

# Evaluación de bloques multinutricionales en la alimentación de ganado de doble propósito en ordeño

Cardoza Hernández, C. G.  
Departamento de Zootecnia,  
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Hernández Carias, L. B.  
Departamento de Zootecnia,  
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Medrano Gómez, N. A.  
Departamento de Zootecnia,  
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Alvarado Panameño, J. F.  
Departamento de Zootecnia,  
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Corea Guillén, E. E.  
Departamento de Zootecnia,  
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Leyton Barrientos, L. V.  
Departamento de Zootecnia,  
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.



## Resumen

El ensayo se realizó en la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. El objetivo fue evaluar diferentes procedimientos de elaboración de bloques multinutricionales (BMN), y su efecto en la producción láctea y rentabilidad en vacas. Tuvo una duración de cuatro meses entre mayo y agosto de 2008, durante la época lluviosa; se utilizaron 30 vacas en producción alimentadas con 3 Kg/día de concentrado y pastoreo en potreros con zacate estrella (*Cynodon plectostachyus*) y agua a libre consumo. Se evaluó el consumo voluntario dividiendo a las vacas y ofreciéndoles BMN hechos con prensa hidráulica, un grupo recibió BMN duro (n=15) y el otro BMN blando (n=15) durante 7 días, se pesaron los bloques al principio y al final y se estimó el consumo. Se evaluó el efecto del consumo controlado en la producción, formando 2 grupos de vacas repartiendo igualmente el efecto del periodo postparto, se les ofreció 500 gr. de mezcla de BMN mezclado con el concentrado a un grupo (n=15) y el otro fue (n=15) testigo, se midió la producción láctea Kg/día durante un periodo de 12 días. Se evaluó también el efecto del consumo voluntario en la producción durante 14 días formando dos grupos uno con BMN (n= 15) y el otro testigo (n=15). El efecto del consumo controlado y voluntario, en la producción fue evaluado por medio de pruebas de t-student. Se analizó el presupuesto parcial determinando costos parciales, ingresos y utilidad parcial.

Los BMN con mayor dureza tuvieron un consumo promedio 144.97, y los blandos de 94.73 gr/vaca/día, equivalente a 1.44 y 0.94 gr/100 kg de peso vivo respectivamente. Las vacas que consumieron 500 gr/día de mezcla tuvieron una producción láctea mayor (5.81 kg/día) que las vacas en el grupo testigo (5.40 kg/día) ( $p>0.005$ ); el incremento de la producción fue 0.41 Kg por día. Las vacas que consumieron voluntariamente BMN tendieron a una mayor producción láctea (5.35 kg/día) que las vacas en el grupo testigo (4.99 kg/día) ( $p= 0.018$ ), siendo el consumo voluntario 158 gr/día. El costo de la mezcla fue de USD 17.55 por quintal y USD 0.39 por kilogramo, el costo de un bloque fue de USD 3.05 y la utilidad vaca/día fue de USD 0.096.

**Palabras clave:** bloques, multinutricionales, vacas, producción, láctea

## Abstract

The trial was conducted at the Experimental and Practices Station, Faculty of Agricultural Sciences, University of El Salvador. The objective was to evaluate different procedures multinutritional block (MNB), and the effect of MNB on milk production and profitability in dual purpose cows. It had duration of four months between May and August 2008, during the rainy season. A total of 30 milking cows were used, they were fed 3 kg/day of concentrate and grazing paddocks with star grass (*Cynodon plectostachyus*) and free water access.

Cows were divided and offered MNB made on hydraulic press, a group had hard MNB (n=15) and the other soft BMN (n=15) for 7 days, the blocks were weighed at the beginning and end to estimate the voluntary consumption. The controlled consumption effect on production was evaluated forming 2 groups of cows with similar distribution of the effect of postpartum period, giving 500 gr/day BMN mixture mixed with the concentrate to a group (n=15) and the other was (n=15) control, daily milk kg/day over a period of 12 days was measured. The effect of voluntary consumption in production for 14 days with two groups with a BMN (n=15) and the control (n=15) was also evaluated. The effect of controlled and voluntary consumption, production was evaluated by student t-tests. Economic comparison was performed by determining partial budget, partial costs and partial utilities.

