal nitrógeno, proteína sobrepasante, energía, y minerales (Echemendia 1990). McDowell *et al.* (1974), lo define como un alimento comprimido en una masa sólida con suficiente cohesividad para mantener su forma.

El uso de bloques no es nuevo, Alexander (1978) reporta que, primero en Sudáfrica y luego en Australia, se usaron comercialmente como fuente proteico-energética. En Colombia se usaron bloques de minerales desde los años 60.

Los BMN constituyen una tecnología para la fabricación de alimentos sólidos y que contienen una alta concentración de energía, proteína y minerales, principalmente. Son elaborados utilizando urea, melaza y un agente solidificante. En forma adicional, pueden incluirse minerales, sal y una harina que proporcione energía. Generalmente, el uso de los BMN ha sido como una forma de alimentación estratégica durante la época seca, son resistentes a la intemperie y es consumido lentamente por lo que garantiza el consumo dosificado de la urea. (Makkar *et al.*, 2007).

Los bloques se pueden elaborar con gran variedad de ingredientes, dependiendo de la oferta en la finca, en el mercado, la facilidad para adquirirlos y el valor nutritivo de los mismos. Se han realizado diferentes ensayos para determinar la cantidad óptima de cada ingrediente para elaborar BMN de excelente calidad nutricional.

2.5.1. Consideraciones importantes en la elaboración de BMN

2.5.1.1. Granulometría de los ingredientes en el bloque

La composición granulométrica de la mezcla (proporción en que se encuentran las partículas de diferente tamaño en la misma), afecta la resistencia mecánica (kg/cm²). Mezclando materiales con semillas o partículas de diferentes tamaños, se obtiene una mezcla con un mínimo de huecos y un bloque más denso, por cuanto el arreglo de las partículas entre sí, llena los espacios más uniformemente (Venuat y Papadakis, 1966). Herrera *et al.*, (2005), señalaron que el tamaño y la densidad de los agregados en la mezcla, modifican la densidad y resistencia del BMN. El tamaño de la fibra usada como soporte del bloque, influye en el consumo, fibras de 10 cm, forman un entramado resistente, con bajos consumos animales, mientras que menores de 5 cm, se desagregan con más facilidad (Echemendia, 1990).

Zervas *et al.*, (2001) recomendaron el tamaño conveniente de partículas, para BMN artesanales entre 2 y 3 mm, para lograr estabilidad del bloque y facilitar el mezclado y elaboración. Bloques elaborados con componentes muy finos, tienen mayor densidad y resistencia y menores consumos.

2.5.1.2. Humedad en la preparación de la mezcla alimenticia

En algunos trabajos se considera a la humedad interna de las materias primas y a la melaza como única fuente de humedad para la preparación de los BMN, los niveles de melaza recomendados oscilan entre 20 y 65 %, por lo que la proporción de este elemento, calidad y características físicas, determinan el uso o no del agua en las mezclas para BMN (Birbe, 2006).

Este nivel de humedad también va a depender del tipo de ingredientes y su proporción en la fórmula, tamaño de las partículas, forma y grado de molido. Los elementos más finos requieren mayor cantidad de humedad, por su elevada capacidad de absorción y gran área superficial expuesta al ambiente (Birbe *et al.*, 1994).

Por otra parte, el agua es un componente cuya presencia es esencial para lograr una buena mezcla entre el aglomerante y el material fibroso, además posibilita el desarrollo de reacciones químicas para el endurecimiento del material (fraguado). El porcentaje de humedad usado en fórmulas de BMN es muy variado. Autores como Hadjipanayiotou *et al.* (1993), recomendaron porcentajes de agua entre 1,5 y 40 %, con niveles de melaza entre 0 y 40 %. Obispo y Chicco (1993) señalaron 3 % de agua con un nivel de melaza de 25 %. Esta variabilidad se debe también a que no todas las materias primas usadas en el BMN tienen la misma estructura morfológica, igual capacidad de absorción (higroscopía), ni la misma humedad de equilibrio con respecto al ambiente.

La variable humedad juega un papel fundamental en aspectos como el mezclado, fraguado, manipulación de la mezcla y elaboración de BMN. El punto óptimo de humedad es de gran importancia para facilitar el manejo de la mezcla alimenticia húmeda y el BMN pueda manipularse y técnicamente lograr consumos animales adecuados. La influencia del agua, se debe a sus características físicas como líquido, ya que afecta la cohesión, succión, contracción, expansión y compactación de los ingredientes de la mezcla (Almagro y Costales, 1983).

2.5.1.3. Tiempo y tipo de almacenamiento

Mwendia y Khasataili (1990); Zhu y Deyoe (1991); Hadjipanayiotou et al. (1993); Osuna *et al.* (1996), señalaron la importancia de los cambios en la resistencia de BMN que se producen por el tiempo de almacenamiento. El factor que más influye es la humedad, a través de la pérdida progresiva de la misma en el bloque, aumenta la resistencia del BMN, Hadjipanayiotou et al., (1993), a objeto de minimizar el efecto de la pérdida de humedad, recomendaron recubrir y sellar los BMN en bolsas de material plástico durante el almacenamiento. Sin embargo, autores como Soetanto (1986); Schiere *et al.*, (1987), afirmaron que los BMN artesanales, con la exposición al medio ambiente pierden resistencia, por lo que los consumos animales aumentan.

Hall (1980) le asignó mucha importancia a la temperatura y a la humedad relativa ambiental durante el almacenamiento, ya que todo producto alimenticio que contenga semillas, hojas, tallos, etc., es higroscópico y tiene la propiedad de absorber y de exhalar humedad, hasta que se equilibra con el ambiente donde está localizado. Zervas *et al.*, (2001), señalaron que después que los BMN son secados al sol, el contenido de humedad debe estar entre 10 y 14%, que es el más conveniente para el almacenamiento bajo techo.

2.5.1.4. Tamaño del bloque

En este punto la bibliografía no señala un tamaño específico para BMN. Sin embargo, Birbe *et al.*, (2005), recomiendan elaborar BMN entre 10 y 12 kg (figura 1), por la facilidad de manipulación, traslado a los potreros a caballo, mula u otros animales de carga, transporte y almacenamiento. Pueden ser manejados por mujeres, ancianos y niños por su bajo peso. Además, aumenta el consumo simultáneo de animales en el tiempo, en un comedero con cuatro BMN de 10 kg c/u (40 kg total), que con dos BMN de 20 kg (40 kg total), por la mayor oferta y mejor distribución de los BMN de menor peso dentro del comedero. Este punto toma mayor importancia, cuando existen en el rebaño suplementado, animales dominantes, de diferentes tamaños, o en rebaños numerosos.

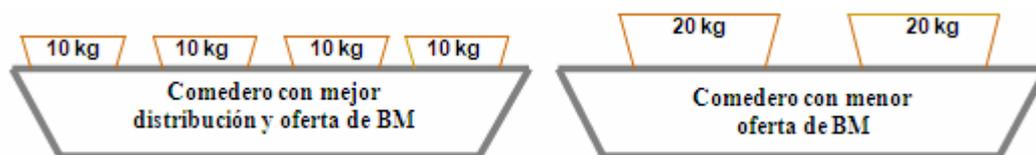


Figura 1. Tamaño del bloque (Birbe *et al.*, 2006). Comederos con oferta de BMN de 10 y 20 kg.

2.5.1.5. Forma del bloque

La forma geométrica del BMN afecta el consumo, por cuanto al tener diferentes formas como cubos, sección cuadrada, pirámides truncadas, etc., y variar el número de aristas y ángulos, el animal al morder y/o lamer las aristas y ángulos presentes en el suplemento sólido, pueden desprender mayores o menores cantidades del alimento (figura 2) (Birbe *et al.*, 2005).

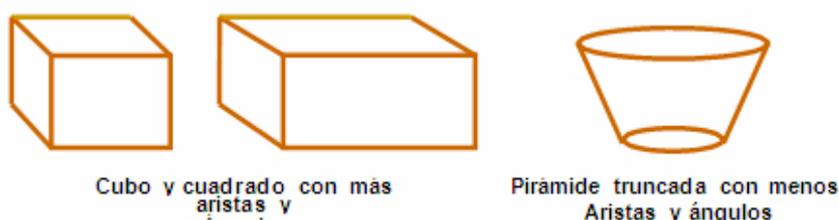


Figura 2. Diferentes formas del bloque (Birbe *et al.*, 2006)

2.5.2. Formulación y elaboración de BMN

Los bloques pueden ser elaborados con una tecnología económica artesanal o semi artesanal, con variados subproductos locales, que se pueden adaptar a las condiciones de grandes, mediano y pequeños productores. Proporcionan una forma segura de suministrar urea a los rumiantes sin riesgos a intoxicación ya que niveles por encima de los requeridos por el animal incrementan la concentración de amonio ruminal con la consecuente aparición de problemas hepáticos (Combellas, J. 1998).

Además al presentarse en forma sólida se facilita el transporte, manipulación, almacenamiento y suministro a los animales, se les puede incorporar nutrientes no solubles, como ciertos minerales y compuestos proteicos. La naturaleza sólida exige que el animal tenga que lamer el bloque lo que asegura que el consumo sea lento durante el día (Preston y Leng, 1989; Sansousy, 1987).

2.5.2.1. Materias primas

Melaza: Los bloques contienen diferentes porcentajes de melazas que son utilizados para varios niveles de consumo. La cantidad de melaza en el bloque puede variar entre 30% y 60%. Contenidos altos de melaza en la mezcla hacen difícil de mantener la dureza deseada del bloque y viceversa. Ella en principio no debe ser diluida en agua; sin embargo cuando la melaza está demasiado densa, requiere la adición de agua en poca proporción para facilitar la mezcla misma. (Tobía, 1999).

Urea: El nivel de urea para ser incorporado en los bloques debe variar entre 5% y 20%. Se ha observado que al aumentar el nivel de urea el bloque el tiempo de solidificación disminuye, además que influye sobre la palatabilidad y posteriormente sobre el consumo del bloque. La proporción de urea recomendada en los bloques se relaciona con el tipo de ganado al cual se va administrar, por ejemplo: en vacas de lechería 5 -10%; en horas 10%; en levante 10%, en novillos 10 - 20%. Dependiendo de la disponibilidad de otras fuentes de nitrógeno fermentable y de proteína verdadera, la cantidad de urea se puede disminuir. Sin embargo, comparativamente es más eficiente tanto económica como tecnológicamente la utilización de urea, aunque se cuenta con otras fuentes como gallinaza, harinas y tortas proteicas (Preston, 1989).

Mezcla mineral: Los minerales se añaden donde sea apropiado, la sal común generalmente se adiciona porque a menudo es deficiente en la dieta y por no ser costosa. El calcio se suple con la melaza (0,7% - 1.99%) y con el agente ligante (óxido de calcio o cemento) (Sansoucy, 1987).

La sal común o la sal mineralizada se adiciona entre un 2% - 5%. La sal mineralizada incrementa el costo del bloque pero igualmente mejora la calidad del mismo. El suministro de la sal mineralizada provee conjuntamente con los otros componentes a nivel ruminal de un suplemento más completo (Tobía, 1999).

Material fibroso: La base de la tecnología de los bloques es la reacción entre la cal viva (o el agente ligante) y los ácidos orgánicos de la melaza, la cual en la

presencia de una fuente de fibra de baja densidad (alta área de superficie), facilita el proceso de solidificación, por ello un punto clave es la selección de la fuente de fibra (Preston, 1989).

Un gran número de subproductos agroindustriales como el salvado de trigo o de arroz, pulidura o pulimento de arroz, cascarilla de semilla de algodón, bagazo de caña, cascarilla de cacao, cascarilla de maní, tusa molida, entre otros; han sido usados como relleno absorbente en la preparación de bloques. Estos ingredientes no solo aportan propiedades físicas al bloque como estructura – forma, sino también suplen ciertos nutrientes. Algunos pueden ser una excelente fuente de proteína sobrepasante y de energía para los rumiantes (Kunju, 1986).

El salvado de trigo o de arroz tiene múltiples propósitos en el bloque. Ellos proveen algunos nutrientes claves incluyendo grasa, proteína y fósforo, actúan como un absorbente de la humedad contenida en la melaza y da estructura al bloque. El material de relleno debe ser usado en un 5% y un 35% en el bloque, dependiendo de la proporción de los otros ingredientes. Cualquier material que se use para darle estructura al bloque debe estar seco y finamente molido.

Forraje de buena calidad: La inclusión de una pequeña cantidad de forraje preferiblemente de leguminosas o de un árbol forrajero se constituye en un excelente estimulante del funcionamiento de la fermentación ruminal al proveer proteína verdadera de buena calidad y nutrientes sobrepasantes para el animal. En muchos casos, este componente evita el uso de material de relleno o hace que su nivel disminuya. Generalmente, este forraje se puede incorporar al bloque entre un 10% - 30%, dependiendo de su disponibilidad en cada una de las fincas, se debe tratar de incluir fuentes existentes localmente para evitar el sobrecosto de los bloques al incluir otros insumos de características similares transportados de otros sitios.

Agente ligante: Se necesita usualmente un agente aglutinante para endurecer el bloque. Aunque, el mecanismo de su actividad no es bien conocido, varios productos pueden ser utilizados; cal viva (óxido de calcio, CaO), el óxido de magnesio (MgO) la bentonita, la cal dolomita (mezcla de CaO y MgO), el hidróxido

de calcio, entre otros. (Sansoucy, 1987). Cal viva: Está normalmente disponible en forma de piedras, por ello antes de usarla en la mezcla debe ser finamente molida. El nivel de óxido de calcio en los bloques puede variar entre 5% y 20%, sin embargo, cuando se usa en una concentración mayor del 10% causa depresión en el consumo del bloque, la cal viva puede reemplazarse con cal apagada. (Choo, 1988). Este material se presenta en polvo y por lo tanto no requiere ser molida. (Sansoucy, 1986).

2.5.2.2. Fabricación

La elaboración del BMN puede ser de tipo artesanal o semiindustrial, lo cual está influenciado por el equipo que se utilice y esto a su vez afecta la secuencia de incorporación de ingredientes a la melaza (Tobía, 2005).

2.5.2.3. Fabricación Artesanal

La elaboración artesanal se caracteriza por ser simple, no requiere el uso de maquinaria y tiene una capacidad de producción limitada, la cual se aproxima a los 500 kg de mezcla al día. Los ingredientes, previamente pesados o medidos son incorporados al recipiente de mezclado (canao o piso de cemento) en el siguiente orden secuencial: melaza, urea, previamente diluida en agua en partes iguales (con 12 horas de anticipación), sales minerales, cal y finalmente las fuentes de fibra, hasta lograr la contextura deseada, cada vez que se agregue un ingrediente, debe mezclarse bien con los ingredientes anteriormente introducidos. La contextura apropiada se logra al tomar una muestra de melaza sobre la palma de la mano, cerrando luego fuertemente el puño, no debe salir líquido entre los dedos y al abrir la mano queda formada una masa que no se expande. Si sale líquido entre los dedos es necesario homogenizar la mezcla o agregar más líquidos energéticos (Botero y Hernández, 1996).