The consumption of hard and soft MNB was 144.97 and 94.73 g/cow/day, equivalent to 1.44 and 0.94 gr/100 kg body weights. Cows that consumed 500 g/day of mixture had a higher milk production (5.81 kg/day) than cows in the control group (5.40 kg/day) ( $p> 0.005$ ); increased production was 0.41 kg per day. Cows that consumed voluntarily BMN had a higher milk production (5.35 kg/day) than cows in the control group (4.99 kg/day) ( $p=0.018$ ), being the voluntary consumption 158 gr/day. The cost of the mixture was USD 17.55 per 100 pounds or \$ 0.39 per kilogram, the cost of a block was USD \$ 3.05 and utility cow/day was USD \$ 0.096.

**Key words:** multinutritional, block, cows, production, milk

## Introducción

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 (Makkar, 2007).

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). 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).

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.

## Materiales y Métodos

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 Tecualuya, municipio de San Luis Talpa, departamento de la Paz, geográficamente localizada en latitud 13°28'03' N, longitud 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.

### Descripción general del ható

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 6.5 kg/vaca de una mezcla de alimento concentrado. Las vacas permanecieron el resto del día y la noche pastoreando en potreros con zacate estrella (*Cynodon plectostachyus*) y acceso libre a agua.

### 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.

### 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.

### Construcción de prensa hidráulica y accesorios

La prensa fue construida utilizando un perfil estructural tipo ángulo de 1 3/4", formando en una estructura principal rectangular, con una altura de 60 cm y un ancho de 41 cm.

En la base se colocó un gato hidráulico accionado con palanca, con capacidad de 2 toneladas y en la parte superior un embolo metálico ajustable, cuyo diámetro externo de 20 cm. 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 (Fig.1)

### Construcción del compactador manual (martillo)

Este se construyó utilizando una barra metálica de acero de 85.5 cm de altura, unida mediante soldadura de arco eléctrico a una base metálica circular (disco) de 14.5 cm de diámetro, con un peso total de 11.81 kg. Con este martillo se compactó el material dentro del mismo molde utilizado en la prensa hidráulica.



Figura 1. Prensa hidráulica con sus accesorios.

### **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. 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.

### **Ingredientes**

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.

### **Fórmula**

Para desarrollar la fórmula se buscó un máximo aporte de nutrientes en el bloque (sin exceder límites biológicos) y una estructura firme sin excesos de humedad de tal manera que fuera lamida por los animales sin consumir demasiado y sin que se destruyera el bloque.

La lista de materiales escogidos y su composición, se presentan en el cuadro 1.

### **Elaboración de bloques**

Se desarrollaron dos técnicas 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 (Fig. 2)

### **Compactación en Prensa Hidráulica**

El procedimiento 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 uso 24 movimientos de palanca para la elaboración de bloques duros, 18 para bloques medios y 12 para bloques blandos.

Cuadro 1. Composición de las materias primas utilizadas para la elaboración de los bloques.

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



Figura 2. Bloques terminados

### Compactación manual

El procedimiento consistió en colocar dos capas de la mezcla de ingredientes, aplicó diferente número de golpes con el martillo dejándolo caer de una altura de 40 cm. A los bloques duros se les aplico 30 golpes por capa (total de 60 golpes) a los medios se les aplico 20 golpes por capa (total de 40 golpes) los blandos un total de 15 golpes por capa (total de 30 golpes).

Los BMN fueron desmoldados, obteniendo bloques de 20 cm de diámetro y 15 cm de altura, se colocaron en una tarima de madera, se identificaron individualmente con letras y números, se dejaron secar por 10 días.

### Periodo de adaptación

Se les ofreció a las 30 vacas los bloques para que consumieran 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; esto ocasionó una serie de problemas por el espacio reducido, 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.

### Fase de laboratorio

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

### Evaluación del esfuerzo

La prueba física se llevo 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. Los bloques fueron comprimidos hasta que su estructura presento una clara falla (rompimiento). Se registró la medición del esfuerzo (resistencia) en kg/cm<sup>2</sup> y se calculó la densidad de cada unos de los 6 tipos de bloque con 3 repeticiones en cada caso (Fig. 3).

### 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. 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 proteico), 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.

### Fase experimental

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.



Figura 3. Medición del esfuerzo

### **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 a 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.

### **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. 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.

### **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 llevó 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 (Fig. 4).



Figura 4. Prueba de Consumo

### Metodología estadística

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 ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) y densidad ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) 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  $\text{Kg}/\text{cm}^2$  y se calculó la densidad en  $\text{gr}/\text{cm}^3$  de cada uno de los 6 tipos de bloque con 3 repeticiones en cada caso.

Variable dependiente: Consumo de BMN  $\text{gr}/\text{vaca}/\text{día}$ ; 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  $\text{kg}/\text{vaca}/\text{día}$ . A ambos grupos se les tomó medición de la producción diaria individual de leche ( $\text{kg}/\text{día}$ ) 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  $\text{kg}/\text{vaca}/\text{día}$

En las tres pruebas se agruparon los datos de todas las vacas en todos los días de muestreo y se aplicó una prueba de t-student 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.

### 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.

### Resultados y Discusión

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 logró mejor dureza con más de 10% de ingredientes aglutinantes.

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 2.

El análisis químico de los bloques (Cuadro 3) difiere de su composición estimada debido probablemente a variaciones en las composiciones reportadas de los ingredientes en relación a sus composiciones reales, sin embargo, el equivalente proteico y mineral del BMN es elevado y tiene potencial de impacto en ganado de doble propósito.

Cuadro 2. Fórmula y composición estimada de los bloques nutricionales según su formulación\*.

Ingredientes	Fórmula	Aporte de % MS	% Proteína	Energía Digestible Kcal/kg	% Calcio	% Fósforo 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 1985

Cuadro 3. 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

### Efecto del método de fabricación en la dureza

Todos los bloques fueron fabricados bajo la misma fórmula (Cuadro 2). Las variantes en la fabricación se debieron al tipo de compactación (manual o con prensa) y el grado de presión ejercida en cada caso (blando, medio, duro).

Se encontró que la fabricación con prensa permite obtener bloques más duros con valores de esfuerzo cercanos a 3 Kg/cm<sup>2</sup> y que la compactación manual parece tener un límite a partir del cual, más presión no resulta en más dureza (cuadro 4). Los valores obtenidos con la prensa fueron similares a los reportados por Araujo *et al.* (1994), quienes reportaron valores de dureza de 2.99 Kg/cm<sup>2</sup>.

### Efecto del método de fabricación y la densidad

En el cuadro 5 se presenta la densidad (gr/cm<sup>3</sup>) de los bloques compactados manualmente o en prensa, se encontró una tendencia de que a mayor esfuerzo existe mayor densidad, los bloques de prensa fueron más duros y más densos.

### Efecto de la dureza en el consumo voluntario de BMN

Durante la adaptación 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.

Cuadro 4. Esfuerzo (dureza) Kg/cm<sup>2</sup> de los bloques multinutricionales según su método de fabricación y el grado de presión ejercido.

Repeticiones	Compactación Manual			Compactación en Prensa		
	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
<b>Promedio</b>	<b>0.92</b>	<b>1.07</b>	<b>1.03</b>	<b>0.67</b>	<b>1.37</b>	<b>2.29</b>

Durante la evaluación se observó que todas las vacas en el grupo consumieron. 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 a ser más aceptados (P=0.044) por las vacas (Fig. 5). 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 sequía-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.

Cuadro 5. Densidad de los bloques multinutricionales según su método de fabricación y el grado de presión ejercido (masa/volumen).

Repeticiones	Compactación Manual			Compactación en Prensa		
	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
<b>Promedio</b>	<b>0.32</b>	<b>0.54</b>	<b>0.56</b>	<b>1.03</b>	<b>1.13</b>	<b>1.36</b>