Una vez que la mezcla quede bien homogenizada, la masa es vertida en los baldes o recipientes de plástico, cubos o recipientes metálicos de boca más ancha que el fondo, es compactada, apisonándola por capas delgadas (3 a 4 capas de acuerdo al tamaño del bloque) con un pisón que puede ser de metal o madera. El apisonado o prensado debe ser fuerte pero no excesivo, puesto que la consistencia es importante para regular el consumo y no para estimularlo o

impedirlo. El bloque húmedo, es extraído del molde con cuidado en el sitio definitivo de secado puede durar entre 7-30 días, dependiendo de la humedad ambiental. El sitio de secado debe ser techado, bien ventilado y evitar que los rayos solares incidan directamente sobre los bloques. No es recomendable elaborar BMN de gran peso, ya que se dificulta su manipulación, el traslado a los potreros y su colocación en saleros y comederos. Se recomienda que cada bloque pese entre 10 y 15 Kg. (Tobía, 2005).

2.5.2.4. Fabricación Semi – industrial

La fabricación semi- industrial se diferencia de la técnica artesanal, porque utiliza una mezcladora de concreto u otro tipo de mezcladora mecánica para preparar la mezcla y el uso de un mecanismo de mezclado. Este tipo de fabricación aumenta la eficiencia del proceso de mezclado, tanto en calidad de mezclado como en la cantidad de bloques que se pueden producir por día (de 1000 a 2000 kg) (Botero y Hernández, 1996).

La fase de llenado de los moldes, compactación de los bloques y el secado de la mezcla, se continúa realizando de la misma forma que en el proceso de fabricación artesanal (Tobía, 1999).

La incorporación de los componentes a la mezcladora se realiza en el siguiente orden: primero se mezclan todos los componentes sólidos (afrecho de trigo, sales minerales y la cal), luego se adiciona la mezcla líquida (formada por la melaza y la solución urea-agua en partes iguales) Ortiz y Baumeister (1994).luego se mezclan todos los componentes durante 15 minutos; cinco minutos los componentes sólidos y 10 minutos los componentes sólidos con la mezcla líquida. Posteriormente se continúa con el proceso de llenado de los moldes, tal como se indico anteriormente. En la formulación de los BMN son muchos los ingredientes que pueden entrar a formar parte en su composición dependiendo su inclusión en: disponibilidad de la materia prima, su valor nutricional, precio, facilidades para su utilización y su influencia sobre la calidad del bloque.

El cuadro 1 presenta la formulación de algunos BMN utilizados en la suplementación de los bovinos de carne y pequeños rumiantes.

Ingrediente (%)	Tipo de bloque					
	A	B	C	D	E	F
Melaza	50	25	50	32	50	35
Urea	10	10	10	10	5	10
Sal mineralizada*	5	5	5	15	5	10
Salvado de trigo	25	25	10	30	23	30
Cal viva	10	10	5	10	5	10
Aceite ácido, palma	----	25	----	----	5	----
Semolina de arroz	----	----	20	----	----	----
Heno	----	----	----	3	----	5
Harina de pescado	----	----	----	----	2	----
Total	100	100	100	100	100	100

*Sal mineral comercial que contiene: calcio, 15 %; fósforo, 9%; magnesio 2,7%; sal, 40%; zinc, 4000 mg/kg; manganeso, 1000 mg/kg; cobre, 600 mg/kg; yodo, 100 mg/kg; selenio, 35 mg/kg y cobalto, 10 mg/kg.

Fuente: Tobía, 2005.

La fabricación de bloques. Está dividida en cuatro etapas:

- Pesado y preparación de los componentes.
- Mezclado
- Moldeado
- Secado.

2.5.2.5. Pesado y preparación de los componentes:

Todos los componentes deben estar secos, molidos y pesados antes de mezclarse.

Para prevenir el consumo elevado de urea en un periodo corto, provocando la intoxicación de los animales, es necesario que todos los grumos sean aplastados antes de introducir la urea dentro de la melaza, lo mejor es moler la urea antes de incorporarla (Botero y Hernández, 1996).

El pulimento de arroz no necesita ninguna preparación. Sin embargo, si se sustituye por otras fuentes de fibra tales como: cascarilla de maní, tusas de maíz o paja, esos materiales deben molerse finamente antes de mezclarlos (Tobía, 2005).

2.5.2.6. Mezclado:

La mezcla de urea con melaza necesita de especial atención. La urea debe ser completamente mezclada y absorbida en la melaza para que los gránulos de urea lleguen a ser invisibles. El mezclado de la premezcla de minerales y vitaminas, como también la del agente ligante, deben realizarse cuidadosamente; la secuencia de mezcla de los diferentes componentes debe ser respetada estrictamente para obtener buenos bloques (Botero y Hernández, 1996).

2.5.2.7. Compactación y Moldeado

El BMN por ser un alimento sólido hay que compactarlo, la compactación (kg/cm^2), es el proceso mediante el cual se reducen los vacíos en la mezcla de materiales alimenticios, como consecuencia de la expulsión del aire por aplicación de determinada carga (energía) kg/cm^2 (Birbe *et al.*, 1994).

Las ventajas de la compactación son:

- Se establece un contacto más firme entre las partículas.
- El material compactado tiene mayor valor de soporte y se hace más estable para manipularlo, almacenarlo y transportarlo.
- La capacidad de absorber agua del material es menor por efecto de la compactación, con menor posibilidad de ataque de microorganismos.

- Toda la masa del bloque tiene homogeneidad, por lo que se garantiza un mejor control de calidad, y disminuye la variabilidad en el consumo animal. (Sansoucy, 1987).

El uso de la normativa para compactar en capas se hace necesario, mientras no se cuente con prensas diseñadas para este fin, que ofrezcan una compactación adecuada y uniforme (Birbe *et al.*, 1998).

Una mala compactación dinámica, por ejemplo, en una sola capa, ocasionan grandes problemas en el consumo animal, manipulación y transporte, ya que el bloque no va a tener una resistencia homogénea en todas sus caras. Algunos ganaderos no usan la compactación dinámica usando la consolidación, esto consiste colocar en moldes el material alimenticio y aplicarle un peso (similar a lo usado en quesos) por varios días; la compactación es uno de los puntos más importantes dentro del aspecto tecnológico del BMN. Conocido el número de capas se procede a colocarlas una a una en el molde, compactándolas uniformemente con el número de golpes calculado, hasta lograr el llenado del molde (Birbe *et al.*, 1994).

2.5.2.8. Desmoldado.

Luego de tener el molde lleno se voltea sobre la tarima de madera. Algunas mezclas no despegan con facilidad del molde, por lo que hay que cubrirlo con material plástico fino, periódico, o untar aceite mineral en las paredes (Birbe *et al.*, 1998).

Algunas formulas con exceso de humedad, no se pueden desmoldar al momento, por lo que hay que dejarlas por 12 o 24 horas dentro de los moldes (Birbe *et al.*, 1994).

2.5.2.9. Secado.

Luego de desmoldar los BMN y colocarlos en la tarima de listones de madera (paleta) se dejan un tiempo variable (de 15 a 45 días), según el tamaño proporciones del componente, temperatura y humedad ambiental, en un sitio

techado, ventilado, con poca humedad y protegido de pesticidas y fertilizantes (Birbe et al., 1998).

2.5.3. Elementos contenidos en un bloque

2.5.3.1 Fuentes de Energía: Las fuentes que aportan energía y que son más disponibles de acuerdo a nuestras condiciones son: melaza de caña, vinaza que es un residuo de la fabricación del alcohol etílico utilizado en la elaboración de licores, la miel de trapiche, la cual queda después del proceso de cocción de la caña de azúcar. Todas estas materias primas le proporcionan un agradable sabor al bloque y suministran energía (azúcares fermentables la cual favorece la actividad de los microorganismos del rumen. (Birbe *et al.*, 1994)

2.5.3.2 Fuentes de Nitrógeno no proteico (NNP): La fuente de NNP más empleada actualmente es la urea, que al ingresar al rumen es convertida en amoníaco y permite aumentar la flora ruminal. La urea en altas cantidades causa toxicidad ya sea disuelta en agua o sola pero al ser ofrecida en los BMN sólidos durante todo el día no hay peligro de intoxicación por parte de los animales (por su bajo consumo). La cama de aves (pollinaza o gallinaza) se puede utilizar como fuente de NNP y de minerales pero no se recomienda su inclusión en los bloques ya que esta, es rica en ureasa la cual es una enzima que convierte la urea en amoníaco y esto hace que la urea adicionada a los bloques se volatilice. (Botero y Hernández, 1996).

2.5.3.3 Fuente de Fibra: los componentes fibrosos contienen cantidades variables de energía, proteína, minerales, vitaminas, sin embargo, su función principal en el BMN es el de absorber la humedad de las fuentes de energía líquidas empleadas en su composición, además de darle firmeza y amarre. Como fuente de fibras cortas se encuentran el salvado o afrecho de trigo y maíz, la tusa u olote de maíz picada, las cascarillas de girasol, maní, café, cacao y la pulpa de cítrico deshidratada. La inclusión en los BMN de fuente de fibra que contengan proteína sobrepasante (que no se fermenten en el rumen), tales como las tortas de oleaginosas y pulidora de arroz o semolina, incrementan sensiblemente la producción de los animales suplementados con estas (Botero y Hernández, 1996).

Como fuentes de fibras largas utilizables se encuentran el bagazo de caña, el heno picado de múltiples plantas forrajeras, el pinzote o vástago y la cáscara de banano, plátano, coco, palmito y palma africana picada y seca. Estas fuentes aseguran el amarre del BMN, por lo tanto deben ser usadas entre 3 y 5 % de la fórmula total. La única fuente de fibra que no se debe usar, puesto que no absorbe humedad es la cascarilla de arroz (Botero y Hernández, 1996).

2.5.3.4 Fuentes de Minerales: Los minerales son elementos nutricionales esenciales en la alimentación animal, debido a que juegan un papel importante en el mantenimiento y desarrollo de los huesos, mantenimiento del equilibrio ácido básico, integridad de las membranas y son esenciales como componentes de enzimas, vitaminas y hormonas (NRC, 1985; McDowell, 1983; Suttle, 1999).

En el mercado existen mezclas balanceadas con minerales que se pueden agregar entre 5 y 15% al bloque; tomando en cuenta las deficiencias minerales presentes en la zona donde se van a suministrar, los requerimientos del animal y el consumo del BMN (Birbe et al., 1994). Las sales mineralizadas, además de aportar elementos minerales, dan palatabilidad y actúan como preservante del bloque. De no incluir la sal (NaCl) y / o minerales en la formulación de los bloques, estos deben suministrarse a libre consumo (Botero y Hernández., 1996).

2.5.3.5 Fuentes de elementos aglutinantes: Los BMN además de poseer componentes alimenticios para el animal, deben tener ingredientes (agentes aglutinantes) que les ayude a tener una resistencia tal, para que soporten la manipulación, el transporte, el almacenamiento y un consumo lento de aproximadamente 500 a 600 g/ animal / día (Birbe et al 1994).

Los aglutinantes son ingredientes que solidifican y endurecen los BMN. El de mayor uso en el trópico es la cal viva (CaO) finamente molida o pulverizada. Según la resistencia que se quiera y el tipo de bloque deseado, se puede incluir de 5 a 10% (Birbe et al., 1994). Además la cal viva aporta calcio. También se ha utilizado cal apagada (CaOH), yeso, bentonita, zeolita y cemento de construcción, los cuales aportan resultados satisfactorios de solidificación (Tobía y Vargas, 1999).

Es importante que los BMN adquieran una consistencia apropiada para favorecer el consumo restringido ante el lamido de los animales y que conserven su forma durante el consumo, es decir que no se desintegren, se desarmen o desmoronen (Botero y Hernández 1996).

2.5.3.6 Fuente de proteína verdadera: De acuerdo a la disponibilidad, facilidad y costos, se pueden adicionar a los BMN fuentes de proteína verdadera que proporcionan aminoácidos y péptidos, algunas de las cuales son sobrepasantes, degradándose en el intestino delgado, lo cual contribuye al equilibrio nutricional del rumiante (Tobia *et al.*, 1999)

Existen muchos subproductos que son utilizados como fuente de proteína en los BMN, tales como semillas enteras de oleaginosas (algodón y soya), harinas de oleaginosas (algodón, maní y soya), harinas de hojas y frutos de leguminosas (madero negro, leucaena, y otros), proteínas de origen animal (harina de carne y hueso, pescado y sangre) (Botero y Hernández 1996).

2.5.3.7 Agua: La cantidad de agua por agregar varía entre 2 y 20 %, dependiendo del tipo de ingredientes, grado de finura en el molido, proporciones (cantidades en la fórmula del bloque) y grados brix de la melaza. A mayor finura y proporción de los componentes harinosos o cuando la melaza presenta alta concentración de grados Brix, se agrega más agua a la fórmula para poder mezclar, compactar, moldear más cómodamente y lograr una resistencia adecuada del BMN (Tobia *et al.*, 1999)

Muchos autores no consideran la adición de agua en la formulación, por lo que es opcional en cada tipo de fórmula (Birbe *et al.*, 1994). También se justifica su uso para diluir la urea, antes de incorporarla como ingrediente del BMN. Este manejo asegura evitar posibles intoxicaciones, debidas a la manipulación inadecuada de la urea, en el proceso de elaboración de los BMN.

2.5.3.8 Otros ingredientes: se han usado ingredientes opcionales como desparasitantes, antibióticos, estimulantes del crecimiento, probióticos, entre

otros. Su uso no ha sido suficientemente evaluado en nuestros países (Herrera *et al.*, 1995).

El cuadro 2 presenta la composición de algunas materias primas que pueden ser utilizadas en la fabricación de BMN (Tobía, 1999).

Materia Prima	Nutrimentos (Bases Seca)						
	Materia Seca (%)	Proteína Cruda (%)	Energía digestible (Kcal/kg)	Grasa cruda (%)	Fibra neutro (%)	Calcio (%)	Fósforo (%)
Melaza	76,3	5,5	3170	0,0	0,0	0,75	0,10
Urea	98,0	280,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Semolina de arroz	91,2	13,7	3700	16,9	24,6	0,1	1,6
Cal viva (Ca OH)	97,0	0,0	0,0	0,0	0,0	71,0	0,0
Aceite ácido, palma	99,0	0,0	8000,0	98,0	0,0	0,0	0,0
Salvado de trigo	87,0	18,6	3200	5,1	54,0	0,12	1,3
Cascarilla se soya	89,5	15,1	3400	2,9	67,0	0,62	0,14
Olote de maíz	82,0	3,2	2200	0,7	89,0	0,12	0,04
Bagazo de caña	91,0	1,6	21000	0,8	---	0,9	0,3
Pollinaza	85,0	23,5	2700	4,8	36,0	3,7	1,8

2.5.4. Consumo de BMN

La oferta del BMN por tiempo limitado (3 h/día) origina bajos consumos diarios, en cambio cuando se ofrece el BMN en los potreros el consumo se duplica. La consecuencia de la oferta del bloque por tiempos muy cortos no es sólo su bajo consumo, sino que no se satisface uno de sus principales objetivos, el suministro de N degradable en pequeñas cantidades durante todo el día para cubrir los requerimientos continuos de este nutriente por los microorganismos del rumen (Sánchez y García, 2001).