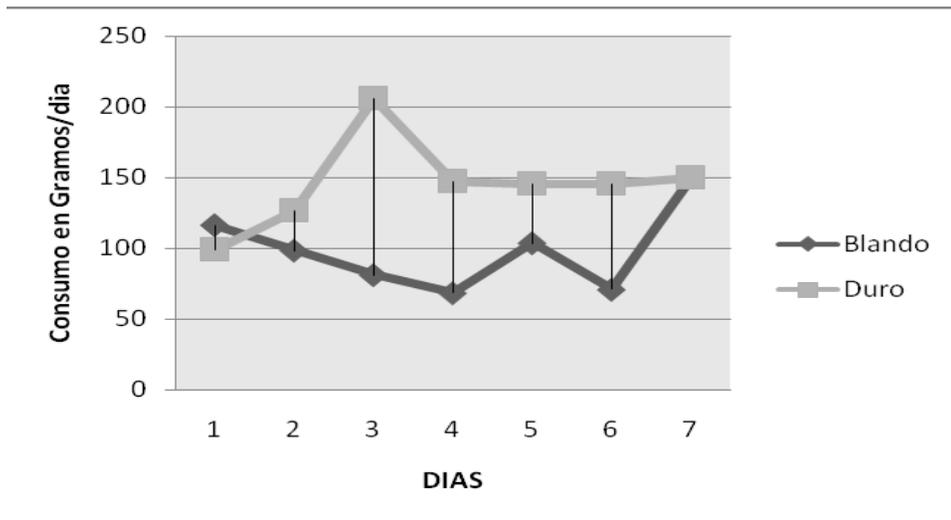


Figura 5. Efecto de la dureza en el Consumo Voluntario de Bloques.

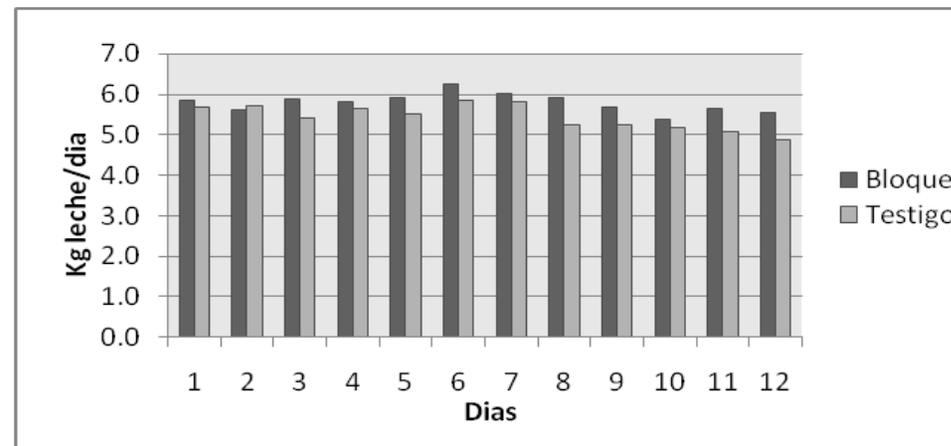


Figura 6. Efecto del consumo controlado en la producción láctea de vacas de doble propósito de Kg. leche/día.

### 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 que las vacas en el grupo testigo que no consumieron (5.40 kg/día) ( $p > 0.005$ ). (Fig. 6).

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 y Lachman 1997 reporto incrementos de 28.2 a 29.9%.

### 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. (Fig. 7).

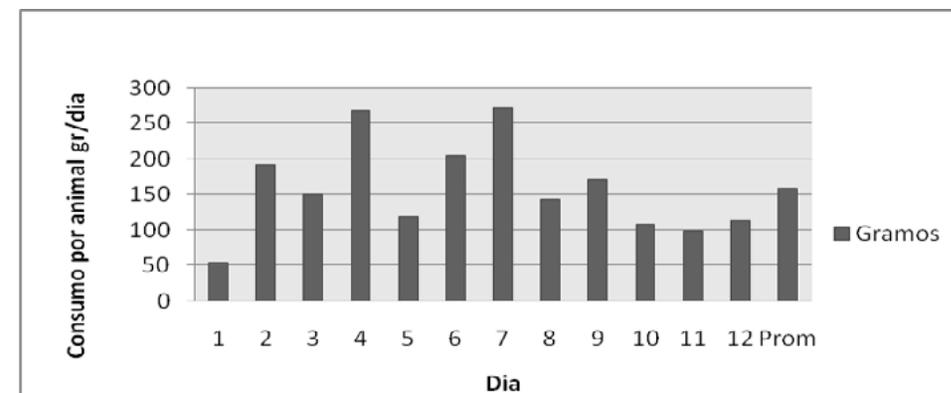


Figura 7. Consumo voluntario de BMN duros en vacas de doble propósito en ordeño.