Los BMN poseen una estructura que restringe su consumo, debido a la proporción de ingredientes que determinan su dureza y palatabilidad afectando su aceptabilidad (Salas, *et al.* 2001). También consideran la melaza como una

fuerza energética de carbohidratos muy solubles y de sabor dulce, que la hace muy apetecible a los animales. Por ello, la melaza mejora la palatabilidad y consistencia de los BMN mientras que altos contenidos de sal disminuyen su aceptación (Sánchez y García, 2001).

Ante esta situación, la utilización de melaza solidificada, a través de los bloques, se convierte en una alternativa de solución con las siguientes ventajas: se utiliza más fácilmente que la mezcla líquida de melaza-urea, son más fácil de transportar y manipular, para almacenarlos/suministrarlos no se necesitan instalaciones y equipos costosos, constituye un suplemento alimenticio de bajo costo, mejora el consumo y la digestibilidad de los forrajes de bajo valor nutritivo, mejora los índices de fertilidad, producción de leche y ganancia de peso a menor costo, se pueden utilizar para la corrección de deficiencias minerales, suministros de vitaminas y medicamentos como desparasitantes, (Robledo, *et al.* 1992).

Las proporciones en que entran los componentes son determinantes de la dureza y de la palatabilidad de los bloques, por tanto regulan en parte el consumo de los mismos. Otro factor importante es el alimento que se ofrece adicionalmente al animal, pues cuando es de óptima calidad, el consumo decrece (Jones 1966; Armstrong *et al.* 1976, citados por Lobato y Pearce 1980a).

La variante de suministrar el suplemento en forma restringida durante un lapso en el cual los animales obligatoriamente estarán confinados para el ordeño, no altera los sistemas de pastoreo usados, pudiendo ofrecer un mecanismo para aumentar el aprovechamiento de los alimentos fibrosos que componen la mayor parte de la dieta bovina en el trópico, aún durante los períodos lluviosos. (Becerra *et al.*, 1990).

2.5.4.1. Factores que afectan el consumo de bloques.

Se han determinado diferentes factores que afectan el consumo animal del BMN en condiciones de pastoreo. Unos externos al BMN y otros directamente relacionados con el bloque como alimento sólido (Birbe, 2006).

Otros factores que afectan el consumo animal son: época del año, calidad del forraje, entre otros. Entre los ambientales la humedad relativa, temperatura y

radiación, afectan al animal disminuyendo el consumo y también al bloque modificando la resistencia. Los factores del bloque como tal, que inciden en la resistencia y el consumo, pueden ser controlados por el hombre (Birbe, 1998).

2.5.4.2. Palatabilidad del BMN

El sabor juega un papel fundamental en relacionar al animal con su medio ambiente y ayuda a regular el consumo de lo agradable y a rechazar lo inapetecible. Las características biológicas y químicas de algunos componentes (carbohidratos, lípidos, enzimas, proteínas) contenidos en el BMN, además de determinar el valor nutricional del bloque, por causas externas (ambientales, mecánicas, biológicas), pueden promover cambios químicos deteriorantes en la materia prima vegetal, durante el crecimiento de las plantas, cosecha y almacenamiento, antes de la elaboración de los BMN, y durante el almacenamiento de los mismos (Tiwari *et al.*, 1990; Wittenberg y Bossuyt, 1996).

Estos cambios químicos dinámicos junto al ambiente, pueden incidir en el crecimiento de hongos, bacterias, enranciamiento, valor nutricional, alterando el sabor, olor, resistencia, y como consecuencia, disminuyen drásticamente el consumo animal del bloque (Tiwari *et al.*, 1990; Gandarilla *et al.*, 1991). Zervas. *et al.*, (2001) señalaron al NaCl y urea, como productos químicos para controlar el consumo de suplemento de los animales a pastoreo.

Otro punto importante en cuanto a la palatabilidad y aceptabilidad del BMN, es el uso de materias primas (hojas, semillas, frutos) en la elaboración del BMN que contienen saponinas, taninos y otras sustancias (Birbe *et al.*, 2006).

2.5.4.3. Factores ambientales

Diversos factores ambientales, afectan el consumo de BMN en animales a pastoreo. Estos factores son externos al bloque, no pueden ser controlados por el hombre. Sin embargo, pueden ser manejados en base a técnicas, que involucran elaboración de BMN, almacenamiento, manejo de potreros, animales y uso del bloque (Tait y Fisher, 1996).

2.5.4.4. Temperatura ambiental, humedad relativa y radiación

Las condiciones de temperatura y humedad locales juegan un papel importante para la elaboración, almacenamiento y uso de los BMN. En zonas con altas temperaturas hay que agregar más agua (humedad) a la mezcla alimenticia para la fabricación de los BMN. Este factor incide también en la elevada desecación que se produce al contacto del suplemento sólido con el ambiente durante el almacenamiento y directamente estos factores afectan la resistencia y consumo del BMN. Así mismo, se hace necesario usar los comederos con BMN bajo sombra en los potreros, para evitar la radiación directa del sol sobre el BMN, que deseca la superficie del mismo, aumenta la resistencia y disminuye el consumo animal (Birbe *et al.*, 1996).

Algunos autores recomiendan proteger el BMN con material plástico sellado durante el almacenamiento, para evitar que la humedad interna disminuya en el producto. Caso contrario ocurre cuando la humedad relativa ambiental es alta, esto implica elaborar la mezcla alimenticia de los BMN con menor humedad (cantidad de agua), mayor compactación y almacenarlos en sitios techados y secos (Araujo, *et al.*, 1994; Birbe *et al.*, 1994; Birbe, 1998; Herrera *et al.*, 2001).

Las altas temperaturas, humedades ambientales y radiación también inciden sobre el animal directamente, reduciendo drásticamente el consumo de BMN (Birbe *et al.*, 2006).

2.5.4.5. Viento

La acción del viento, asociado a la humedad relativa deseca el BMN en los potreros, por lo que la resistencia aumenta y disminuye el consumo. Sin embargo, la dirección del viento es un factor a considerar en el manejo integral del bloque con animales a pastoreo, por influir en el consumo, según la ubicación de los comederos en los potreros y la dirección del viento, los animales olfatean el olor a melaza y visitan más frecuentemente los comederos con los BMN (Birbe *et al.*, 1996).

2.5.4.6. Compactación

Respecto a esta variable, Birbe (1998), afirmó que al aumentar el nivel de compactación, se modifican las densidades y las resistencias. A mayor compactación, las partículas se reacomodan, ocupando los espacios vacíos (grandes y pequeños) de la mezcla alimenticia húmeda. Aumentando la compactación, aumenta el peso de los BMN y la densidad seca (Birbe *et al.*, 1994; Birbe, 1998), coincidiendo con Hadjipanayiotou *et al.*, (1993), quienes señalaron que la intensidad de presión en el prensado a la mezcla alimenticia húmeda, tiene efecto significativo en la densidad y la resistencia del BMN.

2.5.4.7. Calidad de la base de la dieta y época del año

Los factores relacionados con la calidad y disponibilidad de alimento base (forraje) se señalan por diferentes autores como modificadores del consumo de BMN, concluyendo, que a medida que aumenta la calidad del forraje, disminuye el consumo de los mismos (Sansoucy, 1987; Becerra y David, 1990; Habib *et al.*, 1991, Combellas, 1994; Debasis y Sing, 2003).

Ordóñez (1994) afirmó que el consumo de BMN aumenta considerablemente al final de la estación seca, cuando la disponibilidad de forraje es el factor limitante, comportándose el bloque, como un suplemento con marcado efecto sustitutivo. Álvarez y Combellas (1995), trabajando con bovinos en crecimiento, señalaron que las ingestiones de bloque son tres veces mayores en época seca, al recibir alimento base deficiente en nitrógeno.

2.5.4.8. Especie animal, raza, estado fisiológico, condición corporal y conducta

Las altas variaciones de consumo de BMN entre especies y entre individuos de la misma especie, son mencionadas como factor negativo en el consumo de BMN (Tait y Fisher, 1996).

La raza del animal y la etapa fisiológica afectan las necesidades de ingestión de nutrientes. Preston y Leng (1989) señalaron que la raza no es una variable única, ya que se combinan varios factores como tamaño del animal, habilidad para crecer y producir. Los animales en crecimiento, van

cambiando su consumo para ajustarlo a sus requerimientos. La gestación produce un aumento del apetito. Las vacas con una condición corporal alta, consumen menos que las vacas con condición corporal baja.

La alta variación entre animales (edad, sexo, peso vivo, condición y especie animal) en el lote a suplementar, es referida por Schiere et al. (1987) y Tait y Fisher (1996), señalándolas como posibles causas de bajos e irregulares consumos de BMN.

La conducta individual de cada animal y su apetito, también influyen en el consumo de los BMN, ya que los animales al tratar de consumir bloques se agrupan en el comedero, y los animales dominantes pudieran consumir más suplemento, a expensas de los animales subordinados, afectando el promedio de consumo y la producción animal de los animales subordinados (Merck, 1981).

Chacón (1991), Mata y Herrera (1994) y Tait y Fisher (1996) señalaron que el estado fisiológico de los animales, incide en los consumos de suplemento; animales preñados y lactando tienen mayores requerimientos, por lo que consumen mayor cantidad del BMN.

2.5.4.9. Acostumbramiento animal

Diferentes autores recomiendan un acostumbramiento animal al BMN y señalan bajos consumos cuando no ocurre el período de acostumbramiento adecuado, antes de la suplementación continua (Habib *et al.*, 1991; Tait y Fisher, 1996). Por otra parte, animales sin acostumbramiento, con condiciones de marcadas deficiencias, inicialmente consumen grandes cantidades de BMN, hasta que cubren sus requerimientos y se regulan, manteniendo posteriormente consumos estables del suplemento en el tiempo (Schiere *et al.*, 1987).

2.5.4.10. Oferta de BMN durante el día

El período de tiempo que durante el día se ofrezcan los bloques, está considerado por Combellas (1994), como influyente en el consumo; al respecto Herrera et al., (1997), obtuvieron consumos en vacas doble propósito de 40 % durante el ordeño y 60 % en horas de la tarde; los consumos obtenidos en horas de la mañana (ordeño), coinciden con los señalados por Becerra y David (1990), notándose el aumento de consumo promedio y el mejoramiento productivo con dos ofertas diarias. El mayor consumo de bloques por las vacas en la tarde, está referido por Herrera *et al.* (1997), a que los animales no tuvieron la presión del ordeño en esas horas. Tait y Fisher (1996), trabajando con novillos, observaron que estos visitaban el bloque mineral cinco veces por día, pero la mitad de las visitas tuvieron lugar 4 horas antes de la puesta del sol.

2.5.5. Respuesta animal

El papel principal de los BMN, al suministrar nitrógeno fermentable (NNP), es mejorar el ecosistema del rumen, ya que regula el nivel de amoníaco de éste, permitiendo incrementar su población de microorganismos, lo cual permite ser más eficiente al aumentar la degradación o digestión de la fibra y lograr una menor degradación de la proteína que entra al rumen. Ambos procesos estimulan el consumo del alimento base, con efectos beneficiosos para el estado energético del animal (Preston y Leng, 1990).

Con el empleo de BMN en explotaciones con tendencia a producción de leche, se aumenta la producción desde 15 a 40 %, aumenta el porcentaje de grasa en 0,5 %, hay una mayor reducción de consumo de alimento concentrado para la misma producción y hay menor mortalidad en las crías; cuando es para producir carne: hay un efecto positivo para todas las especies de rumiantes y aumento de la ganancia de peso aproximadamente 150 g/día en bovinos, (Sánchez y García, 2001).

Los BMN mejoran la condición corporal en las siguientes situaciones:

Explotaciones con tendencia a la producción de leche: incrementa la producción desde 15 a 40 %, aumentando el porcentaje de grasa en 0,5 %; hay una mayor reducción del consumo de alimento concentrado para la misma producción y hay una menor mortalidad en las crías.

Explotaciones con tendencia a producir carne: hay un efecto positivo para todas las especies de rumiantes y un aumento de la ganancia de peso, aproximadamente de 150 g/día en bovinos.

En bueyes: aumenta la fuerza de trabajo en 20 % al inicio y 40 % después de un mes de consumido el bloque. Los bueyes pierden menos peso, usualmente pueden perder 12 kg en un mes sin consumo de BMN y sólo pierden 2 kg cuando consumen BMN (Thu *et al.*, 1993).

2.5.5.1. BMN y la fermentación ruminal

El suministro de BMN estimula la fermentación ruminal. Los BMN son un buen vehículo para proporcionar urea y azufre de una manera lenta y continua para la fermentación ruminal, garantizando un suministro constante de amonio para las bacterias celulolíticas. Los BMN mejoran la digestibilidad aparente de la materia seca hasta en un 20% en henos de mala calidad, al permitir mayor eficiencia en la fermentación de la pared celular, aumenta la tasa de pasaje de la ingesta del rumen, facilitando su desocupación e incrementado el consumo. (Araujo-Febres y Romero, 1996).

2.5.5.2. Aprovechamiento del NNP en rumiantes

La nutrición proteica de los rumiantes es el resultado de un balance entre la degradación en el rumen de las distintas fuentes nitrogenadas, de la síntesis de la proteína microbiana y de aquellas fuentes no degradadas por los microorganismos ruminales. De ese balance van a depender los adecuados planes de suplementación proteica y mineral para optimizar los sistemas productivos (Obispo, 2005).

Las bacterias del rumen degradan la proteína dietaria a formas más simples de N tales como amonio, aminoácidos y péptidos para incorporarlos dentro de la proteína bacteriana (figura 3). Un nivel óptimo de nitrógeno en el ambiente ruminal tiende a favorecer un buen crecimiento microbiano, particularmente de las bacterias celulolíticas, y mejora la degradación del componente fibroso del alimento (De León Godoy y Chicco, 1991). Por otro lado, la fracción que escapa a la degradación microbiana en el rumen debe tener una alta digestibilidad a nivel del intestino delgado para su aprovechamiento por el animal.

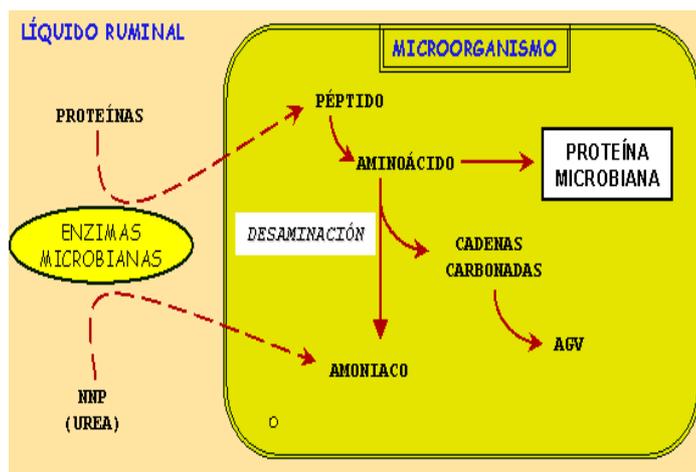


Figura 3.- Utilización de las diferentes fuentes de nitrógeno por los microorganismos del rumen (Nava y Díaz, 2001)

La relación que existe entre la disponibilidad de carbohidratos fermentables y las fuentes de proteínas (o nitrógeno), ejerce un fuerte impacto sobre la producción de células microbianas, y finalmente sobre la nutrición del huésped. De acuerdo con Owens y Bergen, (1983), lo anterior se explica porque la mayoría de los microorganismos ruminales sintetizan proteína a partir del amoníaco proveniente de fuentes no proteicas (NNP) de origen alimenticio y de origen endógeno a través del reciclaje de urea vía la saliva o a través del epitelio del rumen en forma de amonio y mucoproteínas salivales y de la acción de bacterias proteolíticas presentes en el rumen.