Las vacas que recibieron BMN tuvieron una tendencia a mayor producción láctea (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 tendencia 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 (Fig. 8). 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, acostumbamiento, 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).

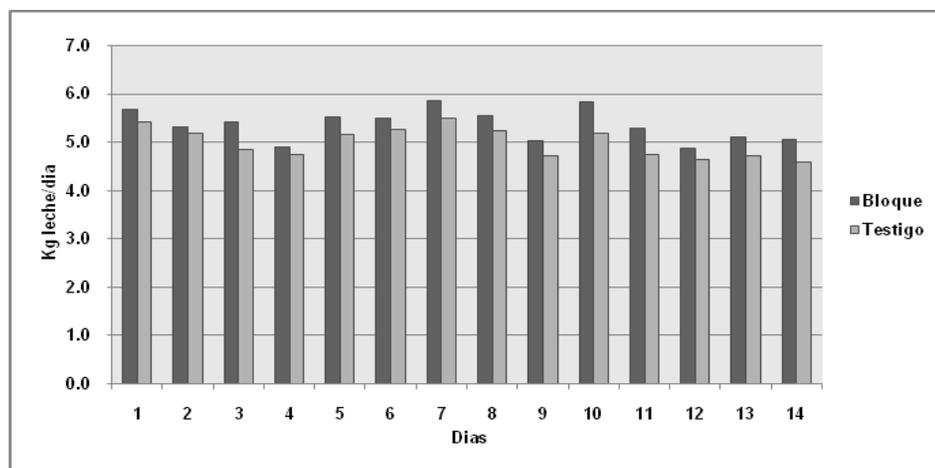


Figura 8. Efecto del Consumo Voluntario en la producción láctea de vacas de doble propósito en Kg. leche/día.

## Análisis Económico

### 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 6). 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 costo de la mezcla fue de USD 17.55 por quintal y USD 0.39 por kilogramo. El costo de un bloque de 5 Kg 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 6) y podría ser sustituido por algún material vegetal de menor costo.

### 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 7). Esta es aparentemente una utilidad baja, sin embargo, debe considerar se que esto representa USD 2.89 mensual por vaca, lo que en un grupo grande de vacas 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.

Los costos de elaboración no fueron considerados en el 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 del experimento Los materiales utilizados para la elaboración de la prensa no representan un costo muy elevado.

Cuadro 6. Ingredientes y costo por quintal y kilogramo de los bloques 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
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>	<b>17.55/qq</b>	<b>0.39/kg</b>

Cuadro 7. 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 del consumo \$	Beneficio neto \$
0.36	0.45	0.162	0.158	0.39	0.062	0.096

## 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

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.

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.

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.

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.

## Agradecimientos

Agradecemos a la Estación Experimental de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador por todo el apoyo brindado para la realización de este estudio, al Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) por su apoyo económico y al Dr Harinder Makkar por su apoyo técnico.

## Bibliografía

- AOAC Association of official Analytical Chemist. 1984 Official Methods of Analysis. p.162.
- 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.; M. Lachmann. 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.
- Becerra J.; David A.. 1990 \*Universidad de Córdoba, AA 1239, Montería, Colombia. \*\*ICA, Turipaná, AA 339, Pasto, Co Received 9 Dec 1990 (en línea). Consultado en 3 de Enero. Disponible en: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd3/2/becerra.htm>.
- 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 en 11 de Diciembre. Disponible en: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd3/2/becerra.htm>.
- 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. p 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, Beatriz; P. Herrera; O. Colmenares; N. Martínez; 2006, X Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistema de Producción Animal, Maracaibo, Venezuela.
- 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.
- 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.
- 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.
- Minson, D. J. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press, Inc. San Diego, CA.
- National Research Council (NRC). 2000. Nutrient Requirement of Dairy Cattle. Sixth revised edition. National Academy of Sciences, Washington, DC, USA.
- 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.
- Preston, T.; Leng, D. 1989. Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. Consultoría para el desarrollo integrado en el trópico (CONDRIT). Cali, Colombia. 249-253 p.
- 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 p.)