Es importante señalar que el uso de este NNP por los microorganismos se hace posible siempre que exista el suministro de carbohidratos fácilmente disponibles y en conjunción con el aporte de cierto N en forma de aminoácidos y péptidos. La suplementación nitrogenada adecuada (en calidad y cantidad) genera un aumento

o mantenimiento del consumo de la ración basal, lo cual produce un aumento en el consumo total de la ración, lo que se traduce en una mejor respuesta animal (Parra, 1984; Satter y Roffler, 1981).

El NNP es utilizado más eficientemente cuando se suministra en pequeñas cantidades varias veces al día, particularmente cuando las dietas son bajas en proteínas y relativamente altas en energía digestible. Ese mismo principio es aplicado al caso de la urea, la cuál debe suministrarse en cantidades que generen amoníaco en una proporción que no exceda la capacidad de los microbios para asimilarla. Por ejemplo, se señala que para el ganado lechero la urea no proporciona ningún beneficio en dietas que contengan más de 13% de proteína cruda. Este valor no se puede considerar como fijo, ya que son variables las condiciones de las dietas y los animales (Maynard *et al.*, 1981; Slyter *et al.*, 1979).

La proteína que se fermenta en el rumen se desperdicia en gran parte, ya que sólo de 30 a 60 g de proteína microbiana se vuelve disponible al animal por cada kg de proteína alimenticia que entra en el rumen (Preston y Leng 1989a).

El consumo deficitario de proteínas trae como consecuencia una reducción en el apetito, disminución en la ingestión de pastos, disminución de la eficiencia de utilización del alimento, retraso del crecimiento y desarrollo muscular. En condiciones extremas se observan trastornos digestivos, anemias y edemas. (Church y Pond, 1977; NRC, 1985).

2.5.5.3. Suministro de urea en el bloque

El término "toxicidad por urea" está mal empleado, ya que la urea en sí misma no es tóxica. La "toxicidad por urea" es una condición causada por el producto final de la degradación de la urea, el amoníaco (NH₃), y esto actualmente se llama apropiadamente "toxicidad por amoníaco". Como se puntualizó anteriormente, un exceso de nitrógeno en el rumen es liberado como NH₃ y absorbido por la sangre y transportado hacia el hígado; allí este transforma amoníaco en urea y lo devuelve a la corriente sanguínea.

Los problemas de toxicidad ocurren cuando más cantidad de NH₃ es liberado a la sangre (desde el rumen) de lo que el hígado puede sintetizar en urea. Con las

proteínas naturales raramente ocurre esto, porque éstas son más difíciles de romper por los microorganismos, siendo entonces el NH₃ liberado por un lapso más prolongado en estos casos. Los síntomas de toxicidad pueden ocurrir cuando el amoníaco llega al cerebro y otros tejidos nerviosos; generalmente, estos síntomas ocurren en un tiempo corto después de suministrada la sobredosis e incluyen: temblores, incoordinación muscular, tambaleo, convulsiones y muerte.

Existen otras enfermedades que poseen los mismos síntomas, tales como: hipomagnesemia, tétanos, envenenamiento por organofosforados (reacciones adversas contra algunos insecticidas), shock anafiláctico (reacción adversa a inyecciones), etc. Las circunstancias que preceden a la toxicidad pueden indicar cuál es el problema y, si existieran dudas, se podrá tomar el olor del aliento de los animales ya que el mecanismo de defensa fisiológica consiste en llevar NH₃ a los pulmones sacándolo de la corriente. Un animal afectado por toxicidad por urea tendrá pues, aliento con olor a amoníaco. Cuando una dosis letal se ingiere, puede ocurrir la muerte dentro de los 20 minutos a 2 horas; si el animal vive por más de dos horas, generalmente sobrevivirá. El tratamiento a campo consiste en purgar al animal con por lo menos 3 litros de vinagre. Si se administra antes del estado de convulsiones, el porcentaje de sobrevivencia es normalmente muy bueno y, aparentemente, sin efectos posteriores. (Bavera, 1999)

Según Church *et al.*, (1974), entre 0,18 y 0,227 gr/lb de peso de urea se requieren para matar a un animal en estado de desnutrición y, alrededor de 0,29 a 0,34 gr/lb para un animal bien alimentado, cuando es consumida en menos de 30 minutos. En otras palabras, si el suplemento contiene un 30% de proteína cruda equivalente a urea, sería necesario un consumo de 1,56 a 1,8 kg de alimento para matar a un animal pobremente alimentado de 450 kg de peso, y 2,3 a 2,9 kg para matar a un animal bien alimentado de igual peso.

2.5.6. Beneficios de la suplementación con BMN

2.5.6.1. Producción

Diferentes estudios han mostrado que la suplementación con bloques aumenta la producción láctea de 4.19 lt./día en promedio y la ganancia de peso vivo es que 420 g/día. La alimentación con residuos de la cosecha y BMN puede sostener una

producción de la leche de hasta 4 o 5 litros por día en ganado. Para los animales de alta producción, los bloques pueden contener fuentes de proteína no degradable, por ejemplo harina de pescado, semilla de algodón, etc., se ha desarrollado y se ha utilizado en India, Venezuela y Paquistán. (R. Lopez-Maduro *et al.*, 2001).

2.5.6.2. Indicadores económicos

El uso de los bloques como suplemento ha dado lugar a ventajas económicas a los granjeros. Dicha suplementación ha dado lugar a la creciente producción de leche, con un cociente de costos y beneficios favorable, variando de 1:2 a 1:5, dependiendo del precio de compra de ingredientes y del precio de venta de la leche. Invariablemente, un aumento en la proporción de grasas de leche por 0.2 a 0.8 unidades del porcentaje en la alimentación de los bloques también trajo un precio más elevado para la leche. La suplementación de los bloques ha permitido una reducción de hasta 50 por ciento en forraje verde o una reducción substancial en mezcla del concentrado (mientras que hasta 30 por ciento del requisito total de la proteína cruda pueden venir de los bloques) sin sacrificar la producción de la leche o el aumento del peso vivo, dando la ventaja adicional a los granjeros a través de mayores entradas por reducción de costos. (Makkar *et al.*, 2007).

3. METODOLOGÍA.

3.1. Localización y descripción geográfica.

El estudio se realizó en las instalaciones de la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, ubicada en el Cantón Telcualuya, Municipio de San Luis Talpa, Departamento de la Paz, geográficamente localizada en una latitud de 13°28'03" N, longitud de 89°06' W, altitud de 50 msnm, con temperaturas: mínima de 22.3°C, y una máxima de 33.0°C, y una precipitación de 1,700 mm/año.

3.2 Descripción general del hato.

La finca cuenta con un sistema de manejo semi-intensivo, con 30 vacas en producción, con encastes predominantes de Brahman/Brown Swiss.

Las vacas fueron ordeñadas manualmente una vez al día (por la mañana), fueron suplementadas durante el ordeño con 14.54 kg/vaca (6.5 lb/vaca) de una mezcla de alimento concentrado, con las siguientes proporciones: maíz (30%), soya (20%), afrecho de trigo (20%), gallinaza, (25%), sal mineral, (0.8 %), carbonato de calcio (0.8 %), sal común (1.2 %), melaza (1.4 %), y fosfato dicálcico (0.8 %).

Las vacas permanecieron el resto del día y la noche pastoreando en potreros con zacate estrella (*Cynodon plectostachyus*) y acceso libre a agua.

3.3 Descripción del estudio.

El estudio se llevó a cabo en tres fases y se realizó en la época lluviosa y tuvo una duración de 4 meses comprendido entre Mayo y Agosto de 2008.

3.3.1 Fase pre experimental.

Esta fase se realizó con el objeto de estandarizar la técnica para la elaboración de los bloques multinutricionales (BMN), la cual incluyó, el diseño y construcción de la prensa hidráulica y del compactador manual; diseño y construcción de molde; selección de materias primas y evaluación de fórmulas para elaboración de BMN.

3.3.1.1 Construcción de prensa hidráulica y accesorios.

La máquina fue construida artesanalmente mediante soldadura eléctrica, utilizando en su estructura principal ángulo tipo "L" de (1 3/4") 4.37 cm, formando una estructura rectangular, con una altura de 60 cm y un ancho de 41 cm.

En la base se colocó un gato hidráulico accionado con movimientos de palanca, con capacidad de 2 toneladas y en la parte superior un embolo metálico ajustable, cuyo diámetro externo (20 cm) igual al diámetro interno del molde utilizado.

El molde se fabricó utilizando una sección de tubo de pvc de 27.5 cm de altura, por 20 cm de diámetro al que se le realizó un corte longitudinal a un lado, para permitir su expansión y facilitar la liberación del bloque. Además se fabricó una base y cincho metálico ajustados al diámetro externo del molde para soportar la presión del bloque comprimido, evitando así su deformación durante el prensado. (figura 4).



Figura 4. Prensa hidráulica con sus accesorios.

3.3.1.2 Construcción del compactador manual (martillo).

Este se construyó utilizando una barra metálica de acero de 85.5 cm de altura, unida mediante soldadura eléctrica a una base metálica circular (pistón) de 14.5



cm de diámetro, con un peso total de 11.81 kg (figura 5). Con este martillo se compactó el material dentro del mismo molde utilizado en la prensa hidráulica.

Figura 5. Compactador manual.

3.3.1.3 Formulación y mezclado de ingredientes.

En esta etapa se probaron diferentes fórmulas, variando las materias primas y evaluando empíricamente aspectos físicos relacionados con la dureza y la cohesión en fresco. El punto óptimo a nivel de campo se calculó, tomando una pequeña cantidad con la mano, comprimiéndola entre los dedos y si no se separaba, se consideraba adecuada. Por otra parte, se buscó un nivel de humedad que evitara el goteo de los bloques elaborados. Mediante prueba y error se determinó que la fórmula más adecuada para el estudio fue la siguiente composición: urea: 10%, melaza: 29%, pulimento de arroz: 31%, sal mineral: 7.5%, sal común: 10%, cal: 7.5% y cemento: 5%. Los ingredientes se pesaron en una báscula de 400 kg de capacidad, preparando tandas de 50 kg cada una.

Posteriormente, la sal común, sal mineral, cal, cemento y pulimento se mezclaron utilizando una micromezcladora horizontal. La urea fue diluida en la melaza mediante agitación manual en un recipiente. Esta preparación fue agregada lentamente al mezclado de los demás ingredientes, hasta obtener una mezcla de color oscuro, uniforme en textura y humedad. El proceso de mezclado duró aproximadamente 15 minutos.

3.3.1.4 Ingredientes, fórmula y composición nutricional de los BMN.

Se utilizó afrecho de trigo como material fibroso al principio, pero se tuvo dificultades de compactación ya que por el tamaño de partícula, el bloque quedaba poroso y tendía a desmoronarse, entonces se adoptó pulimento de arroz que es más fino y facilita mejor la cohesión.

También se usó harina de soya con el fin de aportar más proteína verdadera, se incorporó entre 10 y 15 % pero igual se tuvieron problemas de cohesión además por su costo elevado y por no encajar bien en el concepto de BMN se abandonó su utilización.

Se escogió entre los ingredientes recomendados por la literatura, aquellos más accesibles y que permitían las características físicas que se buscaba en los bloques es, decir, más dureza y cohesión. Los ingredientes fueron también

seleccionados considerando su composición nutricional, precio y disponibilidad. La lista de materiales escogidos y su composición, se presentan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Composición de las materias primas utilizadas para la elaboración de los bloques.

	% MS	% Proteína	Energía Digestible Kcal/kg	% Calcio	% Fosforo Total
Melaza	75.00	4.30	2.76	0.74	0.08
Pulimento de arroz.	88.00	16.00	2.78	0.13	1.13
Sal	99.00	-	-	-	-
Cal	95.00	-	-	75.00	-
Sal Min	99.00	-	-	23.00	19.00
Urea	99.00	281.00	-	-	-
Cemento	99.00	-	-	30.00	-

Fuente: NRC 2001, viñetas comerciales.

3.3.1.5 Elaboración de bloques.

Se desarrollaron dos formas para la elaboración de BMN, uno compactado mediante el uso de una prensa hidráulica, y otro mediante el uso del compactador manual (martillo); en ambos casos los bloques fueron elaborados con tres niveles de dureza (duros, medios y blandos) para un total de 6 tipos de bloques.

3.3.1.5.1 Compactación en Prensa Hidráulica.

El procedimiento para elaborar los bloques en la prensa hidráulica, consistió en colocar 5 kg de la mezcla de ingredientes dentro del molde, para luego ser colocado en la prensa.

La máxima presión que se pudo obtener por el gato hidráulico fue de 24 movimientos de la palanca. De allí, se usó 24 movimientos de palanca para la elaboración de bloques duros, 18 para bloques medios y 12 para bloques blandos.

3.3.1.5.2 Compactación Manual.

El procedimiento para elaborar los bloques compactados manualmente, consistió en colocar dos capas de la mezcla de ingredientes, aplicando diferente número de golpes con el martillo dejándolo caer de una altura de unos 40 cm. A los bloques

duros se les aplicó 30 golpes por capa (total de 60 golpes) a los medios se les aplicó 20 golpes por capa (total de 40 golpes) los blandos un total de 15 golpes por capa (total de 30 golpes).

Posteriormente los BMN fueron desmoldados, obteniendo bloques de 20 cm de diámetro y 15 cm de altura, y colocados en una tarima de madera, se identificaron individualmente con letras y números, se dejaron secar por 10 días. (figura 6).



Figura 6. a. Materias primas, b. Compactación manual, c. Compactación con prensa, d. Bloques terminados.

3.3.1.6 Período de Adaptación.

Durante este periodo, se les ofreció a las 30 vacas los bloques para que consumieran de, de manera que su organismo se adaptara al consumo, esta adaptación se realizó por un período de 10 días. Al principio se les proporcionó los bloques en el establo con piso de cemento; pero ocasionó una serie de problemas porque era muy reducido el espacio, las vacas se golpeaban, y lo desperdiciaban, por lo cual se decidió trasladarlas a un potrero, en el cual se

tenían saladeros disponibles para colocar los bloques y sombra, de esta manera que facilito su consumo. (figura 7).

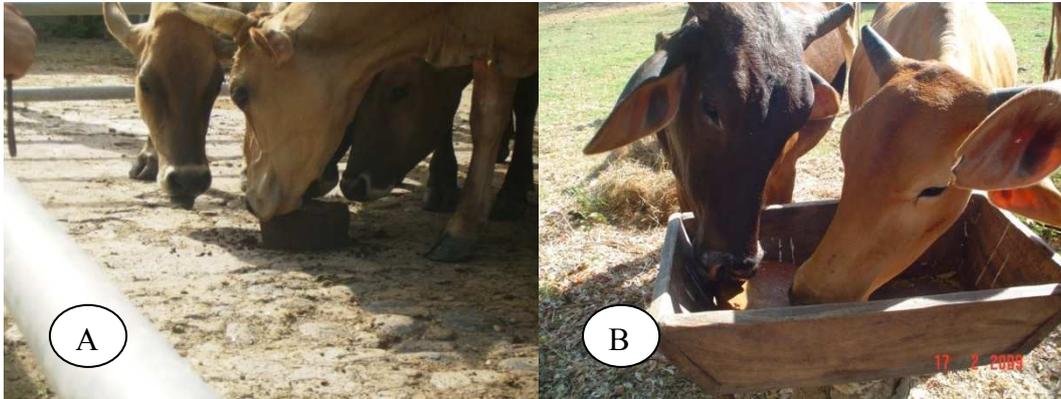


Figura 7. Periodo de adaptación al consumo de bloques. a. Establo, b. Potrero.

3.3.2 Fase de laboratorio.

Esta fase se desarrolló con el propósito de analizar algunas características físicas y químicas de los BMN.

3.3.2.1 Evaluación del Esfuerzo.

La prueba física se llevó a cabo en el Laboratorio de Suelos y Materiales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, donde se realizó una prueba de resistencia del bloque a la compresión, utilizando una maquina Versatester 30 M, marca Soiltest, con un rango de 15000 mg x fuerza, colocándole una placa de acero con un peso de 10.69 kg en la parte superior del bloque para evitar la deformación del mismo. Los bloques fueron comprimidos (figuras 8 y 9) hasta que su estructura presentó una clara falla (rompimiento). Se registró la medición del esfuerzo (resistencia) en gr/cm^2 y se calculó la densidad de cada unos de los 6 tipos de bloque con 3 repeticiones en cada caso



Figura 8. a. Preparación de los BMN, b. Pesado, c. Medición, d. Identificación.

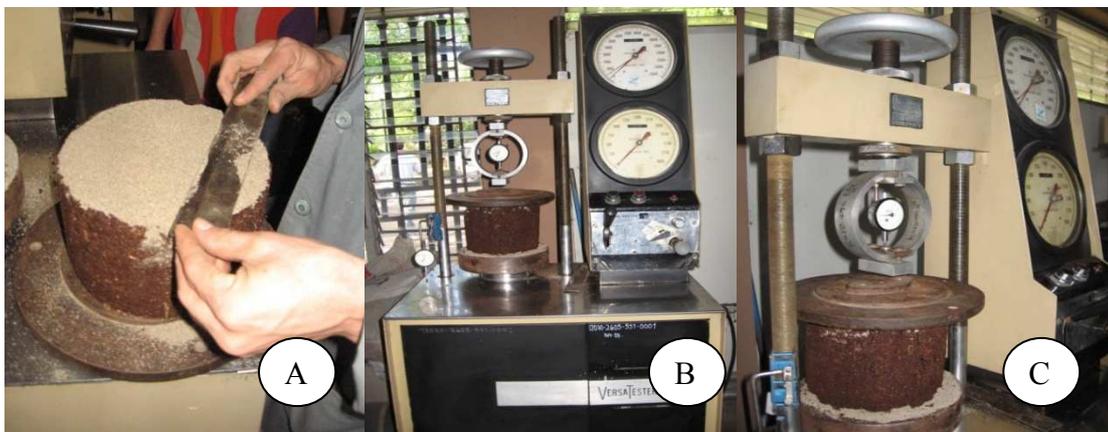


Figura 9. A. Nivelación de los BMN, B. maquina Versatester 30 M, C. prueba de esfuerzo.

3.3.2.2 Evaluación de la composición nutricional.

Se estimó la composición nutricional de la mezcla basada en la composición conocida de sus componentes y las proporciones contenidas en la fórmula.

Se evaluó la composición química de nutrientes la fórmula utilizada en el ensayo. Esta se realizó en el Laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas, mediante un análisis proximal de humedad parcial, humedad total, cenizas, nitrógeno, proteína (equivalente protéico), además se determinó calcio y

fósforo, para ello se utilizó los protocolos de la Association of official Analytical Chemist (AOAC), que son estándares internacionales de referencia (figura 10).



Figura 10. a. Preparación de las muestras, b. pesado, c. secado.

3.3.3 Fase Experimental.

La fase experimental se desarrolló en un período de 1 mes, para lo cual se utilizaron las 30 vacas en producción. Esta consistió tres pruebas para evaluar el consumo voluntario y la respuesta productiva de las vacas a la alimentación con BMN en cantidad controlada y a libre consumo.

3.3.3.1 Prueba de consumo voluntario.

Esta prueba consistió en la evaluación del consumo voluntario de BMN comparando bloques duros contra blandos hechos en la prensa hidráulica. Para ello se llevó las vacas a un potrero donde se dividieron en dos grupos, uno recibió BMN duros (n=15) y el otro BMN blandos (n=15). Los grupos fueron separados por un cerco de alambre púas y se les ofreció 4 BMN en dos saladeros a cada grupo (3.75 vacas/bloque) durante dos horas después del ordeño.

Los bloques fueron pesados antes y después de ofrecerlos cada día, se estimó el consumo del BMN por vaca (gr/día) en cada grupo. Esta prueba tuvo una duración de 7 días. (figura 11).



Figura 11. a. Prueba de consumo voluntario, b. pesado de los BMN antes y después de ser ofrecidos (derecha).

3.3.3.2 Prueba de producción láctea con consumo controlado.

Se estimó el efecto del consumo forzado de BMN en la producción láctea. Para ello las 30 vacas fueron divididas de forma proporcional según fecha de parto en un grupo tratamiento (n=15) y otro testigo (n=15). Esta división tuvo el propósito de repartir homogéneamente en los grupos, los niveles de producción láctea.

Cada grupo de vacas fue identificado por medio de collares de color. Al grupo tratamiento se le adicionó en el concentrado de consumo diario, una porción de 250 gr de la mezcla utilizada para manufactura de BMN durante tres días; luego se incrementó a 500 gr de la mezcla durante los siguientes 8 días (figura 12). Las vacas restantes (testigo), consumieron únicamente la ración normal de concentrado.

A ambos grupos se les tomó medición de la producción diaria individual de leche (kg/día) durante 12 días, pero se utilizó solo la información de los últimos 8 días.



Figura 12. a. Utilización del equipo en el pesado de las porciones individuales, b. porciones individuales.

3.3.3.3 Prueba de producción láctea con consumo voluntario.

Se evaluó el efecto del consumo voluntario de BMN en la producción. Se utilizó los mismos grupos de vacas de la prueba anterior (tratamiento con BMN, n=15 y testigo n=15). Asignando a las del tratamiento, acceso a BMN duros durante dos horas después del ordeño y el testigo ningún consumo de BMN. Esta prueba se llevo a cabo en el mismo potrero que la primera prueba de consumo voluntario y tuvo una duración de 14 días.

Los bloques fueron pesados antes y después de ofrecerlos y se estimó el consumo diario de BMN (gr/vaca/día) en cada grupo.

Se registró la producción láctea diaria individual (kg/vaca/día) en las vacas de los dos grupos

3.3.4. Metodología estadística.

VARIABLES EN ESTUDIO.

Prueba de consumo voluntario.

- Evaluación de características químicas físicas.

Los resultados del cálculo de la composición nutricional y análisis químico se presentan como promedios.

Los valores encontrados de dureza (kg/cm^2) y densidad (gr/cm^3) se presentan como repeticiones y promedios.

- Prueba de consumo voluntario.

Variable independiente: Dureza del BMN (blando y duro); se registró la medición del esfuerzo (resistencia) en Kg/cm^2 y se calculó la densidad en gr/cm^3 de cada uno de los 6 tipos de bloque con 3 repeticiones en cada caso.

Variable dependiente: Consumo de BMN gr/vaca/día; se les ofreció 4 BMN en dos saladeros a cada grupo (3.75 vacas/bloque) durante dos horas después del ordeño.

- Prueba de consumo controlado y producción:

Variable independiente: consumo de bloque (con bloque y sin bloque). Al grupo tratamiento se le adicionó en el concentrado de consumo diario, una porción de 250 gr de la mezcla utilizada para manufactura de BMN durante tres días; luego se incrementó a 500 gr de la mezcla durante los siguientes 8 días. Las vacas restantes (testigo), consumieron únicamente la ración normal de concentrado

Variable dependiente: producción láctea kg/vaca/día. A ambos grupos se les tomó medición de la producción diaria individual de leche (kg/día) durante 12 días, pero se utilizó solo la información de los últimos 8 días.

- Prueba de consumo voluntario y producción.

Variable independiente: consumo de bloque (con bloque y sin bloque).

Variable dependiente: producción láctea kg/vaca/día

En los tres experimentos se agruparon los datos de todas las vacas en todos los días de muestreo y se aplicó una prueba de t-student con Microsoft Excel versión 2003, para determinar diferencias estadísticas entre grupos. En las pruebas de producción con consumo controlado y voluntario, se hizo una agrupación no azarizada de las vacas repartiendo homogéneamente el efecto de tiempo posparto en los grupos testigo y tratamiento.

3.3.5. Comparación Económica.

Se calculó el costo de los BMN por kg y por bloque utilizando la fórmula y los precios de mercado de los ingredientes.

Se realizó una comparación económica por medio de presupuestos parciales para la prueba de producción con consumo voluntario. Para esto, se estimó el costo de lo consumido por las vacas y se estimó el valor del incremento en la producción por el consumo de BMN. La diferencia entre estos valores fue considerado la utilidad parcial en dólares por vaca promedio por día.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Evaluación de características físicas químicas

En el proceso de elaboración de Bloques multinutricionales (BMN) se realizaron pruebas con materiales y fórmulas recomendadas por la literatura en condiciones similares (Birbe *et al.*, 1996, Araujo-Febres 1997).

Luego de la realización de las pruebas preliminares se encontró que

- Se lograba mejor dureza con más de 10% de ingredientes ligantes
- La consistencia de la melaza afecta considerablemente la dureza del bloque. Con melaza sin diluir, se obtuvieron los mejores resultados cuando el porcentaje de inclusión fue entre 28 y 30 %. Arriba de esto, se tuvo problemas con que los bloques goteaban la melaza. Probablemente esto sea diferente en la época seca.
- Es mejor si la urea es disuelta en la melaza antes de mezclarla para evitar la aparición de las perlitas en el bloque.

Finalmente la fórmula con mejores resultados para las características buscadas (mayor dureza y cohesión) y composición (más de 30% PC y 1500 Kcal ED/kg) se presenta junto con su composición estimada del BMN en el cuadro 4.

Cuadro 4. Fórmula y composición estimada de los bloques nutricionales según su formulación*.

Ingredientes	Formula	Aporte de % MS	% Proteína	Energía Digestible Kcal/kg	% Calcio	% Fosforo Total
Melaza	29.00	21.75	1.25	800.4	0.21	0.02
Pulimento de arroz	31.00	27.28	4.96	861.8	0.04	0.35
Sal	10.00	9.90				
Cal	7.50	7.13			8.80	
Sal min	7.50	7.43			1.73	1.43
Urea	10.00	9.90	28.10			
Cemento	5.00	4.95			1.50	
TOTAL	100.00	88.33	34.31	1662.20	9.10	1.80

*basado en la composición de los ingredientes según NRC 2001.

El análisis químico de los bloques (cuadro 5) difiere un poco de su composición estimada debido probablemente a variaciones en las composiciones reportadas de los ingredientes en relación a sus composiciones reales, pero de cualquier forma, el equivalente proteico y mineral del BMN es elevado y tiene potencial de impacto en ganado de doble propósito.

Cuadro 5. Resultados del análisis de la composición química de los bloques (%).

Humedad Parcial	Humedad Total	Materia Seca	Cenizas	Proteína	Ca	P
13,23	1,79	84.98	54,39	40,28	8,93	0,82

4.2. Relación entre el método de fabricación con la dureza y la densidad.

4.2.1. Efecto del método de fabricación en la dureza.

Todos los bloques fueron fabricados bajo la misma fórmula (cuadro 4). Las variantes en la fabricación se debieron principalmente al tipo de compactación (manual o con prensa) y el grado de presión ejercida en cada caso (blando, medio, duro).

La evaluación de la dureza de los BMN se realizó mediante la medición del esfuerzo en Kg/cm² en una máquina para ensayos de resistencia (Versa Tester 30 m Soiltest). Se encontró que la fabricación con prensa permite obtener bloques más duros con valores de esfuerzo cercanos a 3 Kg/cm² y que la compactación manual parece tener un límite a partir del cual, más presión no resulta en más dureza (cuadro 6). Los valores obtenidos con la prensa fueron similares a los reportados por Araujo *et al.* (1995), quien reportó valores de dureza de 2.99 Kg/cm².

Cuadro 6. Esfuerzo (dureza) Kg/cm² de los bloques multinutricionales según su método de fabricación y el grado de presión ejercido.

Compactación Manual				Compactación en prensa		
Repeticiones	Blando	Medio	Duro	Blando	Medio	Duro
1	0.96	0.99	1.02	0.64	1.55	2.29
2	0.88	1.11	1.07	0.92	1.26	2.19
3	0.91	1.10	0.99	0.46	1.30	2.38
Promedio	0.92	1.07	1.03	0.67	1.37	2.29

4.2.2. Efecto del método de fabricación y la densidad

En el cuadro 7 se presenta la densidad (gr/cm^3) de los bloques compactados manualmente o en prensa, se encontró una tendencia clara de que a mayor esfuerzo existe mayor densidad, los bloques de prensa fueron más duros y más densos.

Cuadro 7. Densidad de los bloques multinutricionales según su método de fabricación y el grado de presión ejercido en gr/cm^3 .

Compactación Manual				Compactación en prensa		
Repeticiones	Blando	Medio	Duro	Blando	Medio	Duro
1	0.48	0.48	0.55	1.05	1.08	1.32
2	0.23	0.54	0.54	1.04	1.12	1.38
3	0.24	0.59	0.56	1.00	1.20	1.39
Promedio	0.32	0.54	0.56	1.03	1.13	1.36

4.3. Efecto de la dureza en el consumo voluntario de BMN.

Se realizó un periodo de adaptación de 10 días a los animales para el consumo de BMN en el que se ofreció de manera irrestricta durante unas dos horas diarias al grupo de vacas en ordeño. En aproximadamente tres días, todas las vacas consumían.

Se observó que el lugar del ofrecimiento tuvo efecto. Al principio se ofreció en el establo con piso de cemento y poco espacio por animal, el resultado fue deficiente ya que los animales se golpeaban y no había buen acceso de cada animal al bloque. Luego se decidió mover la prueba de consumo a comederos ubicados en un potrero con sombra, el consumo se facilitó en estas condiciones. (figura 13)

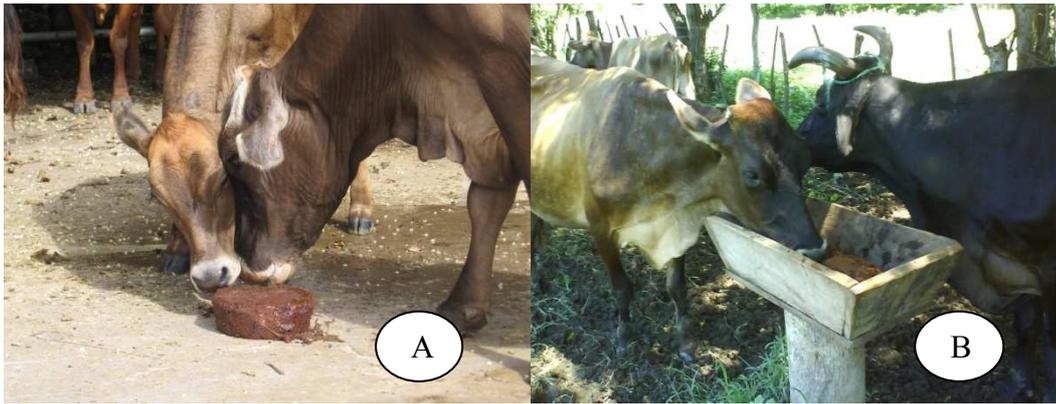


Figura 13. a. Pruebas de consumo de BMN en el corral b. Pruebas de consumo de BMN en potrero.

Para la evaluación de la dureza en el consumo se ofreció 2.7 bloques por vaca durante dos horas después del ordeño de la mañana. Esta etapa tuvo una duración de 7 días. Las vacas lamian los bloques y acudían de una a cuatro veces en el periodo y hubo considerable variación ya que algunos animales permanecían más tiempo consumiendo y otros menos tiempo. Los bloques blandos tendían a desmoronarse y se observó que en promedio los bloques con mayor dureza tendían ($p=0.044$) a ser más aceptados por las vacas (figura 14). Los consumos promedio para los bloques blandos fueron 94.73 gr/vaca/día y para los duros 144.97 gr/vaca/día lo cual equivale a 0.94 y 1.44 gr/100 kg de peso vivo respectivamente.

Los consumos encontrados son un poco similares con respecto a otros valores, como los reportados por Domínguez (1994) que en época seca encontró valores de 270 g/día, y en época lluviosa 85g/día, con forraje de baja calidad. Birbe (1998) trabajando con novillas a pastoreo, obtuvo valores de consumo de 308 g/animal/día en época seca y 230g/animal/día en época lluviosa y 230g/animal/día en época de transición sequia-lluvia. Probablemente el periodo de tiempo de solo 2 horas diarias de acceso y la disponibilidad de pasto de la época lluviosa en comparación con la época seca afectó nuestros resultados.

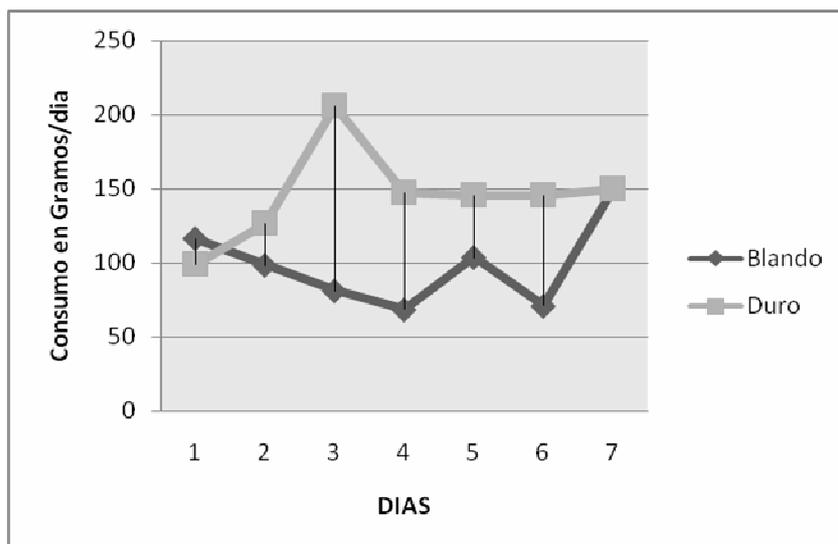


Figura 14. Efecto de la dureza en el Consumo Voluntario de Bloques.

4.4 Efecto del Consumo Controlado en la producción de leche por día.

Se ofreció el material de los bloques en cantidades constantes (500 gramos vaca/día, equivalentes a 50 gr urea/día y 204 gr equivalente proteico/día) mezclado con el material suplementario (concentrado) ofrecido ordinariamente a todas las vacas a la hora del ordeño. En los primeros tres días se ofreció solo 250 gramos y en otros 9 días se ofreció 500 gr. No hubo problemas con el consumo y ninguna vaca mostró síntomas de intoxicación por urea en el grupo que recibió BMN.

Las vacas que consumieron 500 gr/día tuvieron una producción láctea (5.81 kg/día) mayor ($p > 0.005$) que las vacas en el grupo testigo que no consumieron (5.40 kg/día). (figura 15).

Durante el periodo en estudio, las vacas tuvieron un incremento de 0.41 litros (7.6 %) de leche por día a pesar de que la prueba se llevo a cabo en el mes de agosto en medio de la época lluviosa. Becerra et al. 1991 también encontraron incrementos de 4.19 Kg/día a 4.38 kg/día en la producción láctea en la época lluviosa. Sin embargo, es de esperar mejores respuestas a los BMN en la época seca, Araujo-Febres 1997 reportó incrementos de 28.2 a 29.9%.

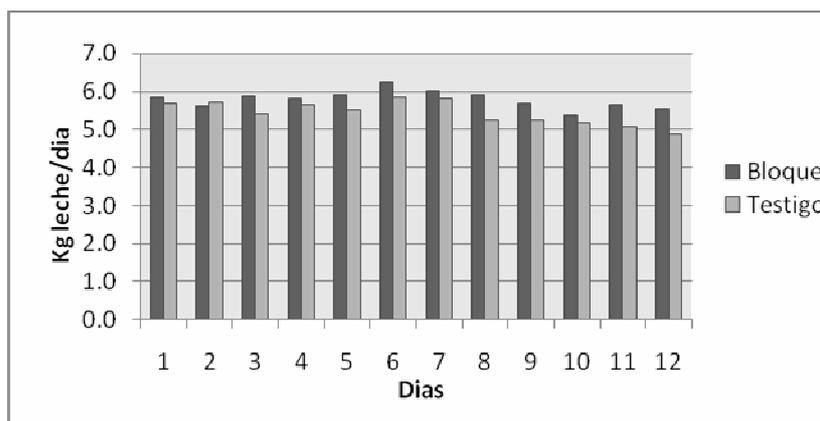


Figura 15. Efecto del consumo controlado en la producción láctea de vacas de doble propósito (Kg. leche/día).

4.5 Efecto del Consumo Voluntario en la producción.

Al ofrecer los bloques duros a libre consumo durante dos horas diarias después del ordeño en el potrero, los consumos encontrados fueron de 158 gr/vaca/día (17.56 gr/100 Kg P.V.) en promedio en las 15 vacas durante los 12 días que duró la prueba, se observó mas variación entre días. (figura 16).

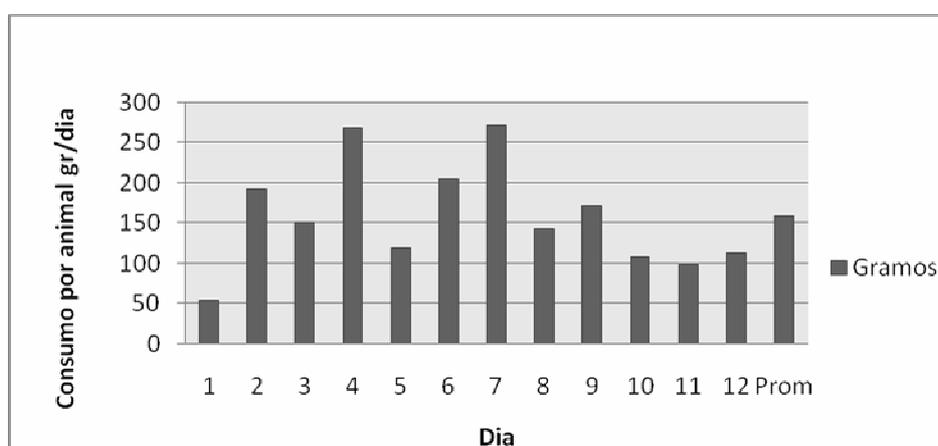


Figura 16. Consumo voluntario de BMN duros en vacas de doble propósito en ordeño

Las vacas que recibieron BMN tuvieron una producción láctea mayor (5.35 kg/día) que las vacas en el grupo testigo (4.99 kg/día) $p= 0.018$, lo cual representa un incremento de 0.36 Kg de leche por vaca. Esta mayor producción fue constante a lo largo del período de observación, las bajas y altas en la producción fueron similares en el grupo tratado y el testigo y probablemente se debieron a factores ambientales o de manejo que pudieron cambiar de día a día (figura 17). Sansoucy en 1997 realizó un ensayo en el cual se hicieron observaciones sobre el consumo

de bloques en vacas adultas, dos mestizas, paridas, en igual fase de lactancia y en las mismas condiciones de manejo. Tuvieron acceso a los bloques multinutricionales tres horas diarias después del ordeño durante 15 días con pasto de buena calidad en época lluviosa, observándose un consumo promedio (\pm DS) diario de 41 ± 18 g/100 kg peso vivo. Se considera que, a mejor calidad de la pastura, el consumo de bloques disminuye.

Otro aspecto importante es que la respuesta que otros autores han reportado en la época seca ha sido aun mayor que la época lluviosa en que fue realizado este estudio. Los consumos promedios de bloque obtenidos por Domínguez (1994) en vacas fueron, en época seca de 270 gr/día y en época lluviosa de 85 gr/día en forrajes de baja calidad.

La variable consumo del BMN es determinante en la respuesta animal, este está influenciado por factores que lo modifican, reportándose los propios del BMN (porcentaje de humedad, tipo y nivel de aglomerante, granulometría, ingredientes, nivel de compactación, técnicas de elaboración, tiempo y tipo de almacenamiento, sabor y olor); los ambientales (temperatura, humedad relativa, viento, época del año); calidad de las dietas bases (forrajes); los factores relacionados con el animal (especie, conducta, acostumbramiento, raza, etapa fisiológica y condición corporal) y los de manejo (tamaño de los potreros, tamaño y distribución de los comederos) y oferta del bloque durante el día (Birbe *et al.*, 2006).

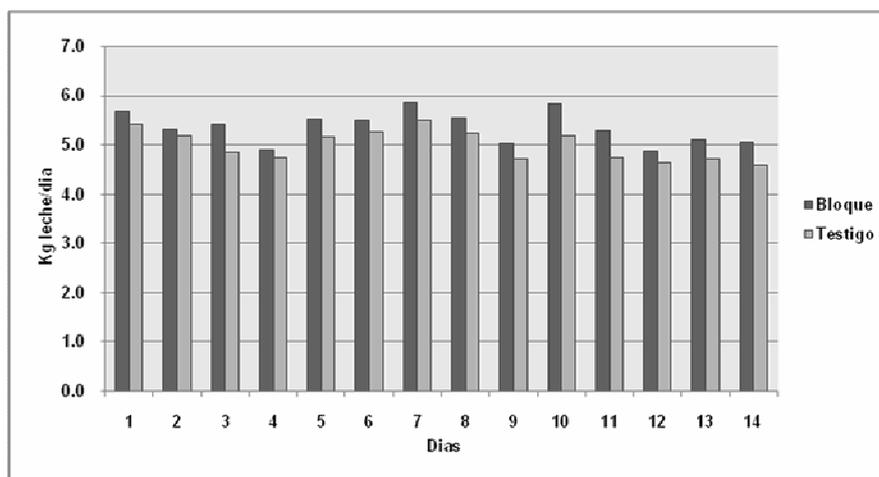


Figura 17. Efecto del Consumo Voluntario en la producción láctea de vacas de doble propósito en Kg. leche/día.

4.6. Análisis Económico.

4.6.1. Costo de los bloques.

Los costos de las materias primas considerados en este análisis son los valores de mercado en la época en que el estudio se llevo a cabo (cuadro 8). Los ingredientes más costosos fueron la sal mineral y la urea, mientras que la cal y la melaza son los más baratos. Con la fórmula utilizada en este estudio, el costos de la mezcla fue de USD 17.55 por quintal y USD 0.39 por kilogramo. Como los bloque elaborados son de 5 kilogramos, el costo de un bloque fue de USD 1.95 sin incluir costos de mano de obra.

Considerando el porcentaje de inclusión y el costo, los ingredientes que más elevan el costo del bloque son el pulimento y la sal mineral. Debe notarse que el costo de las sales minerales es muy variable en el mercado y podría escogerse una sal mineral de menor costo que la utilizada en este estudio, sin embargo debe ponerse mucho cuidado en que su composición sea completa. El pulimento es un material principalmente de relleno su aporte nutricional es limitado (cuadro 8) y podría ser sustituido por algún material vegetal de menor costo.

Cuadro 8. Ingredientes y costo por quintal y kilogramo de los bloque multinutricionales.

Ingredientes	Precio USD/qq	Fórmula %	Costo USD/qq	Costo USD/Kg
Melaza	6	29	1.74	0.04
Urea	40	10	4.00	0.09
Pulimento	18	31	5.58	0.12
Sal	7	10	0.70	0.02
Sal min	65	7.5	4.88	0.11
Cal	4	7.5	0.30	0.01
Cemento	7	5	0.35	0.01
TOTAL		100	17.55/qq	0.39/kg

4.6.2. Beneficios parciales.

El ofrecimiento de BMN produjo un incremento en la producción láctea con respecto al testigo que promedio 0.36 kg de leche por vaca en el periodo observado lo cual tiene un valor de USD 0.162 (USD 0.45/Kg). Considerando que el consumo fue 158 gr/día y el valor del kg de bloque USD 0.39, el gasto es USD

0.062 y el beneficio estimado es de 9.6 centavos de dólar por vaca por día (cuadro 9). Esta es aparentemente una utilidad baja, sin embargo, debe considerarse que esto representa USD 2.89 mensual por vaca, lo que en un grupo grande de vacas o para un ganadero puede ser significativo, además las mejoras nutricionales no solo se transforman en mejoras a la producción, las funciones básicas, la condición corporal y la fertilidad pueden también ser mejoradas por la suplementación antes de notarse un incremento en la producción de leche. Según Short *et al.* 1990, Los nutrientes son fraccionados por prioridades para primero mantener la vida de los animales y luego propagar la especie. El orden aproximado de prioridades es el siguiente: 1- Metabolismo basal, 2- actividad, 3- crecimiento, 4- reservas básicas de energía, 5- preñez, 6- lactación, 7 reservas adicionales de energía, 8- ciclos estrales y 9- reservas de excesos.

Cuadro 9. Beneficios parciales (USD) por vaca obtenidos con el uso de bloques multinutricionales a consumo voluntario.

Incremento de la producción Kg/día	Precio del Kg de leche	Valor del incremento	Consumo de bloque kg/día	Costo del bloque	Costo de lo consumido	Beneficio neto
0.36	0.45	0.162	0.158	0.39	0.062	0.096

Los costos de elaboración no fueron considerados en este análisis económico, sin embargo, no es probable que sean muy elevados ya que una persona puede elaborar más de 20 bloques en media jornada según los procedimientos utilizados. Los bloques elaborados en prensa fueron más fáciles de hacer, después de el experimento se hicieron mejoras en la prensa con lo cual es aun más fácil elaborarlos. Los materiales utilizados para la elaboración de la prensa no representan un costo muy elevado.

CONCLUSIONES

- Los bloques multinutricionales (BMN) se pueden elaborar fácilmente en la finca, usando componentes locales, con el uso una prensa hidráulica. De esta manera, se puede alcanzar durezas y consumos adecuados y ofrecer nutrientes suplementarios en los animales.
- Mayor dureza en los bloques y un lugar cómodo y con mejor acceso mejoran el consumo.
- Los bloques comprimidos en prensa hidráulica pueden alcanzar mayor dureza, que es una característica deseable para su manejo.
- El consumo de hasta 500 gramos de BMN, produce efectos benéficos a la producción láctea sin daños a la salud de los animales.
- El ofrecimiento de BMN a consumo voluntario durante un periodo restringido de tiempo de día, produce incremento en la producción láctea durante la época lluviosa.
- La suplementación con BMN tiene un margen de rentabilidad estrecho que puede ser mejorado disminuyendo los costos del bloque sin desmejorar su contenido nutricional o usándolos en época de mayor escasez de alimentos

RECOMENDACIONES.

- 1.** Desarrollar e implementar planes para el uso de los bloques multinutricionales como una alternativa nutricional para aumentar la producción de leche en ganaderías de doble propósito.
- 2.** Cuando se proporcione los bloques multinutricionales al ganado, se deben fabricar con una dureza suficiente (que no se pueda introducir un dedo con máxima fuerza). Para facilitar su consumo y su manejo.
- 3.** Utilizar como fuente de fibra una materia prima que de buena cohesión en la elaboración del BMN garantizar la durabilidad de este en el tiempo, el tamaño de partículas pequeñas como el pulimento, es adecuado.
- 4.** Los bloques multinutricionales deben ser ubicados en ambiente seco y con ventilación para mantenerlos en óptimas condiciones. De no ser posible, se debe envolver en bolsas plásticas luego de su fabricación.

BIBLIOGRAFIA

- Alexander G. I; Daly J J; Burns N. A. 1970. Nitrogen and energy supplements for grazing beef cattle. In: Proceeding XI International Grassland Congress. Surfeis, Paradise p 793-796.
- Alexander, G. I. 1978 Complementos nitrogenados no proteicos para animales apacentados en Australia. FAO: Producción y Sanidad Animal No 12 p103-106.
- Almagro,R. ;Costales, R.1983. Análisis de las propiedades físico-mecánicas de los tableros de partículas de bagazo de la planta "Camilo Cienfuegos". Rev. ICIDCA 17 (2 y 3): 26-39.
- Alvarez, R.; Combellas, J.1995. Suplementación con bloques Multinutricionales de bovinos postdestete pastoreando forrajes o rastrojos de sorgo. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. 3 (1): 1-9.
- AOAC Association of official Analytical Chemist. 1984 Official Methods of Analysis. p.162.
- Araque C.; Escalona, M. 1995. Una nota sobre el uso de los bloques multinutricionales en ganado de ceiba. Zootecnia Tropical XIII : 87 – 94.
- Araque, C.; Arrieta, G.; Sandoval, E. 2000. Effect evaluation of multinutritional blocks with and without implant on liveweight gain on steers. Rev. Fac. Agron. (LUZ): 17: 335-341.
- Araujo, O.; Romero, M.; Pirela, G. 1994. Alimentación estratégica de mautas con bloques multinutricionales en bosque seco tropical. En: Proceedings of Multinutritional Blocks I International Conference, Guanare, Venezuela.
- Araujo-Febres, O.; Gadea, J.; Romero, M. Pirela; G., Castro, C., ; Pietrosemoli, S. 1995. Efecto de la dureza de los bloques multinutricionales sobre el

consumo voluntario en bovinos mestizo. Departamento de Zootecnia. Facultad de Agronomía. La Universidad del Zulia. Apartado 15205. Maracaibo. Venezuela.

Araujo-Febres, O.; Lachmann, M 1997. Suplementación del ganado bovino con bloques multinutricionales. I Jornadas Científicas de la Escuela de Zootecnia. Universidad Rafael Urdaneta. Maracaibo, mayo 15. (mimeo). p. 22-30.

Araujo-Febres, O.; Romero, M. 1996. Alimentación estratégica con bloques multinutricionales. I Suplementación de mautas en confinamiento. Revista Científica FCV-LUZ. 6:45-52.

Bavera, G. 1999. Depto. Producción Animal, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, provincia de Córdoba, República Argentina. Extr. de Nutr. Anim. Aplic. Nº 24 y 32 en Oeste Ganadero. 1(4):12-16.

Beames, R. M. 1963. The supplementation of low quality hay and pasture with molasses-urea mixture. In: Proceeding of The Australian Society of Animal Production 3:86

Becerra, J.; Adriana, D. 1990 *Universidad de Córdoba, AA 1239, Montería, Colombia. **ICA, Turipaná, AA 339, Pasto, Co Received 9 Dec 1990. (en línea). Consultado el 3 de Enero. Disponible en: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd3/2/becerra.htm>.

Becerra, J. 1988. El uso de bloques de melaza-urea para la suplementación de bovinos alimentados a base de rastrojo de maíz. Tesis de Maestría en Ciencias, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, México.

Becerra, J. 1989. Modificación del ambiente ruminal con bloques de melaza-urea. Proyección Investigativa 1:1 p12-20 Universidad de Córdoba, Montería, Colombia, agosto de 1989.

- Becerra J.; David A. 1991. Variación del peso vivo y de la producción láctea de vacas mestizas (*Bos taurus* x *Bos indicus*) suplementadas con bloques de urea-melaza durante la estación lluviosa. (en línea). Consultado el 11 de Diciembre. Disponible en: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd3/2/becerra.htm>.
- Becerra, J.; David, A. 1990. Observaciones sobre la elaboración y consumo de bloques Urea/Melaza. *Livestock Research for Rural Development* 2(2):8-14.
- Becerra, Martínez; Juan; A. Hinestroza. 1990. Observaciones sobre la elaboración y consumo de bloques de urea / melaza. Departamento de Zootecnia, Facultad de M V Z, Unicórdoba, AA 1239, Montería, Colombia. Técnico Programa Ganado Doble Propósito, ICA, CNIA, Turipaná, AA 339, Pasto, Colombia. (en línea). Consultado el 20 de Noviembre). Disponible en: <http://www.fao.org/ag/AGA/agap/frg/FEEDback/lrrd/lrrd2/2/becerra.htm>
- Birbe, B.; Chacon, E.; Taylhardat, L.; Garmendia, J.; Mata, D. 1994. Aspectos Físicos de importancia en la fabricación y utilización de bloques multinutricionales. In Cardozo, A. y Birbe, B., eds. I Conferencia Internacional Bloques Multinutricionales. Universidad Ezequiel Zamora, Guanare. P. 1-14.
- Birbe, B.; Herrera, P.; D. Mata. 1996. Bloques Multinutricionales como estrategia para la utilización de recursos alimenticios locales alternativos para rumiantes. En 1 Curso Nacional "Utilización de Recursos Alimenticios Alternativos para Rumiantes en el Trópico" Universidad Rómulo Gallegos, San Juan de los Morros. Estado Garito. Venezuela. pp 229-282.
- Birbe, B. 1998. Evaluación física de bloques multinutricionales melaza-urea, con diferentes niveles de roca fosfórica y harina de hojas de *Gliricidia sepium*, aceptabilidad y respuestas productivas en bovinos a pastoreo. Tesis Maestría. Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias, UCV, Maracay. 238 p.

- Birbe, B., Chacón, E., Taylhardat, L., Garmendia, J., Mata, D.; Herrera, P. 1998. Evaluación física de bloques multinutricionales conteniendo harina de hojas de *Gliricidia sepium* y roca fosfórica: Energía de compactación y humedad en la elaboración de la mezcla. In Memorias del III TALLER INTERNACIONAL SILVOPASTORIL "Los árboles y arbustos en la ganadería". Estación Experimental "Indio Hatuey", Matanzas (Cuba). Pp. 161-165.
- Birbe, B., Herrera, P., Colmenares, O.; Vargas, D. 2005a. Elaboración y uso de bloques multinutricionales. Folleto ilustrado. Universidad Simón Rodríguez, Estación Experimental "La Iguana", Valle de la Pascua. 29 p.
- Birbe, Beatriz; P. Herrera; O. Colmenares; N. Martínez; 2006, X Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistema de Producción Animal, Maracaibo, Venezuela.
- Botero, R.; Hernández, G. 1996. Avances en la elaboración y uso de bloques multinutricionales seminario."Experiencias sobre sistemas sostenibles de producción agropecuaria y forestal en el trópico". Instituto Tecnológico de Costa Rica, sede regional de san Carlos. Costa Rica.
- Chacón, E. 1991. El Uso de la roca fosfórica en explotaciones bovinas de leche y carne. Propuesta de investigación operativa a nivel de explotaciones bovinas comerciales. Facultad de Ciencias Veterinarias, UCV, Maracay. 10 p. Mimeo.
- Choo, B.S. 1985 Establishment of laboratories and other related activities. Terminal report. UNDP/FAO Project PAK/80/019, Islamabad, Pakistan.
- Church, D. 1974. Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Edit. Acribia,. Zaragoza. España. 544p.
- Church, D. Y.; Pond. W. G. 1977. Bases científicas para la nutrición de los animales domésticos. Edit. Acribia. Zaragoza. España. 462p.

- CIPAV. 1987. Ajuste de los sistemas pecuarios a los recursos tropicales. Bogotá, Col. p. 49-52.
- Combellas J. 1991. The importance of urea molasses blocks and by-pass protein on animal production: Situation in tropical America. international symposium on nuclear and related techniques in animal production and health. Wien, Austria. mimeo, 24 p.
- Combellas, J. 1994. Influencia de los bloques multinutricionales sobre la respuesta productiva de bovinos pastoreando forrajes cultivados. In Cardozo, A. y Birbe, B.,eds. I Conferencia Internacional Bloques Multinutricionales. UNELLEZ, Guanare. P. 67-70.
- Combellas, J. 1998. Alimentación de la vaca de doble propósito y de sus crías. P147. Ed. Fundación Inlaca.
- Cobb, D. 2002. La Revolución Ganadera. En: Ocho Notas de Desarrollo. № 76. North Ft. Meyers. Fl. USA.
- Debasis, D.; Sing, G. 2003. Effect of cold process monensin enriched urea molasses mineral blocks on performance of crossbred calves fed a wheat straw based diet. Animal Feed Science and Technology 103 (1-4): 51-61.
- Domínguez, C. 1994. El uso de bloques multinutricionales en el Estado Guárico; Efectos sobre la producción de leche, reproducción y crecimiento en ganado doble propósito. In Cardozo, A. y Birbe, B., eds. Conferencia Internacional Bloques Multinutricionales. UNELLEZ, Guanare. P. 97-116.
- Echemendia, M 1990. Metodología para la elaboración de bloques multinutricionales. Tesis Maestría. Instituto de ciencia animal, la Habana P.49.

- Gandarilla, B.; Fernández, A.; Pedraza, R. 1991. Influencia del tiempo de almacenamiento sobre las características microbiológicas y químicas de tres variantes de bloques multinutricionales. *Rev. Prod. Anim.* 6(3): 241-247.
- Godden, S. S. 2001. Milk Urea Nitrogen Testing. Vol. No. 2. Ontario DHI fact finder, 41-006-98. (en línea). Consultado el 8 de Diciembre. Disponible en: <http://www.westerndairyscience.com/html/WDDigest/WDD%201.2%20Winter%202000/html/1220aMilkUrea.html>
- Godoy, S.; Chicco, C. F. ; Obispo, N. E. 1993. Suplementación de bovinos en crecimiento y engorde con concentrados nitrogenados con y sin tratamiento con formaldehído. I. Ganancia de peso y digestibilidad. *Zoot. Tropical* 11(2):211-240.
- Habib, G.; Basit Ali Shah, S.; Wahidullah, A.; Jabbar, G.; Grufranullah, H. 1991. The importance of urea-molasses blocks and by- pass protein on animal production. In International Symposium on Nuclear and Related Techniques in Animal Production and Health, Vienna, Austria. 15 p.
- Hadjipanayiotu, M.; Verhaeghe, L.; Allen, M.; Abd El-Rahman, K.; Al-Wadi, M.; Amin, M.; Naigm, T.; El Saib, H. ; Kader Al-Haress, A. 1993. Urea blocks. I. Methodology of blocks making and different formula tested in Syria. *Livestock Research for Rural Development* 5(3): 6-15.
- Hall, D. 1980. Manipulación y almacenamiento de granos alimenticios en las zonas tropicales y subtropicales. Colección FAO. Producción y Protección Vegetal. Cuadernos de Fomento Agropecuario, Roma. 400 p.
- Hendratno, C., Nolan, J.; Leng, R. 1991. The importance of urea-molasses multinutrient block for ruminant production in Indonesia. In International Symposium on Nuclear and Related Techniques in Animal Production and Health, Vienna, Austria. 13 p.

- Hernández Y.; Cárdenas D ; Martínez G 1990 Suplementación con urea-melaza de vacas doble propósito en pastoreo de *Brachiaria decumbens* en el piedemonte llanero. Resumen. Memorias XVII Congreso Nacional de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Popayán, Colombia, Octubre 10-14.
- Herrera, P.; Barazarte, R.; Birbe, B.; Colmenares, O.; Hernández, M.; Martínez, N. 2001. Bloques Multinutricionales con Urea Fosfato. 3. Prueba de Aceptabilidad en Becerros. Rev. UNELLEZ de Ciencia y Tecnología Volumen especial: 18-22.
- Herrera, P.; B. Birbe; N. Martínez. 1995. Suplementación estratégica con bloques multinutricionales. En D. Plasse, N. Peña de Borsotti y J. Arango (Eds.). XI Cursillo sobre bovinos de Carne UCV. Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay -Venezuela. P. 129-159.
- Herrera, P.; Birbe, B.; Martínez, N.; Hernández, M. ; Mata, D. 1997. Efecto de la suplementación con bloques multinutricionales sobre el comportamiento productivo y reproductivo de vacas doble propósito en sabanas del Río Manapire. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 5 (1): 208-210.
- Herrera, P., Birbe, B., Oviedo, R., Colmenares, O.; Martínez, N. 2005. Evaluación física de recursos locales para la elaboración de bloques multinutricionales. Revista BIOTAM Nueva Serie. Edición Especial 2005. Instituto de Ecología y Alimentos, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Ciudad Victoria (México). Pp. 136-138.
- Holguin, Castaño, Vilma Amparo, Madrigal Arguedas Randall Barrientos Rojas José. Estrategias de Aprovechamiento de los Recursos Disponibles Mediante la Elaboración de los Bloques Multinutricionales. (En línea). Consultado el 1 de Diciembre. Disponible en: <http://www.virtualcentre.org/es/enl/keynote24.htm>.

- Kunju, P. J. G. 1986. Urea molasses block lick. A feed supplement for ruminants. In Rice and Related feeds in Ruminants Rations. Ibrahim and Schiere, Editors. Wageningen. Pudoc, Netherlands. Pp. 261-274.
- Leng, R. 1990. Factors affecting the utilization of "poor" quality forages by ruminants particularly under tropical condition. Nutrition Research Reviews 3: 277-303.
- Leng, R. A. Ruminant nutrition in the tropics. Developing world agriculture. Grosvenor Press International, LTD. London. 1990.
- Leng, R.,A.; 1991. Preston,T.; Sansoucy, R., J.; G. Kunju. 1991. Multinutrient Blocas as strategic supplement for rumiantes. Revista Mundial de zootecnia. 67 (2) pp. 11-19.
- León Godoy S. de.; C. F. Chicco. 1991a. Suplementación con urea y niveles crecientes de harina de algodón en bovinos alimentados con forraje de pobre calidad. . Zoot. Tropical. 9:105-129.
- León Godoy S. de.; C. F. Chicco. 1991b. Suplementación de bovinos alimentados con forraje de pobre calidad con fuentes de proteínas de diferentes tasas de degradación ruminal. Zoot. Tropical. 9:131-144.
- Lobato J F P; Pearce R 1980a Responses to molasses-urea blocks of grazing sheep and sheep in yards. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 20:417-421.
- Lobato J F P; Pearce R 1980b Effects of same management procedures on the response of sheep to molasses-urea block. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 20:422-426.
- López-Maduro, S.; Miranda-López, D.; Dean, N.; Motiel, J.; Zuleta, N. Rojas; Y. Nava. 2001. Producción láctea, ganancia de peso corporal y porcentaje de

preñez en búfalas mestizas suplementadas con bloque multinutricionales. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 18: 266-276.

Makkar H.P.S.; Sanchez M.; Speedy A. 2007. Feed Supplementation blocks. Urea molasses multinutrient blocks simple and effective feed supplementation technology for ruminant agriculture. FAO animal production and health. Rome Italy. 252 P.

Mata, D.; Herrera, P. 1994. Uso de bloques multinutricionales en pasturas naturales. In Cardozo, A. y Birbe, B., eds. I Conferencia Internacional Bloques Multinutricionales. UNELLEZ, Guanare. Pp. 43-55.

Maynard, L. A.; J. K. Loosli, H. F. Hintz ; R. G. Warner. 1981. Nutrición Animal. Ed. McGraw-Hill. México. 640 pp.

McDowell, L. R.; J. H. Conrad; G. L. Ellis ; J. K. Loosli. 1983. Minerals for grazing ruminants in tropical regions. Department of Animal Science Center for Tropical Agriculture. University of Florida, Gainesville, USA.

McDowell, L., R; Corand, J.; Thomas ;J y L Harris. 1974. Latin American Tables of feed composition. University of Florida Gainesville. USA. 509 p.

Merck & Co., Inc. 1981. Conducta social de los animales de granja. In El Manual Merck de Veterinaria. 2ª Ed. Rahway, New Jersey. Pp. 1205-1219.

Minson, D. J. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press, Inc. San Diego, CA.

Mwendia, C.; Khasatsili, M. 1990. Molasses blocks for beef cattle. In Dzowela, B.H.; Said, A.N.; Windem-Agenehu, A. y Kategile, J.A., eds. Utilization of Research Results on Forage and Agricultural By - Product Materials as Animal Feed Resources in Africa. Proceedings of the first joint workshop held in Lilongwe Malawi. Pp. 389-403.

- National Research Council (NRC). 1985. Nutrient Requirement of Sheep. Sixth revised edition. National Academy of Sciences, Washington, DC, USA. 99pp.
- Nava C. y A. Díaz. 2001. Introducción a la Digestión Ruminal. Departamento de Nutrición Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM. (en línea). Consultado el 14 de Octubre. Disponible en: http://www.veterin.unam.mx/fmvz/enlinea/Ruminal/digest_ruminal.htm.
- Obispo, N.; Chicco, C. 1993. Evaluación de la densidad de bloques multinutricionales en bovinos. Rev. Zootécnia Tropical 11 (2): 193-209.
- Obispo, N. E. 2005. Revista Digital CENIAP HOY Número 8, Maracay, Aragua, Venezuela. El uso de las fuentes de nitrógeno no proteico en rumiantes. 1-7 P.
- Ordoñez, J. Cardozo, A.; Birbe, B. 1994. Levante de toros en soca de sorgo durante la temporada seca: Bloques Multinutricionales vs. Cama de pollo-sorgo. I Conferencia Internacional Bloques Multinutricionales. UNELLEZ, Guanare. P. 79-83.
- Ortiz, P.; Baumeister, A. 1994. Consideraciones en la preparación y uso de los bloques multinutricionales. 1era Conferencia Internacional. Guanera., Venezuela.
- Osuna, D.; Ventura, M.; Casanova, A. (1996). Alternativas de suplementación para mejorar la utilización de los forrajes conservados. II. Efecto de diferentes concentraciones de dos fuentes de energía en bloques nutricionales sobre el consumo y ganancia de peso de ovinos en crecimiento. Revista Facultad de Agronomía (13):191-200.
- Owens, F. N.; W. G. Bergen. 1983. Nitrogen metabolism of ruminant animals: Historical perspective, current understanding and future implications. J. Anim. Sci. (57):498-518.

- Parra, R. 1984. Aspectos básicos de la nutrición nitrogenada de los rumiantes en el trópico. En: I curso sobre alternativas para la intensificación del engorde de bovinos en el Trópico. COLVEZA. Medellín. Colombia. 33p.
- Pirela, G., M. Romero.; O. Araujo-Febres. 1996. Alimentación estratégica con bloques multinutricionales. Suplementación de mautas a pastoreo. Revista Científica FCV-LUZ. (6):95-98.
- Plaizier, J.C.B.; Mcbride, B.W. 1999. Development of feed supplementation strategies for improving the productivity of dairy cattle on smllholder farms in Africa. 57p.
- PNUD (2008). Informe sobre Desarrollo Humano El Salvador 2007-2008. El empleo en uno de los pueblos más trabajadores del mundo. San Salvador.
- Preston, T.; R. Leng. 1986. Matching Livestock production Systems to Aavailable Resources. International Livestock Center for Africa (ILCA) Addis Adeba, Ethiopia. 331 p.
- Preston, T.; Leng, D. 1989a. Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. Consultoría para el desarrollo integrado en el trópico (CONDRIT). Calí, Colombia. 249-253 pp.
- Preston, T.; Leng, R. 1989b. Ajustando los sistemas de producción Pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos básicos aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. CONDRIT, Cali. 312 p.
- Preston, T.R.; Leng, R.A. 1990. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles. Círculo Impresores Ltda. Cali, Colombia. 312 p.
- Robledo, L. A.; Guerrero, A. D.; Fariñas, T. 1992. Comparación de dos niveles de urea en bloque de melaza sobre la ganancia de peso en borregos criollos (en línea). Consultado el 20 de Octubre. Disponible en: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd4/1/cont41.htm>

- Ruiz, M. E. 1984. Estrategia para la Intensificación de la Producción de Carne en: Estrategias para el uso de Residuos de Cosecha en la Alimentación Animal. Memorias de una Reunión de Trabajo Efectuada en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica, 19-21 de Marzo 1980.
- Salas, C. A., San Martín, H. F.; Carcelen C. F. 2001. Preferencia y consumo en ovinos y su relación con las características físicas de los bloques nutricionales. *Rev. Inv. Vet. Perú.* (12). Nº 1.
- Sánchez, C.; García, M. 2001. Comparación de características productivas en caprinos con suplementación de bloques multinutricionales *Zootecnia Trop. Venezuela* 19(3): 393-405.
- Sansoucy, R. 1986. Fabricación de bloques de melaza y urea. *Revista Mundial de Zootecnia.* (57): 40-48.
- Sansoucy, R. 1987 Los bloques melaza-urea como suplemento multinutriente para rumiantes. In Taller Internacional de la fundación Internacional para la ciencia sobre la melaza como recurso Alimenticio para la producción animal. Universidad de Camaguey, Cuba. 16 p.
- Sansoucy, R. 1995. Tropical Animal Feeding. A manual for research workers. FAO. Animal Production and Health. Paper 126. FAO, Roma. 283 p.
- Satter, L. D. y R. E. Roffler. 1981. Influence of nitrogen and carbohydrate inputs on rumen fermentation. In: Haresign, W. and D.J.A. Cole (eds), Recent Developments in Ruminant Nutrition, Butterworths: London, p. 115-139.
- Schiere, J.; Ibraim, M.; Sewalt, V.; Zemelink, G. 1987. Effect of urea-molasses lick block supplementation on intake and digestibility of rice straw fed to growing animals. In Dixon, R., ed. Ruminants Feeding Systems Utilization Fibrous Agricultural Residues. Camberra, Australia. p. 205-212.

- Shirley, R. L. 1986. Nitrogen and energy nutrition of ruminants. Academic Press, Inc. Orlando, FL.
- Short, R.E.; Bellows,R.A.; Staigmiller R.B.; Berardinelli J.G.; Custer E.E. 1990. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. J. Anim. Sci. (68): 799-816.
- Slyter, L. ; D. Satter. ; D. A. Dinius. 1979. Effect of ruminal ammonia concentration on nitrogen utilization by steers. J. Anim. Sci. (48):906-912.
- Soetanto, H. 1986. Molasses-urea block as supplements for sheep. In Dixon, R.,ed. Ruminants Feeding Systems Utilization Fibrous Agricultural Residues. Camberra. P. 231-237.
- Tait, R.; Fisher, L. 1996. Variability in individual animal intake of minerals offered freechoice to grazing ruminants. Animal Feed Science Technology (62): 69-76.
- Thu, N.; N. Dong; H, Hon, ; V. Quac. 1993. Effect of molasses-urea cake on performance of growing and working local buffaloes and cattle. Livestock Research for Rural Development. 5: 1.
- Tiwari, S.; Mehra, U.; Singh, U. ; Chella, J. 1990. Rumen fermentation pattern in growing male buffalo calves fed urea molasses mineral block as a lick on wheat straw based diet. Journal of Nuclear Agriculture and Biology (19): 128-133.
- Tobía, C., Bustillos, A., Bravo, H.; Urdaneta, D. 2000. Evaluación de la dureza y el consumo de bloques nutricionales en ovinos En: Gaceta de Ciencias Veterinarias, dez. 2003, vol.9, no.1, p.26-31.
- Tobía, C.; Vargas E. Fabricación Artesanal y Semi- Industrial de Bloques Multinutricionales. Serie Técnica Nutrición Animal Tropical, 5 (1):51-65.

San José Costa Rica, Editorial de la Universidad de Costa Rica, 1999. P. 51-65.

Venuat, M.; Papadakis, M. 1966. Generalidades sobre los aglomerantes hidráulicos. Traducido por A. Moreno. Ediciones URMO, Bilbao. P. 35-77.

Wittenberg, K.; Bossuyt, M. 1996. Establishment a feed value for moulded hay. *Animal Feed Science Technology* 60: 301-310.

Zervas, G., Rissaki, M.; Deligeorgis, S. 2001. Free-choice consumption of mineral lick block by fattening lambs fed at libitum alfalfa hay and concentrates with different tracemineral content. *Livestock Production Science* 68 (2-3): 251-258.

Zhu, X. ; Deyoe, C. 1991. Effects of various ingredients on the manufacture of poured feed block containing a distillery by- product. *Animal Feed Science and Technology* 34: 229-239.

ANEXOS



Figura A-1 Cálculos de balance de raciones alimenticias con la asesoría del Dr. Makkar (Asesor técnico de la OIEA)



Figura A-2 Vista de materiales a utilizar



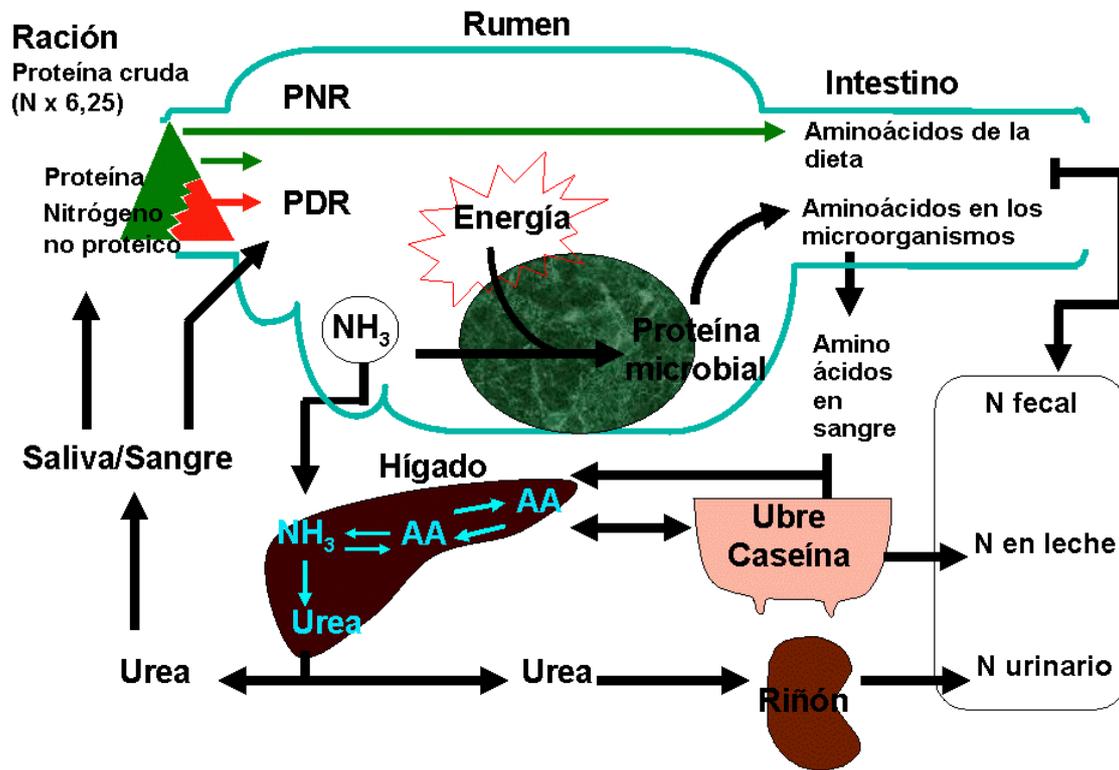
Figura A-3 Mezclado de los ingredientes



Figura A-4 Elaboración de bloques con prensa hidráulica



Figura A-5 Bloques terminados



Fuente: Elizondo, 2007.

Figura A-6 Aprovechamiento del NNP en rumiantes

Fuente: Elizondo, 2007.